مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 48 . العدد 7

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
"استجابة نباتات صنف البطاطا العادية- أغريا للفيرمي كومبوست والكائنات الدقيقة الفعالة"	م. أسامة كرزون د.أسامة العبد الله د. محمد نبيل الأيوبي	36-11
دراسة تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في بعض مؤشرات نمو وإنتاجية نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص	م. عبدالرزاق النجار أ.د. عبدالله العيسى د. محمود الحمدان	68-37
دراسة تأثير التلقيح ب Azospirillum في نمو وإنتاجية نبات القطن المزروع في تربة مالحة عند استخدام مستويات مختلفة من السماد العضوي والمعدني	محمود المرعي أ.د. عبدالله العيسى	108-69
تأثيرإضافة السماد الآزوتي في بعض مؤشرات النمو المورفولوجية لصنفين من القمح القاسي تحت ظروف منطقة حمص	مها محمد الباكير أ.د. فيصل بكور د. فادي عباس	135-109

"استجابة نباتات صنف البطاطا العادية – أغريا للفيرمي كومبوست والكائنات الدقيقة الفعالة"

م. أسامة كرزون– طالب دكتوراه– كلية الهندسة الزراعية– جامعة حمص.
Email: karazonkarazon12@gmail.com
د. أسامة العبد الله– باحث– الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
د. محمد نبيل الأيوبي– أستاذ– كلية الهندسة الزراعية– جامعة حمص.

الملخص

أجري البحث في العروة الربيعية للموسم الزراعي 2024 (في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص– قرية الدوير)، بهدف دراسة استجابة نباتات صنف البطاطا العادية– أغريا للمعاملة بالمخصب العضوي الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1، وقد تضمنت التجربة 6 معاملات إضافةً للشاهد (الشاهد: تسميد معدني NPK، المعاملة الأولى: تسميد بالفيرمي كومبوست، المعاملة الثانية: تسميد ورش ورقي بالمخصب الحيوي، المعاملة الثالثة: تسميد بالفيرمي كومبوست + تسميد ورش ورقي بالمخصب الحيوي، المعاملة الرابعة: تسميد بالفيرمي كومبوست + تسميد معدني NPK، المعاملة الخامسة: تسميد ورش ورقي بالمخصب الحيوي + تسميد معدني NPK، المعاملة السادسة: تسميد بالفيرمي كومبوست + تسميد ورش ورقي بالمخصب الحيوي + تسميد معدني NPK). صُمّمت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وبأربعة مكررات لكل معاملة، وأُخِذت القراءات لـ (10 نباتات) في كل مكرر. وحُلّلت النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي (Genstat12)، وتمّت المقارنة بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5 % وبيّنت النتائج تفوق معاملات التجربة (الثالثة، الرابعة، الخامسة، السادسة) معنوياً في الإنتاجية على الشاهد وكانت نسبة الزيادة على الترتيب (5.71، 25.65، 26.94، 40.53 %).

الكلمات المفتاحية: البطاطا العادية، الفيرمي كومبوست، الكائنات الدقيقة الفعالة، النمو الخضري، الإنتاجية.

"The Response of Potato Plants Cultivar- Agria to Vermicompost and the Effective Micro- Organisms"

Abstract:

This research was conducted during the spring growing season of 2024 (at the agricultural scientific research center in Homs- Al-Duwair village), with the aim of evaluating the Response of Potato Plants Cultivar- Agria to treatment with Vermicompost organic fertilizer and the biofertilizer EM1, The experiment included 6 treatments in addition to the Control (Control: Mineral Fertilization NPK, The first treatment: Vermicompost Fertilization, the second treatment: Fertilization and Foliar Spray with biofertilizer, the third treatment: Vermicompost Fertilization+ Fertilization and Foliar Spray with biofertilizer, the fourth treatment: Vermicompost Fertilization+ Mineral Fertilization NPK, the fifth treatment: Fertilization and Foliar Spray with biofertilizer+ Mineral Fertilization, the sixth treatment: Vermicompost Fertilization+ Fertilization and Foliar Spray with biofertilizer+ Mineral Fertilization NPK. The experiment was designed using a completely randomized block design (RCBD). with four replicates per treatment. Measurements were taken from ten plants in each replicate. The Data were analyzed using the statistical program Genestat12, and averages were compared by calculating the least significant difference (LSD) at a significance level of 5%. The results showed that treatment (3, 4, 5, and 6) significantly outperformed the control in terms of productivity, with percentage increases of (5.71, 25.65, 26.94, and 40.53 %) respectively.

Keywords: Potato, Vermicompost, the Effective Micro- Organisms, vegetative growth, productivity.

مقدمة:

تتبع البطاطا العادية *Solanum tuberosum* L. إلى الفصيلة الباذنجانية Solanaceae (الأيوبي والمحمد، 1997)، وتعد من أهم الخضار في العالم، وتأتي في المرتبة الرابعة بعد كل من القمح والذرة والأرز، حيث تعتمد عليها الشعوب في تغذيتها اليومية، كما تستهلك كميات كبيرة منها بصورة مصنّعة، وتُعد مصدراً مهماً للعديد من العناصر الغذائية، كما تعد من الأغذية المتوازنة في محتواها من البروتين والسعرات الحرارية فهي مصدر جيد للطاقة لغناها بالنشاء والمغذيات (الأملاح المعدنية والفيتامينات) كما أن محتواها من البروتين عالٍ جداً مقارنةً بمحتوى الجذور والدرنات في المحاصيل الأخرى (FAO, 2023).

تأتي أهمية البطاطا العادية كمحصول عالمي يمكن زراعته في مناطق متباينة في ظروفها البيئية وخاصةً في الأراضي المتوسطة إلى الخفيفة والجيدة الصرف (عبد الحميد، 2016). ونظراً للإمكانيات المحدودة للتوسع الأفقي في زراعتها كان لا بد من التركيز على إمكانية التوسع العمودي بزيادة الإنتاجية وخفض تكاليف العملية الزراعية، لذا بدأ الاهتمام في سورية بتأمين احتياجات نبات البطاطا العادية الزراعية من المعاملات الزراعية اللازمة والمستلزمات والتقانات الزراعية الحديثة والاحتياجات الغذائية الضرورية (العموري، 2008)، بالتوازي مع تخفيف التلوث الناجم عن الأسمدة المعدنية المضافة عند زراعتها وتعزيز الممارسات الزراعية الجيدة (منظمة الأغذية والزراعة– الفاو، 2022)، ومن الممكن أن يُساهم استخدام العديد من الأسمدة والمخصبات العضوية ومنها الفيرمي كومبوست والكائنات الدقيقة الفعالة في زيادة الإنتاجية وتحسين نوعيتها (العموري، 2008) حيث أن سماد الفيرمي كومبوست يعد مخصباً عضوياً، يساهم في تحسين خصوبة التربة وقوامها وتهويتها وخصائصها الكيميائية والبيولوجية، إضافةً إلى تأمينه احتياج النباتات من العناصر المعدنية الضرورية لنموها بصورة ميسرة وسهلة الامتصاص من التربة (Nagavallemma *et al.*, 2004) كما تُستخدم الكائنات الدقيقة الفعالة أيضاً كمخصب حيوي لقدرتها على تأمين الاحتياجات الضرورية لنمو النباتات من عناصر معدنية وأحماض أمينية ومنظمات نمو وهرمونات وأنزيمات (https://www.emrojapan.com)

ففي دراسة أجراها (Mokeira *et al.*, 2021) لمعرفة تأثير أنواع عديدة من الأسمدة العضوية (الكومبوست، الفيرمي كومبوست، بمعدل 5 كغ/ م^2 لكل منها قبل الزراعة بأسبوع) و(شاي

الكومبوست، الفيرمي كومبوست السائل بتركيز 1: 10 حجم/ حجم لكل منها، بمعدل رشتين ورقيتين في الشهر] في إنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية– Shangi. بيّنت النتائج تفوق معاملة (الفيرمي كومبوست+ الفيرمي كومبوست السائل) معنوياً على الشاهد، في الإنتاجية (60.250 طن/ هـ)، وبمعدل زيادة (65.10 %) مقارنة مع الشاهد.

لاحظ (Fahrurrozi *et al.*, 2019) عند إضافة مستويات مختلفة من الفيرمي كومبوست لنبات البطاطا العادية عدم وجود فروق معنوية بين المستويات (10، 15، 20، 25 طن/ هـ فيرمي كومبوست) في كل من صفات قطر الدرنة، عدد درنات النبات الواحد، إنتاجية النبات الواحد، إنتاجية وحدة المساحة. وقد أعطى المستوى (25 طن/ هـ فيرمي كومبوست) أعلى إنتاجية للنبات الواحد وأعلى إنتاجية على الترتيب (942.90 غ/ نبات، 5028.8 كغ/ دونم).

قارن (Akbasova *et al.*, 2015) تأثير إضافة مستويين من الفيرمي كومبوست (4، 8 طن/ هـ) ومستويين من روث الجمال (4، 8 طن/ هـ)، في إنتاجية كل من البطاطا العادية والشوندر الأحمر. وتبيّن التفوق المعنوي لإضافة المستوى (8 طن/ هـ فيرمي كومبوست) على كل من المعاملات [الشاهد (دون إضافة الفيرمي كومبوست)، 4 طن/ هـ فيرمي كومبوست، 4 طن/ هـ سماد بلدي، 8 طن/ هـ سماد بلدي] في إنتاجية البطاطا العادية على الترتيب (32.00، 20.90، 26.50، 24.80، 30.1 طن/ هـ)، وفي إنتاجية الشوندر الأحمر على الترتيب (36.70، 30.20، 34.90، 32.50، 34.00 طن/ هـ).

درس (Ansari, 2008) تأثير إضافة ثلاثة مستويات من الفيرمي كومبوست (4، 5، 6 طن/ هـ) على نمو وإنتاجية نباتات كل من البطاطا العادية واللفت والسبانخ. وتبيّن تفوق المعاملة (6 طن/ هـ) عند البطاطا العادية معنوياً على الشاهد (دون إضافة الفيرمي كومبوست) في الإنتاجية على الترتيب (21.41، 4.36 طن/ هـ)، وتفوقها أيضاً معنوياً على الشاهد في إنتاجية اللفت على الترتيب (5.37، 4.12 طن/ هـ)، في حين تفوقت المعاملة (فيرمي كومبوست 4 طن/ هـ) معنوياً على الشاهد في إنتاجية السبانخ على الترتيب (3.09، 1.40 طن/ هـ).

درس (Alam *et al.*, 2007) تأثير إضافة ثلاثة مستويات من الفيرمي كومبوست (2.5، 5، 10 طن/ هـ) مع مستويين من السماد المعدني (50، 100 % من التوصية السمادية) في نمو وإنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية- Cardinal. وتبيّن تفوق المعاملة (10 طن/ هـ فيرمي كومبوست + 100 % سماد معدني) معنوياً على الشاهد (100% سماد معدني فقط) في كل من ارتفاع النبات، عدد الأوراق، عدد الدرنات، إنتاجية النبات، الإنتاجية، نسبة المادة الجافة في الدرنات على الترتيب (55.23، 46.23 سم، 97.67، 72.20 ورقة/ نبات، 8.33، 7.17 درنة/ نبات، 426.00، 318.68 غ/ نبات 25.56، 19.12 طن/ هـ، 20.03، 19.03 %).

درس (بوراس وآخرون، 2019) تأثير معاملات عديدة بالمخصب الحيوي EM1 بالتركيز (10 مل/ ل) في نمو وإنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية- سبونتا، وتبيّن تفوق معاملة (النقع+ الرش الورقي). معنوياً على الشاهد (بدون معاملة بالمخصب الحيوي) في كل من ارتفاع النبات، ومساحة المسطح الورقي، ودليل المسطح الورقي، وكفاءة عملية التمثيل الضوئي، وعدد الدرنات، ووزن الدرنة، ونسبة الدرنات الأكثر من 80 غ، والإنتاجية على الترتيب (53.00، 43.00 سم، 9935.00، 5600.00 سم^2، 4.70، 2.70 سم^2/ سم^2، 0.006، 0.001 غ/ سم^2/ يوم، 8.00، 6.00 درنة/ نبات، 171.00، 120.00 غ، 91.20، 85.00 %، 6512.00، 3427.00 كغ/ دونم).

قارن (منصور، 2017) تأثير معاملات عديدة لنباتات صنف البطاطا العادية- سبونتا بالمخصب الحيوي EM1 (الرش الورقي بتركيز 4 مل/ ل، الإضافة الأرضية بتركيز 7.5 مل/ ل، والتداخل بينهما)، وتبيّن تفوق معاملة (الرش الورقي+ الإضافة الأرضية) معنوياً على الشاهد (تسميد معدني فقط) في كل من مساحة المسطح الورقي، ودليل مساحة المسطح الورقي، وارتفاع النبات بعد 45 يوم من الإنبات، ووزن الدرنة، ونسبة الدرنات الأكثر من 80 غ، والإنتاجية، ومحتوى الدرنات من المادة الجافة والنشاء والنترات وفيتامين C والبوتاسيوم على الترتيب (10648، 8513 سم^2، 5.07، 4.05 م^2/ م^2، 50.67، 38.33 سم، 117.70، 102.70 غ، 78.72، 71.1 %، 5864، 4151 كغ/ دونم، 23.51، 21.57 %، 19.13، 15.79 %، 70.28، 102 %، 25.45، 21 ملغ، 757.60، 576.10 ملغ/ 100 غ عينة رطبة).

قارن (حسين وآخرون، 2016) تأثير الرش الورقي لنباتات البطاطا العادية بكل من المخصب الحيوي EM1 بتركيزين (0، 2 مل/ ل)، والمحفز الهرموني Biozyme بتراكيز (0، 0.5، 1 مل/ ل)، وتداخلهما، وتبيّن تفوق معاملتي (المخصب الحيوي 2 مل/ ل+ المحفز الهرموني 0.5 مل/ ل) و(المخصب الحيوي 2 مل/ ل+ المحفز الهرموني 1 مل/ ل) معنوياً على الشاهد (تسميد معدني فقط، والرش الورقي بالماء) في كل من ارتفاع النبات، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل، وإنتاجية النبات الواحد، والإنتاجية، ونسبة البروتين، والنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم على الترتيب (41.70، 41.30، 28.80 سم، 52.80، 53.50، 39.50 وحدة SPAD، 0.759، 0.784، 0.463 كغ/ نبات، 35.61، 36.81، 21.71 طن/ هـ، 6.750، 6.375، 5.187 %، 1.080، 1.020، 0.830 %، 0.110، 0.097، 0.065 %، 2.673، 2.548، 1.533 %).

درس (Arafa *et al.*, 2012) استجابة نباتات صنف البطاطا العادية– سبونتا لإضافة مستويات عديدة من أوكسيد البوتاسيوم للتربة (20، 40، 80 كغ/ فدان) بوجود أو غياب الكائنات الحية الدقيقة الفعالة، والمترافق مع الرش الورقي بمستخلص الطحالب البحرية (بتركيز 500 مغ/ ل ولمرتين: بعد 60، 75 يوم من الزراعة). وتبيّن أن إضافة (40 كغ/ فدان) من أوكسيد البوتاسيوم بوجود الكائنات الحية الدقيقة الفعالة مع الرش الورقي بمستخلص الطحالب البحرية أعطى أفضل إنتاجية، وتفوقت معنوياً على الشاهد (20 كغ/ فدان أوكسيد بوتاسيوم، وبدون إضافة الكائنات الحية الدقيقة الفعالة، والرش الورقي بالماء) على الترتيب (21.83، 7.83 طن/ فدان).

قارن (الزعبي وآخرون، 2007) تأثير كل من السماد العضوي منفرداً (مخلفات الأبقار بمعدل 280 كغ/ هـ)، والمعاملة بالأحياء الدقيقة الفعالة (نقع الدرنات لمدة ساعة قبل الزراعة ببكتيريا Azotobacter 28، والبكتيريا المحللة للفوسفات) منفردةً ومجتمعة في إنتاجية صنف البطاطا العادية– سبونتا. وتبيّن تفوق المعاملة بالسماد العضوي وبالأحياء الدقيقة الفعالة معاً معنوياً على كل من الشاهد (تسميد معدني وفق التوصية السمادية) ومعاملتي التسميد العضوي منفرداً والمعاملة بالأحياء الدقيقة الفعالة منفردةً على الترتيب (27.11، 21.68، 23.52، 25.04 طن/ هـ)، كما

تفوقت المعاملة بالأحياء الدقيقة الفعالة معنوياً على كل من الشاهد ومعاملة السماد العضوي منفرداً.

مبررات البحث وأهدافه:

يعد سماد الفيرمي كومبوست مخصباً عضوياً آمناً بيئياً، لدوره في تحسين خصوبة التربة وقوامها، إضافةً إلى تأمينه احتياج النباتات من العناصر المعدنية الضرورية لنموها. كما تُستخدم الكائنات الدقيقة الفعالة أيضاً كمخصب حيوي لقدرتها على تأمين احتياجات النباتات من العناصر المعدنية والأحماض الأمينية ومنظمات النمو والهرمونات والأنزيمات، الأمر الذي يمكن أن يسهم في زيادة الإنتاجية، وخفض كميات الأسمدة المعدنية المستخدمة، والتقليل من أثرها المتبقي في التربة أو غذاء الإنسان.

لذا جاء البحث ليحقق الأهداف التالية:

1- دراسة تأثير الفيرمي كومبوست في نمو وإنتاجية صنف البطاطا العادية- أغريا.

2- دراسة تأثير المخصب الحيوي EM1 في نمو وإنتاجية صنف البطاطا العادية- أغريا.

3- دراسة التأثير المشترك للفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي في نمو وإنتاجية صنف البطاطا العادية- أغريا.

مواد البحث وطرائقه:

1- المادة النباتية: استُخدِم في البحث صنف البطاطا العادية- أغريا، وهو صنف تصنيعي مصدره هولندا، درناته كبيرة، بيضاوية طويلة الشكل، إنتاجيته مرتفعة، البراعم سطحية، نسبة المادة الجافة جيدة، متأخر النضج يحتاج إلى 130- 150 يوم، معتدل المقاومة لمرض الفيوزاريوم، ومقاوم لفيروس A & Yn، قليل الحساسية للفحة، يستخدم للطهي والتصنيع (على شكل رقائق وأصابع)، ويمكن خزن الدرنات لفترات طويلة.

2- سماد الفيرمي كومبوست: مصدره مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، ويُبيّن الجدول (1) بعض صفاته الفيزيائية والكيميائية.

الجدول (1): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للفيرمي كومبوست المستخدم في البحث.

الصفة	الكمية
المادة العضوية (%)	38.56
البوتاس الكلي (%)	0.81
الفوسفور الكلي (%)	0.64
الازوت الكلي (%)	1.12
الكربون العضوي (%)	22.37
درجة الناقلية الكهربائية (EC) (ds/ m)	0.17
درجة التفاعل (pH)	7.82

(مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص– مديرية الموارد الطبيعية).

2– الكائنات الدقيقة الفعالة: استُخدِمَ في البحث المخصب الحيوي EM1 (Effective Micro-Organisms)، وهو مستحضر طبيعي من شركة EMRO Japan، يحتوي على مجموعة متوافقة من الكائنات الحية الدقيقة النافعة (بكتريا التمثيل الضوئي، بكتيريا حمض اللاكتيك، الخمائر، الأكتينوميسيتس، الفطريات)، والتي لها دور نشط وفعال في تحسين خصوبة التربة الزراعية، وهو آمن من الناحية الصحية كون الأحياء الدقيقة الموجودة فيه غير معدلة وراثياً، كما لا يحتوي على مبيدات أو مواد كيميائية ضارة.

3– مكان إجراء البحث: أجري البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص في قرية الدوير، ويقع إلى الشمال من مدينة حمص وعلى بعد 3 كم عن مركز المدينة، ويرتفع عن سطح البحر 487 م، ويتبع منطقة الاستقرار الأولى (معدل الهطول المطري 439 ملم سنوياً).

تربة موقع إجراء البحث طينية متوسطة قاعدية قليلاً (pH = 7.20 – 7.48)، وهي مناسبة لزراعة البطاطا العادية بعد إضافة الكمية الموصى بها من الأسمدة، كما أنها متوسطة المحتوي من البوتاس (207– 265 PPM)، والفوسفور (14.30– 5.80 PPM)، ومنخفضة المحتوى من الآزوت (11.32– 12.02 PPM)، وتأرجحت الناقلية الكهربائية (EC) لمستخلص العجينة المشبعة للتربة بين (0.14 – 0.17 ميلموز/ سم)، (الجدول 2).

الجدول (2): بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع إجراء البحث.

الصفة	الطبقة السطحية (0 – 30 سم)	الطبقة العميقة (30 – 60)
المادة العضوية (%)	1.80	1.10
البوتاس (PPM)	265	207
الفوسفور (PPM)	14.30	5.80
الآزوت (PPM)	11.32	12.02
كربونات الكالسيوم (%)	1.75	1.82
درجة الناقلية الكهربائية (EC) (ميليموز/ سم)	0.17	0.14
درجة تفاعل التربة (pH)	7.48	7.20
رمل (%)	19.10	25.60
سلت (%)	17.70	13.30
طين (%)	63.20	61.10

(مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص– مديرية الموارد الطبيعية).

4– الظروف المناخية خلال فترة إجراء البحث: لقد كانت الظروف المناخية (درجات الحرارة العظمى، درجات الحرارة الصغرى، الرطوبة النسبية العظمى، الرطوبة النسبية الدنيا) خلال فترة إجراء البحث في عام 2024 مناسبة لإنبات درنات البذار ونمو نباتات البطاطا العادية وتطورها وتشكل درناتها.

5– الزراعة والعمليات الزراعية: أجريت جميع العمليات الزراعية بدءاً من تحضير الأرض للزراعة، وتجهيز درنات البذار وتقطيعها، وعمليات الخدمة الزراعية (العزق، الري، التحضين، التسميد الثانوي، المكافحة الوقائية) تبعاً لاحتياجات النبات والظروف الجوية السائدة خلال فترة إجراء البحث.

تمّت الزراعة في العروة الربيعية (منتصف شهر شباط)، وقد تم تقطيع درنات البذار الكبيرة الحجم إلى عدة قطع (2، 3، 4 قطع تبعاً للحجم)، وقد تأرجح عدد العيون في كل قطعة بين (2– 4 عيون)، أما الدرنات الصغيرة الحجم (التي قطرها أقل من 5 سم) فتركت دون تقطيع. وتمت الزراعة بطريقة الخضير (تربة رطبة بسبب الأمطار)، وعلى عمق (10 سم)، وعلى خطوط بتباعد (75 سم)، وبتباعد بين الجورة والأخرى (30 سم)، وبلغ عدد النباتات في كل قطعة تجريبية 30 نبات، في حين كان عدد الخطوط في كل قطعة تجريبية 3، وبطول 3 م، فتصبح مساحة القطعة التجريبية 6.75 م^2 كما تم ترك مسافات غير مزروعة بين القطع التجريبية بعرض 1.5 م تجنباً لانتقال الأسمدة مع مياه الري الراشحة أو أثناء الرش الورقي بين هذه القطع.

6– معاملات التجربة: استخدم في البحث المعاملات الآتية:

– الشاهد: تسميد أرضي معدني NPK فقط (وفق التوصية السمادية المقترحة 24 كغ سلفات البوتاس، 9 كغ سوبرفوسفات، 37 كغ يوريا للدونم الواحد).

– المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست.

– المعاملة الثانية: تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1.

– المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1.

– المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (N.P.K).

– المعاملة الخامسة: تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (N.P.K).

– المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (N.P.K).

تمت إضافة سماد الفيرمي كومبوست للتربة عند تحضير التربة للزراعة وقبل الزراعة بأسبوع بمعدل (0.50 كغ/ م^2).

استُخدِم المخصب الحيوي EM1 بتركيز (10 مل/ ل) رشاً على المجموع الخضري للنباتات لحين البلل التام بمعدل 3 مرات (الأولى: بعد الإنبات بـ 15 يوم، ثم بفاصل 15 يوم بين الرشة والأخرى)، وبالتوازي مع إضافته للتربة بمعدل 3 مرات (الأولى: بعد الإنبات بـ 15 يوم، ثم بفاصل 15 يوم بين الإضافة والأخرى) عن طريق تلقيح التربة الرطبة بمعدل (10 مل/ل /2 م^2).

7 – تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

اتُّبِعَ في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وبأربعة مكررات لكل معاملة، وأخذت القراءات لـ (10 نباتات) في كل مكرر. وتم تحليل نتائج التجربة باستخدام البرنامج الإحصائي

(Genstat12)، وتمت المقارنة بيتن المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5 %).

7 – الصفات المدروسة:

أ– مؤشرات النمو الخضري: أخذت عند بدء دخول النباتات في مرحلة الإباضة.

– ارتفاع النبات (سم): بقياس طول الساق للنبات بدءاً من سطح التربة، وانتهاءً بقمة النبات.

– عدد السوق (ساق/ نبات).

– عدد الأوراق (ورقة/ نبات).

– مساحة المسطح الورقي (سم^2): تم حسابها بطريقة (Sakolova, 1979)، باستخدام العلاقة الآتية:

مساحة المسطح الورقي للنبات= (أقصى طول للورقة× أقصى عرض للورقة)× 0.674 (معامل دليل الشكل الخاص بورقة البطاطا العادية)× عدد الأوراق

ب– المؤشرات الإنتاجية: أخذت بعد قلع الدرنات:

– عدد الدرنات المتشكلة على النبات الواحد (درنة/ نبات).

– وزن الدرنة (غ): حُسِبت بتقسيم إنتاجية النبات الواحد (غ) على عدد الدرنات المتشكلة عند النبات.

– إنتاجية النبات الواحد (غ).

– إنتاجية الدونم (كغ): حُسِبَت وفق العلاقة الآتية:

إنتاجية الدونم (كغ)= إنتاجية النبات الواحد (كغ) × الكثافة النباتية

– الزيادة في الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد: حُسِبت من المعادلة الآتية:

$$\text{الزيادة في الإنتاجية (\%)} = \frac{\text{إنتاجية المعاملة} - \text{إنتاجية الشاهد}}{\text{إنتاجية الشاهد}} \times 100$$

النتائج والمناقشة:

أولاً– تأثير الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 في مؤشرات النمو الخضري لنباتات صنف البطاطا العادية– أغريا:

أ – ارتفاع النبات (سم): يُظهر الجدول (3) أن لاستخدام الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي (EM1) مع الكمية الموصى بها من الأسمدة المعدنية (المعاملة السادسة) تأثير إيجابي في زيادة ارتفاع النبات، فقد تفوقت معنوياً (66.73 سم) على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، الخامسة) على الترتيب (47.43، 36.78، 40.65، 46.63، 54.83، 61.23 سم)، كما أن إضافة المخصب الحيوي مع الأسمدة المعدنية الموصى بها (المعاملة الخامسة) أكثر فاعلية في زيادة ارتفاع النبات مقارنةً مع إضافة الفيرمي كومبوست مع الأسمدة المعدنية الموصى بها (المعاملة الرابعة) على الترتيب (61.23، 54.83 سم)، وتفوقتا معنوياً على الشاهد (47.43 سم). كما أظهرت إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي معاً تأثيراً إيجابياً في ارتفاع النبات، إذ لم يُلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملة الثالثة (46.63 سم) والشاهد (47.43 سم)، في حين لم تُظهِر إضافة كل منهما منفرداً في المعاملتين الأولى والثانية أي تأثير إيجابي على ارتفاع النبات، وتفوق الشاهد معنوياً على هاتين المعاملتين على الترتيب (36.78، 40.65 سم).

ب– عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات): يُبيّن الجدول (3) تفوق المعاملة السادسة (3.53 ساق/ نبات) ظاهرياً على المعاملة الخامسة (3.25 ساق/ نبات)، ومعنوياً على كل من الشاهد والمعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة) على الترتيب (2.85، 2.45، 2.63، 2.95، 2.85 ساق/ نبات).

الجدول (3): تأثير الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 في مؤشرات النمو الخضري لنباتات صنف البطاطا العادية- أغريا.

معاملات التجربة	مؤشرات النمو الخضري			
	ارتفاع النبات (سم)	عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات)	عدد الأوراق (ورقة/ نبات)	مساحة المسطح الورقي ($سم^2$)
الشاهد (تسميد معدني NPK- التوصية السمادية)	47.43 (d)	2.85 (bcd)	60.20 (cd)	14575.00 (cd)
المعاملة الأولى تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	36.78 (f)	2.45 (d)	36.85 (f)	6721.00 (e)
المعاملة الثانية إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	40.65 (e)	2.63 (cd)	42.25 (e)	7950.00 (e)
المعاملة الثالثة تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	46.63 (d)	2.95 (bc)	57.80 (d)	13326.00 (d)
المعاملة الرابعة تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	54.83 (c)	2.85 (bcd)	64.35 (c)	15243.00 (c)
المعاملة الخامسة إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	61.23 (b)	3.25 (ab)	71.38 (b)	18724.00 (b)
المعاملة السادسة تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	66.73 (a)	3.53 (a)	81.53 (a)	22613.00 (a)
L.S.D 5%	**3.11**	**0.44**	**4.17**	**1771.80**
C.V %	**4.10**	**10.20**	**4.70**	**8.40**

(إن الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

ج- عدد الأوراق (ورقة/ نبات): لعبت الإضافة المشتركة لكل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي مع السماد المعدني (NPK) دوراً فعّالاً في زيادة عدد الأوراق (الجدول 3)، فقد تفوقت المعاملة السادسة (81.53 ورقة/ نبات) على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، الخامسة) على الترتيب (60.20، 36.85، 42.25، 57.80، 64.35، 71.38 ورقة/ نبات). كما أن لإضافة المخصب الحيوي مع السماد المعدني (NPK) تأثير

إيجابي مقارنةً مع إضافة الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني (NPK) وإضافة الأسمدة المعدنية فقط، فقد تفوقت المعاملة الخامسة (71.38 ورقة/ نبات) معنوياً على كل من المعاملة الرابعة والشاهد على الترتيب (71.38، 60.20 ورقة/ نبات).

يُبيّن الجدول (3) أيضاً عدم وجود فروق معنوية بين المعاملة الثالثة والشاهد على الترتيب (57.80، 60.20 ورقة/ نبات)، أي أن إضافة الفيرمي كومبوست مع المخصب الحيوي معاً عوّض عن إضافة الأسمدة المعدنية الموصى بها، في حين لم يُغنِ استخدام كل من الفيرمي كومبوست لوحده والمخصب الحيوي لوحده عن إضافة الأسمدة المعدنية الموصى بها، فقد تفوق الشاهد معنوياً على المعاملتين (الأولى، الثانية) على الترتيب (36.85، 42.25 ورقة/ نبات).

د– مساحة المسطح الورقي (سم^2): سلكت مساحة المسطح الورقي سلوك عدد الأوراق كما هو مُبيّن في الجدول (3)، فقد تفوقت المعاملة السادسة (22613 سم^2) معنوياً على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، الخامسة) على الترتيب (14575، 6721، 7950، 13326، 15243، 18724 سم^2)، كما تفوقت المعاملة الخامسة (18724 سم^2) معنوياً على كل من المعاملة الرابعة والشاهد على الترتيب (15243، 14575 سم^2)، وانعدمت الفروق المعنوية بين كل من المعاملة الرابعة والشاهد على الترتيب (15243، 14575 سم^2)، وبين المعاملة الثالثة والشاهد على الترتيب (13326، 14575 سم^2)، كما لا توجد فروق معنوية بين المعاملتين الأولى والثانية على الترتيب (6721، 7950 سم^2) ولم تتفوقا على الشاهد.

يمكن تفسير تفوق المعاملة السادسة في مؤشرات النمو الخضري بالدور الإيجابي الذي يلعبه السماد المعدني من خلال تأمين الكميات المناسبة من العناصر المعدنية (NPK)، إضافةً إلى الدور الفيزيولوجي الذي تلعبه الأحياء الدقيقة في المخصب الحيوي (EM1) في إفراز بعض المواد التي تعمل على تحسين عمل الهرمونات داخل النبات (الطشاني، 2024). فالخمائر الموجودة في المخصب الحيوي تفرز بعض الهرمونات والإنزيمات كالجبريلينات والأوكسينات والسيتوكينينات والفيتامينات المشجعة للنمو، وتحفّز الأوكسينات انقسام الخلايا واستطالتها وتكوين الكالس (Callus) وابتداء تكوين الجذور وتشجيع السيادة القمية (محمد ويونس، 1991)، أما

السيتوكينينات فتسرع معدل النمو الخضري للنبات من خلال تحفيز انقسام الخلايا وزيادة حجمها (Barnett *et al.*, 1990)، ويُحفّز هرمون الجبريلين استطالة ونمو الساق من خلال تنشيطه لاستطالة منطقة الخلايا تحت القمية، مما يؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات (صقر، 2012). إضافةً إلى احتواء المخصب الحيوي (EM1) على العديد من العناصر الغذائية الضرورية للنمو والفيتامينات التي يمكن أن تدخل كمرافقات أنزيمية. كما تلعب بكتيريا التمثيل الضوئي دوراً في زيادة النمو الخضري من خلال قدرتها على استخدام الضوء كمصدر للطاقة واستخدام غاز ثاني أوكسيد الكربون الجوي إضافةً إلى دورها في تثبيت آزوت الهواء الجوي وإنتاج مواد نمو مختلفة كالأحماض الأمينية والنووية، والتي تساهم جميعها في بناء الكلوروفيل وزيادة شدة عملية التمثيل الضوئي، مما يؤدي إلى زيادة عمليات الانقسام الخلوية، وزيادة عدد الخلايا، وزيادة عدد الأوراق والمساحة الورقية للنبات. وتساهم بكتيريا حمض اللاكتيك والأكتينومايسيتات الموجودة في المخصب الحيوي بتسريع تحلل المواد العضوية المعقدة في التربة وتحويل العناصر الغذائية إلى الصورة الذائبة والميسرة الصالحة لتغذية النبات (عبد العسافي، 2019؛ Chamikara, 2016).

أما الفيرمي كومبوست المضاف فقد لعب دوراً مشتركاً مع المخصب الحيوي بإمداد التربة بالعناصر الغذائية الكبرى والصغرى بالشكل المتاح، وتعزيز امتصاصها من قبل النبات، كما أمدّها بمجموعة كبيرة من البكتيريا التي لها وظائف متعددة مهمة للنبات كتصنيع المغذيات ومنظمات النمو، مما ينعكس إيجابياً على النمو الخضري (Upadhyaya *et al.*, 2024; Nagavallemma *et al.*, 2004)، فللبوتاسيوم المتاح دور مساعد في قيام الحديد بوظائفه الحيوية في تكوين الكلوروفيل، مما ينعكس على زيادة عدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي. أما الفوسفور فإنه يدخل في تركيب السائل النووي للخلايا، ويلعب دوراً في عملية انقسام الخلايا واستطالتها وزيادة ارتفاع النبات وزيادة النمو الخضري والجذري (الزعبي وآخرون، 2013)، كما يشارك في تركيب المرافقات الأنزيمية NAD^+ و$NADP^+$ التي تساهم في عملية التركيب الضوئي والتنفس وبناء الأحماض الأمينية. ويدخل عنصر المغنزيوم في تركيب الكلوروفيل ويُعد المفتاح المعدني لهذه المادة (ياسين، 2001).

يتفق ما سبق مع ما توصل إليه كل من (حسين وآخرون، 2016) بالتأثير المشترك للرش الورقي بالمخصب الحيوي EM1، والمحفز الهرموني Biozyme في زيادة ارتفاع النبات والنمو

الخضري لنباتات البطاطا العادية؛ و(منصور، 2017) بزيادة ارتفاع النبات والنمو الخضري عند إضافة الكائنات الدقيقة الفعالة لنباتات صنف البطاطا العادية– سبونتا على شكل مخصب حيوي EM1 (رش ورقي + إضافة أرضية)؛ و(بوراس وآخرون، 2019) بزيادة الارتفاع والنمو الخضري لنباتات صنف البطاطا العادية– سبونتا عند نقع الدرنات قبل الزراعة+ رش النباتات بالمخصب الحيوي EM1؛ و(Alam *et al.*, 2007) بزيادة النمو الخضري لنباتات صنف البطاطا العادية– Cardinal عند إضافة (10 طن/ هـ فيرمي كومبوست + 100 % تسميد معدني).

ثانياً– تأثير الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 في مؤشرات الإنتاجية لنباتات صنف البطاطا العادية– أغريا:

1– عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد (درنة/ نبات): يُبيّن الجدول (4) أن التأثير المشترك لكل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 والسماد المعدني (NPK)، أدى إلى تفوق المعاملة السادسة في عدد الدرنات معنوياً على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، الخامسة) على الترتيب (7.40، 6.65، 5.83، 5.95، 5.85، 5.93، 6.80 درنة/ نبات)، كما لا توجد فروق معنوية بين المعاملة الخامسة والشاهد على الترتيب (6.80، 6.65 درنة/ نبات)، ولا توجد فروق معنوية أيضاً بين بقية معاملات التجربة (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة) على الترتيب (5.83، 5.95، 8.85، 5.93 درنة/ نبات).

2 – وزن الدرنة الواحدة (غ): يُظهر الجدول (4) التفوق المعنوي للمعاملة الرابعة على كل من الشاهد والمعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة، الخامسة) على الترتيب (179.20، 126.30، 123.30، 118.50، 152.40، 157.70 غ)، في حين انعدمت الفروق المعنوية بينها وبين المعاملة السادسة (159.70غ)، كما انعدمت الفروق المعنوية بين المعاملات (الثالثة، الخامسة، السادسة) على الترتيب (152.40، 157.70، 159.70 غ)، وبين الشاهد والمعاملتين الأولى والثانية على الترتيب (126.30، 123.30، 118.50 غ).

الجدول (4): تأثير معاملات التجربة في المؤشرات الإنتاجية لصنف البطاطا العادية- أغريا.

معاملات التجربة	المؤشرات الإنتاجية			
	عدد الدرنات (درنة/ نبات)	وزن الدرنة (غ)	إنتاجية النبات الواحد (غ/ نبات)	إنتاجية وحدة المساحة (كغ/ دونم)
الشاهد (تسميد معدني NPK- التوصية السمادية)	6.65 (b)	126.30 (c)	839.50 (c)	3731.00 (c)
المعاملة الأولى تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	5.83 (c)	123.30 (c)	717.50 (d)	3189.00 (d)
المعاملة الثانية إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	5.95 (c)	118.50 (c)	698.00 (d)	3102.00 (d)
المعاملة الثالثة تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	5.85 (c)	152.40 (b)	887.30 (c)	3944.00 (c)
المعاملة الرابعة تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	5.93 (c)	179.20 (a)	1054.90 (b)	4688.00 (b)
المعاملة الخامسة إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	6.80 (b)	157.70 (b)	1065.60 (b)	4736.00 (b)
المعاملة السادسة تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	7.40 (a)	159.70 (ab)	1179.60 (a)	5243.00 (a)
L.S.D 5%	**0.56**	**20.58**	**87.5**	**389**
C.V %	**6**	**9.5**	**6.4**	**6.4**

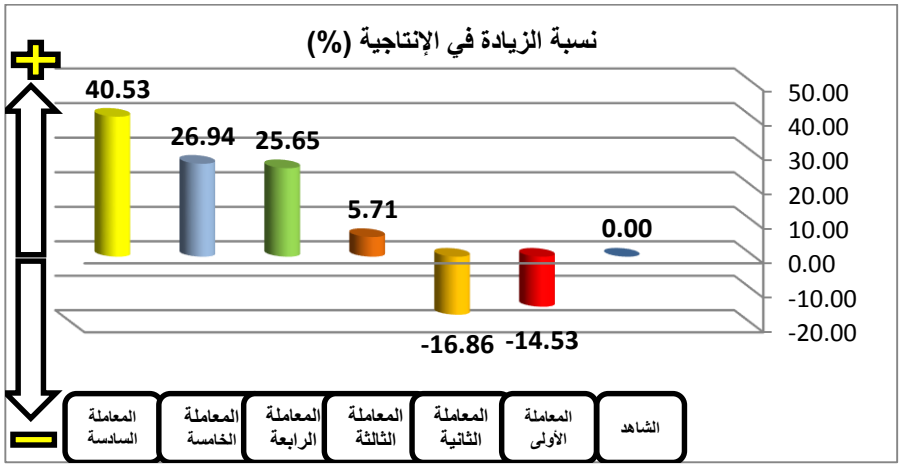
(إن الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

3- إنتاجية النبات الواحد (غ/ نبات): انعكس التأثير الإيجابي الذي لعبته إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي مع السماد المعدني في زيادة النمو الخضري إيجابياً على إنتاجية النبات الواحد وكان ذلك باتجاهين: إما بزيادة عدد الدرنات في النبات الواحد أو بزيادة وزن الدرنة وهذا ما يوضحه الجدول (4) من خلال التفوق المعنوي للمعاملة السادسة على كل من الشاهد والمعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، الخامسة) على الترتيب (1179.60، 839.50، 717.50، 698.00، 887.30، 1054.90، 1065.60 غ/ نبات). كما أنّ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين الرابعة والخامسة على الترتيب (1054.90، 1065.60 غ/ نبات)،

وتفوقهما معنوياً على كل من الشاهد والمعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة) على الترتيب (839.50، 717.50، 698.00، 887.00 غ/ نبات) وعدم وجود فروق معنوية بين الشاهد والمعاملة الثالثة، وبين المعاملتين الأولى والثانية يوضح أن الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 لعبا دوراً كبيراً وبتأثير متقارب في زيادة الإنتاجية ولكن بوجود السماد المعدني، كذلك كان التأثير متقارباً عند إضافة كل منهما على حدة منفرداً كما في المعاملتين الأولى والثانية، كما أن وجودهما معاً ساهم في تعويض العناصر المعدنية وهذا ما ظهر جلياً بانعدام الفروق المعنوية بين الشاهد والمعاملة الثالثة.

4- الإنتاجية (كغ/ دونم): سلكت إنتاجية الدونم سلوك إنتاجية النبات الواحد (الجدول 4).

5- نسبة الزيادة في الإنتاجية (%): يُظهر الشكل (1) أنّ الإنتاجية في المعاملتين الأولى والثانية انخفضت مقارنةً مع الشاهد على الترتيب بنسبة (-14.53، -16.86 %) في حين ارتفعت في المعاملات (الثالثة، والرابعة، والخامسة، والسادسة) مقارنةً مع الشاهد على الترتيب بنسبة (5.71، 25.65، 26.94، 40.53 %).



الشكل (1): نسبة الزيادة في إنتاجية معاملات التجربة مقارنةً مع الشاهد لصنف البطاطا العادية- أغريا

يمكن تفسير تفوق المعاملة السادسة في عدد الدرنات إلى اجتماع عوامل عديدة: العناصر الغذائية NPK التي أمنها كل من السماد المعدني والفيرمي كومبوست، ودور الفيرمي كومبوست في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة من خلال تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة والمغذيات وتحسين بنيتها والنشاط الميكروبي فيها، مما يشجع تكوين الدرنات وعدم إعاقة نموها (Munroe, 2017)، إضافةً إلى دور الكائنات الدقيقة الفعالة في زيادة وفرة كل من المغذيات بشكلها المتاح والأنزيمات والهرمونات التي تحفز على تكوين سوق أرضية جديدة، إذ أن كاتيونات البوتاسيوم والمغنزيوم والكالسيوم والحديد جميعها مواد منشطة لعمل الأنزيمات المحفزة لزيادة عدد الدرنات المتشكلة عند النبات (وصفي، 1998).

كما وتدخلت الطبيعة الوراثية لصنف البطاطا العادية– أغريا بشكل واضح من خلال انعدام الفروق المعنوية بين أغلب المعاملات، والتي ربما كانت السبب في أن النباتات أعطت عدداً متقارباً من الدرنات.

أما فيما يتعلّق بزيادة الإنتاجية (المعاملة السادسة) فيعزى ذلك إلى مساهمة كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي في زيادة النمو الخضري للنبات، والذي انعكس على زيادة الإنتاجية بشكل واضح؛ فسماد الفيرمي كومبوست يعمل على تحسين بنية التربة والنشاط البيولوجي فيها بتعزيز نمو بكتريا الأكتينومايسيتات فيها، مما يُسهّل نمو عدد أكبر من الدرنات (النجداوي وآخرون، 2021)، كما يُساهم أيضاً بتوفير العناصر المعدنية الأساسية كالفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم بشكلها المتاح ويُعزز من امتصاصها(Nagavallemma *et al.*, 2004). ساهمت الكائنات الدقيقة الفعالة أيضاً بتنشيط إفراز بعض المواد المحفزة لعمل الهرمونات داخل النبات، إضافةً إلى دور هذه الإفرازات في خفض pH التربة وزيادة تحلل المادة العضوية فيها وإتاحتها للنبات، مما أعطى فرصة أكبر للاستفادة من العناصر الغذائية المتوفرة في التربة (الطشاني، 2024)، وجميع هذه العناصر الغذائية المتاحة لعبت دورها داخل النبات وأدت وظائفها بتنشيط نمو الدرنات وزيادة عددها ووزنها وزيادة الإنتاجية. فالبوتاسيوم يساهم في انتقال نواتج التمثيل الضوئي (المواد الكربوهيدراتية) إلى أماكن تخزينها في الدرنات، كما يشجع انقسام الخلايا ونمو الأنسجة في الدرنات، إضافةً لدوره في تكوين مركبات عالية الوزن الجزيئي كالبروتينات (ياسين، 2001)، أما الفوسفور فإنه يشجع نمو الجذور، مما يساعد النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية من

التربة بشكل أفضل كما أنه يدخل في تركيب الأحماض النووية RNA، DNA ويساعد في انقسام الخلايا وتكوينها (سلوم، 2022).

تتفق النتائج السابقة مع نتائج كل من (حسين وآخرون، 2016) من خلال تفوق معاملة الرش الورقي لنباتات البطاطا العادية (بالمخصب الحيوي 2 مل/ ل + المحفز الهرموني 1 مل/ ل) معنوياً على الشاهد في إنتاجية النبات الواحد والإنتاجية، ومع (منصور، 2017) من خلال التفوق المعنوي لمعاملة (الرش الورقي + الإضافة الأرضية) للمخصب الحيوي EM1 على الشاهد في كل من وزن الدرنة وحجمها والإنتاجية، ومع (بوراس وآخرون، 2019) بتفوق معاملة (نقع الدرنات + الرش الورقي) بالمخصب الحيوي معنوياً على الشاهد في عدد الدرنات ووزن الدرنة والإنتاجية. كما تتفق أيضاً مع نتائج (Alam *et al.*, 2007) من خلال تفوق معاملة (10 طن/ هـ فيرمي كومبوست + 100 % سماد معدني) معنوياً على الشاهد في عدد الدرنات ووزن الدرنة وإنتاجية وحدة المساحة.

الاستنتاجات:

أظهر استخدام إضافات سمادية عديدة عند زراعة صنف البطاطا العادية– أغريا كل من الآتي:

1– لم تكن هناك أي نتائج إيجابية عند إضافة كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي منفردةً.

2– إن إضافة الفيرمي كومبوست مع المخصب الحيوي (المعاملة الثالثة) لم يُحدث أي فروق معنوية في كل من مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية، مقارنةً مع إضافة السماد المعدني NPK (الشاهد).

3– بالرغم من أن إضافة المخصب الحيوي مع السماد المعدني (المعاملة الخامسة) أظهرت فارقاً معنوياً في مؤشرات النمو الخضري، مقارنةً مع إضافة الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني (المعاملة الرابعة)، إلّا أنّ هذا الفارق انعدم في المؤشرات الإنتاجية، وقد بلغت نسبة الزيادة في إنتاجية هاتين المعاملتين على الترتيب (26.94، 25.65 %) مقارنةً مع الشاهد.

4– أحدثت إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي والسماد المعدني معاً (المعاملة السادسة) فارقاً معنوياً في مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية، فقد بلغت نسبة الزيادة في الإنتاجية (40.53 %) مقارنةً مع الشاهد.

التوصيات:

ننصح ونشجع مزارعي البطاطا العادية بالآتي:

– إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي معاً، كبديل آمن للسماد المعدني، كونها تعطي إنتاجاً مماثلاً.

– عند الرغبة في زيادة الإنتاجية يُضاف كل من الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني، والمخصب الحيوي مع السماد المعدني، والفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي والسماد المعدني NPK معاً للحصول على زيادة في الإنتاجية على الترتيب (25.65، 26.94، 40.53 %)، مقارنةً مع إضافة السماد المعدني NPK منفرداً (التوصية السمادية).

– تطبيق الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي على محاصيل أخرى ومعرفة مدى تأثيرها.

المراجع:

1- الأيوبي، م. ن.؛ والمحمد، خ. (1997). **إنتاج خضار خاص-** مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – كلية الزراعة – جامعة حلب. 281 ص.

2- الزعبي، م.م.؛ الحصني، أ.؛ ودرغام، ح. (2013). **طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة**. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية، ص: 148- 151.

3- الزعبي، م.م؛ عيد، هـ.؛ وبرهوم، م. (2007). **دراسة تأثير السماد العضوي والحيوي في إنتاجية نبات البطاطا وفي بعض خواص التربة (محافظة طرطوس)**. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية- 23 (2)، 151- 162.

4- الطشاني، أ. ع. (2024). **استخدامات المخصب الحيوي بكتيريا EM1، تقرير مؤسسة المهندسين الاستشاريين** https://agriceg.com/bacteria-em1، ليبيا.

5- العموري، ن. (2008). **المنظور السلعي الزراعي رقم 6 (البطاطا في سورية)**. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي – المركز الوطني للسياسات الزراعية. ص 5، 24. سورية.

6- النجداوي، ر.؛ جدع، ل.؛ دانيال، س. (2021). **الأسمدة الخضراء**. الأمم المتحدة (إيسكوا). ص: 26.

7- بوراس، م.؛ زيدان، ر.؛ عيسى، ر. (2019). **تأثير المعاملة بالمخصب الحيوي ME1 في نمو وإنتاجية البطاطا**. مجلة جامعة تشرين. العلوم البيولوجية. 41 (3)، 48- 59.

8- حسين، م.ج.؛ عباس، ج. أ.؛ حمزة، أ. هـ. (2016). **تأثير المحفز الحيوي EM1 والمحفز الهرموني Biozyme في نمو وحاصل البطاطا *Solanum tuberosum* L.**. مجلة الفرات للعلوم الزراعية 8 (3). 41- 46.

9- سلوم، م. ع. (2022). **خصوبة التربة (الجزء النظري)**. كلية الزراعة –جامعة الأنبار. العراق. ص 7.

10- صقر، م. ط. (2012). **منظمات النمو والإزهار**. قسم فيزيولوجيا النبات- كلية الزراعة- جامعة المنصورة. 132 ص.

11- عبد الحميد، ع. ح. ر. (2016). **إنتاج محصول البطاطس**. قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة دمنهور. مصر. ص 81.

12- عبد العسافي، ا. ع. (2019). **الأسمدة الحيوية**. قسم علوم التربة والمياه -كلية الزراعة - جامعة الأنبار. العراق. 24 ص.

13- محمد، ع. ك.؛ يونس، م. أ. (1991). **أساسيات فيسيولوجيا النبات-الجزء الثالث**- كلية الزراعة -جامعة بغداد. 212 ص.

14- منصور، ر. ج. (2017). **دراسة تأثير المخصب الحيوي EM1 في نمو وإنتاج البطاطا ونوعية الدرنات**. رسالة ماجستير- قسم البساتين- كلية الزراعة- جامعة تشرين. 67 ص.

15- منظمة الأغذية والزراعة. (2022). **دليل المزارع للممارسات الزراعيّة الجيدة لزراعة البطاطا**- النسخة المنقحة الأولى - بيروت. الفاو. 76 ص.

16- وصفي، ع. ح. (1998). **فسيولوجيا النبات**. كلية الزراعة -جامعة الإسكندرية. منشورات المكتبة الأكاديمية. جمهورية مصر العربية. 646 ص.

17- ياسين، ب. ط. (2001). **أساسيات فيزيولوجيا النبات. قسم العلوم البيولوجية**-كلية العلوم -جامعة قطر. 634 ص.

18– Akbasova, A. D.; Sinova, G. A.; Aimbetova, I. O.; Akeshova, M. M.; & Sunakbaeva, D. K. (2015). **Impact of Vermicompost on The Productivity of Agricultural Crops.** Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 6 (4), 2084- 2088.

19– Arafa, A. A.; Hussien, S. F. M. & Mohamed, H. S. G.. (2012). **Response of tuber yield quantity and quality of potato plants and its economic consideration to certain bioregulators or effective microorganisms under potassium fertilization.** Journal plant production. Mansoura University, 3 (1), 131– 150.

20– Alam, M. N.; Jahan, M. S.; Ali, M. K.; Ashraf, M. A. & Islam, M. K. (2007). **Effect of Vermicompost and Chemical Fertilizers on Growth, Yield and Yield Components of Potato in Barind Soils of Bangladesh.** Journal of Applied Sciences Research. 3 (12). 1879– 1888.

21– Ansari, A. A. (2008). **Effect of Vermicompost on The Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*) Spinach (*Spinacia oleracea)* and Turnip (*Brassica campestris*).** World Journal of Agricultural Sciences 4 (3), 333- 336.

22– Barnett, J. A; Payne, R. W; & Yarrow. D. (1990). **Yeast Characteristics and Identification.** Cambridge University Press. London. P: 1012.

23– Chamikara, P. (2016). **Actinomycetes. Article: B. Sc. Microbiology (Sp.).** University of Kelaniya, Srilanka. P: 11

24– Fahrurrozi, F.; Sari, D. N.; Togatorop, E. R.; Salamah, U.; Muktamar, Z.; Setyowati, N.; Chozin, M. & Sudjatmiko, S. (2019). **Yield Performances of Potato (*Solanum tuberosum* L.) as Amended with Liquid Organic Fertilizer and Vermicompost.** International Journal of Agricultural Technology. 15 (6), 869- 878.

25– FAO. (2023). FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

26– Mokeira, A.; Nyangeri, B. & Ondari, N. (2021). **Response of *Solanum tuberosum* L. to Different Soil Amendments and Foliar Sprays in The Control of *Phytophthora infestans* in Kisii, Kenya.** Plant Pathology & Quarantine. 11 (1), 125– 137.

27– Munroe, G. (2017). **Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture.** Organic Agriculture Centre of Canada. P: 57.
28– Nagavallemma, K.; Wani, S.; Stephane, L.; Padmaja, V.; Vineela, C.; Babu, M.; & Sahrawat, K. (2004). **Vermicomposting: Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer. An Open Access Joumal Published by ICRISAT.** 2 (1) 1– 16.
29– Sakolova, N. K. (1979). **Foliage calculation method.** J. Sci. Agri Research (TCXA) (Russian). P: 40– 42.
30– Upadhyaya, P.K; Rajanna G.A; Karwal, M; Gehlot. L; Verma, V.k; Palta, R.K. (2024). **Vermicomposting (revised).** NSQF LEVEL 4. National institute of open schooling. India. P: 195.
31–EMRO Japan. (n.d.) Retrieved from https://www.emrojapan.com.

دراسة تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في بعض مؤشرات نمو وإنتاجية نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص

م. عبدالرزاق النجار[1] أ.د. عبدالله العيسى [2] د. محمود الحمدان[3]

الملخص

تم تنفيذ تجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص الذي يقع على بعد /6/ كم شمال مدينة حمص خلال الموسم الزراعي 2023-2024؛ وذلك لدراسة بعض المؤشرات المورفوفيزيولوجية والإنتاجية لنبات البازلاء تحت تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في الموسم الأول للبحث وذلك خلال فترة النضج الكامل؛ تم تحديد متوسط طول النبات، ومتوسط لوزن الرطب والجاف للنبات، وعدد القرون، والوزن الجاف للبذور، ومتوسط الإنتاجية، وتمت المقارنة بين معاملات التجربة بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5%).

أظهرت النتائج التأثير الإيجابي لمعاملة نبات البازلاء بمستحضر الكتيوزان بنوعيه العادي والنانوي؛ حيث أدى استخدام الكيتوزان إلى زيادة معنوية في معظم المؤشرات المدروسة وخاصة عند استخدام النوع النانوي منه؛ فقد تفوقت المعاملتان اللتان استخدم فيهما الكيتوزان النانوي بمعدل 150% (CHN150%) و 100% (CHN100%) من التوصية السمادية لمركز البحوث العلمية الزراعية بحمص معنوياً في مؤشر ارتفاع النبات على بقية المعاملات وعلى الشاهد؛ وبلغت قيمتهما (80.77 سم) و (76.20 سم) على التوالي وبزيادة بلغت (45 و37 %) على الترتيب مقارنة مع الشاهد، وسجلت أعلى إنتاجية لنبات البازلاء في معاملة الكيتوزان النانوي CHN100% ووصلت إلى (473.7 كغ/دنم)، وبزيادة كبيرة بلغت 409% مقارنة مع الشاهد، في حين كانت أقل إنتاجية للنبات (103 كغ/دنم) في معاملة الكيتوزان العادي CHO50%، حيث بلغت الزيادة 10.7% مقارنة مع الشاهد، وبشكل عام تفوقت جميع المعاملات بمعنوية عالية على نبات الشاهد في جميع المؤشرات المدروسة، مع ملاحظة وجود فروق معنوية فيما بينها وتفوق معاملات الكيتوزان النانوي على نظيرتها العادية بمعنوية كبيرة.

بينت النتائج أيضاً أن المعاملة بالكيتوزان النانوي بتركيز (100% و 150%) أعطى أفضل النتائج بالنسبة لمعظم المؤشرات المدروسة (النمو الخضري والإنتاجية) وازدادت مؤشرات نمو النبات والإنتاجية مع زيادة تركيز الكيتوزان بنوعيه النانوي والعادي.

(1) طالب دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي – كلية الهندسة الزراعية – جامعة حمص.

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

(3) مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص.

الكلمات المفتاحية: الكيتوزان، كيتوزان نانوي، كيتوزان عادي، نمو، الإنتاجية، البازلاء.

"A Study on the Effect of Using Nano-Chitosan and Conventional Chitosan on Some Growth and Productivity Indicators of Pea Plants Cultivated

Abdulrazak Alnajjar [1] Abdulla Al-Issa[2] Mahmoud Alhamdan[3]

Abstract

Conducted at Homs Agricultural Scientific Research Center (6 km north of Homs) in 2023, this study assessed the effects of nano- and conventional chitosan on pea plant morphology and productivity at full maturity. The study aimed to investigate certain morphological and productivity indicators of pea plants in response to the application of nano-chitosan and conventional chitosan at three concentrations (50%, 100%, and 150% of the recommended fertilization rate). This constituted the first season of the research, with measurements taken at full maturity stage. The parameters recorded included average plant height, average fresh and dry plant weight, number of pods, dry seed weight, and average yield. Treatments were compared via the Least Significant Difference (L.S.D) test at a 5% significance level ($p < 0.05$).

The results revealed that all chitosan treatments significantly outperformed the control ($p < 0.05$). Chitosan application led to a significant increase in most studied indicators, particularly when the nano-form was used. Nano-chitosan at concentrations of 100% (CHN100%) and 150% (CHN150%) yielded the most superior results among all treatments. Plant height values for these treatments reached 76.20 cm and 80.77 cm, respectively representing increases of 37% and 45% compared to the control. The maximum yield was recorded for the nano-chitosan CHN100% treatment, reaching 473.7 kg/dunam, a substantial increase of 409% compared to the control. In contrast, the lowest yield (103 kg/dunam) was observed in the conventional chitosan CHO50% treatment, which showed only a 10.7% increase over the control. Overall, all treatments significantly outperformed the control across all measured indicators. Significant differences were also noted among the treatments themselves, with higher doses of nano-chitosan excelling over their conventional counterparts in all vegetative growth and productivity indicator

The results further indicated that treatment with nano-chitosan at concentrations of 100% and 150% yielded the best outcomes for most studied indicators. Plant growth parameters and productivity increased with rising concentrations of both nano and conventional chitosan.

(3) Director of Research, General Commission for Scientific Agricultural Research, Homs Research Center.

Keywords: Chitosan, Nano-chitosan, Normal chitosan, Growth, Productivity, Pea plants.

1- المقدمة والدراسة المرجعية:

إن الاستخدام العشوائي وغير المدروس لعناصر الإنتاج من أسمدة ومبيدات كيماوية والإسراف فيها تؤدي إلى تدهور خصائص التربة، وبالتالي انخفاض إنتاجيتها لذا تنصب الجهود باستمرار إلى إيجاد طرائق مختلفة للتخفيف من الآثار الضارة للأسمدة الكيماوية التقليدية على البيئة، فيمكن للأسمدة من الجيل التالي القابلة للتحلل البيولوجي والصديقة للبيئة والمستمدة من مصادر الطاقة المتجددة أن تكون الحل، مما يسمح بتحسين كفاءة استخدام المغذيات وتقليل الأثر البيئي لها (Pichyangkura and Chadchawan, 2015).

أثبتت أسمدة النانو فاعلية كبيرة في تحسين الإنتاجية وتوفير عوامل السلامة والأمان وبالتالي الحصول على إنتاجية عالية من المحاصيل الزراعية المختلفة، حيث يتم إنتاج أسمدة نانوية صديقة للبيئة وذات جدوى اقتصادية وذات كفاءة عالية في الامتصاص والتي تعد رديفاً فعالاً للأسمدة الكيماوية، حيث تحقق العديد من المزايا منها قلة تكلفة الإنتاج وهي أقل استهلاكاً للطاقة كما تمتاز بثباتها العالي تحت الظروف المختلفة مما يزيد القدرة على تخزينها لفترات أطول (El-Saadony *et al.*, 2021)، ونتيجة آلية عمل أسمدة النانو في تحويل المركب من الصورة العادية الكبيرة الى صورة النانو متناهية الصغر فإن الخواص الكيميائية والفيزيائية تتغير، وبالتالي تزداد مساحة سطح التفاعل فيزداد نشاط التفاعل لهذه المركبات مما يزيد من قدرتها على الامتصاص مع توفير كميات كبيرة من هذه المركبات في الحالة العادية وبالتالي الحصول على إنتاجية عالية من المحاصيل الزراعية المختلفة (Javed *et al.*, 2017)، ومن هذه الأسمدة النانوية الكيتوزان النانوي.

يتكون الكيتوزان من مادة الكيتين التي تعد سلسلة من الكربوهيدرات، وتستخرج من الهيكل الخارجي لبعض الكائنات البحرية والصدفيات والمحار والأسماك الصدفية البحرية (Sharif *et al.*, 2018). تتواجد مادة الكيتوزان على شكل رقائق بيضاء مائلة للصفرة، والتي يمكن تحويلها إلى مسحوق (El-Hefian *et al.*,2014)، وبالتالي فهو مادة آمنة ورخيصة ومن السهل الحصول على مركباته، وهي تشبه في التركيب مادة السيللوز في الألياف النباتية (Sharif *et al.*, 2018) حيث تطحن هذه المواد الصدفية والقشريات مع بعضها البعض، ثم تخضع لعملية كيميائية مبسطة يتم فيها انتزاع مادة الأسيتيل De-Acetyaltion وعندها تصبح التركيبة الأساسية للكيتوزان جاهزة (Elieh-Ali-Komi and Hamblin, 2016). وبذلك تحمل مادة الكيتوزان شحنات موجبة من الأمونيوم وبالتالي تعمل كالمغناطيس حيث تقوم بجذب جزيئات أي مادة بجانبها أو بقربها من الممكن أن تحمل شحنات سالبة مثل الدهون (Kato *et al.*, 2003).

ويوضح الجدول التالي محتوى الكيتوزان من الالعناصر المغذية (الكبرى والصغرى):

جدول رقم (1) يبين محتوى الكيتوزان من العناصر الكبرى والصغرى

العنصر	النسبة المئوية
الأكسجين	**30 - 35%**
الهيدروجين	**6 - 8%**
النتروجين	**6.0 - 8.5%**
الفوسفور	**0.01 - 0.1%**
الكربون	**40 - 45%**
البوتاسيوم	**< 0.1%**
الكالسيوم	**0.1 - 0.5%**

المغنيسيوم	0.1 – 0.5%
الكبريت	0.1 – 0.3%
الحديد	0.005 – 0.02%
الزنك	0.001 – 0.01%
المنغنيز	0.0005 – 0.005%
الموليبدينوم	< 0.0001%
البورون	0.0001 – 0.001%

(Mohamed, S. (El Hadrami, A., et al. 2022), (Kumar, S., et al. 2021), A., et al. 2021).

توسعت البحوث الزراعية المتعلقة بالمواد النانوية كالكيتوزان خلال العقد الماضي، مما يدل على فائدتها في تعزيز الإنتاج الزراعي ليس فقط كمعززات مناعية نباتية، ولكن أيضًا من خلال إيصال المغذيات بشكل بطيء ومراقب ومستهدف إلى النباتات (Pichyangkura and Chadchawan, 2015).

يعزى تأثير الكيتوزان إلى إمكانية تنشيطه لأنزيمات استقلاب البروتين وهي (nitrate reductase, glutamine synthetase ,protease) وتحسين نقل الأزوت من الأوراق، وتأثيره على الضغط الأسموزي للخلايا، ومنع تراكم الجذور الحرة من خلال تنشيط الأنزيمات المضادة للأكسدة، مما يعزز من نمو النبات (Saavedra *et al*, 2016)، إلى جانب ذلك تم استخدام الكيتوزان كعنصر سمادي وقد أظهر فعالية كبيرة عند استخدامه مع الأسمدة الصناعية الأخرى دون التأثير على التركيبة الميكروبيولوجية للتربة (ELAmerany *et al*.,2020)، كما يسهم الكيتوزان في إنتاج بعض الهرمونات النباتية المسؤولة عن النمو، ويحسن أداء النظام الجذري مما يزيد من امتصاص العناصر المعدنية في محيط الجذور، إضافة لدوره في تعزيز عمل الكائنات الحية الدقيقة في التربة التي تعمل على تحسين وزيادة جاهزية بعض العناصر المغذية للنباتات

في التربة (Nge *et al*, 2006; Menard *et al*, 2004)، وتشير بعض الأبحاث القليلة بهذا الصدد إلى أن استخدام الكيتين والكيتوزان له تأثيرات مفيدة على تحسين الخواص الكيميائية والفيزيائية والحيوية للتربة، وعلى إمداد العناصر الغذائية وبالتالي زيادة نمو المحاصيل وتعزيز وفرة الكائنات الحية الدقيقة في التربة التي تستخدم هذه المواد كمصدر قيم للطاقة والنتروجين والكربون، كما يعملان على تقليل وجود النيماتودا ومسببات الأمراض (Oranusi, 1985).

يتميز الكيتوزان بقدرته العالية على ادمصاص الأملاح من التربة أو مياه الري مما يرفع من كفاءة وقدرة الجذور على الامتصاص وخاصة خلال فترات الإجهاد من درجات الحرارة العالية أو المنخفضة والتقليل من أثار الملوحة علي النبات وقد أثبت الكيتوزان فعاليته في تحسين الخواص الفيزيولوجية للنباتات (Lin *et al*., 2005)، وتؤثر المعاملة بالكيتوزان بشكل إيجابي على مواصفات محاصيل الخضار، حيث أدت معاملة البندورة بالكيتوزان، إلى ارتفاع محتوى الثمار من المركبات الفينولية وزيادة تركيز الفيتوالكسينات وزيادة وزن الثمار وفي الإنتاجية (Jail *et al*., 2014).

أوضح Mondal وآخرون (2016) أن رش نباتات البندورة بالكيتوزان في مراحل النمو الأولى أدى إلى زيادة في ارتفاع النبات وعدد الثمار على النبات ومتوسط وزن الثمرة والمحصول الكلي، وأشارت نتائج Parvin وآخرون (2017) أن رش نباتات البندورة باستخدام ثلاث معدلات للكيتوزان: الشاهد–60 p.p.m–100 p.p.m أدى إلى زيادة طول النباتات المعاملة وعدد الأزهار على النبات، وكان أعلى معدل زيادة عند استخدام الكيتوزان بتركيز 100 p.p.m، كما وجد Khalifa & Hasaneen (2018) أن التراكيز المنخفضة من النانوكيتوزان (0.0625)% و (0.125)% زادت النشاط الانقسامي للخلايا الجذرية.

يعمل الكيتوزان كناقل ذكي للعناصر الغذائية، مما يحفز انقسام الخلايا، لكن التركيز العالي منه يسبب إجهاداً للنبات، وبالتالي يوصى باستخدامه بتراكيز منخفضة للحصول على نتائج إيجابية

دون ضرر (Khalifa & Hasaneen, 2018)، وقد تمنع جسيمات النانوكيتوزان تبادل الأكسجين أو تمتص المياه بشكل مفرط مما يمنع الإنبات، وبالتالي يفضل عدم استخدامه على نبات البازلاء في مرحلة الإنبات (Nakasato *et al.,* 2017). وأوصى Patel *et al* (2020) باستخدام الكيتوزان في الزراعة العضوية.

أدى معاملة بذور وأوراق نبات البازلاء بمحاليل من الكيتوزان بتركيزات مختلفة: 200، 250، 300 جزء في المليون إلى تحسن نسبة الإنبات، وزاد ارتفاع النبات، وعدد الأوراق مقارنة بالشاهد، وزاد محتوى الكلوروفيل والسكريات وفيتامين C مما يعزز صحة النبات، كما تم تسجيل زيادة ملحوظة في عدد الأزهار والقرون، وبالتالي زيادة وزن البذور لكل قرن، مما أدى إلى زيادة غلة البذور (Zakiullah *et al.*, 2019).

من جهة أخرى تُعد البازلاء من المحاصيل المهمة التي تزرع في مناطق مختلفة، وتعاني في المناطق الجافة من انخفاض في الإنتاجية بسبب الإجهاد المائي والظروف البيئية الصعبة، ويعدّ البازلاء من المحاصيل المهمة للمحافظة على خصوبة التربة وتحسين خواصها وإغنائها بالمواد العضوية والعناصر الغذائية، خاصة الآزوت اللازم لنمو نباتات المحاصيل المختلفة (بوراس،2005).

بلغت مجموع المساحة المزروعة من البازلاء في سوريا عام 2023 (3315 هكتار) بإنتاجية (4185 طن) وكانت المردودية (1262 كغ/هكتار)، وفي محافظة حمص بلغت المساحة المزروعة (311 هكتار) بإنتاجية (876 طن) ومردودية (2820 كغ/هكتار) (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2023).

2- أهمية البحث:

ما يزال استخدام الجسيمات النانوية القائمة على المعادن في المجال الزراعي، أمراً مشكوكاً فيه، بسبب المخاوف المتعلقة بالسمية البيئية المحتملة، لذا من المهم البحث عن مركبات نانوية

صديقة للبيئة، ذات الأساس الطبيعي، وذلك للمزايا العديدة التي تتمتع بها، بما في ذلك (التوافق الحيوي، وقابلية التحلل البيولوجي، والسلامة البيئية) ويأتي الكيتوزان النانوي بالمرتبة الأولى من بين هذه المركبات، ونتيجة ازدياد الطلب على المحاصيل الزراعية، وتقلص المساحات الزراعية بسبب التغيرات المناخية، وما يلحقه الاستخدام المكثف للسماد الكيميائي من تلوث للتربة، وقلة مصادر الطاقة اللازمة لتصنيع الأسمدة الكيميائية، وتكاليفها الباهظة، فقد برز الاهتمام باستخدام أسمدة أكثر جدوى اقتصادية، وربما يعد الكيتوزان من بين تلك المركبات المرشحة لذلك، وتم اختيار موضوع الدراسة نظراً لقلة الدراسات عنه، ولأن القشريات البحرية متوفرة بكميات وافرة رخيصة الثمن، وبالتالي التخلص منها بطريقة ذات أثر بيئي مستدام كمخصبات زراعية، ولهذا هدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام الكيتوزان العادي والنانوي في نمو وإنتاجية محصول البازلاء المزروع في محافظة حمص.

3- مواد وطرائق البحث:

تم تنفيذ الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص في الموسم الزراعي 2023، الذي يقع على بعد /6/ كم شمال مدينة حمص، ويرتفع /497/م عن سطح البحر، ويمتد على خط طول 36.74°، وعلى خط عرض 34.75° بمساحة إجمالية 20 هـ، يتميز المناخ في موقع البحث بأنه مناخ متوسطي. معتدل الحرارة. متوسط سرعة الرياح. تهطل فيه الأمطار في فصل الشتاء، ويصل معدل هطول الأمطار إلى/439/مم. ويوضح الجدول (2)، بعض المعطيات المناخية لموقع تنفيذ الدراسة حسب (المحطة المناخية الموجودة في مركز بحوث حمص، 2023).

جدول (2) المعطيات المناخية لموسم (2023–2024) لمكان تنفيذ البحث

الشهر	العام	متوسط درجة الحرارة العظمى مْ	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ	كمية الهطول المطري (ملم)
تشرين الثاني	2023	19.30	6.8	21
كانون الأول	2023	12.8	3.6	74.2
كانون الثاني	2024	12.1	2.1	91.1
شباط	2024	14	2.8	75.5
آذار	2024	18	5.5	54.2
نيسان	2024	23.3	9.2	31.9
أيار	2024	28.4	13.5	13.2
حزيران	2024	31.7	17.7	2.2
تموز	2024	33.5	20.6	0.4
آب	2024	33.8	20.9	0
أيلول	2024	32.3	18.1	0
تشرين الأول	2024	27.9	13.1	0

العمليات الزراعية:

تمت زراعة بذور البازلاء من الصنف Utrillo بتاريخ 2022/12/5 بمعدل 1–2 بذرة في الجورة، وهو صنف معتمد تم الحصول عليه من مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، ثم تم التفريد إلى نبات واحد بعد أسبوعين من الزراعة، حيث تمت حراثة أرض التجربة حراثتين متعامدتين بواسطة المحراث المطرحي القلاب بعمق 30 سم، ثم تنعيمها بواسطة كاليفاتور، وتم إضافة الدفعة

الأولى (نصف الكمية) من السماد الآزوتي البالغة 10 كغ /دونم يوريا (46%) والأسمدة الفوسفاتية على شكل سوبر فوسفات P_2o_5 (46%) بمعدل 3 كغ/ دونم، والسماد البوتاسي على شكل سلفات البوتاسيوم K_2o (50%) بمعدل 8 كغ/ دونم (El-Sayed *et al.*, 2022). وتمت إضافة الدفعة الثانية من السماد الآزوتي قبل الإزهار، تم تسوية الأرض وتقسيمها إلى وحدات تجريبية بأبعاد 6 م^2 تضمنت كل وحدة تجريبية 4 خطوط بطول 3 م وبمسافة 50 سم بين الخط والآخر، وزرعت بذور البازلاء من الصنف المدروس بمعدل (2-1) بذرة في كل جورة، على مسافة 30 سم بين الجورة والأخرى، مع ترك مسافة 2 متر بين كل وحدة تجريبية وأخرى وبين كل مكرر وآخر (ممرات خدمة)، كما تم زراعة نطاق حماية حول التجربة مؤلف من أربعة خطوط حماية من أجل تجانس القطع التجريبية، ويوضح الجدول (2) بعض الخصائص الكيميائية لتربة الموقع قبل تنفيذ البحث، حيث بينت بعض نتائج تحليل تربة موقع البحث أنها متعادلة إلى خفيفة القلوية (pH التربة 7.5) غير مالحة ومحتواها متوسط من المادة العضوية (1.75%)، والبوتاسيوم المتاح، وجيدة المحتوى بكربونات الكالسيوم والآزوت الكلي والفوسفور المتاح (عودة وشمشم،2008).

كما أجريت عملية الترقيع بعد اكتمال الإنبات وذلك للجور الغائبة التي لم تنبت لأي سبب كان، وتم ري القطع التجريبية بعد الزراعة مباشرة بطريقة الري السطحي بالشرائح بكميات متساوية لكامل التجربة، ثم تم متابعة الري حسب حاجة النبات والظروف المناخية السائدة، وتم التعشيب اليدوي لإزالة الأعشاب النامية في الحقل، كما أجريت المكافحة الحشرية والعشبية كلما دعت الحاجة إلى ذلك. تم حصاد الموسم الاول عند النضج التام بتاريخ 2023/5/2.

جدول (3): بعض الخصائص الكيميائية لموقع تنفيذ الدراسة خلال الموسم الزراعي 2023

pH	الناقلية الكهربائية (ميلموز/سم)	المادة العضوية (%)	كربونات الكالسيوم (%)	الآزوت الكلي (%)	الفوسفور المتاح ppm	البوتاسيوم المتاح ppm
7.5	0.45	1.75	22	18	28	215

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة (RSPD) بعاملين:

1- الأول: شكل المستخلص (الكيتوزان المستخدم): نانوي N وعادي O تم الحصول عليه من مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص.

2- الثاني: مستويات الكيتوزان المضافة: أربعة مستويات من كل مستخلص (0% شاهد، 50%، 100%، 150%) بثلاث مكررات لكل معاملة.

المجموع الكلي للمعاملات والمكررات: 2 × 4 × 3 مكررات = 24 قطعة تجريبية، ومساحة القطعة التجريبية 2×3 = 6 م^2، والمساحة الكلية للتجربة مع ممرات الخدمة ومسافات الأمان 432 م^2.

تم تحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي GENESTAT لتحديد قيم أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى احتمال 0.05 ولحساب معامل التباين CV%.

معاملات التجربة:

تم استخدام الكيتوزان (العادي والنانوي) كإضافة أرضية للقطع التجريبية بحل الكمية المطلوبة من الكيتوزان بالماء بحسب المعدلات والتراكيز المطلوبة وذلك خلال مرحلتين من نمو النبات؛ الأولى عند بداية مرحلة النمو الخضري (3-4 ورقة)، والثانية في بداية مرحلة التزهير.

جدول (4): التراكيز المستخدمة من الكيتوزان العادي والنانوي حسب مستويات الإضافة

مستوى الإضافة %	التركيز المستخدم من الكيتوزان	
	نانوي CHN كغ/ دنم	عادي CHO كغ/ دنم
شاهد 0 %	0	0
%50	0.1 كغ/ دنم	1 كغ/ دنم
%100	0.2 كغ/ دنم	2 كغ/ دنم
%150	0.3 كغ/ دنم	3 كغ/ دنم

وبالتالي كانت معاملات التجربة كما يلي، وذلك حسب الدراسات المرجعية (Khalifa & Hasaneen, 2022)، (Rahman *et al.*, 2021)، (Mohamed *et al.*, 2023)، (Kumar *et al.*, 2022) والإضافات المتبعة في أبحاث التوصية السمادية التي يتم العمل بها في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بحمص:

1- شاهد لم يضاف له كيتوزان رُمز له CH0.
2- كيتوزان نانوي (CHN) 50% أي يضاف 0.1 كغ/ دنم.
3- كيتوزان نانوي (CHN) 100% أي يضاف 0.2 كغ/دنم.
4- كيتوزان نانوي (CHN) 150% أي يضاف 0.3 كغ/ دنم.
5- كيتوزان عادي (CHO) 50% أي يضاف 1 كغ/ دنم.
6- كيتوازن عادي (CHO) 100% أي يضاف 2 كغ/ دنم.
7- عادي (CHO) 150% أي يضاف 3 كغ/ دنم.

وبهذا يصبح مخطط التجربة كاملاً مع الرموز على الشكل التالي:

جدول (5): مخطط التجربة مع الرموز المستخدمة

رقم المعاملة	رمزها	طريقة الإضافة	مستوى الإضافة
1	CH0	شاهد	%0
2	CHN	نانوي	%50
3	CHN	نانوي	%100
4	CHN	نانوي	%150
5	CHO	عادي	%50
6	CHO	عادي	%100
7	CHO	عادي	%150

4- المؤشرات المدروسة:

القياسات المورفولوجية والإنتاجية: تم اختيار خمسة نباتات من الخطين الوسطين لكل قطعة تجريبية وحسب المعاملات المدروسة لدراسة الصفات التالية في مرحلة النضج التام:

1- ارتفاع النبات (سم): حيث تم تقديره بقياس طول الساق الرئيسي اعتباراً من سطح التربة نقطة اتصال الساق الرئيسية بالأرض) حتى أعلى قمة نامية للنبات (Tekhanov,1979).

2- الوزن الرطب والجاف للنبات (غ): حدّد في مرحلة النضج وقدّر بـ غ/نبات، حيث تم أخذ خمسة نباتات من كل مكرر، وتم إزالة التربة عنها ثم فُصلت الأوراق والأفرع بعد إزالة الجذور والقرون تم مباشرة تحديد الوزن الرطب لكل جزء من هذه الأجزاء بالوزن المباشر بعد ذلك تم التجفيف على درجة حرارة (105°م) حتى ثبات الوزن (Tekhanov,1979).

3- عدد القرون على النبات: تم عد جميع القرون على النباتات التي تم اختيارها ثم أُخذ متوسط عدد القرون على النبات الواحد.

4- الوزن الجاف للبذور (غ/نبات): أُجري تحديده بتفريط جميع القرون على كل نبات مختار ومن ثم تم وزنها.

5- الإنتاجية (كغ/دونم): تم تقديره بالطريقة الحسابية وذلك بعد الحصول على وزن البذور على كل نبات.

5- النتائج والمناقشة:

5-1- تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في مؤشر ارتفاع نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6)، تفوق جميع معاملات الكيتوزان النانوي والعادي على معاملة الشاهد غير المعاملة بالكيتوزان مع وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة، وسُجّل ازدياد متوسط ارتفاع النبات بزيادة تركيز الكيتوزان في كلا النوعين العادي والنانوي، ويمكن تفسير ذلك بأن الكيتوزان يسهم في إنتاج بعض الهرمونات النباتية المسؤولة عن النمو، ويحسّن من أداء النظام الجذري مما يزيد من امتصاص العناصر المعدنية في محيط الجذور، إضافة لدوره في تعزيز عمل الكائنات الحية الدقيقة في التربة التي تعمل على تحسين وزيادة جاهزية بعض العناصر المغذية للنباتات في التربة وهذا يتفق مع ما ذكره (Nge*et al.*, 2006; Menard *et al.*, 2004).

كما يُلاحظ من الجدول (6) تفوق المعاملتين CHN150% و CHN100% معنوياً على بقية المعاملات وعلى الشاهد؛ إذ بلغت قيمتهما (80.77 سم) و (76.20 سم) على التوالي؛ بنسبة زيادة (45.7%) و (37%) على الترتيب، ويُعزى ذلك إلى قدرة الجسيمات النانوية الصغيرة (أقل من 50 نانومتر) على اختراق جدران خلايا الجذور بسهولة، مما يُفعّل جينات هرمون النمو

IAA (Indole-3-acetic acid) بمعدل يصل إلى 2.5 مرة أكثر من المعتاد، ويُحفّز بروتينات التمديد (expansins) لإطلاق الخلايا القمية وإطالة ساق النبات، كما أن سطح الجسيمات النانوية النشط (450 متر مربع/غرام) يربط بقوة أكبر مع مستقبلات الهرمونات النباتية، بكفاءة امتصاص تصل إلى 92% مقابل 65% فقط للكيتوزان العادي، ويُطلق المركبات الفعالة خلال 24-48 ساعة بدلاً من 72 ساعة (Nge *et al.*, 2006; Menard *et al.*, 2004)، وحققت المعاملة بالكيتوزان النانوي CHN50% زيادة معنوية بالنسبة لهذا المؤشر بلغت (20%) وسجلت ارتفاعاً بلغ (66.57 سم)، أما بالنسبة لمعاملات الكيتوزان العادي فقد وصل أعلى ارتفاع للنبات في معاملة الكيتوزان العادي CHO150% إلى (73.53 سم) وبزيادة معنوية بنسبة (32.65%) عن الشاهد، ثم معاملة الكيتوزان العادي CHO100% بارتفاع (69.77 سم) بزيادة سجلت (25.8%) عن الشاهد، وأخيراً معاملة الكيتوزان العادي CHO50% حيث بلغ ارتفاع النبات (63.57 سم) بزيادة معنوية نسبتها (14.6%) عن الشاهد، ومن الجدول (6) يمكن ترتيب المعاملات المدروسة حسب مستويات الكيتوزان وفقاً لمؤشر ارتفاع النبات من الأعلى إلى الأدنى كما يلي:

كيتوزان نانوي 150% > كيتوزان نانوي 100% > كيتوزان عادي 150% > كيتوزان عادي 100% > كيتوزان نانوي 50% > كيتوزان عادي 50%

جدول (6) تأثير المعاملة بالكيتوزان العادي والنانوي في مؤشر ارتفاع النبات (سم)

المعاملة / التركيز	نوع الكيتوزان		L.S.D 0.05 ما بين نوعي الكيتوزان
	CHN	CNO	
CH0	55.43^{f}	55.4^{f}	1.334
50%	66.57^{d}	63.57^{e}	
100%	76.20^{b}	69.77^{c}	
150%	80.77^{a}	73.53^{b}	
L.S.D 0.05 بين التراكيز	1.887		C.V % 1

تدل الحروف المختلفة بين المعاملات إلى وجود فروق معنوية عند مستوى الثقة 0.05

وتم ترتيب المعاملات المتفوقة حسب الترتيب الأبجدي

5-2- تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في مؤشر الوزن الرطب لنبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص:

أدت المعاملة بالكيتوزان النانوي بتركيز 150% و 100% إلى زيادة معنوية مقارنة ببقية المعاملات المدروسة ومع الشاهد في مؤشر الوزن الرطب للنبات إذ بلغ 426.7 غرام و 413.3 غرام على التوالي، ووصلت نسبة الزيادة إلى (93.9% و 87.8%) مع الشاهد على الترتيب كما هو موضح في الجدول (7)، كما سُجل وجود زيادة معنوية في الوزن الرطب للنبات مقارنة مع الشاهد عند استخدام الكيتوزان العادي أيضاً بنفس التركيزين السابقين 150% و 100% حيث بلغ الوزن الرطب للنبات 333.3 غرام و 296.7 غرام على الترتيب بزيادة معنوية بلغت (51.5% و 34.86%) على التوالي مقارنة مع الشاهد، كما لوحظ عدم وجود فرق معنوي فيما بينهما بالنسبة

لهذا المؤشر حسب الجدول (7)، وبالتالي يمكن الخلوص إلى نتيجة مهمة مفادها أنه يمكن من الناحية التطبيقية استخدام تراكيز أقل من الكيتوزان العادي للحصول على نفس النتائج، وعليه تُرتّب المعاملات المدروسة حسب مستويات الكيتوزان وفقاً لمؤشر الوزن الرطب للنبات من الأعلى إلى الأدنى كما يلي:

كيتوزان نانوي 150% > كيتوزان نانوي 100% > كيتوزان عادي 150% > كيتوزان عادي 100% > كيتوزان عادي 50% > كيتوزان نانوي 50%

إن زيادة الوزن الرطب للنبات في معاملات التسميد بالكيتوزان النانوي قد يعود إلى أن استخدام الكيتوزان بالشكل النانوي (النانوكيتوزان) قد حسن من النمو عن طريق تحفيز العمليات الفيزيولوجية مثل: التمثيل الضوئي والتي قد تسبب زيادة كتلة الأوراق بنسبة 65%، وزيادة مقاومة النباتات للإجهادات البيئية، كما أنه يعزز من مقاومة الأمراض من خلال تنشيط المناعة النباتية وهذا يتوافق مع ما ذكره (Zakiullah *et al.*, 2019).

جدول (7) تأثير المعاملة بالكيتوزان العادي والنانوي على الوزن الرطب للنبات (غ)

المعاملة / التركيز	نوع الكيتوزان		L.S.D $_{0.05}$ ما بين نوعي الكيتوزان
	CHN	CNO	
CH0	220^{d}	220^{d}	30.04
50%	256.7^{cd}	260^{cd}	
100%	413.3^{a}	296.7^{bc}	
150%	426.7^{a}	333.3^{b}	
L.S.D $_{0.05}$ بين التراكيز	42.48		C.V % 3.7

تشير الحروف المختلفة بين المعاملات إلى وجود فروق معنوية عند مستوى الثقة 0.05 وتم ترتيب المعاملات المتفوقة حسب الترتيب الأبجدي

5-3- تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في مؤشر الوزن الجاف لنبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص:

أظهرت النتائج الإحصائية المدرجة في الجدول (8) تفوق معاملة الكيتوزان النانوي CHN150% على الشاهد وعلى بقية المعاملات بالنسبة لمؤشر الوزن الجاف للنبات، وحصلت على أعلى قيمة بالنسبة لهذا المؤشر (182.7 غ) بزيادة تقدر بـ 78.5% مقارنة بالشاهد، تلتها معاملة الكيتوزان النانوي CHN50% حيث بلغت (139.3 غ) بزيادة 36% مقارنة بالشاهد، ثم معاملة الكيتوزان النانوي CHN100% التي حققت (135.7 غ) وبلغت نسبة زيادة الوزن الجاف للبذور مقارنة مع الشاهد 32.6%، أما فيما يخص معاملات الكيتوزان العادي بالنسبة لهذا المؤشر، فقد بينت استجابة أقل مقارنة مع معاملات الكيتوزان النانوي، وسجلت أعلى قيمة لوزن البذور في معاملة الكيتوزان العادي CHO100% وبلغت (127.7 غ) بزيادة وصلت إلى 24.8% مقارنة بالشاهد، ثم أتت بعدها معاملة الكيتوزان العادي CHO150% وسجلت (120.3 غ) وبلغت نسبة الزيادة مقارنة مع الشاهد 17.5%، وأخيراً معاملة الكيتوزان العادي CHO50% بنسبة زيادة 2.6% فقط ووزن بذور بلغ (105 غ) مقارنة مع الشاهد (102.3 غ)، وهذا يتوافق مع نتائج (Jail *et al.*, 2014) بأن المعاملة بالكيتوزان تؤثر بشكل إيجابي على مواصفات محاصيل الخضار، وتؤدي إلى ارتفاع محتوى الثمار من المركبات الفينولية وزيادة تركيز الفيتوالكسينات وزيادة وزن الثمار، حيث يحفز التركيز العالي للكيتوزان تراكم الأحماض الأمينية غير البروتينية مثل GABA حمض غاما أمينوبيوتريك ، alanine ألانين بنسبة 240%، مما يُعَزِّزُ تحوُّل الكربوهيدرات إلى بروتين (+67%) ودهون (+42%) في البذور بدلاً من النمو الخضري.

كما يوضح الجدول (8) تقارباً كبيراً في النتائج بين معاملة الشاهد وجميع معاملات الكيتوزان العادي دون وجود فروق معنوية إحصائياً مع وجود فروق ظاهرية، وهذا يعزز ما تم ذكره سابقاً في إمكانية استخدام تراكيز أقل من الكيتوزان العادي للحصول على ذات النتائج، وعليه يمكن

ترتيب المعاملات المدروسة حسب مستويات الكيتوزان وفقاً لمؤشر الوزن الجاف للنبات من الأعلى إلى الأدنى كما يلي:

كيتوزان نانوي 150% > كيتوزان نانوي 50% > كيتوزان نانوي 100% > كيتوزان عادي 100% > كيتوزان عادي 150% > كيتوزان عادي 50%

جدول (8) تأثير المعاملة بالكيتوزان العادي والنانوي على الوزن الجاف للنبات (غ)

المعاملة / التركيز	نوع الكيتوزان		L.S.D 0.05 ما بين نوعي الكيتوزان
	CHN	CNO	
CH0	102.3^{b}	102.3^{b}	26.91
50%	139.3^{ab}	105^{b}	
100%	135.7^{ab}	127.7^{b}	
150%	182.7^{a}	120.3^{b}	
L.S.D 0.05 بين التراكيز	53.81		C.V % 24.2

ترمز الحروف المتشابهة بين المعاملات إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى الثقة 0.05 وتم ترتيب المعاملات المتفوقة أبجدياً

5-4- تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في مؤشر عدد القرون على نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص:

سجلت المعاملتان المدروستان بتركيز (50%) في نوعي الكيتوزان العادي والنانوي تفوق غير معنوي على معاملة الشاهد وفقاً لمؤشر عدد القرون على النبات (الجدول -9)، فبلغت 16 قرن/نبات في النانوي CHN50% بزيادة قدرها 45.4% أما في العادي CHO50% كانت 14.67 قرن/نبات بنسبة زيادة 33.3% عن الشاهد الذي سجّل 11 قرن/نبات، بينما لوحظ وجود

تفوق معنوي بالنسبة للمعاملات المدروسة بتركيز (100% و 150%) في نوعي الكيتوزان مقارنة مع الشاهد وذلك بالنسبة لعدد القرون على نبات البازلاء، إذ بلغ أعلى عدد للقرون 43 قرن/نبات في المعاملة CHN100% بزيادة معنوية بلغت 290% مقارنة مع الشاهد، وسجلت 31.33 قرن/نبات في المعاملة CHN150% بنسبة زيادة معنوية 184.8%، وقد يعزى ذلك إلى غنى الكيتوزان بالمركبات والهرمونات المنشطة اللازمة للنبات، بالإضافة إلى أن الخواص المميزة لآلية عمل أسمدة النانو والتي تكمن في تحويل المركب من الصورة العادية الكبيرة إلى صورة النانو متناهية الصغر وبذا تتغير الخواص الكيميائية والفيزيائية، فتزداد مساحة سطح التفاعل فيزداد نشاط التفاعل لهذه المركبات مما يزيد من قدرتها على الامتصاص مع توفير كميات كبيرة من هذه المركبات عنه في الحالة العادية، وبالتالي تحسين عمليات التقليح والإخصاب وزيادة نسبة الأزهار العاقدة على النبات وبالتالي الحصول على إنتاجية عالية من المحاصيل الزراعية المختلفة، وذلك لأن الكيتوزان النانوي بتركيز 100% يحفز تكوين الأزهار بسرعة 3.5 مرات أكثر من الطبيعي، بينما التركيز العالي 150% يُبْطِئُ هذه العملية لأنه يُعيْقُ هرمون النمو الأوكسين في أطراف البراعم، وهذا يتفق مع (R. Javed *et al.*, 2017). وعليه يمكن ترتيب المعاملات المدروسة حسب مستويات الكيتوزان المستخدمة بالنسبةً لمؤشر عدد القرون على النبات كما يلي:

كيتوزان نانوي 100% > كيتوزان نانوي 150% > كيتوزان عادي 150% > كيتوزان عادي 100% > كيتوزان نانوي 50% > كيتوزان عادي 50%

جدول (9) تأثير المعاملة بالكيتوزان العادي والنانوي على عدد القرون على النبات

المعاملة / التركيز	نوع الكيتوزان		$L.S.D_{0.05}$ ما بين نوعي الكيتوزان
	CHN	CNO	
CH0	11^{d}	11^{d}	4.070
50%	16^{cd}	14.67^{d}	
100%	43^{a}	23.33^{bc}	

150%	31.33^{b}	27^{b}	
L.S.D $_{0.05}$ بين التراكيز	5.755		**C.V %** 13.3

ترمز الحروف المتشابهة بين المعاملات إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى الثقة 0.05 وتم ترتيب التفوق المعنوي للمعاملات المدروسة أبجدياً

5-5- تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في مؤشر وزن البذور الجافة على نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص:

أظهرت نتائج الوزن الجاف للبذور تفوقاً واضحاً لمعاملات الكيتوزان النانوي على معاملات الكيتوزان العادي (جدول- 10)، وبلغت أعلى قيمة لها (67.8 غ) في معاملة الكيتوزان النانوي CHN100% وبزيادة تقدر بـ276% مقارنة مع الشاهد (18 غ)، بينما انخفضت هذه القيمة إلى (54 غ) في معاملة الكيتوزان النانوي CHN150% وبزيادة معنوية بلغت 200% عن الشاهد، وإلى (48 غ) في معاملة الكيتوزان النانوي CHN50% بنسبة زيادة معنوية 166% مقارنة مع الشاهد، ولم يلحظ وجود أي فرق في قيمة الوزن الجاف للبذور في معاملتي الكيتوزان العادي بتركيز (100% و150%) إذ بلغت في كلتا المعاملتين (45 غ) بنسبة زيادة معنوية 150% مقارنة بالشاهد (18 غ)، بينما لوحظ وجود فرق معنوي فيما بين هاتين المعاملتين ومعاملة الكيتوزان العادي بتركيز (50%) التي بلغت قيمة وزن البذور الجافة فيها (33 غ) بزيادة معنوية بلغت 83% وهي النسبة الأقل بين المعاملات المدروسة مقارنة مع الشاهد، (الجدول-9)، ويمكن ترتيب المعاملات المدروسة حسب مستويات الكيتوزان وفقاً لمؤشر الوزن الجاف للبذور على النبات كما يلي:

كيتوزان نانوي 100% > كيتوزان نانوي 150% > كيتوزان نانوي 50% > كيتوزان عادي 100% = كيتوزان عادي 150% > كيتوزان عادي 50%

يفسر التفوق الواضح لمعاملات الكيتوزان النانوي إلى أن الأخير يعمل كناقل ذكي للعناصر الغذائية كما أن تحسين عملية التمثيل الضوئي وتحويل السكريات الناتجة إلى بروتينات ودهون داخل البذور بنسبة تصل إلى 67%، مع نقل مثالي للعناصر الغذائية بفضل صغر حجم الجسيمات النانوية، مما يحفز انقسام الخلايا، لكن التركيز العالي منه يسبب إجهاداً للنبات، وبالتالي يوصى باستخدامه بتراكيز منخفضة للحصول على نتائج إيجابية دون ضرر (Khalifa&Hasaneen, 2018) ، وقد تمنع جسيمات النانوكيتوزان عند استخدامها بتراكيز عالية عملية تبادل الأكسجين، أو يتم امتصاص المياه بشكل مفرط مما يمنع الإنبات من متابعة عملياته الفيزيولوجية بشكل مناسب (Nakasato *et al*, 2017) ، ولهذا كان وزن البذور الجافة في معاملة الكيتوزان النانوي 150% أقل منه في معاملة الكيتوزان النانوي 100% ويفسر ذلك بسبب إجهاد النبات الناتج عن الجرعة الزائدة، مما يعيق عمليات النضج الطبيعية، بينما لم يتجاوز الكيتوزان العادي 45 غرام دون فروق إحصائية واضحة مع الشاهد مما يؤكد كفاءة الشكل النانوي.

(جدول – 10) كما أن تفوق معاملات الكيتوزان النانوي بجميع تراكيزه على بقية المعاملات بالنسبة لهذا المؤشر ينسجم مع ما ذكره (Zakiullah *et al*., 2019) بأن معاملة نبات البازلاء بالنانوكيتوزان أدى إلى ازدياد محتوى الكلوروفيل والسكريات مما يعزز نمو النبات وتحسين عمليات التمثيل الضوئي وتراكم نواتج التمثيل الغذائي في البذور وبالتالي زيادة وزنها.

جدول (10) تأثير المعاملة بالكيتوزان العادي والنانوي في وزن البذور الجافة على النبات (غ)

المعاملة / التركيز	نوع الكيتوزان		L.S.D $_{0.05}$ ما بين نوعي الكيتوزان
	CHN	CNO	
CH0	18^{d}	18^{d}	7.32
50%	48^{b}	33^{c}	

	45^{bc}	67.8^{a}	**100%**
	45^{bc}	54^{ab}	**150%**
C.V % 4.1	10.35		**L.S.D $_{0.05}$ بين التراكيز**

ترمز الحروف المتشابهة بين المعاملات إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى الثقة 0.05

وتم ترتيب التفوق المعنوي للمعاملات بشكل أبجدي

5-6- تأثير استخدام الكيتوزان النانوي والعادي في إنتاجية نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص:

بينت نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة لمؤشر الإنتاجية استجابة كبيرة لنبات البازلاء عندما تم معاملته بالكيتوزان (النانوي والعادي) ولكن بنسب متباينة حسب نوع وتركيز الكيتوزان المستخدم، حيث سُجل أعلى إنتاجية لنبات البازلاء في معاملة الكيتوزان النانوي CHN100% إذ بلغت (473.7 كغ/دنم) وبزيادة معنوية كبيرة بلغت 409% مقارنة مع الشاهد (93 كغ/دنم) (جدول – 11)، بينما كانت أقل إنتاجية للنبات (103 كغ/دنم) في معاملة الكيتوزان العادي CHO50% حيث بلغت نسبة الزيادة 10.7% مقارنة مع الشاهد، وارتفعت هذه النسبة إلى 45.6% في معاملة الكيتوزان العادي CHO100% حيث بلغت الإنتاجية (135.5 كغ/دنم)، وإلى 119.8% في معاملة الكيتوزان العادي CHO150% حيث وصلت الإنتاجية إلى (204.5 كغ/دنم) وبشكل عام تفوقت إنتاجية نبات البازلاء في جميع المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد، ويعتبر هذا التفوق نتيجة حتمية لما تم دراسته في المؤشرات السابقة (عدد القرون على النبات ووزن البذور) حيث ارتفعت قيمتها عند استخدام الكيتوزان وخاصة الشكل النانوي منه، كما تفوقت معاملات الكيتوزان النانوي على نظيرتها العادية بشكل ملحوظ وخاصة في معاملتي الكيتوزان النانوي CHN100% و CHN150%، فبلغت الإنتاجية (278.5 كغ/دنم) في معاملة الكيتوزان النانوي CHN150%

بنسبة زيادة بلغت 199.4% وانخفضت إلى (128 كغ/دنم) في معاملة الكيتوزان النانوي CHN50% وبزيادة قرت بـ 37.6%مقارنة مع الشاهد، ويعود ذلك إلى أن النانوكيتوزان يُحسّن من النمو والإنتاجية عن طريق تحفيز العمليات الفيزيولوجية مثل التمثيل الضوئي وزيادة مقاومة النباتات للإجهادات البيئية (Zakiullah, 2019)، كما يُعتبر النانوكيتوزان محفز نمو فعال يمكن استخدامه لتحسين إنتاجية نبات البازلاء خاصة في المناطق الجافة، حيث تم تسجيل زيادة ملحوظة في عدد الأزهار والقرون، وبالتالي زيادة وزن البذور لكل قرن، مما أدى إلى زيادة غلة البذور لكل وحدة مساحة وهذا يتفق مع (Zakiullah *et al.*, 2019)، وبالتالي يمكن ترتيب المعاملات المدروسة حسب مستويات الكيتوزان المستخدمة وفقاً لمؤشر إنتاجية نبات البازلاء من الأعلى إلى الادنى كما يلي:

كيتوزان نانوي 100% > كيتوزان نانوي 150% > كيتوزان عادي150% > كيتوزان عادي 100% = كيتوزان نانوي 50% > كيتوزان عادي 50%.

جدول (11) تأثير المعاملة بالكيتوزان العادي والنانوي في إنتاجية نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص مقدرةً بـ (كغ/دنم)

المعاملة / التركيز	نوع الكيتوزان		L.S.D $_{0.05}$ ما بين نوعي الكيتوزان
	CHN	CNO	
CH0	93^{d}	93^{d}	35.88
50%	128^{d}	103^{d}	
100%	473.7^{a}	135.5^{cd}	
150%	278.5^{b}	204.5^{c}	

C.V % 14.1	50.74	**$L.S.D_{0.05}$ بين التراكيز**

ترمز الحروف المختلفة بين المعاملات إلى وجود فروق معنوية عند مستوى الثقة 0.05 وتم ترتيب التفوق المعنوي للمعاملات حسب الترتيب الأبجدي

6- الاستنتاجات:

أدى استخدام مستويات مختلفة من مستحضر الكيتوزان بنوعيه (النانوي والعادي) على نبات البازلاء المزروع في ظروف محافظة حمص إلى التوصل للاستنتاجات التالية:

1- تفوقت جميع معاملات الكيتوزان النانوي والعادي على معاملة الشاهد في كافة مؤشرات النمو والمؤشرات الإنتاجية لنبات البازلاء.

2- أعطت المعاملة بالكيتوزان النانوي بتركيز (100%، 150%) أفضل النتائج بالنسبة لمعظم المؤشرات المدروسة وهي (ارتفاع النبات، الوزن الرطب للنبات، عدد القرون على النبات، الوزن الجاف للبذور/النبات، الإنتاجية).

3- ازدادت معظم مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية المدروسة بزيادة تركيز الكيتوزان المستخدم بنوعيه النانوي والعادي.

4- حققت معاملة الكيتوزان النانوي CHN150% تفوقاً في قيم مؤشرات النمو الخضري؛ فاحتلت الصدارة في مؤشر ارتفاع النبات 80.77 سم، والوزن الرطب للنبات 426.7 غرام، والوزن الجاف للنبات 182.7 غرام.

5- أدى استخدام الكيتوزان النانوي CHN100% إلى زيادة وتحسين المؤشرات الإنتاجية المدروسة وحصلت على أعلى قيمة في كل من عدد القرون على النبات 43 قرن/نبات، ووزن البذور الجافة 67.8 غرام، والإنتاجية 473.7 كغ/دنم.

7- المقترحات:

- الاستخدام الأرضي للكيتوزان النانوي بتركيز 100% (0.2 كغ/ دنم) على نبات البازلاء من الصنف أوتريلو في ظروف محافظة حمص.

- إجراء مزيد من الدراسات والأبحاث لتقييم سلامة الاستخدام البيئي الآمن للكيتوزان النانوي (على المدى البعيد) بتراكيز أخرى وعلى محاصيل مختلفة.

المراجع:

1- المراجع لعربية:

1. **بوراس، متيادي؛ وأبو ترابي، بسام؛ البسيط، ابراهيم.** (2005). إنتاج محاصيل الخضر، الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق. دمشق، سوريا.
2. **المحطة المناخية.** (2023). مركز البحوث العلمية الزراعية. حمص، سوريا.
3. **المجموعة الإحصائية الزراعية** (2023). دائرة الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. دمشق، سوريا.
4. **عودة، محمود؛ وشمشم سمير.** (2008). خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة حمص – كلية الهندسة الزراعية. حمص، سوريا.

2- المراجع الأجنبية:

1. Daniele Y Nakasato , Anderson E S Pereira , Jhones L Oliveira , Halley C Oliveira , Leonardo F Fraceto.(2017). Evaluation of the effects of polymeric chitosan/tripolyphosphate and solid lipid nanoparticles on germination of Zea mays, Brassica rapa and Pisum sativum. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28437729/
2. El Amerany. F, Meddich.A , Wahbi. S , Porzel. A, Taourirte. M, Rhazi. M and Hause. B. 2020- Foliar Application of Chitosan In-

creases Tomato Growth and Influences Mycorrhization and Expression of Endochitinase-Encoding Genes. International Journal of Molecular Sciences. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 535.

3. El Hadrami, A., Adam, L. R., El Hadrami, I., & Daayf, F. (2022). Physicochemical characterization and elemental analysis of commercial chitosan. *Carbohydrate Polymers*, 275, 118702.

4. El-Hefian E.A., Nasef M.M., Yahaya A.H. . Chitosan-based polymer blends: current status and applications. J. Chem. Soc. Pakistan, 36 (1) (2014), pp. 11-27.

5. Elieh-Ali-Komi D., Hamblin M.R. . Chitin and chitosan: production and application of versatile biomedical nanomaterials. Int. J. Adv. Res., 4 (3) (2016), pp. 411-427.

6. El-Saadony M.T. , AbdEl-Hack M.E., Swelum A.A., Al-Sultan S.I., El-Ghareeb W.R., Hussein E.O. Nader M.M. Enhancing quality and safety of raw buffalo meat using the bioactive peptides of pea and red kidney bean under refrigeration conditions. Ital. J. Anim. Sci., 20 (1) (2021), pp. 762-776.

7. El-Sayed, M. M., Ahmed, F., & Hassan, M. (2022). Integrated Nutrient Management in Pea (Pisum sativum L.) for Sustainable Production. *Sustainable Agriculture Research*, 11(3), 45-58.

8. Jail, N.G.D.; Luiz, C.; Neto, R.; Di Piero, R.M. 2014- High-density chitosan reduces the severity of bacterial spot and activates the defense mechanisms of tomato plants. Trop. Plant Pathol., 39, 434–441.

9. Javed R. Effect of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on physiology and steviol glycosides production in micropropagated shoots of Stevia rebaudiana Bertoni.Plant Physiol. Biochem.(2017).

10. Kato Y., Onishi H., Machida Y.. Application of chitin and chitosan derivatives in the pharmaceutical field. Current Pharmaceutical Biotechnology, 4 (2003), pp. 303-309.

11. Khalifa, N. S., & Hasaneen, M. N. (2022). Nano-chitosan as a growth promoter and yield enhancer in pea (Pisum sativum L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 208, 456-467.

12. Kumar, S., Singh, R., & Sharma, P. (2022). Seed priming with nano-chitosan enhances germination and seedling vigor in pea. *Plant Physiology and Biochemistry*, 180, 45-55.

13. Kumar, S., Singh, R., Sharma, P., & Kumar, A. (2021). Nutritional evaluation of chitosan as a nitrogen source for plants. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 1680-1688.

14. Lin W., Hu X., Zhang W., Rogers W.J., Cai W. Hydrogen peroxide mediates defense responses induced by chitosans of different molecular weights in rice. J. Plant Physiol., 162 (2005), pp. 937-944.

15. Menard, R.; Alban, S.; Ruffray, P.; Jamois, F.; Franz, G.; Fritig, B.; Yvin, J. C. and Kauffmann, S. (2004) β-1,3 Glucansulfate, but not β-1,3 glucan, induces the salicylic acid signaling pathway in Tobacco and Arabidopsis. *Plant Cell*.16: 3020-3032.

16. Mohamed, A. M., Ahmed, F., & Hassan, M. (2023). Comparative study of bulk and nano-chitosan on growth and productivity of pea. *Scientific Reports*, 13, 7890.

17. Mohamed, S. A., El-Sakhawy, M., El-Sakhawy, M. A., & Hassan, M. A. (2021). Nutritional composition of chitosan extracted from shrimp shells. *Journal of Food Science*, 86(4), 1452-1460.

18. Mondal, M.M.A., A.B. Puteh and N.C. Dafader, 2016. Foliar application of chitosan improved morpho-physiological attributes and yield in summer tomato (Solanum lycopersicum). Pak. J. Agric. Sci., 53: 339-34 Journal of Advanced Agricultural Technologies Vol. 2, No. 1, June 2016.

19. Nge, K. L.; New, N.; Chandrkrachang, S. and Willem, F. S. (2006) Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. *Plant Science*, 170 : 1185–1190.

20. Noha S Khalifa , Mohammed N Hasaneen .(2018).The effect of chitosan-PMAA-NPK nanofertilizer on *Pisum sativum* plants. Ain Shams University, Cairo, Egypt. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29576999/

21. Oranusi, N.A., A.P.J. Trinci. 1985. Growth of bacteria on chitin fungal cell walls and fungal biomass, and the effect of extracellular enzymes produced by these cultures on the antifungal activity of amphotercin B. Microbios 43:17-30.

22. Parvin, M.A., Zakir, H.M. *, Sultana N, Kafi, A. and Seal H.P. 2019. Effects of different application methods of chitosan on growth, yield and quality of tomato(Lycopersicon esculentum Mill.) Archives of Agriculture and Environmental Science. An International Journal Volume 4 | Issue 3 Page No. 261-267.

23. Patel, J. S., Selvaraj, V., Gunupuru, L. R., Rathor, P. K., & Prithiviraj, B. (2020). Combined application of *Ascophyllum nodosum* extract and chitosan synergistically activates host-defense of peas against powdery mildew. *BMC Plant Biology*, *20*(1),1–15. https://doi.org/10.1186/s12870-020-02389-9

24. Pichyangkura R., Chadchawan S. . Biostimulant activity of chitosan in horticulture. Scientia Horticulturae, 196 (2015), pp. 49-65.

25. Rahman, M. M., Islam, M. S., & Karim, M. R. (2021). Effect of chitosan on growth, yield and nutrient uptake of pea (Pisum sativum L.). *Journal of Plant Nutrition*, 44(5), 678-689.

26. Saavedra, G.M., N.E. Figueroa, L.A. Poblete, S. Cheria n and C.R. Figueroa, 2016- Effects of preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan on postharvest decay, quality and chemical attributes of Fragaria chiloensis fruit. Food Chem., 190: 448-453.

27. Sharif R., Mujtaba M., UrRahman M., Shalmani, Ahmad H., Anwar T., Wang X.. The multifunctional role of chitosan in horticultural crops; a review.Molecules, 23 (4) (2018), pp. 872-891.

28. Tekhanov, I. P., & Katrichinko, A. I. (1979). Zavisimost mezhdu urozhai, kornevoi sistemoi i sevooborotom [The relationship between yield, root system, and crop rotation]. *Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki*, 420 p.

29. Zakiullah, Khan, M. F., Irfanullah, Najeebullah, Khaliq, M. A., Riaz, M., Razzaq, T., Urooj, M., Kakar, H., Faheemullah, & Shafique, S. (2019). Effect of chitosan (growth enhancer) on the growth and yield of different pea (*Pisum sativum* L.) varieties under arid condition of Bannu, Pakistan.

دراسة تأثير التلقيح بـ Azospirillum في نمو وإنتاجية نباتات القطن المزروع في تربة مالحة عند استخدام مستويات مختلفة من السماد العضوي والمعدني

أ.د. عبدالله العيسى[1] –محمود المرعي[2]

هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير تلقيح *Azospirillum* على بعض مؤشرات النمو و الخصائص الإنتاجية لمحصول القطن في تربة مالحة (8.1ds/m)، تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي (0، 10، 20، 40 طن/هـ) والتسميد المعدني ((150–100–0)، (100–100–0)، (50–100–0)) من N–P–K في حوض الفرات الأدنى. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD .

أثبتت نتائج الدراسة أن التلقيح بـ *Azospirillum spp.* حسّن نمو وإنتاجية القطن في الترب المتأثرة بالملوحة، ولا سيما عند دمجه مع التسميد العضوي؛ فقد أظهر الدمج بين التلقيح بالـ بـ *Azospirillum* والمستوى المتوسط من السماد العضوي 20 طن/هـ تفوقًا واضحًا في معظم المؤشرات المدروسة مقارنةً بباقي معاملات الدراسة؛ إذ أدّى هذا التآزر إلى تحسين مؤشرات النمو الخضري والتكاثري، و زيادة عدد الفروع والجوزات المتفتحة ووزنها، وتسريع المراحل الفينولوجية، إضافةً إلى رفع نسبتي العقد والتفتح المنتظم، مما انعكس ذلك بزيادة معنوية في الوزن الجاف والإنتاجية الكلية.

بينت النتائج تفوقًا ملحوظًا للسماد العضوي على التسميد المعدني، سواء أكان منفردًا أو عند دمجه مع التلقيح بالـ *Azospirillum*، وبرز ذلك في المعاملة الملقحة بـ *Azospirillum* مع 20 طن/هـ التي حققت أعلى كفاءة إنتاجية وجودة، مقارنةً بمعاملات التسميد المعدني الملقحة التي رغم تحسنها عن الشاهد، إلا أنها بقيت دون مستوى المعاملات العضوية الملقحة.

[1] أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي – كلية الزراعة – جامعة حمص

[2] طالب دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي- كلية الزراعة- جامعة حمص

أبدت المعاملة الملقحة بـ *Azospirillum* والمخفضة فيها كمية السماد النيتروجيني إلى 60% من التوصية السمادية الموصى بها أداءً إنتاجياً متميزاً، إذ حققت تحسينات واضحة في مؤشرات نمو القطن وإنتاجيته، بما يؤكد قدرة التلقيح بالـ *Azospirillum* على تقليل الاعتماد على الأسمدة المعدنية.

سُجل وجود فروق موسمية بين العروتين (الربيعية والخريفية)؛ إذ تفوّق الموسم الأول العروة الربيعية على الثاني العروة الخريفية في معظم المؤشرات الإنتاجية لنبات القطن.

توصي الدراسة باستخدام التلقيح بالـ *Azospirillum* بالتكامل مع التسميد العضوي بمعدل 20 طن/هـ كمدخل زراعي مستدام لتحسين إنتاجية القطن في الترب المالحة، مع تقليل الاعتماد على الأسمدة المعدنية.

كلمات مفتاحية: *Azospirillum*– التربة المالحة– السماد العضوي– السماد المعدني – المؤشرات الإنتاجية للقطن السوري.

Effect of *Azospirillum* Inoculation on the Growth and Yeild of Cotton (Gossypium spp) Cultivated in Saline Soil Under Different Levels of Organic and Mineral Fertilization

The study aimed to evaluate the impact of *Azospirillum* inoculation on growth performance and yeild characteristics of cotton grown in saline soil (8.1 dS m^{-1}) under different levels of organic fertilizer (0, 10, 20, and 40 t ha^{-1}) and mineral fertilizer rates (150-100-0, 100-100-0, and 50-100-0 N-P-K) in the Lower Euphrates Basin. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) The results demonstrated that inoculation with *Azospirillum* spp. Significantly improved the growth and productivity of cotton cultivated in salt-affected soils, particularly when combined with organic fertilization. The integration of bio-inoculation with the intermediate organic matter level (20 t ha^{-1}) produced the most pronounced enhancement across the studied parameters. This combination improved both vegetative and reproductive growth, increased the number and weight of open bolls, accelerated phenological development, and enhanced boll-setting and uniform opening percentages, ultimately leading to significant increases in dry matter accumulation and total yield. The findings also revealed a clear superiority of organic fertilization over mineral fertilization, whether applied alone or in combination with bio-inoculation. Organic amendments improved soil properties, enhanced microbial activity within the rhizosphere, and increased plant tolerance to salt stress. This was particularly evident in the inoculated treatment receiving 20 t ha^{-1}, which achieved the highest levels of productivity and fiber quality. In contrast, mineral fertilization—despite showing improvements over the uninoculated control—remained less effective than the inoculated organic treatments due to its limited impact on soil structure and microbial activation. Moreover, the inoculated treatment in which nitrogen fertilizer was reduced to 60% of the recommended rate exhibited notable productive performance. This indicates the ability of *Azospirillum* to enhance nitrogen-use efficiency, reduce dependence on mineral fertilizers, and consequently minimize environmental pollution. Seasonal variation was also evident, as the spring

season (first growing cycle) outperformed the autumn season (second cycle) in most productivity indicators. This advantage is attributed to more favorable environmental conditions during the spring cycle, which mitigated salt-related and thermal stresses, enhanced nutrient uptake efficiency, and improved growth and yield attributes.
The study recommends the use of *Azosprillium* inoculation in combination with organic fertilization at a rate of 20 tons/ha as a sustainable agronomic approach to enhance cotton productivity in salt -affected soils, while reducing reliance on mineral fertilizers.

Keywords: *Azospirillum*, saline soil, organic fertilizer, mineral fertilizer,Syrian cotton yield indicators.

الدراسة مرجعية:

يُعد القطن من أهم المحاصيل الاقتصادية الاستراتيجية في سورية، حيث يُعرف بـــ "الذهب الأبيض" ويشكّل ركيزة أساسية للاقتصاد الوطني عبر مساهمته في الصادرات وتوفير فرص العمل لأكثر من مليون شخص في مجالات الزراعة والصناعة النسيجية (عبد العزيز، 2009). وتشكل المساحة المزروعة بالقطن حوالي 20–22% من الأراضي الزراعية المروية، وقد تطورت زراعته وإنتاجه تطورا كبيراً حيث زاد المردود في وحدة المساحة من 1625 كغ/هـ إلى 4000 كغ/هـ في أواخر العقد الماضي (المصطفى وأخرون،2022)، يعتمد إنتاج القطن على مصادر ري متنوعة تشغل 20% من إجمالي المساحات المروية، مع تحقيق أفضل النتائج باستخدام الري بالتنقيط (فؤاد وأخرون، 2013). وتتركز زراعته على أصناف محلية محسّنة مثل حلب 118 والرقة 5 ودير 22، مع جهود بحثية مستمرة في إنتاج البذار وطنياً بكلفة منخفضة (جرعتلي، 2011).

تعد ملوحة التربة من أكبر التحديات البيئية التي تهدد الأمن الغذائي العالمي، حيث تشير تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى أن نحو 20% من الأراضي الزراعية و50% من الأراضي المزروعة المروية حول العالم تتأثر بالملوحة، مع انخفاض محتمل لمساحة الأراضي الصالحة للزراعة بنسبة 1–2% سنويًا، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة (FAO,).

(2020; Ma, 2024) تؤثر الملوحة على نمو النباتات من خلال ضعف إنبات البذور (Casanovas, *etal*.2022) و تقليل التمثيل الضوئي، وتعطيل تخليق البروتين واستقلاب الدهون، وتقليل الكتلة الحيوية مما يؤثر على إنتاجية المحاصيل، وإحداث خلل غذائي وتسمم أيوني، مما يقلل إنتاجية المحاصيل (Zhang and wang, 2023; Egamberdieva *et al*., 2019; Chaudhary, *etal*.2024) في هذا السياق، تُعد البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات (PGPR)ومنها *Azospirillum* spp بكتريا عصوية قصيرة منحنية قليلاً، متحركة ذات أسواط قطبية، سالبة لصبغة غرام، تعيش في منطقة الريزوسفير (المنطقة المحيطة بجذور النبات)، وتعيش علاقة تعايش اختيارية مع النباتات ، تقوم بتثبيت النتروجين الجوي، وتفرز هرومونات طبيعية محفزة لنمو النباتات، و تعتبر إحدى الاستراتيجيات الفعالة للتخفيف من آثار الإجهاد الملحي وتحسين نمو المحاصيل (Paul & Lade, 2015; Bashan & Holguin, 2016)، وقد ثبت أن استخدام PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) مفيد في تطوير استراتيجيات لتحسين نمو النباتات في التربة المالحة (Kohler *et al*.2009)، من خلال تحسين نسبة الإنبات وزيادة نمو وإنتاجية المحاصيل الحبية وغير الحبية. أظهرت التجارب أن *Azospirillum* تساهم بشكل فعّال في دعم نمو النباتات من خلال عدة آليات رئيسية، منها تثبيت الآزوت الجوي، و تزويد النبات بجزء من احتياجاته من النتروجين، وإفراز منشطات نمو مختلفة تعزز النمو الجذري وتطوير المجموع الخضري. بينت الدراسات الكمية باستخدام ميزان النتروجين وتحليل النظائر المستقرة أن نحو 30–60% من احتياجات بعض النباتات من النتروجين يمكن تأمينها بواسطة *Azospirillum* الموجودة طبيعياً على الجذور (Barbosa, 2022; Fukami *et al*., 2018)،العيسى، 2007)، وقد أظهرت إمكانياتها في تحسين إنتاجية المحاصيل في المناطق الجافة وشبه الجافة (Egamberdieva *et al*., 2019) ، مما يمكّن النباتات من تحمل تراكم أيونات الصوديوم وتحسين استخدام الماء والعناصر الغذائية تحت ظروف التربة المالحة (Zhang *et al*., 2023; Bashan *et al*., 2010; Dobbelaere *et al*., 2003) . تشير الدراسات إلى أن *Azospirillum* تؤدي دورًا محوريًا في تعزيز قدرة النبات على تحمّل مختلف أنواع الإجهادات الحيوية وغير الحيوية، وذلك

من خلال تنشـيط الآليات الدفاعية وتحسـين كفاءة أنظمة التحمّل الفيزيولوجي؛ فقد أوضـحت مراجعة علمية أن التلقيح بهذه البكتيريا يسـهم في رفع جاهزية الجهاز المناعي النباتي، وتحفيز اسـتجابات التكيّف تحت ظروف الإجهاد المختلفة (Fukami and Hungria, 2018) ، وفي السـياق نفسـه، بيّنت الدراسـات أن *Azospirillum* يعمل على زيادة تراكم مضـادات الأكسـدة (Giri, and, Chattaj, 2025)، ، كما أكدت دراسـات أخرى على المحاصـيل الحقلية أن اسـتخدام *Azospirillum* في الذرة أدى إلى زيادة واضـحة في الغلة، ما يعكس فعاليته كملقّح حيوي واعد في النظم الزراعية المستدامة، وبصورة أوسع أثبتت دراسات متعددة أن التلقيح بهذه البكتيريا يحسّـن إنتاجية محاصـيل مختلفة مثل القمح، الأرز، البطاطا، الفاصـولياء والذرة تحت ظروف الإجهاد الملحي، من خلال تعزيز نمو المجموع الجذري، و تحسين كفاءة استخدام الماء والنتروجين، ورفع قدرة النبات على مقاومة الإجهاد الأسـموزي (Kumar *et al*., 2021; Yasmin *et al*., 2021; Naqqash *et al*., 2022; Omer, 2022; Ali and Mahmood, 2022; Barbosa, 2022).

أوضحت دراسة أخرى أن تلقيح بذور القطن بـ *Azospirillum* بالتزامن مع استخدام الزنك النانوي أدى إلى زيادة نشاط إنزيمات الكاتالاز (CAT) ، البيروكسيداز (POD) ، وبوليفينول أوكسـيداز (PPO) تحت ظروف الإجهاد الملحي، مما سـاهم في تحسـين نمو النبات ومقاومته للملوحة (Samantaray, 2024). تُبرز هذه النتائج أهمية اسـتخدام *Azospirillum* كتقنية بيولوجية فعالة لتعزيز تحمل القطن للإجهاد الملحي من خلال تحسـين النشـاط الإنزيمي وتعزيز التغذية النباتية.

أظهرت العديد من الدراسـات الحقلية الخاصـة بمحصـول القطن أنّ التلقيح الحيوي بـ *Azospirillum* ينعكس إيجابًا على مكوناته الإنتاجية المختلفة، حيث سُـجلت زيادات معنوية في عدد الأزهار والجوزات، ووزن الجوزة، وعدد الأفرع الثمرية، وهو ما أسـهم مباشـرة في تحسـين الإنتاجية النهائية للمحصـول (El-Esawi *et al*., 2020; Mahmood *et al*., 2023; Nawaz *et al*., 2023). ولم يقتصـر تأثير التلقيح الحيوي على زيادة الغلة فحسـب، بل امتد ليشـمل تحسين جودة الألياف، إلى جانب تقصـير المراحل الفينولوجية للنمو، وهو مؤشـر واضـح على كفاءة *Azospirillum* في تسـريع الدورة الإنتاجية للقطن تحت ظروف الإجهاد المختلفة

(Ali and Ahmed., 2021; Ghazala *et al*., 2022; Saeed *et al*., 2018)، وعند مقارنة أنظمة التسميد المختلفة، تبيّن أنّ الجمع بين التسميد العضوي والتلقيح الحيوي بـ *Azospirillum* أدى إلى نتائج تفوقت على التسميد المعدني التقليدي وحده، مما يؤكد أهمية تبنّي استراتيجيات متكاملة تجمع بين المدخلات الحيوية والعضوية، ولا سيما في البيئات المتأثرة بالملوحة (Saha & Mandal, 2017; Nadeem *et al*., 2014; Khan *et al*., 2009) وفي هذا السياق، أظهرت الدراسات الحقلية أنّ تلقيح بذور القطن بـ *Azospirillum* حسّن مؤشرات النمو الخضري، بما في ذلك ارتفاع النبات وعدد الأفرع، مما عزز قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية والتمثيل الضوئي (Patil, 2011)، إضافة إلى ذلك، تبيّن أنّ دمج التلقيح الحيوي مع مستويات منخفضة من الأسمدة النتروجينية أسهم في زيادة عدد الجوزات ووزنها وتحسين جودة الألياف، مع تعويض جزئي لانخفاض كميات الأسمدة المعدنية المستخدمة (Nadeem *et al*., 2014) وأكدت دراسات أخرى قدرة *Azospirillum* على تعزيز مقاومة نبات القطن لإجهاد الملوحة من خلال تحسين الخصائص الفسيولوجية، وتحسين الخصائص النوعية لمحصول القطن مثل زيادة نسبة الغزل (GOT) وطول التيلة، بالإضافة إلى خفض الإصابة بفيروس تجعد أوراق القطن بنسبة وصلت إلى 36% مقارنةً بمعاملة الشاهد غير الملقحة (Osman & Karademir, 2019; Zhang *et al*., 2023) و أشار كل من (Singh *et al*. 2020; Gul *et al*. 2021) إلى تفوق استخدام الأسمدة الحيوية–العضوية المتكاملة في رفع إنتاجية القطن بنسبة تراوحت بين 40–60% مقارنةً بالتسميد التقليدي.

أهمية ومبررات البحث: تعاني الترب في منطقة حوض الفرات الأدنى من مستويات مرتفعة من الملوحة، مما ينعكس سلبًا على نمو وإنتاجية المحاصيل بشكل عام، وخاصة محصول القطن الذي يعد من المحاصيل الإستراتيجية في المنطقة، **الأمر الذي يجعل البحث عن حلول مبتكرة ومستدامة لرفع كفاءة الإنتاج في هذه الترب أولوية.، كما تبرز الحاجة لاستخدام أساليب زراعية مستدامة بديلة عن التسميد الكيميائي المكلف.** إذ يُعد الدمج بين التسميد العضوي والتلقيح الحيوي بـ *Azospirillum.* Spp أحد الأساليب الواعدة لتحسين تغذية النبات في البيئات المتأثرة بالملوحة، من خلال تعزيز تثبيت الآزوت الحيوي مما

يسهم في تقليل الاعتماد على الأسمدة المعدنية المكلفة وخفض التلوث البيئي الناتج عن الإفراط في استخدامها؛ من جانب أخر هناك محدودية في الدراسات المحلية حول التلقيح الحيوي للقطن في الأراضي المالحة السورية، في ظل أنظمة تسميد مختلفة، من شأن هذه الدراسة سد فجوة معرفية مهمة، وتوفير بيانات علمية تطبيقية تسهم في تعميم استخدام اللقاحات الحيوية الملائمة لظروف المنطقة، واعتمادها ضمن حزم الممارسات الزراعية المحسّنة للمزارعين.

أهداف البحث :

هدف البحث الى دراسة تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* spp على بعض المؤشرات المورفولوجية والفينولوجية والتكاثرية والإنتاجية لنبات القطن (صنف دير 22) المزروع في تربة مالحة عند استخدام مستويات مختلفة من السماد العضوي والمعدني.

مواد وطرائق البحث:

أُجريت الدراسة في محافظة دير الزور ضمن حوض الفرات الأدنى خلال موسمي العروة الربيعية والعروة الخريفية، بهدف دراسة تأثير تلقيح بذور القطن بـ *Azospirillum* spp. تحت ظروف الإجهاد الملحي. استُخدم صنف القطن دير 22، وزُرعت البذور في تربة ملوحتها 8.1 dS/m، بعد إجراء التحاليل الكيميائية الأساسية للتربة وفق الطرق القياسية. تم عزل سلالات *Azospirillum* spp من ترب متفاوتة الملوحة من المنطقة نفسها، ثم نُقّيت وشُخّصت مخبريًا، واُستُخدم المعلّق البكتيري بتركيز (10^7 CFU/ml) في تلقيح البذور (العيسى، 2005)، جرى التلقيح مباشرة قبل الزراعة. بلغت مساحة القطعة التجريبية 8 م² وضمت 25 نباتًا. وتمت الزراعة على خطوط المسافة بين الخطوط 60 سم، والمسافة بين النبات والأخر 70 سم، مع ترك مسافات بين القطع التجريبية بحدود 75 سم، وبذلك تكون المساحة الكلية للتجربة مع الفواصل بحدود 500 م^2. شملت المعاملات عاملين رئيسيين هما: عامل التلقيح الحيوي (ملقح / غير ملقح)، وعامل التسميد: وله سبعة مستويات موزعة كالتالي:

- بدون إضافة سماد عضوي أو معدني
- ثلاث مستويات من السماد العضوي (سماد روث أبقار) (10، 20، 40 طن/ هكتار)

- ثلاث مستويات من السماد المعدني : (150-100-0)، (100-100-0)، (50-100-0) كغ/ هـ من K-P-N، مع توحيد عمليات الري والتسميد والمكافحة في جميع المعاملات والموسمين. مع الاخذ بعين الاعتبار أن الأسمدة النتروجينية المستخدمة هي اليوريا، والفوسفاتية هي السوبر فوسفات.

التحليل الإحصائي: نُفذت التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات، حيث تم ترميز المعاملات وفق مايلي: المعاملات الملقحة (l)، غير الملقحة (n)، التسميد العضوي (o)، والتسميد المعدني(m). وبناء على هذا التوزيع إجمالي معاملات الدراسة 14 معاملة، وبوجود 3 مكررات لكل معاملة أصبح العدد الكلي للوحدات التجريبية 42 وحدة، وقد تم تحليل البيانات إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS ، وذلك لاستخراج الفروقات المعنوية بين المعاملات وفقاً لتصميم التجربة.

جدول(1) يوضح معاملات التجربة

رقم المعاملة	رمز المعاملة	الأسمدة المضافة
1	l	شاهد ملقح بدون إضافة سماد عضوي ومعدني
2	io1	ملقحة + 10 طن سماد عضوي أبقار
3	io2	ملقحة + 20 طن سماد عضوي أبقار
4	io3	ملقحة + 40 طن سماد عضوي أبقار
5	im1	ملقحة+ (150-100-0) سماد معدني K-P-N على التوالي
6	im2	ملقحة+ (100-100-0) سماد معدني K-P-N على التوالي
7	im3	ملقحة+ (50-100-0) سماد معدني K-P-N على التوالي
8	n	شاهد غير ملقح بدون إضافة سماد عضوي ومعدني
9	no_1	غير ملقحة + 10 طن سماد عضوي أبقار
10	no_2	غير ملقحة + 20 طن سماد عضوي أبقار
11	no_3	غير ملقحة + 40 طن سماد عضوي أبقار
12	nm_1	غير ملقحة+ (150-100-0) سماد معدني K-P-N على التوالي
13	nm_2	غير ملقحة+ (100-100-0) سماد معدني K-P-N على التوالي

رقم المعاملة	رمز المعاملة	الأسمدة المضافة
14	nm_3	غير ملقحة+ (50-100-0) سماد معدني N-P-K على التوالي

التحاليل الكيميائية للتربة الأساسية :(في عودة وشمشم، 2007)

قياس الـ (pH) في مستخلص التربة (1:2.5)، و تحديد الناقلية الكهربائية (Ece) في مستخلص العجينة المشبعة، و تقدير المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة باستخدام ثنائي كرومات البوتاسيوم وفق طريقة والكي-بلاك المعدّلة، وتحديد الكربونات الكلية ($CaCO_3$%) باستعمال جهاز الكالسيميتر، وقياس سعة التبادل الكاتيوني (CEC) وفق الطريقة القياسية بالأسيتات، وتقدير الآزوت الكلي بطريقة كلداهل التقليدية، وتقدير الفوسفور المتاح باستخدام طريقة أولسن (Olsen *et al*. 1954)وبالتحليل الطيفي (Spectrophotometer)، و قياس البوتاسيوم المتاح بواسطة جهاز اللهب(Flame Photometer) ، تحديد تركيز الكالسيوم والمغنيزيوم المتاحين بطريقة المعايرة المعقد بـEDTA ، حساب نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) ونسبة الصوديوم المدمص(SAR) ، قياس تراكيز الصوديوم والكلوريد الذائبين في مستخلص التربة، تحليل العناصر الصغرى المتاحة (Fe, Mn, Zn, Cu) بعد استخلاصها بطريقة DTPA.

التحاليل الكيميائية للسماد العضوي: قياس المادة العضوية بطريقة الحرق الجاف في الفرن، وتحديد المحتوى من النتروجين الكلي بطريقة كلداهل، والفوسفور بطريقة أولسن، والبوتاسيوم بجهاز اللهب، قياس الناقلية الكهربائية (EC-1:5) لتقييم ملوحته.

الخصائص الإنتاجية لمحصول القطن:

1. المؤشـــرات المورفولوجية (Morphological Indicators) تتضـــمن:عدد الفروع الخضـــرية- عدد الفروع الثمرية- طول النباتات خلال مرحلة النضـــجٍ- وزن النبات الجاف (غ): تم قطع نباتات متســـاوية في العدد من كل قطعة تجريبية عند عقدة الجذور من كل قطعة تجريبية بالمكررات الثلاثة ثم تم تجفيفها تحت أشـعة الشـمس ثم وزنت.
2. المؤشرات الفينولوجية (Phenological Indicators):

- طول الفترة الممتدة من الزراعة حتى الإزهار: تم حصـر المدة الزمنية من الزراعة حتى تفتح أول زهرة في 20% من النباتات.
- طول الفترة من الزراعة حتى النضج: تم حصر عدد الأيام من بداية الزراعة حتى تفتح أول جوزة في 20% من النباتات. سُـــجِلت هذه التواريخ من خلال الملاحظة اليومية للنباتات في الحقل.

3. المؤشرات التكاثرية (Reproductive Indicators): تشمل ما يلي:

- عدد الجوزات الكلي: تم حصـر الجوزات المتفتحة قبل القطفة الأولى مباشـرة، والجوزات غير المتفتحة بعد انتهاء القطفة الثانية، لكل قطعة تجريبية.
- عدد الجوزات المتفتحة: سُجّل لكل نبات ضمن كل قطعة تجريبية.

يتم عد الأزهار والجوزات وتسجيل نسبة العقد الناجحة من خلال الملاحظة الدقيقة.

4. المؤشرات الإنتاجية (Final Yield Indicators): وشملت:

- وزن الجوزة (غ): تم جمع الجوزات من نباتات محددة ومعلَّمة في كل قطعة تجريبية على حدة، وأُخذ متوسط وزن الجوزة الواحدة (غرام/ جوزة).
- وزن البذور/ نبات (غ): حُسِـــبَ من خلال وزن البذور الناتجة من الجوزات المتفتحة لكل نبات.
- انتاج القطن المحبوب كغ/هـ: تم وزن القطن المحبوب الناتج من كل قطعة تجريبية، ثم حُسبت إنتاجية الهكتار الواحد.
- إنتاجية القطن المحلوج كغ/هـ: جُمعت أوزان القطن المحبوب من جميع القطع التجريبية بعد حلجها، ثم حُسبت الإنتاجية الكلية للهكتار.

(Zafar, 2023; Kayoumu, 2022; Mahmood,*etal*. 2021; Sharma, 2021; Bista, 2025; Zhang, 2021; Rehman, 2020; Kimura, 2024; Sekloka,*etal*,2018)

جدول(2) بعض الخصائص الكيميائية للسماد العضوي للابقار

الخاصية	القيمة	الخاصية	القيمة
المادة العضوية الكلية (TOM %)	49.5	الناقلية الكهربائية (EC (dS/m	1.8
النتروجين الكلي N%	1.47	البوتاسيوم المتاح (K_2O %)	1.2
الفوسفور المتاح (P_2O_5 %)	0.8	نسبة الكربون إلى النتروجين C/N	19.5:1

يشير الجدول (2) إلى ارتفاع نسبة المادة العضوية (49.5%) في السماد العضوي للأبقار، مما ينعكس ايجاباً على جودة السماد وقدرته على تحسين خصوبة التربة وبنيتها. وتُعد قيم N و P_2O_5 و K_2O مناسبة لتزويد النبات بالعناصر الغذائية الأساسية، في حين أن نسبة C/N البالغة 19.5:1 تُعد مناسبة لعمليات التحلل وتحرير العناصر دون حدوث تثبيت للنتروجين، كما أن قيمة EC (1.8 dS/m) تشير الى انخفاض ملوحة السماد، مما يجعله مناسباً للاستخدام في الأراضي الملحية دون التسبب في إجهاد ملحي إضافي على النبات.

جدول (3) بعض الخصائص الكيميائية للترب المدروسة (متوسط الموسمين)

المؤشر	متوسط	دلالة المؤشرات الكيميائية
pH	8.33	تربة قلوية مرتفعة
Ece (dS/m)	8.14	ملوحة عالية جدًا
OM %	0.6	محتوى عضوي منخفض جدًا.
$CaCO_3$ %	26.2	نسبة عالية من الكربونات
SAR	18.26	ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل
CEC (meq/100g	11.67	سعة تبادل كاتيوني منخفضة نسبيًا
Ca^{2+} الذائب (meq/L)	21.2	تركيز جيد من الكالسيوم الذائب
Mg^{2+} الذائب (meq/L)	12.95	تركيز مرتفع نسبيًا
Na^{+} الذائب (meq/L)	58.11	تركيز شديد الارتفاع للصوديوم
Cl^{-} الذائب (meq/L)	34.45	مستوى عالٍ من الكلوريد
الكلي N%	0.53	منخفض جدًا
P المتاح (ppm)	10.6	منخفض.
K الذائب (ppm)	188.5	مستوى متوسط يميل للانخفاض.
Cu المتاح (mg/kg)	0.14	منخفضة
Zn المتاح (mg/kg)	0.5	
Fe المتاح (mg/kg)	0.81	
Mn المتاح (mg/kg)	0.31	

النتائج والمناقشة:

أولاً: دراسة تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* spp على بعض المؤشرات المورفولوجية (النمو الخضري) لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني:

A. عدد الأفرع الخضرية والثمرية:

تبين نتائج الجدول (4) وجود تأثير معنوي للمعاملات المدروسة على الأفرع الخضرية وكانت أقل القيم في الشاهد الملقح و غير الملقح وسجلا 3.79 و 3.73 فرعاً خضرياً على التوالي، في حين بلغت أعلى زيادة في عدد الأفرع الخضرية في المعاملتين: الملقحة بالـ *Azospirillum* و ذات المستوى 20 طن/هـ سماد الأبقار (io2) والملقحة وذات المستوى المعدني المخفض (im3) ولم يختلفا معنوياً فيما بينهما وبلغتا (5.46-6.12) فرعاً خضرياً على التوالي، كما ظهر التأثير الإيجابي للتلقيح بالـ*Azospirillum* على عدد الأفرع الثمرية فسجلت أعلى القيم عند المعاملة الملقحة بال Azospirillum و ذات المستوى 20 طن/هـ سماد الأبقار (io2) وصلت 14.91 فرعاً ثمرياً ، تلتها المعاملتين الملقتين ذات المستوى 10 طن/هـ، (io1) و وذات المستوى المعدني المخفض (im3) مسجلتة (12.66) فرعاً ثمرياً لكل منهما، في حين سجلت أدنى قيمة لها في الشاهد غير الملقح 7.18 فرعاً ثمرياً مما يشير إلى زيادة معنوية ذات دلالة إحصائية في عدد الفروع الخضرية والثمرية نتيجة الجمع بين الـ *Azospirillum* والمستوى المتوسط من السماد الأبقار والمقدر بـ 20 طن/هـ وهذا يعود إلى قدرة الـ *Azospirillum* في منطقة الريزوسفير على تنشيط النمو الخضري نتيجة زيادة النتروجين المثبت وتحفيز امتصاصه، هذه النتائج تتفق مع توصل إليه (Dahle.*etal*.2011;Bashan & de-Bashan, 2010; Bashan and Holguin 1997)، وكذلك لقدرة الـ *Azospirillum* على انتاج منظمات نمو كالأوكسينات والجبريلينات والسيتوكينينات التي من شأنها أن تحدث تغيرات مورفولوجية في القطن؛ كزيادة عدد التفرعات الخضرية، وزيادة المساحة الورقية للنبات (Vessey, 2003). إنّ زيادة عدد التفرعات الثمرية عائد إلى تحسين التوازن الغذائي بين العناصر الأساسية N-P-K، حيث يسهم التلقيح بـ *Azospirillum* في رفع كفاءة التمثيل الضوئي، ويزيد الكتلة الحيوية للنبات مما يوفر الطاقة اللازمة لزيادة عدد الفروع الثمرية، وتحسين العلاقات المائية للنبات تحت تأثير الإجهاد الملحي، حيث تُظهر النباتات الملقحة بالـ *Azospirillum* مقاومة أفضل للإجهاد الأسموزي من خلال تعزيز نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة (Egamberdieva, 2017) ، ومن جانب آخر تحسن الخواص الفيزيائية للتربة كالتهوية والنفاذية جراء وجود المادة العضوية الناتجة عن إضافات الأسمدة العضوية التي من

شأنها زيادة نشاط الجذور الجانبية وتحسين نمو المجموع الجذري الذي بدوره ينعكس إيجابيا على زيادة الأفرع الخضرية، وقد لوحظ أن زيادة عدد فروع الخضرية والثمرية في دراستنا بلغت ذروتها في المعاملة الملقحة عند 20 طن/هـ، ثم تراجعت قليلًا عند 40 طن/هـ بسبب احتمال زيادة التحلل العضوي وما يصاحبه من نقص الأوكسجين في منطقة الجذر أو زيادة الملوحة الموضعية كما يرى(Kader, 2018) ، و تؤكد الدراسات (El–Kholy, 2019; Singh *et al.*, 2020) أن دمج الـ *Azospirillum* مع السماد العضوي يُعد الأمثل لخلق توازن بين التهوية والرطوبة وتوفر العناصر الغذائية، مما يسمح للأزوسبيريلليوم بالعمل بكفاءة قصوى.

جدول (4) تأثير التلقيح بالـ *Azoprillium*.spp على عدد الفروع الثمرية وعدد الفروع الخضرية/ النبات لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني

المعاملات	عدد الفروع الخضرية/ النبات			عدد الفروع الثمرية / النبات		
	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط
I	3.82	3.75	3.79	12.53	10.74	11.64
io1	5.53	5.25	5.39	13.56	11.75	12.66
io2	6.16	6.07	6.12	15.83	13.98	14.91
io3	5.23	4.95	5.09	13.05	11.24	12.15
im1	5.03	4.95	4.99	12.74	10.94	11.84
im2	5.34	5.26	5.3	13.15	11.34	12.25
im3	5.55	5.46	5.51	13.56	11.75	12.66
N	3.81	3.64	3.73	7.82	6.53	7.18
no1	4.72	4.65	4.69	10.53	9.34	9.94
no2	5.1	4.72	4.91	10.74	9.54	10.14
no3	5.23	4.95	5.09	11.25	10.05	10.65
nm1	5.1	4.85	4.98	11.24	9.64	10.44
nm2	4.82	4.66	4.74	10.53	9.34	9.94
nm3	4.52	4.52	4.52	10.22	9.03	9.63

L.S.D 5%	0.8	0.47	0.64	2.19	1.27	1.73

من ناحية أخرى أظهرت المعاملات الملقحة بـ *Azospirillum* مع مستوى سماد معدني مخفض عن التوصية السمادية (50–100–0) كغ/هـ N–P–K تزايداً في أعداد الفروع الخضرية والثمرية مقارنة بالمعاملات الملقحة ذات المستويات الكاملة من السماد المعدني (150–100–0) و(100–100–0) كغ/هـ N–P–K إلا أنه لم يكنْ معنوياً، بينما سجلت تفوقاً معنوياً على المعاملات غير الملقحة والخاضعة لتأثر الأسمدة المعدنية، حيث سجلت (12.66–5.51) فرعا خضريا وثمريا على التوالي، وهذا يؤكد أن التلقيح الحيوي كان عاملا مهما في تعزيز النمو المتكامل وزيادة عدد الفروع المثمرة هذه النتيجة تتماشى مع (Zakzok.*etal*,2018). في حين أظهرت المعاملات غير الملقحة والخاضعة للسماد المعدني قيمًا (4.98–4.74–4.52) فروعاً خضرية و(10.44–9.94–9.63) فروعاً ثمرية، ما يعني أن التسميد المعدني وحده لم يكن كافيًا لتحسين التفرعات في ظل الملوحة. عند مقارنة تأثير نوع السماد المضاف تبين أن السماد العضوي كان أكثر تأثيرًا من السماد المعدني في كلا المؤشرين في المعاملات الملقحة ، إذ أن المادة العضوية تُحسن الخصائص الفيزيائية للتربة وتُعد وسطًا مناسبًا لنشاط البكتيريا المثبتة للنيتروجين، وعند مقارنة نتائج الموسمين تبين أن عدد الفروع الخضرية والثمرية كان أعلى في الموسم الأول مقارنة مع الموسم الثاني.

B. ارتفاع النبات، الوزن الجاف للنبات:

أظهرت النتائج (جدول–5) أن ارتفاع النباتات عند النضج كان أعلى بشكل ملحوظ في المعاملات الملقحة بـ *Azospirillum* مقارنة بالمعاملات غير الملقحة والشاهد الملقح وغير الملقح، حيث توافقت تلك النتائج مع ما أشار إليه كل من(Paul,*etal*.2011; Sharma *and* Vasudeva,2005; MacMillan, 2002) بأن التلقيح بالـ *Azospirillum* قد زاد من ارتفاع نبات القطن ووزنه؛ وارتفاع ساق الذرة وفق (Garcia.*etal*,2020)، حيث بلغ أعلى ارتفاع لنبات القطن عند المعاملة الملقحة والمضاف إليها 20 طن/هـ سماد الأبقار فوصلت 102.84

سم، أي بزيادة قدرها 30 سم عن الشاهد غير الملقح الذي سجل 72.99 سم، وبزيادة 19.5 سم عن المعاملة غير الملقحة عند نفس المستوى 83.30 سم، وعند تخفيض نسبة النتروجين المعدني إلى 60% من التوصية السمادية، سجل طول النبات 96.40 سم، مما يشير إلى فعالية التلقيح الحيوي في دعم النمو الخضري حتى عند نقص المغذيات الأساسية، ويعود هذا التحسن في طول النباتات إلى قدرة *Azospirillum* على تعزيز نمو الجذور الشعرية؛ مما يزيد من امتصاص الماء والعناصر الغذائية، و تحسين تحمل الإجهاد الملحي عبر خفض السمية المتبادلة للأيونات، وعلى تثبيت النتروجين الحيوي وتوفير كميات إضافية للنبات، فضلاً عن إفرازها للهرمونات النباتية مثل الإندول أسيتك أسيد (IAA) والجبرلين، والتي تساهم في تعزيز استطالة الخلايا وانقسامها، وتحفيز النمو الطولي للنباتات (Bashan *et al.*, 2004; Dobbelaere *et al.*, 2003; Richardson *etal*,2009).

أشارت دراسات أخرى إلى أن التلقيح بالـ *Azospirillum* حسّن نمو الأنسجة النباتية من خلال تعديل التعبير الجيني المرتبط بالاستطالة الخلوية وتحسين كفاءة استخدام النتروجين، مما انعكس إيجاباً على مؤشرات النمو الحيوية المتمثلة بارتفاع نبات القطن في التجربة (Egamberdieva *et al.*, 2019)، وعند مقارنة المعاملات الملقحة مع غير الملقحة، تفوقت الأولى في ارتفاع النبات، وأظهرت المعاملات غير الملقحة المسمدة عضوياً بمعدل 40 طن/هـ io3 مسجلة 82.05 سم، والمعاملتين غير الملقحتين مع تسميد معدني بمستوى (150-100-0) و (100-100-0) كغ/هـ N – P– K مسجلتا 87.12 – 84.4 سم على التوالي على بقية المعاملات غير الملقحة، ومع ذلك بقت أدنى من المعاملات الملقحة مما يؤكد أن التأثير الأبرز يعود إلى التلقيح بالـ *Azospirillum* وتحفيز إنتاج هرمونات النمو ورفع جاهزية العناصر الغذائية للنبات.

جدول (5) تأثير التلقيح الـ *Azoprillium*.spp على طول النباتات (سم) والوزن الجاف (غ) للنبات أثناء فترة النضج لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني

المعاملات	ارتفاع النبات سم			الوزن الجاف للنبات غ		
	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط
I	80.04	79.55	79.8	240.29	201.44	220.87
io1	102.02	92.36	97.19	300.7	232.46	266.58
io2	106.73	98.95	102.84	320.2	252.54	286.37
io3	97.84	87.4	92.62	284.8	226.38	255.59
im1	95.9	86.28	91.09	282.3	213.51	247.91
im2	97.03	89.42	93.23	287.5	218.86	253.18
im3	100.23	92.57	96.4	293.9	225.45	259.68
n	72.19	73.78	72.99	200.2	180.4	190.3
no1	83.35	77.91	80.63	258.7	200.8	229.75
no2	86.55	80.05	83.3	277	218.35	247.68
no3	88.55	82.05	85.3	305.3	232.04	268.67
nm1	91.72	87.12	89.42	300.3	227.62	263.96
nm2	85.43	84.5	84.97	282.2	213.4	247.8
nm3	80.39	77.99	79.19	248.7	205.8	227.25
L.S.D 5%	5.55	6.1	5.83	7.17	6.41	6.79

من جهة أخرى أظهرت النتائج وجود تفوق واضح للموسم الأول (العروة الربيعية) مقارنة بالموسم الثاني (العروة الخريفية) في متوسط ارتفاع النبات في جميع المعاملات. ويُعزى هذا التفوق غالبًا إلى تحسّن الظروف المناخية (درجة الحرارة 27 درجة مئوية، والرطوبة 48%) خلال الموسم الأول (العروة الربيعية)، ولاسيما ارتفاع درجات الحرارة، وازدياد ساعات الإشعاع الشمسي خلال مراحل النمو الخضري، مما ينعكس إيجابًا على زيادة معدل التمثيل الضوئي ونمو الأنسجة وارتفاع طول النبات.

كما امتد التأثير الإيجابي للتلقيح الحيوي إلى المعاملات المسمدة معدنيًا، خاصة عند خفض مستوى السماد المعدني إلى 60% من المستوى الموصى به، حيث بلغ الوزن الجاف 259.68 غ، مقارنةً بالمستويين 150-100-0 و100-100-0 كغ/هـ K-P-N اللذين سجلا 247.91 و253.18 غ على التوالي.

يُعزى هذا التحسن في الوزن الجاف في النباتات

الملقحة بـ *Azospirillum* إلى تعزيز محتوى الكلوروفيل للأوراق ورفع كفاءة البناء الضوئي من خلال زيادة امتصاص العناصر الغذائية، خصوصاً النتروجين والفوسفور والحديد، إلى جانب زيادة إنتاج مركبات مضادة للإجهاد مثل البرولين وتنشيط إنزيمات مضادات الأكسدة، مما يسهم في تخفيف الإجهاد الملحي وتحسين التوازن المائي داخل النبات. وقد أكدت دراسات متعددة هذه الآثار المحفزة للتلقيح بـ *Azospirillum*، حيث بيّن(Okon and Labandera,1994) أن التلقيح بـ *Azospirillum* قد أدى الى زيادة في الوزن الجاف بمعدل 10–30% في الظروف الطبيعية، وبنسب أعلى تحت الإجهاد الملحي، كما أوضح (Oreli *et al* 1997; Bashan and Bashan,2010) إلى أن زيادة توفر النتروجين تُحسن تراكم المادة الجافة، وقد أكد (Blaise,*etal*.2007)تفوق التسميد العضوي على المعدني في الوزن الجاف للنبات.أما على صعيد المعاملات غير الملقحة، فقد سجلت معاملة سماد الأبقار 40 طن/هـ أعلى وزن جاف (268.67 غ) مقارنة بباقي المعاملات والشاهد، وهو ما ينسجم مع ما ذكره (Chandra, 2004) بأن السماد العضوي يزيد المسطح الورقي ومن ثم الوزن الجاف نتيجة التحرر البطيء والدائم لمركبات الأزوت، وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Plaza,2004) بأن التسميد العضوي يسهم في زيادة المادة الجافة والإنتاجية. من جهة أخرى، لوحظ تفوق واضح للموسم الأول على الموسم الثاني في الوزن الجاف، ويعود ذلك إلى ملاءمة الظروف البيئية في الموسم الأول التي حفزت تراكم المادة الجافة من خلال رفع كفاءة البناء الضوئي وزيادة النمو الخضري، في حين أدى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية المتوقع حدوثها في الموسم الثاني إلى تباطؤ البناء الضوئي وزيادة معدلات التنفس، مما انعكس سلباً على تراكم المادة الجافة في أنسجة النبات.

ثانيًا: دراسة تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* spp على بعض المؤشرات الفينولوجية لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني:

طول الفترة من الزراعة حتى الإزهار وطول الفترة من الزراعة حتى النضج:

أظهرت نتائج الجدول (6) أن المعاملات الملقحة مع إضافة الأسمدة العضوية والمعدنية أثرت بشكل معنوي في الصفات الفينولوجية للقطن مقارنة بالمعاملات غير الملقحة، حيث انخفضت مدة الوصول إلى مرحلتي الإزهار والنضج مقارنةً بالشاهد غير الملقح، مما يشير إلى تحفيز فترة النمو وتقصير الدورة الإنتاجية للمحصول. لوحظ أن جميع المعاملات الملقحة بـ *Azospirillum* سجلت أقصر مدة للوصول إلى الإزهار مقارنةً بالشاهد غير الملقح، ولا سيما مع مستوى 20 طن/هـ سماد أبقار بمتوسط 64 يومًا، يليه مباشرةً التلقيح مع السماد المعدني المخفض بمعدل 60% من التوصية السمادية بمتوسط 63 يومًا، ويعزى قصر المدة هذا إلى الدور الحيوي لـ *Azospirillum* في تعزيز النمو المبكر من خلال زيادة إنتاج الهرمونات المحفزة للنمو مثل الأوكسينات والجبريلينات، مما يسرّع الانقسام والاستطالة الخلوية وبالتالي التبكير في الإزهار (Abdulla and Karademir.2019; Bashan & Bashan, 2010;Okon & sharman and Vasudeva,2005; Labandera, 1994;) كما أسهمت المادة العضوية في تحسين البيئة الجذرية وزيادة جاهزية العناصر الصغرى والكبرى وخاصة النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، مما وفّر تغذية كافية للنبات في مراحل النمو الأولى، ونتج عنه تبكير الإزهار مقارنةً بالمعاملات غير الملقحة وغير المسمدة (Cooperband *et al*., 2002; Edwards., 1992) . من جهة أخرى اتسق اتجاه النتائج في صفة النضج مع صفة الإزهار، إذ ساهم التلقيح الحيوي مع السماد العضوي في تقصير مدة النضج، وكان أقصر فترة المدة من الزراعة إلى النضج في المعاملة الملقحة مع 20 طن/هـ سماد عضوي حيث بلغ 161 يومًا، مقارنةً بالشاهد الذي تأخر في النضج إلى 186 يومًا، ويُعزى ذلك إلى ارتفاع كفاءة التمثيل الضوئي، وزيادة تراكم الكتلة

الحيوية، واستقرار التوازن الغذائي داخل النبات، مما يسرع اكتمال دورة النمو (Mahmoud & Mohammad, 2008; Blaise *et al.*, 2007)، بالتالي، فإن النتائج تدعم الدور التكاملي بين اللقاح الحيوي والسماد العضوي للتربة في تعزيز المؤشرات الفينولوجية لنبات القطن، مع تحسين التغذية النباتية ومقاومة الإجهادات البيئية. أما التسميد المعدني مع التلقيح بالـ *Azospirillum* فقد أدى أيضًا إلى تقصير فترة النضج، ولكن بدرجة أقل من التسميد العضوي مع التلقيح بالـ *Azospirillum*، مما يشير إلى تفوق المادة العضوية في تعزيز التوازن الغذائي وتحسين البيئة الحيوية للريزوسفير، والذي ينعكس في استدامة تأثير التلقيح وزيادة جاهزية العناصر على مدار الموسم (Monchaud, 2005) بالمقابل أظهرت النتائج أن استخدام الأسمدة العضوية والمعدنية في المعاملات غير الملقحة قد أسهم في تحسين الفترات الفينولوجية لنبات القطن مقارنةً بمعاملة الشاهد غير الملقح، وذلك من خلال تقصير الفترة من الزراعة حتى الإزهار والنضج، وإن كان هذا التحسن أقل وضوحًا عند مقارنته بالمعاملات الملقحة بـ *Azospirillum*. فقد أدى التسميد العضوي إلى تبكير الإزهار والنضج بشكل أفضل من التسميد المعدني غير الملقح، حيث سجلت معاملات السماد العضوي بمستوياته الثلاث 10–20–40 طن/هـ انخفاضًا معنوياً في عدد الأيام اللازمة لبدء الإزهار والنضج مقارنةً بالشاهد غير الملقح، مما يعكس الدور المحوري للسماد العضوي في تعزيز النشاط الحيوي للتربة وتحسين البيئة الجذرية للنبات (Brady & Weil, 2017; Cooperband *et al.*, 2002)، ويُعزى هذا التحسن أيضا إلى قدرة المادة العضوية على تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، و إلى إطلاق مركبات منشطة للنمو مثل الأحماض الدبالية والفولفيكية نتيجة تحللها، وبذلك تسهم في تعزيز امتصاص العناصر الغذائية وتنشيط العمليات الأيضية داخل النبات، وبالتالي رفع كفاءة البناء الضوئي وزيادة تراكم المادة الجافة في أنسجة النبات (Chen *et al.*, 2004; Canellas *et al.*, 2015) وقد انعكس ذلك في صورة تبكير نسبي في مراحل الإزهار والنضج في المعاملات غير الملقحة مقارنة بالشاهد غير الملقح، لاسيما في مستوى 40 طن/هـ الذي كان الأكثر تأثيرًا بين مستويات السماد العضوي غير الملقح، نظرًا لتحرير العناصر بصورة مستدامة خلال الموسم (Edwards *et al.*, 1992) . أما التسميد المعدني غير الملقح، فقد حقق تحسنًا متوسطًا في المؤشرات الفينولوجية لنبات القطن مقارنة بالشاهد، إلا أنه جاء دون مستوى التحسين الذي حققه التسميد العضوي، ويمكن تفسير ذلك بأن

التسميد المعدني يوفر العناصر الغذائية بشكل سريع الذوبان، إلا أن تأثيره يكون قصير الأمد نسبيًا مقارنةً بالسماد العضوي، ولا ينعكس بصورة واضحة على تحسين صفات التربة الحيوية أو دعم الكائنات الدقيقة النافعة، مما يقلل من استدامة الامتصاص واستمرارية توفير العناصر الغذائية طوال الموسم (Marschner, 2012; Taiz & Zeiger, 2010). لوحظ تفوق الموسم الأول على الثاني في تبكير كل من الإزهار والنضج في معظم المعاملات. ويعزى ذلك إلى الاختلافات البيئية بين الموسمين؛ حيث تميز الموسم الأول بدرجات حرارة معتدلة وأشعة شمس أعلى ملاءمة لنبات القطن، مما حفّز النمو وتراكم المادة الجافة وبالتالي التبكير في المراحل الفينولوجية، في حين أدى انخفاض الحرارة وارتفاع الرطوبة كما هو متوقع في بعض فترات الموسم الثاني إلى إبطاء العمليات الفسيولوجية، وبالتالي أطال الفترة الزمنية للوصول إلى الإزهار والنضج (Plaza *et al.*, 2004; Chandra, 2004).

جدول (6) تأثير التلقيح الـ *Azoprillium*.spp في طول الفترة من الزراعة حتى الإزهار، وطول الفترة من الزراعة حتى النضج لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني

المعاملات	طول الفترة من الزراعة حتى الإزهار			طول الفترة من الزراعة حتى النضج		
	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط
I	68	72	70	172	183	178
io1	62	64	63	160	168	164
io2	57	70	64	156	165	161
io3	63	70	66	164	172	168
im1	65	70	68	165	173	169
im2	60	72	66	167	175	171
im3	58	68	63	159	172	166
n	74	79	77	182	190	186
no1	70	76	73	174	184	179

no2	68	73	71	171	181	176
no3	66	69	68	167	174	171
nm1	67	72	70	166	178	172
nm2	69	74	72	171	180	176
nm3	72	76	74	173	184	179
L.S.D 5%	2.01	3.33	2.7	2.9	3.2	3.1

ثالثا: دراسة تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* spp في بعض المؤشرات التكاثرية (عدد الجوزات الكلي و عدد الجوزات المتفتحة) لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني:

أظهر التلقيح بـــ *Azospirillum* تأثيراً إيجابياً واضحاً على المؤشرات التكاثرية للقطن، بما في ذلك عدد الجوزات الكلية وعدد الجوزات المتفتحة في النبات الواحد في جميع المعاملات الملقحة مقارنة بالمعاملات غير الملقحة والشاهدين (الشاهد الملقح والشاهد غير الملقح)، بغض النظر عن نوع السماد ومستواه (جدول-9). وسجلت أعلى القيم لهذه المؤشرات في المعاملة الملقحة بمستوى 20 طن/هـــــ ســماد أبقار، حيث بلغت (17.77-22.65) جوزات كلية ومتفتحة/النبات على التوالي، مقابل (13.00-18.35) جوزات كلية ومتفتحة/النبات في المعاملات غير الملقحة عند نفس المستوى، تليها المعاملة الملقحة مع 10 طن/هـ سماد أبقار والمعاملة الملقحة والمخفضة ب60% من التوصية السمادية المعدنية بمتوسطين 21.00و20.75 جوزات كلية/ النبات على التوالي و15.74- 16.26 جوزات متفتحة/ النبات. في المقابل، أعطت معاملة الشاهد غير الملقح أدنى قيمة بلغت 15.50 جوزة كلية/نبات و 9.50 جوزة متفتحة/ نبات، وسجلت بقية المعاملات فروقا معنوية واضحة مقارنة مع الشاهد غير الملقح هذه النتائج تشير إلى أن التلقيح بـــ *Azospirillum* مع مستوى متوسط من السماد العضوي (20 طن/هـــ) أدى إلى زيادة معنوية في تكوين الجوزات، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه كل من (Bashan & de-Bashan, 2010; Okon and Labandera, 1994) بأن *Azospirillum* يعزز النمو الخضري والتكاثري للنبات من خلال إنتاج الأوكسينات والسيتوكاينينات التي تنشط تكوين الأزهار والعقد، كما أوضحت دراسة (El-

Khawas & Adachi ,1999) التي بينت أن التلقيح بـــ *Azospirillum* أدى إلى زيادة معنوية في عدد الجوزات المتفتحة في القطن، ما يدل على تأثير واضح للتلقيح والتسميد العضوي والمعدني في تحسين الأداء التكاثري للقطن، خاصة في الظروف الملحية. كذلك بيّنت المعاملة الملقحة مع خفض نسبة النتروجين إلى 60 % تفوقاً معنوياً مقارنة بالمعاملتين الأخريين ذواتي الإضافات السمادية الأعلى، ويعود التحسن الملحوظ في هذه المؤشرات إلى قدرة *Azospirillum* على تعزيز توافر النتروجين وتحفيز امتصاص العناصر الكبرى، بما في ذلك البوتاسيوم، من التربة، بالإضافة إلى دورها في تحفيز نشاط الميكروبات المحللة للفوسفور والعناصر الصغرى، مما يزيد من توافر الغذاء للنبات خلال مراحل نمو الجوزة وتكوينها (Vacheron *et al.*, 2013) كما أن استخدام السماد العضوي ساهم بشكل إضافي في تحسين المؤشرات السابقة عبر تحلل بطيء وتزويد النبات بالعناصر الغذائية بشكل متوازن طيلة فترة النمو، بما يتوافق مع ما أشار إليه(Kar and Bhawan, 1991)

جدول (9) تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* spp في عدد الجوزات الكلية والمتفتحة /نبات لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني

المعاملات	عدد الجوزات الكلي/ نبات			عدد الجوزات المتفتحة/ نبات		
	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط
I	16.6	16.1	16.4	11.5	10.5	11
io1	22.2	19.8	21	17.28	15.23	16.26
io2	24.5	20.8	22.65	19.45	16.08	17.77
io3	21.98	19.4	20.69	16.68	14.69	15.69
im1	20.17	18.66	19.42	15.35	13.26	14.31
im2	20.47	18.86	19.67	15.62	13.43	14.53
im3	22	19.5	20.75	16.98	14.5	15.74

9.5	8.7	10.3	15.5	12.8	13.2	n
12.62	12.13	13.11	18.2	17.5	18.9	no1
13	12.3	13.7	18.35	17.7	19	no2
13.5	12.7	14.3	18.7	18	19.4	no3
13.45	12.8	14.1	18.4	17.6	19.2	nm1
13.01	12.32	13.7	17.9	16.96	18.84	nm2
12.26	11.87	12.64	17.33	16.4	18.26	nm3
0.31	0.29	0.32	0.49	0.51	0.46	L.S.D 5%

بالمقابل أظهرت المعاملات غير الملقحة والمضاف لها الأسمدة العضوية بمختلف مستوياتها تحسناً تدريجياً في عدد الجوزات الكلية والمتفتحة مقارنة بمعاملة الشاهد غير الملقح، إذ سجلت أعلى القيم عند عند مستوى 40 طن/هـ سماد أبقار حيث سجلت (18.70 جوزة كلية و13.50 جوزة متفتحة/ النبات)، مما يؤكد دور المادة العضوية في تعزيز العقد وتقليل تساقط الجوزات عبر تحسين خصوبة التربة وبنيتها ورفع كفاءة امتصاص العناصر الغذائية (Brady & Weil, 2017; Kumar *et al.*, 2021) مما يدعم تكوين الجوزات ونموها، حتى في غياب التلقيح الحيوي، في حين حققت المعاملات غير الملقحة والمضاف لها السماد المعدني بمعدلاتها الثلاث أيضاً تفوقاً على الشاهد غير الملقح، لكنها جاءت أقل من معاملات السماد العضوي غير الملقح، مما يشير إلى أن العناصر المعدنية تحفّز تكوين الجوزات لكنها تفتقر إلى تحسين خواص التربة الحيوية بشكل مستدام، لعدم دعمها الكائنات الدقيقة المفيدة المسؤولة عن تعزيز التمثيل الغذائي للنبات واستدامة الامتصاص الغذائي (Abd El-Lateef & El-Metwally, 2020) وبالتالي فإن استفادة النبات من التسميد المعدني تكون جيدة في مراحل النمو الأولى، لكنها أقل كفاءة على المدى الطويل مقارنة بالعضوي. من جهة أخرى عند مقارنة الموسمين، يُلاحظ أن الموسم الأول سجل قيمًا أعلى بشكل عام من الموسم الثاني، قد يُعزى ذلك إلى الاختلاف في الظروف المناخية، خاصة درجات الحرارة وطول فترة الإشعاع الضوئي التي تؤثر على نجاح العقد وبقاء الجوزات حتى النضج.

رابعاً: تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* spp في بعض المؤشرات الإنتاجية النهائية لنبات القطن الانتاجية في تربة متأثرة بالملوحة مزروعة بالقطن تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني:

1) **وزن الجوزة ووزن البذور:**

أولاً – وزن الجوزة (غ): أظهرت نتائج الجدول (11) فروقاً معنوية بين المعاملات الملقحة وغير الملقحة بغض النظر عن الإضافات السمادية عضوية كانت أم معدنية ومستويات إضافتها، حيث تراوح متوسط وزن الجوزة بين 4.15غ في معاملة الشاهد غير الملقح و 5.75 غ في المعاملة الملقحة بـ*Azospirillum* والمزودة بـ20 طن/هـ من السماد العضوي، إذ ساهم التلقيح في تحسين النمو الجذري وامتصاص العناصر الغذائيةN ، P، K، مما أدى إلى زيادة حجم الجوزة وتراكم المواد الجافة فيها، وهذا يتوافق مع ما أشار إليه Bashan & de-Vessey , 2003; Bashan, 2010)، في حين أظهرت المعاملات المعدنية الملقحة والتي خُفِضّ فيها النتروجين إلى 60% من التوصية السمادية حققت 5.42 غ وهذا يتفق مع ماتوصل إليه (Ahmed,*etal*.2020) الذي أشار أن إلى الدمج بين التلقيح الحيوي والتسميد المعدني المخفض زاد من عدد الجوزات ووزنها. أما بالنسبة للمعاملات غير الملقحة، فقد أدى كل من التسميد العضوي والمعدني إلى زيادة معنوية في وزن الجوزة، حيث سجلت المعاملتان 40 طن/هـ سماد عضوي (no3) والمعاملة (150-100-0) كغ/هـ سماد معدني (nm1) أعلى وزن للجوزة بلغ 5.70 غ و 5.54 غ على التوالي، دون وجود فروق معنوية بينهما ، وهو ما أكدته دراسات (El-Far & Hassan, 2021) حيث ذكر أن الملوحة العالية تؤدي إلى صغر حجم الجوزة بسبب إجهاد الماء و انخفاض نقل الكربوهيدرات نحو الأنسجة الثمرية، ويعود ذلك أيضاً نتيجة لتحسين التسميد العضوي لخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، مما يهيئ بيئة أفضل لنمو الأزهار والجوزة، في أدى إضافة الأسمدة المعدنية دون تلقيح إلى زيادة معتدلة في وزن الجوزة إذ سجلت المعاملة (150-100-0) كغ/هـ أعلى قيمة 5.54 غ بين مستويات السماد المعدني غير الملقح، إلا أن غياب التلقيح الحيوي حدّ من

امتصـــــاص العناصـــــر المعدنية بســـــبب فقد جزء منها بـالغســـــل أو التطـاير، ولقدرة الـ بـ*Azospirillum* على تقليل التأثيرات الضارة للملوحة (Rozier.*etal*,2019).

جدول (11) تأثير التلقيح الـ *Azoprillium.spp* على وزن الجوزة غ ونسبة القطفة الأولى % لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني

المعاملات	وزن الجوزة غ			وزن البذور (غ/نبات)		
	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط
I	4.86	4.18	4.52	22.32	21.2	21.76
io1	5.86	5.26	5.56	29.6	26.8	28.2
io2	6.1	5.4	5.75	30.86	27.5	29.18
io3	5.66	4.7	5.18	26.25	25.6	25.93
im1	5.32	4.64	4.98	25.82	22.89	24.36
im2	5.54	4.84	5.19	24.28	23.02	23.65
im3	5.87	4.96	5.42	27.4	24.67	26.04
n	4.3	4	4.15	20.4	19.5	19.95
no1	4.7	4.53	4.62	21.46	20.38	20.92
no2	4.82	4.63	4.73	22.62	21.58	22.1
no3	5.6	5.8	5.7	23.25	23.37	23.31
nm1	5.4	5.68	5.54	23.21	21.24	22.22
nm2	4.88	4.78	4.83	22.58	21.16	21.87
nm3	4.76	4.24	4.5	20.85	19.97	20.41
L.S.D 5%	0.19	0.21	0.2	2.97	3.57	3.27

كما ظهر تباين واضح بين الموسمين، حيث سجل الموسم الأول قيمًا أعلى من الثاني في معظم المعاملات سواء الملقحة أو غير الملقحة، ويعود ذلك لاختلاف الظروف المناخية بين العروتين، إذ توفر العروة الربيعية معدلات إشـعاع شـمسـي ودرجات حرارة ملائمة مقارنة بالعروة الخريفية، التي تتعرض لانخفاض درجات الحرارة وتقليل التمثيل الضـــوئي خلال مراحل امتلاء الجوزة (Marschner, 2012).

وزن البذور (غ/نبات): أظهرت نتائج الجدول (12) أن وزن البذور تراوح بين 19.95 غ/نبات في معاملة الشاهد (n) غير الملقح نتيجة تأثير الملوحة (Ashraf & Foolad, 2013) ، و29.18 غ/نبات في المعاملة الملقحة بـ *Azospirillum* وبمستوى 20 طن/هـ من السماد العضوي (io2)، حيث سجلت أعلى وزن للبذور بفروق معنوية واضحة، وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (Narula.*etal*,2005) بأن التلقيح بالأزوسبيريلليوم قد زاد من عدد البذور ووزنها، كذلك أحدث الدمج بين التلقيح البكتيري والسماد العضوي المعتدل التأثير الأكبر في تحسين تكوين البذور وتراكم المادة الجافة داخلها. يعزى ارتفاع وزن البذور في المعاملة الملقحة مع 20 طن/هـ سماد أبقار إلى تحفيز تثبيت النيتروجين الحيوي بواسطة *Azospirillum*، مما زاد من توافر النيتروجين القابل للامتصاص في منطقة الجذور، و تحسين امتصاص الفوسفور والبوتاسيوم نتيجة زيادة نشاط إنزيمات الفوسفاتاز والبروتيناز الناتجة عن التلقيح (Shaban *et al.*, 2021)، و تحسين كفاءة التمثيل الضوئي مما زاد من تراكم المواد الكربوهيدراتية في البذور خلال فترة الملء، ويتوافق ذلك مع ما ذكره (Bashan & de-Bashan ,2010) حول دور *Azospirillum* في رفع كفاءة استخدام العناصر الغذائية وتحسين امتلاء البذور، وكذلك مع ما أشار إليه (Vessey, 2003) بشأن تأثير الأسمدة الحيوية في تحسين إنتاج بذور القطن، كما أظهرت المعاملات الملقحة الخاضعة للتسميد المعدني خاصة تلك التي خفض فيها النتروجين 60% عن التوصية السمادية im3 تحسنا في وزن البذور فسجلت 26.04غ/ نبات، والتي لم تختلف معنوياً عن المعاملة (io2)، هذا يتفق مع ما أشار اليه (Nalayini,*etal*.2010; Narula,*etal*.2005;Ahmad,*etal*.2020) من زيادة الغلة ووزن بذور القطن تحت مستويات المنخفضة من التسميد النتروجيني بفعل وجود *Azospirillum*. في المقابل، أظهرت المعاملات غير الملقحة قيمًا أقل نسبيًا، و بالنسبة للتسميد العضوي والمعدني للبذور غير الملقحة كان التأثير المعنوي فقط في المعاملة no3 40 طن/هـ سماد عضوي وسجلت أعلى وزن بذور 23.31 غ/ نبات، مما يدل على أن الزيادة في التسميد العضوي ترفع النشاط الميكروبي، وتحسن خواص التربة مما ينعكس إيجابًا على امتلاء البذور، (Shavkat.*etal*,2023) أما

التسميد المعدني غير الملقح فأعطى نتائج متوسطة، وسجلت المعاملة ذات مستوى(150-100-0) كغ/هـ N-P-K أعلى وزن بذور 22.22 غ/ نبات، إلا أن الاعتماد عليه وحده يظل محدود الفاعلية على المدى الطويل مقارنة بدمجة مع الأسمدة الحيوية المحفزة للنمو. وسُجل وزن البذور في النبات تفوق واضح للموسم الأول على الموسم الثاني لجميع المعاملات تقريبًا، سواء الملقحة أو غير الملقحة، وتعود هذه الزيادة إلى الظروف الحرارية والضوئية الملائمة في العروة الربيعية التي تدعم عملية امتلاء البذور مقارنة بالعروة الخريفية، التي عادة ما تتعرض إلى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة، مما يقلل من تراكم المواد الجافة في البذور (Marschner, 2012).

إنتاج القطن المحبوب والقطن الاقتصادي (المحلوج):

لدى دراسة تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* على إنتاجية القطن المحبوب والمحلوج (جدول-13) تبين زيادة الإنتاجية في كافة المعاملات الملقحة مقارنة مع المعاملات غير الملقحة والشاهدين بغض النظر عن نوع السماد المضاف وكذلك مستواه. وسُجلت أعلى ارتفاع للإنتاجية في المعاملة الملقحة مع سماد أبقار بمعدل 20 طن/هـ سماد عضوي حيث وصلت إلى 1770 كغ/هـ قطن محبوب و 675 كغ/هـ قطن محلوج، يليها المعاملة المسمدة عضويا ذات المستوى 10 طن/هـ وقدرت بـ 1715 كغ/هـ محبوب و 616 كغ/هـ قطن محلوج، ولم يختلفا معنوياً فيما بينهما، وتتفق النتيجة مع ما توصل إليه (Kim.*etal*,2010;German.*etal*,2000; Abdul *etal*,2006; Eid.,2002) من زيادة الإنتاجية عند التلقيح بـ *Azosprillium*، وأشار (Maianil and Maianil, Anthofer,2007) أن التلقيح بـ *Azosprillium* عند دمجه مع الأسمدة العضوية أدى إلى زيادة ملحوظة في محصول القطن و مكوناته بنسبة 44% عن الشاهد، مما يؤكد أن المستوى المتوسط من المادة العضوية كان هو الأنسب لتحقيق توازن مستدام، حيث يحسن الخواص الفيزيائية للتربة ويوفر تغذية متوازنة من العناصر، ويعزى ارتفاع الإنتاجية في المعاملتين السابقتين (io2, io1) الى عدة عوامل منها أن التلقيح بـ *Azospirillum* يعمل على تثبيت جزء من النيتروجين الجوي وتحويله إلى صورة قابلة للامتصاص، كما يزيد من ذوبان الفوسفور والبوتاسيوم(Bashan & de-Bashan, 2010) ، أيضا من خلال تحسين بناء التربة وزيادة السعة المائية مع ارتفاع المادة العضوية، مما يحسّن بيئة الجذور في ظروف الملوحة

المرتفعة(8 dS/m) ، ويعود أيضا لتحفيز النمو الخضري والتكاثري المتوازن من خلال زيادة إنتاج الأوكسينات والجبرلينات بواسطة الـ *Azospirillum*، وهو ما ينعكس في زيادة عدد الجوزات وحجمها، وبالتالي في ارتفاع الإنتاجية الكلية(Vessey, 2003; El-Kholy, 2019) ، وكذلك لتحسين الكفاءة الفيزيولوجية للنبات تحت الإجهاد الملحي عبر خفض تراكم الصوديوم في النسج ورفع معدل امتصاص البوتاسيوم (Khan,*etal*.2023)، ما يزيد من كفاءة البناء الضوئي والنقل الكربوهيدراتي نحو الجوزات (Egamberdieva *et al*., 2017) ، من ناحية أخرى سجلت المعاملة المسمدة معدنيا والملقحة بال *Azospirillum* والتي خُفِض فيها المستوى النتروجيني إلى 60% من التوصية السمادية المقررة انتاجا جيد يقدر 1632 كغ/هـ قطن محبوب و581 كغ/هـ قطن محلوج، وهذا يتفق مع (Abdul ,*etal*,2006; Gomathy,*etal*.2008; Yasmin,*etal*.2013;) الذين أشاروا إلى زيادة إنتاجية القطن عند دمج الأسمدة الحيوية مع الأسمدة المعدنية و خفضها إلى النصف. ويشير (Khaliq,*etal*.2006) أن الدمج بين الأسمدة الحيوية والعضوية أدى إلى زيادة في انتاج القطن بشكل ملحوظ مقارنة بالدمج بين الأسمدة الحيوية والمعدنية.

جدول (13) تأثير التلقيح بالـ *Azoprillium*.spp في إنتاجية محصول القطن المحبوب و إنتاجه الكلي الاقتصادي المحلوج في لنبات القطن المزروع في تربة متأثرة بالملوحة تحت مستويات مختلفة من التسميد العضوي والمعدني

المعاملات	انتاج القطن المحبوب كغ/هـ			انتاج القطن المحلوج كغ/هـ		
	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط	موسم الأول	موسم ثان	المتوسط
I	1310	1205	1258	443	381	412
io1	1780	1650	1715	668	564	616
io2	1830	1710	1770	728	622	675
io3	1726	1474	1600	642	492	567
im1	1648	1474	1561	593	498	546
im2	1636	1445	1540	599	475	537

581	504	658	1632	1505	1759	im3
373	345	400	1200	1150	1250	n
408	374	441	1250	1210	1290	no1
443	402	483	1339	1297	1380	no2
502	455	549	1475	1425	1525	no3
461	423	499	1464	1415	1512	nm1
401	359	443	1300	1250	1350	nm2
366	330	401	1225	1180	1270	nm3
76	76	75	103	104	102	L.S.D 5%

ازدادات إنتاجية القطن بشكل مشابه في كافة المعاملات غير الملقحة المضاف لها السماد العضوي أو المعدني مقارنة مع الشاهد، وبلغت أعلى معدل للإنتاجية في المعاملة ذات المعدل 40 طن/هـ سماد عضوي حيث وصلت إلى 1475 كغ/هـ محبوب و 502 كغ/هـ قطن محلوج، لم يظهر التأثير المعنوي للأسمدة المعدنية على البذور غير الملقحة إلا في المعاملة nm1 مقارنة مع الشاهد غير الملقح وسجلت 1464 كغ/هـ قطن محبوب ما يشير إلى أن التسميد المعدني وحده لا يكفي في ظروف الملوحة دون دعم ميكروبي أو عضوي. هذا يتفق مع ما ذكره (Tao.*etal*,2017) أهمية السماد العضوي في تحسين نمو وإنتاجية محصول القطن ونوعية أليافه وأنه أعطى نتائج ملحوظة مقارنة مع الأسمدة المعدنية، وأن كفاءة استخدام النتروجين كانت أعلى في المعاملات التي استخدمت الأسمدة العضوية مقارنة مع الأسمدة المعدنية. أظهرت النتائج وجود تفوق عام للإنتاج في الموسم الربيعي مقارنة بالموسم الخريفي في جميع المعاملات، سواء كانت ملقحة أو غير ملقحة، حيث سجّل موسم العروة الربيعية متوسط إنتاج أعلى مقارنة بموسم العروة الخريفية، يمكن تفسير ذلك بعدة عوامل بيئية وفيزيولوجية؛ فعند زراعة القطن في الموسم الربيعي تستفيد النباتات من درجات حرارة معتدلة ومدة إضاءة أطول خلال مراحل النمو الخضري والتزهير، مما يحسن من معدلات التمثيل الضوئي وتكوين الجوز، بينما يتعرّض المحصول في الموسم الخريفي لتقلبات حرارية في نهاية الموسم وضعف الإشعاع الشمسي عند امتلاء الجوز، إضافة إلى احتمال تعرضه للإجهاد الملحي أو المائي مع ارتفاع التبخر.

النتائج:

لدى دراسة تأثير التلقيح بـ *Azospirillum* على القطن في التربة المالحة في ظل ظروف التسميد العضوي والمعدني يمكن الخلوص الى مايلي:

- أظهرت نتائج التلقيح بـــ *Azospirillum* spp. تحسناً ملحوظاً في في مؤشرات نمو القطن وإنتاجيته في الترب المتأثرة بالملوحة، حيث ساهم في تحسين النمو الخضري والزهري وزيادة عدد الفروع والجوزات المتفتحة ووزنها، إضافة إلى رفع الوزن الجاف والإنتاجية الكلية للقطن، وأدى إلى تسريع المراحل الفينولوجية للقطن بصورة معنوية وإلى تحسين المؤشرات التكاثرية مما انعكس إيجابًا على جودة الجوزات وتجانس النضج في كلا الموسمين.
- تُظهر النتائج أن أفضل أداء في المؤشرات الإنتاجية وجدت عند المعاملة الملقحة بـ *Azospirillum* مع 20 طن/هـ من سماد الأبقار حيث سجلت إنتاجية القطن المحبوب بالهكتار الواحد 1770 كغ/ و 675 كغ/هـ قطن محبوب، وكذلك عند المعاملة الملقحة بـــ *Azospirillum* مع 10 طن/هـــ من سماد الأبقار. والتي لم تختلف معنوياً عن سابقتها حيث سجلت 1715 كغ/هـ قطن محبوب ، و 616 كغ/هـ قطن محلوج.
- أظهرت المعاملة الملقحة بـ *Azospirillum* والمخفضة فيها كمية السماد النيتروجيني إلى 60% من التوصية السمادية أداءً إنتاجياً متميزاً، إذ حققت تحسينات واضحة في مؤشرات نمو القطن وإنتاجيته، بما يؤكد قدرة التلقيح الحيوي على رفع كفاءة النتروجين وتقليل الاعتماد على الأسمدة المعدنية، وبالتالي الحد من التلوث البيئي.
- أظهرت النتائج تفوّق الموسم الأول على الثاني في المؤشرات الإنتاجية لنبات القطن، نتيجة ملاءمة الظروف البيئية لزيادة التمثيل الضوئي وتراكم المادة الجافة.

التوصيات:

تلقيح بذور القطن بـــــ *Azospirillum* spp. يمثل استراتيجية فعالة لتعزيز النمو والإنتاجية وجودة الألياف في التربة المالحة، وخصوصا عند دمج التسميد العضوي المعتدل مع التلقيح بالـ

Azospirillum ، و رغم النتائج الواعدة، هناك حاجة لدراسات ميدانية طويلة الأمد لتقييم فعالية *Azospirillum* على القطن في ظروف ملوحة حقيقية، مع تحديد الجرعات المثلى، وفحص تأثيرها عبر مواسم ومناخات مختلفة . توصي المراجعة المستقبلية بتصميم برامج تغذية متوازنة تجمع بين التلقيح الحيوي والأسمدة العضوية، مع مراعاة إدارة المياه والتربة لتحقيق الإنتاجية المستدامة في الأراضي الملحية

المراجع العربية:

1- جرعتلي، مجد. 2011. «الثانية عالميًا في إنتاج القطن العضوي: ذهب سورية الأبيض». مجلة البيئة والتنمية(AFED) ، العدد 157، نيسان/أبريل 2011 .
2- حسين، فؤاد؛ يعقوب، عبد الله؛ وجانات، مصدّق. 2013. «دراسة محاكاة تأثير الري الناقص في محصول القطن وتقييم بعض البدائل لإدارة الري باستعمال البرنامجCropWat مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 29، العدد 1، ص ص 343–360. كلية الزراعة، جامعة دمشق .
3- عبد العزيز، محمد علي. 2009. «تأثير الملوحة على المسطح الورقي والمادة الجافة لصنفين من القطن السوري ".Gossypium hirsutum L" منشور في جامعة عدن.
4- عودة، محمود- شمشم، سمير(2008)-خصوبة التربة وتغذية النبات- منشورات جامعة حمص- كلية الهندسة الزراعية.
5- العيسى، عبدالله (2005)- علم الأحياء الدقيقة- منشورات جامعة حمص-كلية الهندسة الزراعية.
6- العيسى، عبدالله (2007)- ميكروبيولوجيا التربة- منشورات جامعة حمص-كلية الهندسة الزراعية.
7- المصطفى ؛ الجُمعة؛ درباس (2022). زراعة وإنتاج القطن. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، 1 ص.

References:

1. Abd EL- Lateef, E. M., EL- Metwally, I. M. (2020). Effect of organic manure and mineral fertilizers on growth, yield and fiber quality of cotton (Gossypium barbadense L.) Journal of Plant Production, Vol. 11(2), 95–103.
2. Abdul Khaliq 1, M Kaleem Abbasi, Tahir Hussain.(2006) Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. Bioresour Technol. PMID: 16023343.
3. Abdulla ,Dilman Osman ;Karademir Cetin.(2019). Th Effect of Biofertilizers on Cotton (Gossypium hirsutum L.) Development Yield and Fiber Technological

Properties - Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey- Global Journal of Botanical Science, , 1-9.
4. Ahmed, H.A.H., Mona, W.M.B., Yehiya, W.M.B. (2020). Response of Some Egyptian Cotton Varieties for bio fertilizer and its effect on yield, yield components and fiber traits, Water and Environment Research Institute, Agricultural Research Center Giza, Egypt, vol. 20, No. 2, 9575-9583.
5. Ali, A. M., Ahmed, ا H. A. (2021). The role of *Azospirillum* in enhancing the growth of cotton under saline irrigation, International Journal of Agriculture and Biology, Vol. 23(2), 345-353.
6. Ali, S., Mahmood, T (2022). The influence of *Azospirillum* on the physiological and biochemical attributes of cotton plants under drought stress conditions, Agricultural Water Management, Vol. 258, 107179.
7. Ashraf, mM., Foolad, M. R. (2013). Crop breeding for salt tolerance in the era of molecular markers and genomics Environmental and Experimental Botany , Vol. 92, 133–150.
8. Barbosa, J.Z, (2022). Meta-analysis of *Azospirillum* inoculation efficiency in crops. Journal of Plant Growth Regulation, Vol. 41, Issue 3, 745–758.
9. Bashan, Y., Holguin, g. (1997). "*Azospirillum* spp. and their role in plant growth promotion." In: Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Their Role in Sustainable Agriculture. Springer, Dordrecht.
10. Bashan, Y., Bashan, L.E, (2010). How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth: A critical assessment. Advances in Agronomy, Vol. 108, p. 77–136.
11. Bashan, Y., Holguin, J. (2016) *Azospirillum*: A plant growth-promoting bacterium for sustainable agriculture, Microbial Biotechnology, Vol. 9(1), 1-13.
12. Bashan, Y., Holguin, J., De-BashanE. (2004). *Azospirillum*–plant relationships: Physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003), Canadian Journal of Microbiology, Vol. 50, 8, 521–577.
13. Bista, M. K. (2025). Intensifying heat stress impacts cotton flowering and boll development Frontiers in Plant Science , Vol. 16, 12309157..
14. Blaise, D., Singh, J. V., Bonde, A. N., Tekam, A. M., Mayee, C. D. (2007). Effects of organic and inorganic fertilizers on cotton productivity in a vertisol Journal of Cotton Research and Development, Vol. 21(1), 106–110.
15. Brady, N. C., Weil, r. R. (2017). The Nature and Properties of Soils. Pearson, New York, 600p.
16. CanellasP., Olivares, F. L., Aguiar, n. O., Jones, D. L., nebbioso, a., mazzei, p., piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture, Scientia Horticulturae, Vol. 196, 15–27.
17. Casanovas E.M., Barassi C.A., Sueldo R.J. (2002). *Azospirillum* inoculation mitigates water stress effects in maize seedlings, Cereal Research Communications, Vol. 30, N2, 3-

18. Chandra, K.. (2004). Effect of organic manure on growth, yield and quality of cotton. Journal of Cotton Research, Vol. 17, 2, 85–92.
19. Chaudhary, M. T., Majeed, S., Rana, I. A., Ali, Z., Jia, Y., Du, X., Hinze, I, Azhar, M. T. (2024). Impact of salinity stress on cotton and opportunities for improvement through conventional and biotechnological approaches, BMC Plant Biology.
20. Chen, Y., Clapp, C. E., Magen, H. (2004). Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes, Soil Science and Plant Nutrition, Vol. 50, 7, 1089–1095.
21. Cooperband,. R., Bollero, J. A., Coale, F. J. (2002). Effect of organic and synthetic nitrogen fertilizer on soil nitrogen and corn productivity. Agronomy Journal, Vol. 94, 615–622.
22. Dhale, D., Chatte, S., Jadhav, V.T., (2011). Response of bioinoculents on growth, yield and fiber quality of cotton under irrigation. Agriculture and Biology Journal of North America 2 (2), 376e386.
23. Ding, B., cao, H., Zhang, J., Bai, Y., he, Z., Guo, S., Wang, B., Jia, Z., & Liu, H. (2023). Biofertilizer application improved cotton growth, nitrogen use efficiency, and yield in saline water drip-irrigated cotton fields in Xinjiang, China. Industrial Crops and Products, 205, 117553.
24. Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Vande broek, A., Vanderleyden, J. (2003) Phytohormone production by *Azospirillum* brasilense and its effect on wheat root development, Plant and Soil, Vol. 254, 97–108.
25. Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., Okon, Y. (2003) – Plant growth-promoting effects of diazotrophic bacteria, Critical Reviews in Plant Sciences, Vol. 22, 2, 107-149.
26. Edwards, C. A., (1992). Interactions between organic matter, soil organisms, and plant growth. Soil Biology and Biochemistry, Vol. 24, 1441–1447.
27. Egamberdieva, D., (2017). Salinity tolerance in plants induced by rhizosphere bacteria. Frontiers in Microbiology, Vol. 8, 1885.
28. Egamberdieva, Dilfuza, Stephan Wirth, Sonoko Dorothea Bellingrath, Kimura Jitendra Mishra and Naveen K. Arora D., (2019). Salt-Tolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Improving Crop Productivity in Saline Soil, Frontiers in Microbiology, Vol. 10, Article 1244.
29. Eid, E, (2002). Exopolysaccharide production by *Azospirillum* and its role in salt tolerance. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18(3), 271–276.
30. El-Esawi, M. A., Ali, S. (2020). Improving cotton productivity traits through *Azospirillum* inoculation, Scientia Horticulturae, Vol. 262, 109755.
31. El-Far, I. A., Hassan, A. M. 2021 – Effect of salinity and organic amendments on growth and yield of cotton (Gossypium barbadense L.)- Egyptian Journal of Soil Science, Vol. 61, 2, 145–159.

32. El-Khawas, H., Adachi, K. (1999). Identification and quantification of auxins in culture media of *Azospirillum* and Klebsiella and their effect on rice roots. Biology and Fertility of Soils, Vol. 28, 377–381.
33. El-Kholy, M. A.,. (2019) . Role of *Azospirillum* spp. in improving fiber properties and yield of cotton under salt stress- Egyptian Journal of Agronomy, Vol. 41, 3, 215–229.
34. FAO. (2020). Cotton production and climate influence: A global perspective. Food and Agriculture Organization.
35. FUKami, J., Hungria, M, 2018 – *Azospirillum*: Benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. AMB Express.
36. Garcia, J.E.; Labarthe, M.M.; Pagnussat, L.A.; Amenta, M.; Creus, C.M.; Maroniche, G.A.(2020). Signs of a phyllospheric lifestyle in the genome of the stress-tolerant strain *Azospirillum* brasilense Az19. Syst. Appl. Microbiol. 2020, 43, 126130.
37. German M.A., Burdman S., Okon Y., Kigel J. (2000). Effect of *Azospirillum brasilense* on root morphology of common bean (Phaseolus vulgaris) under different water regimes, Biology and Fertility of Soils, Vol. 32, 259-264.
38. Ghazala, H., Saeed, M. M. (2022). The role of *Azospirillum* in enhancing growth and phenological development of cotton, Plants, Vol. 11, No. 4, 111234.
39. Giri, B. R., Chattaj, S., (2025) . Unveiling the Molecular Mechanism of *Azospirillum* in Plant Growth Promotion, Bacteria, Vol. 4(3), 36.
40. Gomathy, M., Prakesh, D., Thangaraju, M., Sundaram, S.P., Sundaram, P.M.,2008- Impact of biofertigation of *Azospirillum* on cotton yield under drip irrigation. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 4 (6),695e699.
41. Gul, M., (2021).Organic amendments alleviate salinity stress and enhance fiber quality and yield in cotton. Soil Tillage Research, Vol. 207, 104870.
42. Kader, M. A.. (2018). Organic matter management and its impact on soil salinity and structure. Agricultural Water Management, Vol. 210, 77–85.
43. Kar, B Bhawan, A, (1991). Slow release of micronutrients through organic amendments. Plant and Soil , Vol. 134, No. 1, 87–96.
44. Kayoumu, M. (2022) . Genetic Variation in Morphological Traits in Cotton and Their Implications for Yield. Frontiers in Plant Science, Vol. 13, 1051080.
45. Khaliq, M. Abbasi, T. Hussain.(2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan-Agricultural and Food Sciences-Published in Bioresource Technology -Corpus ID: 23745806.
46. Khan, I., Mahmood, S., Chattha, M. U., Chattha, M. B., Ahmad, S., Awan, M. I., Alqahtani, F. M., Hashem, M., Alhaithloul, H. A. S., Qari, S. H., Mahmood, F., Hassan, M. U. (2023). Organic amendments improved the productivity and bio-fortification of fine rice by improving physiological responses and nutrient homeostasis under salinity stress, Plants (Basel), April 13; Vol. 12, 8:1644.

47. Khan, M. A., Rehman, A. U., Hussain, S. (2020). Effect of mineral fertilization on fiber quality traits of cotton under saline conditions, Agronomy Journal, Vol. 112(4), 2541–2552.
48. Khan, M. S., Zaidi, A., Wani, P. A. (2009). Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: A review, Agronomy for Sustainable Development, Vol. 29, 1, 28-30.
49. Kim K.Y., Boruah H.P.D., Kim C.W., Shagol C.C., SA T.M. (2010). Isolation and evaluation of inoculation effect of *Azospirillum* spp on growth colonization and nutrient uptake of crops under greenhouse conditions, 19th World Congress of Soil Science, Brisbane, Australia.
50. Kimura, E. (2024). Effect of Cotton Population Density on Lint Yield and Fiber Quality, Agronomy Journal, Vol. 116(2), 20497.
51. Kohler, J., Hernández, J. A., Caravaca, F., Roldán, A. (2009) . Induction of antioxidant enzymes is involved in the greater effectiveness of a PGPR versus AM fungi with respect to increasing the tolerance of lettuce to severe salt stress, Environmental and Experimental Botany, Vol. 65, 2–3, 245–252.
52. Kumar, V., Singh, R. P., Meena, R. S. (2021) – Role of organic amendments in improving soil fertility and productivity in cotton-based cropping systems, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Vol. 10(5), 145–158.
53. Macmillan, J., (2002). Occurrence of gibberelins in vascular plants, fungi and bacteria. Journal of Plant Growth Regulation 20, 387e442.
54. Mahmood T, Wang X, Ahmar S,Abdullah M, Iqbal MS, Rana RM,Yasir M, Khalid S, Javed T,Morpoblete F, Chen J-T, Shah Mknand DU X .2021- Genetic Potential and Inheritance Pattern of Phenological Growth and Drought Tolerance in Cotton (Gossypium Hirsutum L.)..Front. Plant Sci. 12:705392.
55. Mahmood, T., El-Esawi, M. A., Ali, S. (2023). The impact of *Azospirillum* inoculation on growth indices and productivity of cotton, Industrial Crops and Products, Vol. 182, 126789.
56. Mahmoud, A Mahmoud, H (2008). *Azospirillum* inoculation and salt stress mitigation in maize. Journal of Plant Nutrition , Vol. 31, No. 7, 1234–1248.
57. Mahmoud, M. E., Khalifa, H. A., Ali, N. H. (2022). Physiological and biochemical responses of cotton to *Azospirillum* inoculation under salinity, Cotton Science, Vol. 34(1), 29–40.
58. Maianil P., Anthofer J. (2007). Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* on the yield of wheat (Triticum aestivum) and barley (Hordeum vulgare) in Kermanshah and Lorestan, Iran, Proceedings of the International Workshop on Improving Karkheh Water Productivity, Karaj, Iran.
59. Marastoni, L.; Pii, Y.; Maver, M.; Valentinuzzi, F.; Cesco, S.; Mimmo, T.(2019). Role of *Azospirillum* brasilense in triggering different Fe chelate reductase enzymes in cucumber plants subjected to both nutrient deficiency and toxicity. Plant Physiol. Biochem. 2019, 136, 118–126

60. Marschner, P. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.), Academic Press, Elsevier, 684p.
61. Monchaud, P. (2005). Synergistic effects of organic fertilizer and biofertilizers on plant growth under stress, Soil Biology Biochemistry, Vol. 37, 142–150.
62. Nadeem, S. M., Zahir, Z. A., Asghar, H. N. (2014). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth and yield of cotton (Gossypium hirsutum L.) and their interaction with *Azospirillum*, Journal of Plant Nutrition, Vol. 37, No. 10, 1450-1464.
63. Nalayini, P., Sankaranarayanan, K., Anandham, R., (2010). Bio inoculants for enhancing the productivity and nutrient uptake of winter irrigated cotton (Gossypium hirsutum) under graded levels of nitrogen and phosphatic fertilizers. Indian Journal of Agronomy 55 (1), 64e67.
64. Naqqash, T.; Malik, K.A.; Imran, A.; Hameed, S.; Shahid, M.; Hanif, M.K.; Majeed, A.; Iqbal, M.J.; Qaisrani, M.M.; Van Elsas, J.D. (2022). Inoculation With *Azospirillum* spp. Acts as the Liming Source for Improving Growth and Nitrogen Use Efficiency of Potato. Frontiers in Plant Science, Vol. 13, Article 929114.
65. Narula, N., Saharan, B., Kumar, V., Bhatia, R., Bishnoi, L.K., Lather, B.,Lakshminarayana, K., (2005). Impact of the use of biofertilizers on cotton (Gossypium hirsutum) crop under irrigated agro-ecosystem. Archives of Agronomy and Soil Science 51 (1), 69e77.
66. Nawaz, F., Ghazala, H., Mahmood, T. (2023). Enhancing phenological productivity of cotton using *Azospirillum* bacteria, Scientia Horticulturae, Vol. 312, 112345.
67. Okon, Y., Labandera-Gonzalez, C.A. (1994). Agronomic applications of *Azospirillum*: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation, Soil Biology and Biochemistry, Vol. 26(12), 1591–1601.
68. Olsen, S.R., Colle, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A, 1954 – Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium carbonate. U.S. Department of Agriculture Circular 939.
69. Omer, A.M., (2022) Inoculation with *Azospirillum* brasilense and/or organic amendments mitigates salinity effects. Journal of Environmental Management, Vol. 302, Article 113967.
70. Oreli, L., Fox, R. H., Piekielek, W. P. (1997). Contribution of nitrogen fertilization and residual soil nitrate to leaching losses of nitrate in maize production, Plant and Soil, Vol. 190, 2, 213–220.
71. Osman Abdulla, D., Karademir, C. (2019). The effect of biofertilizers on cotton (Gossypium hirsutum L.) development, yield and fiber technological properties, Global Journal of Botanical Science, Vol. 7, pp. 1–9.
72. Patil, M. B. (2011). Effect of *Azospirillum* on fibre quality and yield of irrigated cotton. Asian Journal of Bio Science, 6(2): 188–190.

73. Paul, D., Lade, H. 2015 – Plant-growth-promoting rhizobacteria to improve crop growth in saline soils: a review, Agronomy for Sustainable Development, Vol. 34, No. 4, 737-752.
74. Paul, S., Rathi, M., Tygai, S.P., (2011). Interactive effect with AM fungi and Azotobacter inoculated seed on germination, plant growth and yield in cotton (Gossypium hirsutum). Indian Journal of Agricultural Sciences 81 (11), 1041e1045.
75. Plaza, C.,. (2004). Soil organic matter and nutrient availability in response to long-term organic fertilization, Soil Science Society of America Journal, Vol. 68, 124–134.
76. Tao, S. Wakelin, Author G. Chu.(2017).Organic Fertilization Enhances Cotton Productivity, Nitrogen Use Efficiency, and Soil Nitrogen Fertility under Drip Irrigated Field-Agricultural and Food Sciences Agronomy Journal- Published 1 November 2017
77. Rehman, A. (2020). Heritability and Correlation Analysis of Morphological and Yield Traits in Cotton, Journal of Cotton Research, Vol. 3(1), 67.
78. Richardson, A., Barea, J., Mcneill, A., Prigent-Combaret, C., (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion bymicroorganisms. Plant Soil 321, 305e339.
79. Rozier, C.; Gerin, F.; Czarnes, S.; Legendre, L. (2019). Biopriming of maize germination by the plant growth-promotion rhizobacterium *Azospirillum* lipoferum CRT1. J. Plant Physiol. 237, 111–119.
80. Saeed, M. M., Ali, N., El-Masry, A. A. 2018- Effect of *Azospirillum* inoculation on cotton growth and yield under water stress conditions. Industrial Crops and Products, 115, 26-32.
81. Saha, S., Mandal, S. (2017). Effect of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of rice (Oryza sativa L.) and their interaction with *Azospirillum*, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Vol. 6, 8, 1573-1580.
82. Samantaray, A., (2024). Application of *Azospirillum* sp. and nano zinc interaction significantly increased antioxidant enzyme activity especially CAT and PPO enzymes under prolonged salt stress in cotton, Journal of Plant Growth Regulation.
83. Sekloka -Emmanuel, Sabi -Albert Kora, Zinsou -Valérien Amégnikin, Aboudou -Abib, Ndogbe -Cyrille Kanli, Afouda- Léonard And Baba-Moussa -Lamine.(2018). Phenological, morphological and agronomic characterization of sixteen genotypes of cotton plant (Gossypium hirsutum L.) in rainfed condition in Benin. Journal of Plant Breeding and Crop Science. Vol. 10(2), pp. 33-40
84. Shaban, K. A., El-Masry, A. A., El-Sherif, A. M. (2021). Impact of biofertilizers on nutrient uptake and yield of cotton under salinity stress, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, Vol. 184(3), 432–445.

85. Shahrajabian, M.H.; Cheng, Q.; Sun, W.(2023). The importance of neglected and underutilized medicinal plants from South America in modern pharmaceutical sciences. Lett. Drug Des. Discov. 2023, 19, 1688–1706.
86. Sharma, A. (2021). Use of Growing Degree Indicator for Developing Adaptive Cotton Cultivars, Field Crops Research, Vol. 258, 107957.
87. Sharma, P.; Vasudeva, M.(2005). Azide resistant mutants of Acetobacter diazotrophicus and *Azospirillum* brasilense increase yield and nitrogen content of cotton. J. Plant Interact. 2005, 3, 145–149.
88. Shavkat Jabborov, Bakhrom Azimov and Mukambar Musurmonova. (2023). Effect of organic fertilizers on agrochemical properties of soil and growth, development and yield of cotton. Environmental and Agricultural Engineering. Article Number-02012-p7.
89. Singh, R. K., Choudhary, A. K. (2022). Soil microbial inoculation improves physiological efficiency and lint yield of cotton under salt stress, Journal of Cotton Research, Vol. 5, No. 1, 12–20.
90. Singh, R. K., (2020). Effect of biofertilizers and organic manure on fiber quality of cotton under saline conditions, Journal of Cotton Research, Vol. 3(2), 45–54.
91. Taiz, L., Zeiger, E. (2010). Plant Physiology (5th ed.), Sinauer Associates, 782p.
92. Vacheron, J., Desbrosses, G., Bouffaud, M. L., Tourain, B., Moënne-Loccoz, Y., Muller, D., Legendre, L., Wisniewski-Dyé, F., Prigent-Combaret, C. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning, Plant and Soil, Vol. 370, 1–2, 1–34.
93. Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, Vol. 255: 571–586.
94. Yasmin, H., Bano, A., Wilson, N. L., Nosheen, A., Naz, R., Hassan, M. N., Dodd, I. C. (2021). Plant growth-promoting rhizobacteria improve growth and salt tolerance of Phaseolus vulgaris in salt-affected soils, Euphytica, Vol. 217, 9, 1–15.
95. Yasmin, S., Hafeez, F., Schmid, M., Hartmann, A., (2013). Plant-beneficial rhizobacteria for sustainable increased yield of cotton with reduced level of chemical fertilizer. Pakistan Journal of Botany 45 (2), 655e662.
96. Zafar, M.M. (2023)- Exploiting Morphophysiological Traits for Yield Improvement in Cotton._International Journal of Cotton Science_, Vol. 23(4), 45-58.
97. Zahir, Z. A., Arshad, M., Khalid, A. (2004). Role of plant growth promoting rhizobacteria in improving the productivity of crops, Journal of Plant Nutrition, Vol. 27, 3, 399-407.
98. Zakzok, A.K., Abdrabou, R.TH., Arafa, A.S. Abd‐ Elsamad, G.A.A. (2018). Response of cotton yield and lint properties to mineral N.P.K. nano‐ fertilization. Arab Univ. J. Agric. Sci., Ain Shams Univ., Special Issue, 26(2A), 1029–1039.

99. Zhang, D., (2023). Mitigating Salinity Stress and Improving Cotton Productivity: A Review in Agronomy. Agronomy, Vol. 13, No. 7, Article 1620.
100. Zhang, N. (2021). Boll Characteristics and Yield of Cotton in Relation to the Canopy Microclimate._Frontiers in Plant Science_, Vol. 12:8645204.
101. Zhang, T., Wang, X. (2023). Climatic stress effects on cotton fiber development: A review, Plant Stress Biology, Vol. 3, 100078.

تأثيرإضافة السماد الآزوتي في بعض مؤشرات النمو المورفولوجية لصنفين من القمح القاسي تحت ظروف منطقة حمص

مها محمد الباكير أ.د. فيصل بكور د. فادي عباس

الملخص:

نفذّت التجربة خلال الموسم الزراعي 2024/2023، في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص، بهدف دراسة تأثير إضافة أربع مستويات من السماد الآزوتي (180، 220، 260، 300 كغ يوريا/هكتار) وموعدي إضافة (الأول نصف الكميّة مع الزراعة والنصف الآخر بعد 40 يوم، والثاني نصف الكمية بعد أسبوعين من الزراعة، والنصف الآخر بعد 40 يوم) في بعض مؤشرات النمو لصنفين من القمح القاسي دوما1 وشام7. نفّذ البحث وفق تصميم القطاعات العشوائية بترتيب القطع المنشقة بثلاث مكررات.

أظهرت النتائج زيادة عدد الأيام حتى الإزهار والنضج مع زيادة مستوى السماد الآزوتي، وحقّق المستوى 300 كغ/هـ أفضل القيم لارتفاع النبات 106.97 سم، ومساحة ورقة العلم 43.91 سم^2، وطول السنبلة 8.14 سم، كما تفوّق موعد الإضافة الثاني على الأول في قيم هذه الصفات.

أظهرت النتائج أنّ الصنف شام 7 كان أكثر باكورية في عدد الأيام حتى الإسبال بحدود 3.3 يوم وفي النضج بحدود 2.9 يوم مقارنةً بالصنف دوما1. كما تفوق شام 7 في متوسط ارتفاع النبات 100.30 سم ومساحة ورقة العلم 40.55 سم^2 وطول السنبلة 7.89 سم.

الكلمات المفتاحية: السماد الأزوتي ،القمح القاسي، مؤشرات النمو، مؤشرات مورفولوجية.

Effect of Nitrogen Fertilizer Timing and Rate on Some Growth Indicators of Two Durum Wheat Varieties under the Conditions of the First Stability Zone in Homs

Abstract:

The experiment was conducted during the 2023/2024 growing season at the Agricultural Scientific Research Center in Homs to study the effect of adding four levels of nitrogen fertilizer (180, 220, 260, and 300 kg urea /ha of) and two application timing (the first half applied at planting and the other half 40 days after germination, and the second half applied two weeks after planting and the other half 40 days later) on some growth indicators of two durum wheat varieties, Douma 1 and Sham 7. The research was conducted using a randomized block design with three replicates.

The results showed an increase in the number of days to flowering and maturity with increasing nitrogen fertilizer levels. The 300 kg/ha level achieved the best values for plant height (106.97 cm), flag leaf area (43.91 cm^2), and spike length (8.14 cm). The second application date was superior to the first in these values. The results also showed that the Sham 7 variety was earlier in terms of days to heading (3.3 days) and maturity (2.9 days) compared to the Douma 1 variety. Sham 7 also outperformed the Douma 1 variety in average of plant height (100.30 cm), flag leaf area (40.55 cm^2), and spike length (7.89 cm).

Keywords: Nitrogen fertilization rate, Application timing, Growth indicators, Durum wheat.

المقدمة:

يعدّ القمح من أهم محاصيل الفصيلة النجيلية Gramineae (Poaceae) ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة، والمحصول الحبي الاستراتيجي الأول الذي يعتمد عليه معظم سكان العالم في غذائهم، فهو يزود العالم بـ 55 % من إجمالي الكربوهيدرات وأكثر من 20 % من السعرات الحرارية، حيث تشكّل حبوبه الركن الأساسي في غذاء الإنسان، كما يعد الغذاء اليومي لأكثر من 75 % من سكان العالم (FAO. 2021). يحتل القمح بنوعيه القاسي (*Triticum durum* Desf) والطري (*Trticum aestivum* L.) أكبر مساحة مزروعة في العالم بالمقارنة مع محاصيل الحبوب الأخرى، وقد وصل الإنتاج العالمي منه في عام 2020 إلى 749.5 مليون طن/سنوياً وتتصدر البلدان المنتجة الصين والهند وروسيا والولايات المتحدة وتستحوذ على أكثر من ربع الإنتاج العالمي للقمح (FAO, 2021). وفي سوريا بلغت المساحة المزروعة منه في سورية لعام 2023 حوالي 1335667 هكتاراً نصفها تقريباً مروي 646818 هكتار بمردود وسطي قدره 3387 كغ/هكتار والانتاج 2191017 طن، في حين بلغت المساحة المزروعة بعلاً 688849 هكتار بمردود وسطي قدره 1291 كغ/هكتار والانتاج 889335 طن، (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2023).

تزايد استخدام الأسمدة الكيميائية في جميع أنحاء العالم لإنتاج الحبوب وذلك بسبب توفّر الأسمدة غير المكلفة، إلاّ أنّ الاستخدام المستمر للأسمدة الكيماوية يؤدّي إلى تدهور مواصفات وخصوبة التربة، ويمكن أن يؤدّي إلى تراكم المعادن الثقيلة في أنسجة النبات، كذلك تقلّل الأسمدة الكيميائية من محتوى المحاصيل من البروتين ونوعية الكربوهيدرات وبالتالي تقلّل من جودة هذه المحاصيل (Marzouk and Kassem, 2011)، لذلك لا بدّ من تحديد الكمية المثلى من الآزوت وموعد الإضافة الأمثل الذي يحقّق أعلى استفادة للنبات.

تساهم الأسمدة بشكل أساسي في تلبية احتياجات النبات من العناصر الغذائية اللازمة لعملياته الحيوية ، ويعد الآزوت أحد أهم ثلاث مكونات لهذه الأسمدة ويؤثر في جميع مراحل نمو النبات، وهو ذو أهمية خاصة للنبات إذ يؤثّر في إنباته ونمو مجموعه الخضري، وكفاءته التمثيلية، وغلّته

النهائية، وخصائصه النوعية المختلفة، والسماد الآزوت المغذّي الأول الذي تتطلبه المحاصيل النجيلية (Shah *et al*., 2003; Derebe *et al*., 2022).

للآزوت أدواراً مهمة في حياة النبات فهو يدخل في تركيب الأحماض الأمينية والنووية والبروتين والنيوكليوتيدات، واليخضور والفيتامينات وهرمونات النمو (Alhabbar *et al*., 2023)، وبالتالي فهو مكوّن أساسي للمادة الحيّة والبروتوبلازم، كما يدخل في تكوين مركبات الطاقة مثل ATP، NADPH2، NADH2 ، إضافةً إلى أنّه يدخل في تكوين الأنزيمات وبالتالي يشارك في التفاعلات الأنزيمية في الخلايا جميعاً، كما يدخل في بناء الأغشية الخلوية (Liu *et al*., 2018).

إنّ تقديم كمية مثلى من الآزوت في المرحلة المناسبة من حياة النبات يعدّ عاملاً مهماً ومحدّداً لمستوى إنتاجية النباتات في وحدة المساحة، فعنصر الآزوت يشكّل دوراً هاماً في تكوين وتقوية المجموع الخضري فضلاً عن مشاركته في تكوين الكلوروفيل والأحماض النووية وتحسين نوعية الحبوب، ويؤدّي نقص الآزوت سواءً بسبب استخدام معدّل منخفض منه، أو بإضافته في موعد غير مناسب إلى صغر المساحة الورقية بشكل معنوي (Pandey *et al*., 2017).

عادةً ما يكون نمو النباتات المزروعة في ترب تحتوي على كميات كافية من الآزوت سريعاً وقوياً، ويؤدي بالمقابل نمو النباتات في ترب فقيرة بالآزوت إلى تراجع كفاءة النبات الإشطائية، ويتراجع معدّل الانقسام الخلوي، ومعدّل تصنيع البروتينات، ونمو أجزاء النبات الهوائية والأرضية، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض غلة المحصول الحبيّة بشكل كبير (Megersa *et al*., 2022).

تظهر أعراض نقص الآزوت على شكل اصفرار الأوراق، بسبب تراجع محتوى الأوراق من اليخضور، الأمر الذي يؤثّر سلباً في معدّل نمو النبات وتطوره، ومساحة النبات الورقية، وكميّة المادة الجافة المصنّعة، ما يؤدّي إلى تراجع غلة المحصول الحبية (McDonald, 2006).

تشجع الإضافة المبكرة للسماد الآزوتي في نمو الإشطاءات وتطور الأوراق، في حين تساعد الإضافات المتأخرة على استمرار خضرة الأوراق وكفاءة التمثيل الضوئي لفترة زمنية أطول (Kostic *et al*., 2021).

تساعد عملية ضبط كمية وموعد إضافة الأسمدة الآزوتية في تحسين كفاءة استعمال النتروجين، من خلال تحسين كفاءة الامتصاص، وكفاءة النقل للنتروجين الممتص والمخزّن في الأوراق والسوق

على شكل مادة جافة إلى المصب (الحبوب)، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين غلّة محصول القمح الحبية وزيادة محتوى الحبوب من البروتين (Boulelouah *et al*., 2022).

ويمكن أن تؤدي إضافة السماد الآزوتي على دفعتين (1/3 الكمية عند الزراعة، و2/3 الكمية الباقية عند مرحلة الإشطاء) إلى زيادة دليل المساحة الورقية، ومن ثم زيادة كمية الأشعة الضوئية الفاعلة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة، ما يسهم في كمية المادة الجافة الكليّة المصنعة، وخاصّةً خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي وذلك خلال الفترة 20–30 يوماً قبل الإزهار (Slafer *et al*., 1996).

في دراسة لتأثير مستويات مختلفة من التسميد النتروجيني في الغلّة الحبية وبعض عناصرها لأصناف من القمح القاسي وجد (لقمس وبكور، 2009) من خلال تطبيق ثلاث مستويات من السماد النتروجيني (40، 80، 120 كغ/هـ نتروجين نقي) تفوّق المعاملة (80 كغ/هـ نتروجين نقي على دفعتين) على معظم المعاملات المتبقية عند جميع الأصناف بالنسبة للغلّة الحبيّة وأهم عناصرها. وكذلك تفوّق المعاملة (120 كغ/هـ نتروجين نقي على دفعتين) على معظم المعاملات المتبقية بالنسبة لمعامل الإشطاء الإنتاجي.

هناك عدة دراسات أكدت على أن زيادة مستوى التسميد بالآزوت يؤدي إلى زيادة طول النبات، نظراً لدوره في عملية انقسام الخلايا وزيادة استطالتها ونموها، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة رفع كفاءة الجذور في امتصاص العناصر الغذائية، مما أدّى إلى زيادة طول النبات وهذا يتفق مع (Hussain *et al*., 2006)، الذي وجد زيادة طول نبات القمح مع زيادة مستوى الآزوت.

حصل (Abedi *et al*., 2011) على أعلى غلة حبية (8200 كغ/هـ) عند المستوى (240 كغ N/هـ) مقارنةً مع الشاهد (0 كغ N/هكتار) بإنتاجية قدرها (3900 كغ/هكتار)، بينما بلغت الإنتاجية عند مستوى (120 كغ N/هكتار) (4400 كغ/هكتار)، و(6350 كغ/هكتار) عند مستوى (360 كغ N/هـ)، أي انخفضت الإنتاجية عند استخدام المستوى العالي (360 كغ N/هـ)، ويفسر ذلك بأن هناك حداً أعلى لمستوى التسميد يعطي أفضل غلة وبعده يبدأ المنحنى التدريجي للغلة في الانخفاض، نتيجة توجه النبات للنمو الخضري على حساب تكوين الحبوب.

هدف البحث:

لقد هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير موعد و معدل إضافة أربع مستويات من السماد الآزوتي في بعض مؤشرات النمو لصنفين من القمح القاسي دوما1 وشام7 تحت ظروف منطقة الاستقرار الأولى في حمص.

مواد وطرائق البحث:

نفّذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص خلال الموسم الزراعي 2023– 2024. الذي يقع في المنطقة الشمالية من مدينة حمص في قرية الدوير، ويبعد عن مركز المدينة حوالي7كم. على خط طول(36,71)، وخط عرض(34,77)، ويبلغ ارتفاعه عن سطح البحر (488) م، ويتمتع المركز بصيف حار وجاف وشتاء بارد وماطر، يقع ضمن منطقة الاستقرار الأولى بمعدّل هطول مطري سنوي (429) ملم ويبين (الجدول، 1) الظروف المناخية خلال فترة تنفيذ التجربة.

الجدول (1): الظروف المناخية السائدة في موقع إجراء البحث

الشهر	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ	متوسط درجة الحرارة العظمى مْ	معدل الهطول المطري ملم
كانون الأول	6.53	14.50	33.8
كانون الثاني	7.64	23.57	69.22
شباط	3.18	13.41	133.3
آذار	9.27	18.58	57.4
نيسان	9.78	21.16	32.0
أيار	13.64	27.24	3.2

(عن مديرية أرصاد حمص، (2024/2023)

أخذت عينات بسيطة بطريقة عشوائية من تربة الموقع على عمق (0–30) سم قبل إضافة الأسمدة والزراعة، ثم خلطت هذه العينات لتشكيل عينة مركّبة مثلت أرض التجربة وأجريت عليها التحاليل الفيزيائية والكيميائية في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص (مخبر التربة) كالتالي:

- التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر.
- تقدير المادة العضوية Organic Matter (OM) .
- تقدير الآزوت المعدني : بطريقة كلداهل Kieldahel.
- قياس PH التربة.
- قياس تركيز الفوفور باستخدام السبكتروفوتومتر.
- تقدير تركيز البوتاسيوم القابل للإفادة بطريقة اللهب باستخدام جهاز التحليل باللهب Flamephotomete.

وكانت نتائج التحليل كما هو مدرج في الجدول (2)، حيث بينت هذه النتائج أن التربة طينية ثقيلة، وذات درجة تفاعل خفيف القلوية، متوسطة المحتوى بالآزوت، فقيرة المحتوى بالفوسفور المتاح ومتوسطة المحتوى بالبوتاسيوم القابل للإفادة (المتاح) ، جيدة المحتوى من المادة العضوية ،غير مالحة.

الجدول(2) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص

توزع حجم جزيئات التربة (%)			قوام التربة	الآزوت المعدني PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	PH	EC	المادة العضوية %
رمل	سلت	طين							
20	22	58	طينية	25.83	5.2	230.22	7.5	0.11	2.55

المادة النباتية: نفذت التجربة على صنفين من القمح القاسي (شام7، دوما1).

1. شـــام 7: اعتمد للزراعة المروية في محافظات (دمشـــق، حمص، حماة، إدلب، حلب، الرقة، دير الزور، الحسـكة)، يمتاز بغلّته العالية، وأقلمته الواسـعة في الزراعة المروية، وبمقاومته لمرض الصـــدأ الأصـــفر، ومقاومته لمرض صـــدأ الورقة، كما تمتاز حبوبه بمواصفات تكنولوجية جيدة، متوسط إنتاجيته 7445 كغ/هـ.
2. دوما:1 اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاســـتقرار الأولى في محافظات (حمص، طرطوس، الغاب، إدلب، الحسكة)، وفي منطقة الاستقرار الثانية في محافظات (حماة، إدلب، الرقة، الحســكة)، يمتاز بتحمّل الجفاف والأقلمة الواســعة في البيئات الســورية، وبتحمله للرقاد، وهو مقاوم إلى متوسط المقاومة لمرض الصدأ الأصفر والأسود، تمتاز حبوبه بصـــفات تكنولوجية جيدة، متوســـط الإنتاجية في منطقة الاســـتقرار الأولى 4744كغ/هـ، وفي منطقة الاستقرار الثانية 1702 كغ/هـ.

معاملات التجربة:

- الصنف: شام 7 ، دوما1 .
- معدلات الســماد الآزوتي: أضــيفت مســتويات من الآزوت على شــكل يوريا 46% بالمعدّلات التاليـة: 180، 220، 260، 300 كغ يوريـا/هكتـار وهي تعـادل الكميـات التـاليـة من الآزوت 82.8، 101.2، 119.6، 138.0 كغN/هـ.
- مواعيد الإضافة:
- الموعد الأول: نصف الكمية مع الزراعة والنصف الباقي بعد 40 يوم من الإنبات.
- الموعد الثاني: نصف الكمية بعد أسبوعين من الإنبات والنصف الثاني بعد 40 يوم من الأولى.

العمليات الزراعية:

- موعد الزراعة: تمت الزراعة في بداية شهر كانون الأول بعد تحضير التربة الزراعية بحراثتها خريفياً حراثتين متعامدتين، ثم تم تنعيمها وأضيفت الدفعة الأولى من السماد الآزوتي مع الزراعة.
- طريقة الزراعة: تم زراعة البذور في سطور متباعدة 20سم بين السطر والآخر.

- معدل البذار وعمق الزراعة: استخدم معدل بذار 150كغ/هـ على عمق حوالي 3–5 سم لضمان الإنبات الجيد.
- الري: تم الري حسب الظروف الجوية وحاجة المحصول بالرذاذ.
- مكافحة الأعشاب والآفات: تم مكافحة الأعشاب ميكانيكياً بين القطع التجريبية.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صمّمت التجربة بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكرّرات، حيث وضعت مواعيد الإضافة في القطع الرئيسية، ومستويات السماد الآزوتي في القطع المنشقّة من الدرجة الأولى، والأصناف في القطع المنشـــقّة من الدرجة الثانية. حيث كان عدد القطع التجريبية 48 قطعة تجريبية، وطول القطعة (السطر) 4 م وعرض القطعة 1.5 م وبالتالي مساحة القطعة 6 م^2 والمسافة الفاصلة بين القطع التجريبية والمكررات 1 م، وإجمالي مســـاحة أرض التجربة المزروعة فعلاً 288 م^2 ، كما أحيطت التجربة بنطاق بعرض 1 م من جميع الجوانب.

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

المؤشرات المدروسة:

1. نسـبة الإنبات الحقلية%(Field germination rate): النسـبة المئوية لعدد الحبوب النابتة من العدد الكلّي للحبوب المزروعة، قدّرت نســبة الإنبات الحقلية في مرحلة اكتمال الإنبات، عن طريق تحديد مســاحتين وبشــكل قطري بواســطة أوتاد خشــبية وبمكررين في كل قطعة تجريبية، مساحة الواحدة متر مربع وحسبت نسبة الإنبات الحقلية من المعادلة:

نســـبة الإنبات (%) = (عدد النباتات في 1م^2/عدد الحبوب المزروعة) × 100 (ISTA, 2015).

2. عدد الأيام حتى الإسـبال (Days to Heading): وهو عدد الأيام من الزراعة وحتى ظهور 50% من السنبلة من غمد الورقة في 50% من نباتات القطعة التجريبية(Cimmyt, 2013).

3. عدد الأيام حتى النضـــج التام (Days to Physiological Maturity): عدد الأيام من الزراعة وحتى دخول النباتات في مرحلة النضـج التام (اصـفرار الأوراق وصـعوبة خدش الحبوب وسهولة فرط السنابل) عند 50% من نباتات القطعة التجريبية (Cimmyt, 2013).

4. ارتفاع النبات/سـم (Plant Height): تمّ قياس الارتفاع من قاعدة النبات وحتى نهاية السـفا للسنبلة الطرفية في مرحلة النضج باستخدام مسطرة مدرجة، بمعدل 10 نباتات لكل قطعة تجريبية مأخوذة بشكل عشوائي (Pask et al., 2012).

5. مسـاحة الورقة العلمية سـم^2 (Flag Leaf Area): تمّ حسـاب المسـاحة الورقية لورقة العلم (سـم^2)، من متوسـط مسـاحة أوراق علم عشـوائية للسـيقان الرئيسـية لكل قطعة تجريبية في مرحلة التســـنبل، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضـــرب حاصـــل الجداء بمعامل التصحيح وفق المعادلة الرياضية الآتية:

المساحة الورقية الفعلية= طول الورقة × العرض الأعظمي للورقة × معامل التصحيح

وتســـاوي قيمة معامل التصـــحيح في محصـــول القمح 0.79 (Voldeng and Simpson, 1967).

6. طول الســـنبلة ســـم (Spike Length): قياس طول الســـنبلة من قاعدة الســـنبلة إلى نهاية السنيبلات الخصبة دون السفا باستخدام مسطرة مدرجة، بمعدل 20 سنبلة مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية (Cimmyt, 2013).

النتائج والمناقشة:

1. نسبة الإنبات الحقلية(%):

تظهر النتائج المبوبة في الجدول (3) عدم وجود فروق معنوية في نســبة الإنبات الحقلية بين موعدي الإضـــــافة حيث بلغت 96.01، 95.76 % على التوالي، كذلك الأمر لم يكن تأثير التداخل بين موعد الإضافة والصنف معنوياً.

حقّق معدّل التسميد 300 كغ/هـ أعلى نسبة إنبات حقلية 96.38% وبفروق غير معنوية مقارنةً بالمعدّلات 180، 220، 260 كغ/هـ، وعند دراسة التداخل بين معدل الإضافة والصنف حقّقت المعاملة (دوما1 والمعدّل 300 كغ/هـ) أعلى نسبة إنبات حقلية بلغت 96.47% بفروق غير معنوية مع باقي المعاملات. كذلك الأمر كانت الفروق بين الصنفين غير معنوية. وكنتيجةً لذلك كان التأثير الثلاثي المشترك لعوامل الصنف × موعد الإضافة× معدّل الإضافة غير معنوياً.

يعمل التسميد الآزوتي على تحسين البيئة الغذائية المحيطة بالحبوب والبادرات، إذ يشجع توفر الآزوت المبكر نمو الجذير وامتداد الجذور مما يساعد على اختراق التربة بسرعة ورفع قدرة البادرة على الظهور، وهو ما أشار إليه (Fegaria *et al.*, 2005). بأن الآزوت يعد عاملاً أساسياً في بناء البروتينات والإنزيمات الضرورية لبداية النمو، وبسبب ارتباط نسبة الإنبات بشكل أساسي بتوفر الرطوبة التي كانت متساوية لجميع المعاملات لم تكن هناك فروق معنوية في نسبته، وهذا يتفق مع النتائج التي توصّل إليها (Kyzy *et al*., 2023).

جدول (3). تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في نسبة الإنبات الحقلية(%) لصنفين من القمح القاسي

المعاملة		الصنف V		متوسط المعاملة
		V1: دوما 1	V2: شام 7	
موعد الإضافة D	D1	95.75	96.28	96.01
	D2	95.81	95.71	95.76
	LSD 0.05	V*D= 1.510		D= 1.068
معدل الإضافة R	R1: 180	94.87	96.10	95.48
	R2: 220	96.23	95.70	95.97
	R3: 260	95.55	95.88	95.72
	R4: 300	96.47	96.28	96.38
	LSD 0.05	V*R= 2.135		R= 1.510
متوسط الصنف V	-	95.78	95.99	-
	LSD 0.05	V= 1.068		-
التأثير المشترك	D1R1	94.73	95.77	95.25
	D1R2	96.37	96.97	96.67
	D1R3	95.43	96.47	95.95

96.18	95.90	96.47	D1R4	
95.72	96.43	95.00	D2R1	
95.27	94.43	96.10	D2R2	
95.48	95.30	95.67	D2R3	
96.57	96.67	96.47	D2R4	
D*R= 2.135	V*D*R= 3.020, CV= 1.9%		$LSD_{0.05}$	

2. عدد الأيام حتى الإسبال:

توضح نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروقات في عدد الأيام حتى الإسبال، إذ أدّى إضافة السماد الآزوتي في الموعد الثاني إلى تأخير عدد الأيام حتى الإسبال معنوياً 106.8 يوم مقارنةً مع موعد الإضافة الأول 105.3 يوم. كما أثّر التداخل (موعد الإضافة × الصنف) معنوياً حيث تأخّر عدد الأيام حتى الإسبال عند التداخل (دوما1 والموعد الثاني) وبلغ 108.7 يوم بفروق معنوية مقارنةً مع باقي التداخلات الثنائية.

أدّت زيادة معدل التسميد الآزوتي إلى زيادة عدد الأيام حتى الإسبال معنوياً، حيث بلغ 104.8، 105.2، 106.3، 107.9 يوم عند المعدّلات 180، 220، 260، 300 كغ/هـ على التوالي. عند المقارنة بين الصنفين لوحظ تأخّر الإسبال عند الصنف دوما1 بمقدار 3.3 يوم مقارنةً بالصنف شام 7 حيث بلغ 107.7، 104.4 يوم على التوالي.

عند دراسة التداخل بين موعد ومعدّل الإضافة تبيّن أنّ زيادة معدل السماد في كلا الموعدين أدّى إلى تأخير الإسبال. وعند دراسة التأثير الثلاثي المشترك سجّلت المعاملة (دوما1 عند موعد الإضافة الثاني والمعدّل 300 كغ/هـ) تأخير الإسبال، وبلغ 111.9 يوم بينما سجّلت المعاملة (شام 7 عند موعد الإضافة الأول والمعدّل 180 كغ/هـ) أقل عدد من الأيام حتى الإسبال 103.2 يوم.

جدول (4). تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في عدد الأيام حتى الإسبال (يوم) لصنفين من القمح القاسي

المعاملة		الصنف V		متوسط المعاملة
		V1: دوما 1	V2: شام 7	
موعد الإضافة D	D1	106.7	103.9	105.3
	D2	108.7	104.9	106.8
	$LSD_{0.05}$	V*D= 0.26		D= 0.19
معدل الإضافة R	R1: 180	105.8	103.8	104.8
	R2: 220	106.4	104.0	105.2
	R3: 260	107.7	104.9	106.3
	R4: 300	110.9	104.9	107.9
	$LSD_{0.05}$	V*R= 0.37		R= 0.26
متوسط الصنف V	-	107.7	104.4	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.19		-
التأثير المشترك	D1R1	105.0	103.2	104.1
	D1R2	105.6	103.5	104.6
	D1R3	106.2	104.4	105.3
	D1R4	109.8	104.4	107.1
	D2R1	106.5	104.4	105.5
	D2R2	107.1	104.4	105.8
	D2R3	109.2	105.3	107.3
	D2R4	111.9	105.3	108.6
	$LSD_{0.05}$	V*D*R= 0.53, CV= 0.3%		D*R= 0.37

3. عدد الأيام حتى النضج:

توضح النتائج الواردة في الجدول (5) وجود فروقات في عدد الأيام حتى النضج، إذ أدى إضافة السماد الآزوتي في الموعد الثاني إلى تأخير عدد الأيام حتى النضج معنوياً 165.5 يوم مقارنةً مع موعد الإضافة الأول 164.3 يوم. كما أثّر التداخل(موعد الإضافة × الصنف) معنوياً حيث تأخّر عدد الأيام حتى النضج عند التداخل (دوما1 والموعد الثاني) وبلغ 167.3 يوم بفروق معنوية مقارنةً مع باقي التداخلات الثنائية.

أدّت زيادة معدّل التسميد الآزوتي إلى زيادة عدد الأيام حتى النضج معنوياً، حيث بلغ 163.8، 164.3، 165.8، 165.8 يوم عند المعدّلات 180، 220، 260، 300 كغ/هـ على التوالي.
عند المقارنة بين الصنفين لوحظ تأخر النضج عند الصنف دوما 1 بمقدار 2.9 يوم مقارنةً بالصنف شام 7 حيث بلغ 166.4، 163.5 يوم على التوالي.

عند دراسة التداخل بين موعد ومعدل الإضافة تبين أنّ زيادة معدل السماد في كلا الموعدين أدّى إلى تأخير النضج. وعند دراسة التأثير الثلاثي المشترك سجلت المعاملة (دوما1 عند موعد الإضافة الثاني والمعدل 300 كغ/هـ) تأخير موعد النضج وبلغ 168.0 يوم بينما سجّلت المعاملة (شام 7 عند موعد الإضافة الأول والمعدّل 180 كغ/هـ) أقل عدد من الأيام حتى النضج 162.0 يوم.

جدول (5). تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في عدد الأيام حتى النضج (يوم) لصنفين من القمح القاسي

المعاملة		الصنف V		متوسط المعاملة
		V1: دوما 1	V2: شام 7	
موعد الإضافة D	D1	165.4	163.2	164.3
	D2	167.3	163.8	165.5
	LSD 0.05	V*D= 0.62		D= 0.44
معدل الإضافة R	R1: 180	165.7	162.0	163.8
	R2: 220	166.2	162.3	164.3
	R3: 260	166.8	164.7	165.8
	R4: 300	166.8	164.8	165.8
	LSD 0.05	V*R= 0.88		R= 0.62
متوسط الصنف V	-	166.4	163.5	-
	LSD 0.05	V= 0.44		-
التأثير المشترك	D1R1	165.0	162.0	163.5
	D1R2	165.3	162.3	163.8
	D1R3	165.7	164.0	164.8
	D1R4	165.7	164.3	165.0
	D2R1	166.3	162.0	164.2
	D2R2	167.0	162.3	164.7

	D2R3	168.0	165.3	166.7
	D2R4	168.0	165.3	166.7
	$LSD_{0.05}$	V*D*R= 1.25, CV= 0.5%		D*R= 0.88

تشير نتائج الجدولين (4 و5) إلى أن الصنف دوما1 صنف متأخر في الإسبال والنضج مقارنةً مع الصنف شام7، كما أن زيادة معدّل السماد يؤدّي إلى تأخير الإسبال والنضج، ويمكن تفسير ذلك بأنّ زيادة وفرة الآزوت تعزّز النمو الخضري وتطيل مرحلة الاستطالة، مما يؤخّر التحول إلى النمو التكاثري هل هذا المصطلح علمي ودقيق في علم المحاصيل؟ وخروج السنبلة حسب (Fageria, 2014) كما يسهم معدّل الآزوت المرتفع في رفع نشاط الهرمونات المحفّزة للنمو مثل السيتوكينينات والجبرلينات مما يؤخر التزهير والنضج الفيزيولوجي وهذا يتفق مع (Shah *et al.*, 2017) كما أن التسميد العالي بالآزوت يزيد الكثافة الورقية ويبطّئ تراكم الوحدات الحرارية الضرورية للنضج، مما يطيل المدة الزمنية للوصول إلى النضج النهائي وهذا ما أشار إليه (Ozturk *et al.*, 2006).

4. ارتفاع النبات:

تبين النتائج المدرجة في الجدول (6) تأثير موعد ومعدّل إضافة السماد الآزوتي في ارتفاع النبات لصنفين من القمح القاسي، ومن دراسته نلاحظ أن موعد الإضافة الثاني حقّق أعلى ارتفاع للنبات 100.04سم وبفروق معنوية مقارنةً بموعد الإضافة الأول 95.82 سم. وعند دراسة التداخل بين موعد الإضافة والصنف حقق التداخل (شام 7 وموعد الإضافة الثاني) أعلى ارتفاع للنبات 101.82 سم بفروق معنوية عن باقي المعاملات.

ازداد ارتفاع النبات معنوياً مع زيادة معدل السماد الآزوتي وبلغ 87.03، 93.43، 104.29، 106.97 سم عند المعدلات 180، 220، 260، 300كغ/هـ على التوالي. وعند دراسة التداخل بين معدل الإضافة والصنف حققت المعاملة (شام 7 والمعدل 300 كغ/هـ) أعلى ارتفاع للنبات بلغ 109.98 سم، بفروق غير معنوية مع المعاملة (شام 7 والمعدل 260 كغ/هـ) 107.07 سم وفروق معنوية مع باقي المعاملات.

عند المقارنة بين متوسط الأصناف تفوق الصنف شام 7 معنوياً على الصنف دوما1 وبلغ متوسط ارتفاع النبات 100.30، 95.56 سم للصنفين على التوالي.

أمّا عند دراسة التداخل بين موعد ومعدّل الإضافة حقّق موعد الإضافة الثاني والمعدّلين 260 و300 كغ/هـ أعلى ارتفاع للنبات 106.07، 108.45 سم، ثم موعد الإضافة الأول والمعدل 300 وبلغ 105.48 سم.

بدراسة التأثير الثلاثي المشترك حقّق الصنف شام 7 عند موعد الإضافة الثاني والمعدلين 260، 300 كغ/هـ أعلى ارتفاع وبلغ 107.80، 110.13 سم على التوالي، تلاهما بفروق غير معنوية الصنف دوما1 عند معدّل الإضافة الثاني والمعدّل 300 وبلغ 106.77 سم، في حين كانت أدنى القيم معنوياً عند الصنفين دوما1 وشام7 عند موعد الإضافة الأول والمعدّل 180 وبلغ 82.00، 85.60 سم على التوالي.

نلاحظ مما سبق زيادة ارتفاع النبات بزيادة معدّل التسميد الآزوتي وتأخير موعد إضافته، حيث تفوقت المعاملة 300 كغ/هـ معنوياً على المعاملات 180 و220كغ/هـ في حين لم تكن الفروقات معنوية مع المعاملة السمادية 260كغ/هـ، يرجع ذلك إلى أن الآزوت يدخل ف تركيب البروتينات والكلوروفيل والأنزيمات الضرورية لانقسام واستطالة الخلايا، كما يحسن السماد الآزوتي كفاءة التمثيل الضوئي وتراكم المادة الجافة مما ينعكس بزيادة طول السلاميات وارتفاع رالنبات (Luo *et al*., 2021 ; Noor *et al*., 2023).

وهذه النتائج تتفق مع (الرضا وآخرون، 2015؛ Waraich *et al*., 2007) الذين أشاروا إلى أن زيادة مستوى الآزوت قد أدّت إلى زيادة ارتفاع النبات.

جدول (6). تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في ارتفاع النبات (سم) لصنفين من القمح القاسي

المعاملة		الصنف V		متوسط المعاملة
		V1: دوما 1	V2: شام 7	
موعد الإضافة D	D1	92.86	98.78	95.82
	D2	98.27	101.82	100.04
	$LSD_{0.05}$	V*D= 1.854		D= 1.311
معدل الإضافة R	R1: 180	85.37	88.70	87.03
	R2: 220	91.42	95.45	93.43

	R3: 260	101.52	107.07	104.29
	R4: 300	103.95	109.98	106.97
	LSD 0.05	V*R= 2.621		R= 1.854
متوسط الصنف V	-	95.56	100.30	-
	LSD 0.05	V= 1.311		-
التأثير المشترك	D1R1	82.00	85.60	83.80
	D1R2	89.60	93.37	91.48
	D1R3	98.70	106.33	102.52
	D1R4	101.13	109.83	105.48
	D2R1	88.73	91.80	90.27
	D2R2	93.23	97.53	95.38
	D2R3	104.33	107.80	106.07
	D2R4	106.77	110.13	108.45
	LSD 0.05	V*D*R= 3.707, CV= 2.3%		D*R= 2.621

5. مساحة الورقة العلَمية:

تبين نتائج التحليل الإحصائي الواردة في الجدول (7) تفوّق موعد الإضافة الثاني في مساحة للورقة العلمية 41.58 سم^2 وبفروق معنوية مقارنةً بموعد الإضافة الأول 36.63 سم^2. وحقّق التداخل (شام 7 وموعد الإضافة الثاني) أعلى مساحة لورقة العلم 43.34 سم^2 بفروق معنوية عن باقي التداخلات.

ازدادت مساحة الورقة العلمية معنوياً مع زيادة معدل السماد الآزوتي وبلغ 33.94، 36.78، 41.80، 43.91 سم^2 عند المعدلات 180، 220، 260، 300 كغ/هـ على التوالي، وحقّق التداخل (شام 7 والمعدل 300 كغ/هـ) أعلى مساحة للورقة بلغت 45.12 سم^2 بفروق معنوية مع باقي التداخلات.

تفوّق الصنف شام 7 معنوياً على الصنف دوما1 وبلغ متوسط مساحة الورقة العلمية 40.55، 37.66 سم^2 للصنفين على التوالي.

بدراسة التداخل بين موعد ومعدّل الإضافة حقّق موعد الإضافة الثاني والمعدلين 260 و300 كغ/هـ أعلى مساحة للورقة 44.52، 46.90 سم²، ثم موعد الإضافة الأول والمعدل 300 وبلغ 40.92 سم².

حقق الصنف شام 7 عند موعد الإضافة الثاني والمعدل 300 كغ/هـ أعلى مساحة لورقة العلم وبلغت 48.43 سم²، تلاها بفروق غير معنوية الصنف شام7 عند موعد الإضافة الثاني والمعدل 260 وبلغ 46.50 سم²، في حين كانت أدنى القيم معنوياً عند الصنفين دوما1 وشام7 عند موعد الإضافة الأول والمعدل 180 وبلغ 30.57، 33.57 سم^2 على التوالي.

تشير النتائج إلى أن زيادة معدل السماد الآزوتي وتأخير الدفعة الأولى لما بعد الإنبات بأسبوعين أدى إلى زيادة مساحة ورقة العلم، يعزى ذلك إلى الدور الحيوي في تنشيط انقسام الخلايا وزيادة النمو الخضري ورفع محتوى الأوراق من الكلوروفيل، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي واتساع المسطح الورقي الفعال (Alley *et al*., 1997 ; Shangguan *et al*., 2000). تتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه (البدراني، 2010 ؛ الرضا وآخرون، 2015 ؛ عبدالرحمن وآخرون، 2022) من أن زيادة مستويات التسميد الآزوتي تؤدي إلى زيادة مساحة ورقة العلم.

تشير النتائج السابقة إلى أنّ إضافة الدفعة الأولى من الآزوت مع الزراعة تكون أقل فائدة من إضافتها بعد الإنبات حيث يضيع قسم من الآزوت المضاف عند الزراعة مع الري أو الهطول المطري الغزير ويرشح إلى طبقات التربة الأسفل دون الاستفادة منه، أما عند إضافتها بعد أسبوعين يكون النبات في بداية مرحلة الإشطاء وبسبب مجموعه الخضري المتشكل حديثاً يكون في قمة حاجته واستفادته من الآزوت المضاف

(Ballagh, 2025 ; Ali, 2025).

جدول (7). تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في مساحة الورقة العلمية (سم^2) لصنفين من القمح القاسي

المعاملة		الصنف V		متوسط المعاملة
		V1: دوما 1	V2: شام 7	
موعد الإضافة D	D1	35.51	37.76	36.63
	D2	39.82	43.34	41.58
	LSD $_{0.05}$	V*D= 1.003		D= 0.709
معدل الإضافة R	R1: 180	32.47	35.42	33.94
	R2: 220	35.27	38.28	36.78
	R3: 260	40.22	43.38	41.80
	R4: 300	42.70	45.12	43.91
	LSD $_{0.05}$	V*R= 1.418		R= 1.003
متوسط الصنف V	-	37.66	40.55	-
	LSD $_{0.05}$	V= 0.709		-
التأثير المشترك	D1R1	30.57	33.57	32.07
	D1R2	33.53	35.40	34.47
	D1R3	37.90	40.27	39.08
	D1R4	40.03	41.80	40.92
	D2R1	34.37	37.27	35.82
	D2R2	37.00	41.17	39.08
	D2R3	42.53	46.50	44.52
	D2R4	45.37	48.43	46.90
	LSD $_{0.05}$	V*D*R= 2.005, CV= 3.1%		D*R= 1.418

6. طول السنبلة:

توضح نتائج التحليل الإحصائي المدرجة في الجدول (8) تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في طول السنبلة لصنفين من القمح القاسي، ومن دراسته نجد أن موعد الإضافة الثاني سجل أعلى طول للسنبلة 7.93 سم وبفروق معنوية مقارنةً بموعد الإضافة الأول 7.55 سم.

وعند دراسة التداخل بين موعد الإضافة والصنف حقق التداخل (شام 7 وموعد الإضافة الثاني) أعلى طول للسنبلة 8.06 سم بفروق معنوية عن باقي التداخلات.

ازداد طول السنبلة معنوياً مع زيادة معدّل السماد الآزوتي وبلغ 7.25، 7.60، 7.96، 8.14 سم عند المعدذلات 180، 220، 260، 300 كغ/هـ على التوالي، وعند دراسة التداخل بين معدّل الإضافة والصنف حقّق التداخل (شام 7 والمعدل 300 كغ/هـ) أعلى طول للسنبلة بلغ 8.22 سم، بفروق غير معنوية مع التداخل (شام 7 والمعدّل 260 كغ/هـ) 8.10 سم والتداخل (دوما1 والمعدل 300كغ/هـ) 8.07 سم وفروق معنوية مع باقي التداخلات.

عند المقارنة بين متوسط الأصناف تفوق الصنف شام 7 معنوياً على الصنف دوما1 وبلغ متوسط طول السنبلة 7.89، 7.58سم للصنفين على التوالي.

بدراسة التداخل بين موعد ومعدّل الإضافة حقّق موعد الإضافة الثاني والمعدّلين 260 و300 كغ/هـ أعلى طول للسنبلة 8.15، 8.30 سم، ثم موعد الإضافة الأول والمعدل 300 وبلغ 7.98 سم.

وعند دراسة التأثير الثلاثي المشترك حقذق الصنف شام 7 عند موعد الإضافة الثاني والمعدل 300 كغ/هـ أعلى طول وبلغ 8.40 سم، تلاها بفروق غير معنوية الصنف شام 7 عند معدل الإضافة الثاني والمعدل 260 كغ/هـ وبلغ 8.27 سم والصنف دوما1 عند معدل الإضافة الثاني والمعدل 300 كغ/هـ، في حين كانت أدنى القيم معنوياً عند الصنف دوما1 عند موعد الإضافة الأول وبلغ 6.63 سم.

تتفق النتائج مع (عبدالرحمن وآخرون، 2022 ؛ شايا وآخرون، 2006) دمج الذين أشاروا إلى أن زيادة معدل التسميد الآزوتي أدى إلى زيادة في طول السنبلة، هذا التأثير الإيجابي يفسّر بأن الآزوت عنصراً اساسياً في تركيب الكلوروفيل والبروتينات ونشاط التمثيل الضوئي مما يعزز النمو الخضري وتكوين العقلة والإسبال وبالتالي ينعكس على طول السنبلة (Gemechu *et al.*, 2024).

جدول (8). تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي في طول السنبلة (سم) لصنفين من القمح القاسي

المعاملة		الصنف V		متوسط المعاملة
		V1: دوما 1	V2: شام 7	
موعد الإضافة D	D1	7.37	7.73	7.55
	D2	7.80	8.06	7.93
	$LSD_{0.05}$	V*D= 0.120		D= 0.085
معدل الإضافة R	R1: 180	6.97	7.53	7.25
	R2: 220	7.48	7.72	7.60
	R3: 260	7.82	8.10	7.96
	R4: 300	8.07	8.22	8.14
	$LSD_{0.05}$	V*R= 0.170		R= 0.120
متوسط الصنف V	-	7.58	7.89	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.085		-
التأثير المشترك	D1R1	6.63	7.37	7.00
	D1R2	7.30	7.57	7.43
	D1R3	7.60	7.93	7.77
	D1R4	7.93	8.03	7.98
	D2R1	7.30	7.70	7.50
	D2R2	7.67	7.87	7.77
	D2R3	8.03	8.27	8.15
	D2R4	8.20	8.40	8.30
	$LSD_{0.05}$	V*D*R= 0.240, CV= 1.9%		D*R= 0.170

الاستنتاجات والمقترحات:

- لم يكن لموعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي أي تأثير على نسبة الإنبات وكانت الفروق بين الصنفين في هذه الصفة غير معنوية.
- زاد عدد الأيام حتى الإزهار والنضج مع زيادة مستوى السماد الآزوتي، وحقق المستوى 300 كغ/هـ أفضل القيم لارتفاع النبات 106.97 سم، ومساحة ورقة العلم 43.91 سم^2، وطول السنبلة 8.14 سم.
- تفوق موعد الإضافة الثاني (نصف الكمية بعد الإنبات بأسبوعين) على الموعد الأول في قيم صفات النمو المدروسة.
- حقق الصنف شام 7 تبكيراً في عدد الأيام حتى الإسبال بحدود 3.3 يوم وفي النضج بحدود 2.9 يوم مقارنةً بالصنف دوما1. كما تفوق شام 7 في متوسط ارتفاع النبات 100.30 سم ومساحة ورقة العلم 40.55 سم^2 وطول السنبلة 7.89 سم.

بناءً على ما سبق يقترح تحت ظروف منطقة الدراسة إضافة 300 كغ/هـ من اليوريا للقمح القاسي (شام7) على دفعتين الأولى بعد الإنبات بأسبوعين والثانية بعد 40 يوم من الأولى، مع أفضلية الصنف شام7 على الصنف دوما1 للزراعة في المنطقة.

المراجع:

المراجع العربية:

1. البدراني، عماد محمود علي (2010). تأثير مستويات الآزوت على صفات النمو والحاصل لصنفين من الحنطة الناعمة *Triticum aestivum L*. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 8 (3): 98- 107.
2. الرضا، وليد السباهي وعبد المهدي صالح الأنصاري وسندس عبد الكريم العبدالله (2015). تأثير مستويات السماد الآزوتي في نمو وحاصل ثلاثة أصناف من الحنطة *Triticum aestivum L*. مجلة البصرة للعلوم الزراعية. 28(1): 237-252.
3. شايا، كمال يعقوب وعبدالله، ياكار محمد وجياد، إبراهيم لفتة وعلي، اسراء حسين (2006). تأثير مستويات من الآزوت والفسفوري نمو وحاصل الحنطة *Triticum aestivum L* تحت أنظمة الري المختلفة. مجلة الزراعة العراقية 11(3): 24-33.
4. عبد الرحمن، فاطمة ومصطفى مازن عطري وعبد الله اليوسف وبدر الدين جلب (2022). دراسة تأثير مستويات مختلفة من السماد الآزوتي (اليوريا) في نمو وإنتاجية القمح صنف (دوما1). المجلة السورية للبحوث الزراعية 9(3): 277-289.
5. لقمس، عبد الكريم وبكور، فيصل (2009). تأثير مستويات ومواعيد مختلفة من التسميد النتروجيني في الغلة الحبية وبعض عناصرها لأصناف من القمح القاسي. مجلة جامعة المنصورة للعلوم الزراعية. 34 (11): 10543-10555.
6. المجموعة الإحصائية الزراعية السورية (2023). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. مديرية الإحصاء والتخطيط.

المراجع الأجنبية:

1. Abedi, T.; A. AL-Emzad; and S.A. Kazemeini (2010). Wheat yield and grain protein response to nitrogen amount and timing. Australian Journal of Crop Science. 5: 330-336.
2. Alhabbar Z, Alobaidi SI, Al-Deen ANAN, Abdulqader OA, Abdulateef MA, Haji MA (2023). Nitrogen fertilizer application time effect on the senescence and grain yield of durum wheat

(*Triticum durum desf*.). SABRAO. J. Breed. Genet. 55(6): 2149-2158.

3. Alley, M., Brann, M. D. Hammons, E. Peter Scharf J. L. and Baethgen, W. E. (1999). Nitrogen Management For Winter Wheat: Principles and Recommendation. Crop and Soil Environmental Sciences, PUBLICATION 424-620.
4. Ali, A. (2025). Enhancing nitrogen use efficiency in agriculture by optimizing fertilizer timing. Frontiers in Plant Science, online, 1543714.
5. Ballagh, B. (2025). The effect of nitrogen fertilizer placement and timing on nitrogen use efficiency in wheat. Agronomy, 15(8), 1890.
6. Boulelouah, N.; Berbache, M.R.; Bedjaoui, H.; Selama, N.; Rebouh, N.Y. (2022). Influence of Nitrogen Fertilizer Rate on Yield, Grain Quality and Nitrogen Use Efficiency of Durum Wheat (Triticum durum Desf) under Algerian Semiarid Conditions. Agriculture 2022, 12, 1937.
7. Cimmyt. (2013). Wheat field guide: Growth stages, measurements and phentyping. Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center.
8. Derebe B, Bitew Y, Asargew F, Chakelie G (2022) Optimizing time and split application of nitrogen fertilizer to harness grain yield and quality of bread wheat (*Triticum Aestivum L*.) in northwestern Ethiopia. PLoS ONE 17(12): e0279193.
9. Fageria, N. K., Baligar, V. C. and Jones, C. A. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants, Advances in Agronomy, 88, 97-185.
10. FAO. (2021). Annul Agriculture Statistical Food and Agriculture Organization of United Nations FAO, Roma. Italy.
11. Gemechu, D.T., Weldebirhan, T., & Gudina, D. B.(2024). Effect of nitrogen fertilizer rate of growth, grain yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum L*.) varieties at Woliso, Central Highland of Ethiopia International Journal of Agricultural Research and Review . 12(11): 113-130.

12. Hussain, L.; M.A. Khan; and E.A Khan (2006). Bread Wheat varieties as influenced by different nitrogen levels. Zhejiang Univ, Sciences B J.7(1): 70-78.
13. International Seed Tasting Associatin (2015). International rules for seed tasting. Bassersdorf, Switzerland.
14. Kostic, M.M.; Tagarakis, A.C.; Ljubiˇci´c, N.; Blagojevi´c, D.; Radulovi´c, M.; Ivoševi´c, B.; Raki´c, D. (2021). The Effect of N Fertilizer Application Timing on Wheat Yield on Chernozem Soil. Agronomy 2021, 11, 1413.
15. Kyzy, M.A., Yildirim, G. H., and Savsatli, Y. (2023). Effect of nitrogen fertilizer doses on some germination parameters in bread wheat (Triticum aestivum L.) and examination with scanning electron microscopy. International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(2), 289-298.
16. Liu, Z.; Gao, J.; Gao, F.; Dong, S.; Liu, P.; Zhao, B.; Zhang, J. (2018). Integrated agronomic practices management improve yield and nitrogen balance in double cropping of winter wheat-summer maize. Field Crops Res. 221, 196–206.
17. Luo, Z., Zhang, Y., Wang, H., and Li, S. (2021). Effect of nitrogen Fertilization on photosynthesis and growth of winter wheat. Agronomy Journal, 113(4), 3120-3130.
18. Mahmood, F.; Khan, I.; Ashraf, U.; Shahzad, T.; Hussain, S.; Shahid, M.; Abid, M.; Ullah, S. (2017). Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physic-chemical properties. J. Soil Sci. Plant Nutr. 17, 22–32.
19. Marzouk, H.A.; and H.A. Kassem (2011). Improving fruit quality, nutritional value and yield of Zaghloul dates by the application of organic and/or mineral fertilizers. Scientia Horticulture. 127.p:249–254.
20. McDonald, C. K. (2006). Effect of soil properties on variation in growth, grain yield and nutrient concentration of wheat and barley. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 59: 93-105.
21. Megersa, M., T Yoseph, and W Worku (2022). Nitrogen rates and timing effects on yield and yield components of bread wheat (*Tritium aestivum* l.) at Maokomo. Glob. J. Food Sci. Tech. 10 (2). pp. 382-400.

22. Noor, M. A., Fiaz. S., Ahmad, R., and Hussain, M. (2023). Nitrogen management improves growth and yield traits of wheat (Triticum aestivum L.). Frontiers in Plant Science, 14, 1182456.
23. Ozturk, A., Caglar, O., and Atay, F. (2006). Yield response of wheat to nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, 88(2-3), 217-230.
24. Pandey, Y.; R. P. Vyas; J. Kumar; L. Singh; P. C. Yadav and Vishwanath (2017). Heritability, Correlation and path Coefficient Analysis for Determining Interrelationships among Grain Yield and Related Characters in Maize (*Zea mays* L.). Int. J. Pure App. Biosci. 5 (2): 595-603.
25. Pask, A. J. D., Pietragalla, J., Mullan, D. M., and Reynolds, M. P. (2012). Physiological breeding: A field guide to wheat phenotyping. Mexico: CIMMYT.
26. Shah, S. A., Muhammad, D., and Khan, M. J. (2017). Effect of nitrogen levels on phenology and yield of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 40(14)1993-2001.
27. Shah, Z., S. H. Shah, M. B. Peoples, G.D. Schwenke, and D.F. Herriedge. (2003). Crop residue and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crops Research,* 83: 1-11p.
28. Shangguan, Z. P., Shao, M. A. and Dyckmans,J.(2000). Effects of nitrogen nutrition and water deficit on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter wheat. J. *Plant Physiol*. 156: 46-51.
29. Slafer, G. A., Calderini D. F. and Miralles, D. J. (1996). Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. In Increasing Yield Potential in wheat: Breaking the Barriers, pp. 101-113 (CIMMYT: Mexico, DF).
30. Voldeng, H. D., Simpson, G. M. (1967). Leaf area relationships and growth of wheat leaves. Canadian Journal of Plant Science, 47, 103-107
31. Waraich, E.; A. Ahmad; R. Ali; and A. Saifullah (2007). Irrigation and Nitrogen Effects on Grain Development and Yield in Wheat. Pakistan J., Bot. 39(5): 1663-1672.

32. Wareing, P.F. (1983). Interactions between Nitrogen and Growth Regulators in the Control of Plant Development British Plant Growth Regulator Group. Monograph. 9: 1.