مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 47 . العدد ٢

1443 هـ - 2025 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة حمص

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. وليد حمادة	رئيس التحرير
أ. د. درغام سلوم	رئيس التحرير

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 (٧٧)

. هاتف / فاكس : ٢١٣٨٠٧١ ٣١ ٩٦٣ ++

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

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

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- ٢ 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).

١- مقدمة

٢- هدف البحث

٣- مواد وطرق البحث

٤- النتائج ومناقشتها .

٥- الاستنتاجات والتوصيات .

٦- 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).

١. مقدمة.
٢. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
٣. أهداف البحث و أسئلته.
٤. فرضيات البحث و حدوده.
٥. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
٦. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
٧. منهج البحث و إجراءاته.
٨. عرض البحث و المناقشة والتحليل
٩. نتائج البحث.
١٠. مقترحات البحث إن وجدت.
١١. قائمة المصادر والمراجع.

٧– يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ– قياس الورق ١٧,٥×٢٥ B5.

ب– هوامش الصفحة: أعلى ٢,٥٤– أسفل ٢,٥٤ – يمين ٢,٥– يسار ٢,٥ سم

ت– رأس الصفحة ١,٦ / تذييل الصفحة ١,٨

ث– نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس ٢٠

. كتابة النص Simplified Arabic قياس ١٣ عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس ١٣ عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى ١٢سم.

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

٩– 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.

١٠– الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

١١- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [١] 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 . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . 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:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . 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 البعث

١. دفع رسم نشر (٥٠٠٠٠) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.

٢. دفع رسم نشر (٢٠٠٠٠٠) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .

٣. دفع رسم نشر (٢٠٠) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .

٤. دفع مبلغ (١٥٠٠٠) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض صفات النمو الخضري لصنفين من فول الصويا تحت ظروف منطقة حمص	ريتا السليمان د.أحمد مهنا د.فادي عباس	١١-٣٨
دراسة الكفاءة الإفتراسية لنوعين من خنافس أبي العيد ***Cryptolaemus montrouzieri*** **(Mulsant)** و ***Hyperaspis trifurcata*** **(Schaeffer)** على حشرة قشرية الصبار القرمزية ***Dactylopius opuntiae*** تحت الظروف المخبرية	فراس أسعد د.زياد خميس د.مازن بوفاعور	٣٩-٥٨
دراسة تأثير التسميد العضوي والتلقيح ب ***Trichoderma harzianum*** في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة وإنتاجية الذرة الصفراء في منطقة حماة	رشا شحود د.عصام الخوري د.محسن عبود	٥٩-٨٨
تأثير بعض المخصبات البكتيرية في تحفيز المقاومة الجهازية ضد فطر الفيوزاريوم **Fusarium oxysporum** لدى نبات البطاطا **Solanum** tuberosum	صفاء شدود د.ياسر حماد	٨٩-١١٨

تحضير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي وتقييم تأثيرها في بعض صفات النمو الخضري لصنفين من الفول العادي	علي صالح د. لينا النداف د.أحمد مهنا	١١٩-١٤٦

تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض صفات النمو الخضري لصنفين من فول الصويا تحت ظروف منطقة حمص

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

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

الملخص:

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

أظهرت النتائج زيادة قيم مؤشرات النمو الخضري مع زيادة تركيز الرش بشيلات الحديد وحققت المعاملة 0.75 غ/لتر أفضل القيم في ارتفاع النبات 86.01 سم، ارتفاع أول قرن10.07 سم، عدد الأوراق في النبات34.62 ورقة/نبات، مساحة المسطح الورقي 749.76 سم^2/نبات ، والوزن الرطب للنبات 123.48 غ/نبات، والجاف للنبات 22.51 غ/نبات. كما زادت مؤشرات النمو الخضري المدروسة مع زيادة تركيز الرش بالبورون وحققت المعاملة 1.5 غ/لتر أفضل القيم والتي بلغت للمؤشرات السابقة على الترتيب:

86.31 سم، 9.73 سم، 33.01 ورقة/نبات، 713.74 سم^2/نبات، 116.45 غ/نبات، 21.14 غ/نبات.

كما أظهرت النتائج تفوق الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44 في جميع الصفات المدروسة. وبالنتيجة تفوقت المعاملة(الصنف Sb-337 عند الرش بشيلات الحديد 0.75 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر، تلاها معاملة الصنف Sb-337 عند الرش بشيلات الحديد 0.50 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر)حيث أعطت أعلى قيم للصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: البورون، الحديد، الصنف، النمو الخضري، فول الصويا.

Effect of spraying with Boron and Iron on some vegetative growth characteristics of two Soybean cultivars under the Homs region conditions.

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

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

Abstract:

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

The results showed an increase in the growth indicators values with increasing the concentration of iron chelate spraying, and the 0.75 g/L treatment achieved the best values in plant height 86.01 cm, first pod height 10.07 cm, number of leaves per plant 34.62 leaves/plant, leaf area 749.76 cm^2/plant, plant fresh weight 123.48 g/plant, and plant dry weight 22.51 g/plant. The studied growth indicators also increased with increasing boron spray concentration, and the 1.5 g/L treatment achieved the best values, which reached the previous indicators, respectively: 86.31 cm, 9.73 cm, 33.01 leaves/plant, 713.74 cm^2/plant, 116.45 g/plant,21.14 g/plant. The results also showed that the Sb-337 variety outperformed the Sb-44 variety in all studied traits except the height of the first pod. As a result, the Sb-337 variety surpassed when sprayed with iron chelates 0.75 g/L and boron 1.5 g/L, followed by the Sb-337 variety when sprayed with iron chelates 0.50 g/L and boron 1.5 g/L.

Keywords: Boron, Iron, Variety, Vegetative Growth, Soybean.

المقدمة والدراسة المرجعية:

ينتمي فول الصويا Soy bean إلى العائلة البقولية Fabaceae والجنس *Glycine* والنوع *Glycine max* L.. وهو نبات عشبي يمتلك جذر وتدي قوي وتمتاز جذوره بوجود العقد الآزوتية، أوراقه مركبة مؤلفة من ثلاث وريقات، تختلف حسب الأصناف في الشكل والحجم واللون والملمس. أزهار هذا النبات صغيرة ذات شكل فراشي لا رائحة لها، تخرج من أباط الأوراق بشكل عنقود أو شمراخ متعدد الأزهار ويتراوح عددها بين 3–5

أزهار، تتدرج ألوانها بين الأبيض والبنفسجي والأرجواني، قرونه صغيرة الحجم ذات قشرة جلدية يغطيها زغب كثيف أبيض، وتتوضع القرون بشكل عنقود يحتوي من 2–4 قرون يتراوح طول الواحد بين 2.5–6 سم، ويحتوي القرن الواحد على 3 بذور وسطياً، بذوره ذات شكل كلوي أو بيضوي مختلفة كثيراً في الحجم واللون حسب الصنف المزروع حيث تتدرج ألوانها بين الأصفر والبني والأسود المائل للخضرة. الساق قائمة ذات لون أخضر طيلة فترة النمو وتصبح الساق صفراء في مرحلة النضج، والتلقيح في نبات فول الصويا ذاتي (غزال، 1990).

يحتاج هذا النبات لفترة نمو تتراوح بحسب الصنف المزروع من 75 يوم حتى 200 يوم أو أكثر. ويحتاج إلى مجموع حراري يتراوح بين 1700– 3200 درجة مئوية، وبشكل عام ينمو فول الصويا في مدى واسع من درجات الحرارة وتتراوح درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور الصويا وإزهار النبات بين 20–30 مْ، وتؤثر درجات الحرارة المنخفضة 10مْ أو المرتفعة 40 مْ بشكل سلبي على عملية الإزهار، وخاصة إذا ترافقت درجات الحرارة المرتفعة مع تعرض النبات للعطش والجفاف حيث يعد فول الصويا من النباتات متوسطة المقاومة للجفاف(العسود، 2010). وتبلغ احتياجاته من الماء إلى أكثر من 6000–7000 م^3 من المياه للهكتار خلال مراحل نمو النبات وفقاً لـ (وهبي، 2002).

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

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

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

تطورت زراعة فول الصويا في سورية بشكل متسارع مابين عامي 1988,1995 فكان هناك زيادة بمتوسط الغلة أيضاً وهذا دليل على ملائمة ظروف القطر لهذا المحصول وتناقصت زراعته خلال السنوات العشر الأخيرة بشكل مضطرد بالرغم من أن متوسط الغلة وصل في الحسكة وصل إلى 400كغ/هـ (مهنا،الشباك،2010) ،حيث ازدادت من (5000 هكتار) إلى (7122 هكتار) عام 1999م، وفي محافظة حمص بلغت المساحة المزروعة في عام 2011 475 هكتار أنتجت 1124 طن بمردود 2366 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2022).

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

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

بين Kupper (2003) أن التغذية الورقية هي من أفضل طرائق التسميد وأكثرها كفاءة وجدوى اقتصادية، وذلك لكونها توفر استهلاك الطاقة اللازمة لانتقال أيونات العناصر

المغذية ضمن النبات، كما أن أغلب النباتات قادرة على امتصاص العناصر المغذية عند رشها على أوراق النبات، لذلك أصبحت التغذية الورقية وسيلة لتزويد النبات بالعناصر المغذية الكبرى والصغرى كما يعد التسميد الورقي من أكثر الطرائق فعالية في تحسين إنتاجية النبات كماً ونوعاً وذلك من خلال زيادة النمو الخضري. حيث أن رش المغذيات على أوراق النبات تؤمن 85% من حاجة النبات.

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

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

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

بينت نتائج دراسة أجراها الجميلي (2015) أنه عند تطبيق التغذية الورقية بالنتروجين والبورون بالتراكيز التالية (0N+0B و 250N+10B و 500N+20B)ملغم.ليتر$^{-1}$ أعطى التركيز (500N+20B) ملغم.ليتر$^{-1}$ أعلى متوسط لكل من عدد التفرعات (4.89و5.64) فرع.نبات$^{-1}$ والمساحة الورقية (44.26 و49،15) دسم^{2} ودليل المساحة الورقية وعدد الأيام من الزراعة إلى النضج وأقل عدد أيام إلى ٥٠% تزهير، بينما أعطى التركيز

(250N+10B) ملغ.ليتر$^{-1}$ أعلى ارتفاع للنبات (101.89 و122.7) سم للموسمين بالتتابع .

كما أظهرت نتائج دراسة أجراها الدليمي (2014) أنه عند تطبيق ثلاث مستويات من البورون بالتراكيز (0 و0,75 و1,50) كغم.هـ$^{-1}$B على شكل حامض البيوريك (17 % B) رشا" على النبات ،حقق التركيز 1,50 كغم.هـ$^{-1}$B أعلى معدل لكل من ارتفاع النبات وعدد التفرعات والحالة الورقية للنبات والوزن الجاف للنبات وطول الجذر الرئيسي بزيادة معنوية قياسا" بمعاملة المقارنة .

تعد تغذية النبات بالعناصر الغذائية مثل الحديد من العوامل المؤثرة في صفات النبات الزهرية والخضرية (Hanwate *et al.*, 2018). وللحديد دور مهم في العمليات الحيوية التي تشجع على زيادة الانقسامات الخلوية واستطالة الخلايا مؤدية إلى الزيادة في النمو (Gulser *et al.*, 2019).

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

وجد (Ahmed and Essa, 2010) في دراسة تمت على نبات الفول أن استخدام الحديد المخلبي والحديد المعدني حقق زيادة معنوية في المؤشرات المدروسة للنبات، فحقق التركيز 8 كغ/هـ أعلى المتوسطات لكل من (ارتفاع النبات، عدد التفرعات في النبات، وزن 100 بذرة ، وزون القرون الخضراء، وزن البذور الجافة ومحتوى الحديد في الجزء الخضري).

درست قيسون (2024) تأثير رش فول الصويا بتراكيز مختلفة من شيلات الحديد (0، 0.5، 1 غ/لتر) في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية تحت ظروف الري الناقص فأظهرت النتائج أن معاملة الرش الورقي بالحديد 1 غ/لتر أدت إلى تحسين مؤشرات

النمو فبلغ ارتفاع النبات (91.37 سم)، وعدد الأوراق في النبات (36.05 ورقة/النبات)، وعدد الأفرع (3.80 فرع/النبات)، ومساحة المسطح الورقي (975.2 سم^2/النبات)، ومحتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (70.54 ملغ/غ).

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

هدف البحث :

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

مواد وطرائق البحث:

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2023 في مزرعة خاصة في قرية الدوير شمالي مدينة حمص.

المادة النباتية:

– الصنف Sb-44 وهو صنف فول صوياجذوره متعمقة وجذره الرئيس وتدي يصل إلى عمق1 م ، ذو ساق قائمة أو منحنية، ومتفرعة (2-5 فروع) يصل طولها إلى (60-100 سم)، أوراقها مركبة ثلاثية الوريقات عامة. والثمرة قرنية الشكل مسطحة أو ملتفة أو هلالية أو محدبة طولها بين 2.5 و6 سم، لونها عند النضج أصفر فاتح، ويحتوي القرن على 3 بذور، وتبلغ إنتاجيته بحدود 4000 كغ/هـ ونسبة زيت 29%.

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

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

جدول(١) الهطول المطري ودرجات الحارة العظمى والصغرى في موقع الدراسة خلال فترة تنفيذ البحث 2023

الشهر	متوسط درجة الحرارة العظمى مْ	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ	معدل الهطول المطري الشهري ملم
أيار	27.24	13.64	3.2
حزيران	30.30	18.86	0.0
تموز	34.70	22.20	0.0
آب	34.97	23.00	6.8
أيلول	32.70	20.36	0.7

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

الخصائص الفيزيائية			الخصائص الكيميائية					
رمل %	سلت %	طين %	PH	N معدني مع/كغ	P متاح مع/كغ	K متاح مع/كغ	EC ميليموز/سم	المادة العضوية
34	14	52	8.5	21.79	23.0	310.6	0.14	2.46

جدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة عند عمق (0–30) سم للعام 2023

معاملات التجربة:

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

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

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

B معاملة البورون ، Feمعاملة الحديد .

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

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

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

تم حراثة أرض التجربة باستخدام المحراث القلاب المطرحي بعمق 30 سم، وتنعيمها باستخدام المحراث القرصي ومن ثم تسوية التربة ألياً وتقسيمها إلى قطع تجريبية بأبعاد 4 × 2,8 م، ضمت كل قطعة تجريبية أربعة خطوط بطول 4 م بمسافة بين الخط والأخر 75

سم، وزرعت البذور في حفر بمسافة (10) سم بين الحفرة والأخرى، بمعدل 2-3 بذرة في الحفرة الواحدة،

وتركت مسافة 1 م بين كل قطعة تجريبية وأخرى وبين كل مكرر وأخر كممرات خدمة. تم زراعة بذور الصويا بتاريخ 2023/7/13 وتمت عمليات التعشيب والري والمكافحة بشكل متساوي بين القطع التجريبية. وعند ظهور علائم النضج المتمثلة باصفرار الأوراق وجفاف القرون تم الحصاد يدوياً بتاريخ 2023/11/7، وتركت النباتات لتجف تحت أشعة الشمس مع تقليبها مرة واحدة ثم تم الدراس آلياً بعد أربعة أيام من الحصاد.

المؤشرات المدروسة:

- **ارتفاع النبات (سم):** تم قياس ارتفاع النبات بواسطة المتر من سطح التربة حتى قمة النمو بعد اكتمال مرحلة الإزهار.
- **ارتفاع أول قرن (سم):** تم قياس ارتفاع أول قرن عند النضج بواسطة المتر من سطح التربة حتى العقدة التي خرج منها القرن على الساق.
- **عدد الأوراق الخضراء** : تم عد الأوراق على النباتات الممثلة للعينات في مرحلة الإزهار.
- **المساحة الورقية (سم^2/النبات):** تم حساب المسطح الورقي وفق المعادلة:

مساحة الوريقة= (طول الوريقة × أقصى عرض للوريقة) × 0.624، عن (بله، 1996)، حيث 0.624 عبارة عن ثابت تصحيح مساحة الورقة لفول الصويا.

مساحة النبات = مجموع مساحة جميع الوريقات

- **تقدير الوزن الرطب للنبات/غ/:** تم حساب الوزن الرطب بوزن 3 نباتات من كل قطعة تجريبية بميزان حساس عند اكتمال مرحلة الإزهار.
- **تقدير الوزن الجاف للنبات /غ/:** جففت النباتات الموزونة سابقاً في فرن على درجة حرارة 65 درجة مئوية لمدة 48 ساعة ومن ثم وزنها لمعرفة الوزن الجاف بعد ثبات الوزن.

النتائج والمناقشة:

1. ارتفاع النبات:

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

ازداد متوسط ارتفاع النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 84.64، 86.01 سم عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 78.87 سم. كما ازداد متوسط ارتفاع النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 82.49، 86.31 سم على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 80.72 سم. وعند المقارنة بين الأصناف تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغ ارتفاع النبات 84.37، 81.98 سم على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 86.72 تلاه بفروق غير معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.50 غ/لتر 86.04. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 87.80 سم، تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 84.82 سم. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 بتركيز (0.5 غ/ل للحديد ، 0.75 غ/ل للبورون) معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 90.34 سم، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 76.91 سم.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (91.86 سم)، تلاها بفروق معنوية المعاملة Sb-337+F1B2 (89.89 سم)، ثم المعاملة Sb-44+F2B2 (88.82 سم). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0) الأدنى معنوياً (74.51 سم).

سببت معاملة الرش بالحديد زيادة ارتفاع النبات، ويفسر ذلك بسبب دور الحديد في نشاط الأنزيمات ونشاط الخلايا الميرستيمية وانقسامها مما أدى إلى زيادة ارتفاع النبات، كما أنه يدخل في تركيب مكونات الخلية الأساسية كالسايتوكرومات التي لها دور في عملية التمثيل الضوئي (Havlin *et al.*, 2005)، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه

(Mahadev, 2017) الذي أشـــار إلى وجود تأثير معنوي للتغذية الورقية بالحديد في ارتفاع نبات فول الصويا.

كما أثر البورون في زيادة ارتفاع النبات ويفسر ذلك بسبب الدور المهم لهذا العنصر في تنظيم وإنتاج الأوكسينات في النبات وذلك من خلال اسهامه في تنشيط عملية أكسدة منظمات النمو مثل منظم الجبرلين والسايتوكينين مما ينتج عنها زيادة تركيزها في النبات والتي تقوم بدورها في زيادة استطالة الخلايا والسلاميات ومن ثم حدوث زيادة في ارتفاع النبات وزيادة تفرعاته (Gharib and Hegazi, 2010).

الجدول (3) تأثير الرش بشـيلات الحديد والبورون في ارتفاع النبات لصـنفين من فول الصويا، سم

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	77.38	80.35	78.87
	F1: 0.50	83.25	86.04	84.64
	F2: 0.75	85.30	86.72	86.01
	$LSD_{0.05}$	F*V=0.810		F=0.573
البورون B غ/لتر	B0: 0	79.44	82.00	80.72
	B1: 0.75	81.67	83.31	82.49
	B2: 1.50	84.82	87.80	86.31
	$LSD_{0.05}$	B*V=0.810		B=0.573
متوسط الصنف V	–	81.98	84.37	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.468		–
التأثير المشترك	F0B0	74.51	79.32	76.91
	F0B1	77.55	80.09	78.82

80.87	81.65	80.09	F0B2	
82.35	83.50	81.19	F1B0	
83.86	84.73	82.99	F1B1	
87.73	89.89	85.56	F1B2	
82.90	83.19	82.61	F2B0	
84.79	85.12	84.47	F2B1	
90.34	91.86	88.82	F2B2	
F*B=0.993	F*B*V=1.404		$LSD_{0.05}$	

2. ارتفاع أول قرن:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروقاتٍ في صفة ارتفاع أول قرن بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد متوسط ارتفاع أول قرن معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 9.59، 10.07 سم عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 9.14 سم. كما ازداد متوسط ارتفاع أول فرن دون وجود فروق معنوية مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 9.57، 9.73 سم على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر. وعند المقارنة بين الصنفين كانت الفروق غير معنوية.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنفين Sb-44 ، Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 10.14، 9.99 سم على التوالي. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف كانت الفروق غير معنوية. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) حقق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 أعلى القيم وبلغ 10.26 سم، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً (9.01 سم).

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة حققت المعاملة Sb-44+F2B2 أعلى ارتفاع أول قرن (10.37 سم)، تلاها بفروق غير معنوية المعاملة Sb-337+F2B2 (10.15 سم)، ثم المعاملة Sb-44+F2B1 (10.14 سم). في حين كانت المعاملة Sb-337+F0B0 الأدنى معنوياً 8.99 سم.

الجدول (4) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في ارتفاع أول قرن لصنفين من فول الصويا،سم

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديدF غ/لتر	F0: 0	9.19	9.09	9.14
	F1: 0.50	9.61	9.56	9.59
	F2: 0.75	10.14	9.99	10.07
	$LSD_{0.05}$	F*V=0.468		F=0.331
البورونB غ/لتر	B0: 0	9.51	9.47	9.49
	B1: 0.75	9.63	9.51	9.57
	B2: 1.50	9.81	9.66	9.73
	$LSD_{0.05}$	B*V=0.468		B=0.331
متوسط الصنف V	–	9.65	9.55	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.270		–
التأثير المشترك	F0B0	9.02	8.99	9.01
	F0B1	9.16	9.06	9.11
	F0B2	9.40	9.22	9.31
	F1B0	9.57	9.51	9.54

9.58	9.56	9.61	F1B1	
9.63	9.62	9.65	F1B2	
9.92	9.91	9.92	F2B0	
10.02	9.91	10.14	F2B1	
10.26	10.15	10.37	F2B2	
F*B=0.573	F*B*V=0.810		$LSD_{0.05}$	

3. عدد الأوراق في النبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$) في صفة عدد الأوراق في النبات بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد متوسط عدد الأوراق في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 30.97، 34.62 ورقة/نبات عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 28.92 ورقة/نيات. كما ازداد متوسط عدد الأوراق في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 31.33، 33.01 ورقة/نبات على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 30.17 ورقة/نبات. وعند المقارنة بين الأصناف تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغ عدد الأوراق في النبات 32.88، 30.12 ورقة/نبات على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 36.22 ورقة/نبات تلاه بفروق غير معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 33.01 ورقة/نبات. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 34.47 ورقة/نبات، تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 32.67 ورقة/نبات. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل

بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 36.87 ورقة/نبات، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 28.13 ورقة/نبات.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (38.23 ورقة/نبات)، تلاها بفروق معنوية المعاملة Sb-337+F2B1 (36.17 ورقة/نبات)، ثم المعاملة Sb-44+F2B2 (35.50 ورقة/نبات). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0 الأدنى معنوياً (27.20 ورقة/نبات).

أدت معاملة الرش بالحديد إلى زيادة عدد الأوراق في النبات، ويعزى السبب إلى دور الحديد في زيادة الهرمونات النباتية مثل الأوكسينات والجبرلينات ،الذي ينعكس في انقسام الخلايا واستطالتها وبالتالي زيادة عدد أوراق النباتات (Rashed and Ahmed,1997). فضلاً عن دوره في تكوين مركبات السايتوكروم والفيرودوكسين والكلوروفيل المهمة في عملية التمثيل الضوئي ،مؤدياً إلى زيادة المواد المصنعة الدافعة لانقسام الخلايا واستطالة الساق وبالتالي زيادة عدد الأوراق في النبات، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Ahmed and Essa, 2010). كما تتفق نتائج دور البورون في زيادة عدد الأوراق مع (Gharib and Hegazi, 2010).، ونتائج Das وآخرون (2022).

الجدول (5) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في عدد الأوراق في النبات لصنفين من فول الصويا، ورقة/نبات.

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديدF غ/لتر	F0: 0	28.02	29.81	28.92
	F1: 0.50	29.32	32.61	30.97
	F2: 0.75	33.01	36.22	34.62
	$LSD_{0.05}$	F*V=0.537		F=0.379
البورونB غ/لتر	B0: 0	28.82	31.51	30.17
	B1: 0.75	29.99	32.67	31.33

	B2: 1.50	31.54	34.47	33.01
	$LSD_{0.05}$	B*V=0.537		B=0.379
متوسط الصنف V	–	30.12	32.88	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.310		–
التأثير المشترك	F0B0	27.20	29.07	28.13
	F0B1	27.93	29.67	28.80
	F0B2	28.93	30.70	29.82
	F1B0	28.53	31.20	29.87
	F1B1	29.23	32.17	30.70
	F1B2	30.20	34.47	32.33
	F2B0	30.73	34.27	32.50
	F2B1	32.80	36.17	34.48
	F2B2	35.50	38.23	36.87
	$LSD_{0.05}$	F*B*V=0.929		F*B=0.657

4. مساحة المسطح الورقي للنبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$) في صفة مساحة المسطح الورقي للنبات بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد متوسط مساحة المسطح الورقي للنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 655.99، 749.76 سم^2/نبات عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 603.39 سم^2/نبات. كما ازداد متوسط مساحة المسطح الورقي للنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 666.53، 713.74 سم^2/نبات على التوالي عند

معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 629.07 سم^2/نبات. وعند المقارنة بين الأصناف تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغت مساحة المسطح الورقي في النبات 703.28، 636.28 سم^2/نبات على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 789.42 سم^2/نبات تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 710.10 سم^2/نبات. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 748.80 سم^2/نبات، تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 699.82 سم^2/نبات. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 811.12 سم^2/نبات، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 576.85 سم^2/نبات.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (846.48 سم^2/نبات)، تلاها بفروق معنوية المعاملة Sb-337+F2B1 (788.56 سم^2/نبات)، ثم المعاملة Sb-44+F2B2 (775.75 سم^2/نبات). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0 الأدنى معنوياً (553.79 سم^2/نبات).

تؤدي معاملة الرش بالحديد إلى زيادة عدد الأفرع في النبات وزيادة عدد الأوراق بسبب دوره في تعزيز عملية التمثيل الضوئي، مؤدياً إلى زيادة عدد النموات الجديدة على النبات وبالتالي زيادة المسطح الورقي (Ahmed and Essa, 2010). كذلك الأمر أدت المعاملة بالبورون إلى زيادة عدد الأوراق بسبب تأثير البورون على التوازن الهرموني الذي يساعد على تحسين النمو الأولى (الأفرع الرئيسة) والثانوي المتمثل بالأوراق التي تظهر على الأفرع وبالتالي زيادة مساحة الأوراق، ويتفق ذلك مع نتائج Kappes وآخرون (2008)، كما توصل Das وآخرون (2022) إلى نتائج مماثلة.

الجدول (6) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في مساحة المسطح الورقي لصنفين من فول الصويا،سم٢/نبات .

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديدF غ/لتر	F0: 0	581.87	625.31	603.59
	F1: 0.50	616.88	695.09	655.99
	F2: 0.75	710.10	789.42	749.76
	$LSD_{0.05}$	F*V=11.04		F=7.81
البورونB غ/لتر	B0: 0	596.93	661.21	629.07
	B1: 0.75	633.23	699.82	666.53
	B2: 1.50	678.68	748.80	713.74
	$LSD_{0.05}$	B*V=11.04		B=7.81
متوسط الصنف V	–	636.28	703.28	-
	$LSD_{0.05}$	V= 6.37		–
التأثير المشترك	F0B0	553.79	599.91	576.85
	F0B1	581.29	623.36	602.33
	F0B2	610.52	652.65	631.59
	F1B0	586.27	650.48	618.38
	F1B1	614.59	687.54	651.07
	F1B2	649.78	747.26	698.52
	F2B0	650.72	733.23	691.98
	F2B1	703.82	788.56	746.19

	F2B2	775.75	846.48	811.12
	$LSD_{0.05}$	F*B*V=19.12		F*B=13.52

5. الوزن الرطب للنبات:

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

ازداد متوسط الوزن الرطب للنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 105.40، 123.48 غ/نبات عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 93.74 غ/نبات. كما ازداد متوسط الوزن الرطب للنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 107.01، 116.45 غ/نبات على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 99.17 غ/نبات. وعند المقارنة بين الأصناف تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغ الوزن الرطب للنبات 115.28، 99.80 غ/نبات على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 133.39 غ/نبات تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.50 غ/لتر 114.07 غ/نبات. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق نالصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 124.74 غ/نبات، تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 114.59 غ/نبات. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 134.52 غ/نبات، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 86.22 غ/نبات.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (143.84 غ/نبات)، تلاها بفروق معنوية المعاملة Sb-337+F2B1 (133.02 غ/نبات)،

ثم المعاملة Sb-44+F2B2 (125.19 غ/نبات). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0 الأدنى معنوياً (81.39 غ/نبات).

سببت المعاملة بالحديد والبورون زيادة ارتفاع الوزن الرطب للنبات لكلا الصنفين بسبب دورهما في زيادة ارتفاع النبات وعدد الأوراق ومساحتها وعدد الأفرع مما أدى لزيادة الوزن الرطب للنبات مقارنةً بمعاملة الشاهد بلا رش، ويتفق ذلك مع نتائج (Hassanijalilian *et al*., 2023).

الجدول (7) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في الوزن الرطب للنبات غ/نبات لصنفين من فول الصويا

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	89.09	98.39	93.74
	F1: 0.50	96.74	114.07	105.40
	F2: 0.75	113.57	133.39	123.48
	$LSD_{0.05}$	F*V=1.824		F=1.290
البورون B غ/لتر	B0: 0	91.82	106.52	99.17
	B1: 0.75	99.42	114.59	107.01
	B2: 1.50	108.16	124.74	116.45
	$LSD_{0.05}$	B*V=1.824		B=1.290
متوسط الصنف V	–	99.80	115.28	-
	$LSD_{0.05}$	V= 1.053		–
التأثير المشترك	F0B0	81.39	91.06	86.22
	F0B1	89.45	98.43	93.94

	F0B2	96.45	105.69	101.07
	F1B0	91.05	105.21	98.13
	F1B1	96.33	112.32	104.32
	F1B2	102.84	124.67	113.75
	F2B0	103.01	123.31	113.16
	F2B1	112.50	133.02	122.76
	F2B2	125.19	143.84	134.52
	$LSD_{0.05}$	F*B*V=3.159		F*B=2.234

6. الوزن الجاف للنبات:

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

ازداد متوسط الوزن الجاف للنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 19.26، 22.51 غ/نبات عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 17.34 غ/نبات. كما ازداد متوسط الوزن الجاف للنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 19.57، 21.14 غ/نبات على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 18.39 غ/نبات. وعند المقارنة بين الأصناف تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغ الوزن الجاف للنبات 21.40، 18.01 غ/نبات على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 24.83 غ/نبات تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.50 غ/لتر 21.07 غ/نبات. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 23.05

غ/نبات، تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 21.23 غ/نبات. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 24.45 غ/نبات، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 16.46 غ/نبات.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (26.81 غ/نبات)، تلاها بفروق معنوية المعاملة Sb-337+F2B1 (24.78 غ/نبات)، ثم المعاملة Sb-337+F1B2 (23.03 غ/نبات). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0 الأدنى معنوياً (15.56 غ/نبات).

سببت المعاملة بالحديد والبورون زيادة ارتفاع الوزن الجاف للنبات بسبب زيادة الوزن الرطب للنبات مقارنةً بمعاملة الشاهد بلا رش، كما يعزى دور كل من الحديد والبورون في التنشيط الحيوي للنبات بسبب الدور المميز في تنشيط عملية تثبيت الآزوت الجوي، وزيادة السعة التبادلية الكاتيونية للجذور، وتحفيز الخلايا على الانقسام والاستطالة ولاسيما الخلايا المرستيمية وزيادة انتقال نواتج البناء الضوئي من أماكن تصنيعها إلى أماكن احتياجها في النبات وما ينعكس عليه من زيادة في النمو ومنها ارتفاع النبات وعدد الأفرع، وعدد الأوراق وزيادة المسطح الورقي وبالتالي زيادة الوزن الجاف للنبات. ويتفق ذلك مع نتائج (Hassanijalilian *et al*., 2023).

الجدول (8) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في الوزن الجاف للنبات غ/نبات لصنفين من فول الصويا

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	16.38	18.29	17.34
	F1: 0.50	17.45	21.07	19.26
	F2: 0.75	20.19	24.83	22.51

	$LSD_{0.05}$	F*V=0.354	F=0.250
البورون B غ/لتر	B0: 0	16.87	19.91	18.39
	B1: 0.75	17.92	21.23	19.57
	B2: 1.50	19.23	23.05	21.14
	$LSD_{0.05}$	B*V=0.354		B=0.250
متوسط الصنف V	–	18.01	21.40	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.204		–
التأثير المشترك	F0B0	15.56	17.36	16.46
	F0B1	16.37	18.18	17.27
	F0B2	17.21	19.34	18.27
	F1B0	16.57	19.48	18.02
	F1B1	17.39	20.71	19.05
	F1B2	18.39	23.01	20.70
	F2B0	18.47	22.89	20.68
	F2B1	20.01	24.78	22.40
	F2B2	22.09	26.81	24.45
	$LSD_{0.05}$	F*B*V=0.613		F*B=0.434

الاستنتاجات والمقترحات:

- زادت مؤشرات النمو المدروسة مع زيادة تركيز الرش بشيلات الحديد وحققت المعاملة 0.75 غ/لتر أفضل القيم في ارتفاع النبات، ارتفاع أول قرن، عدد الأوراق في النبات، مساحة المسطح الورقي، والوزن الرطب والجاف للنبات فبلغت على الترتيب: 86.01 سم، 10.07 سم، 34.62 ورقة/نبات، 749.76 سم^2/نبات، 123.48 غ/نبات، 22.51 غ/نبات.

- زادت مؤشرات النمو المدروسة مع زيادة تركيز الرش بالبورون وحققت المعاملة 1.5 غ/لتر أفضل القيم في ارتفاع النبات، ارتفاع أول قرن، عدد الأوراق في النبات، مساحة المسطح الورقي، والوزن الرطب والجاف للنبات فبلغت على الترتيب: 86.31 سم، 9.73 سم، 33.01 ورقة/نبات، 713.74 سم^2/نبات، 116.45 غ/نبات، 21.14 غ/نبات.
- تفوق الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44 في جميع الصفات المدروسة ، وبلغت فيم ارتفاع النبات 84.37– 81.98 سم، ومساحة المسطح الورقي 703.28–636.28 سم^2/نبات، والوزن الجاف 21.40– 18.01 غ/نبات، للصنفين على التوالي.
- بالنتيجة تفوت المعاملة (الصنف Sb-337 عند الرش بشيلات الحديد 0.75 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر) في الوزن الجاف للنبات والذي يعد أهم مؤشر تكنولوجي للصويا كونه محصولاً علفياً.

بناءً على ما سبق يقترح الآتي:

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

المراجع:

- الجميلي سرحان (2015) . تأثير السايكوسيل والتغذية الورقية بالنتروجين والبورون في نمو أصناف من فول الصويا .مجلة العلوم الزراعية العراقية –46(2) :120–135.
- الدليمي المحمدي (2014) . تأثير الرش بالحديد والبورون في صفات النمو لصنفين من فول الصويا Glycine max (L) Merrill .مجلة الأنبار للعلوم الزراعية ، المجلد: 12العدد (2)
- العسود، غرود (2010). السلوكية الوراثية لبعض الصفات الكمية والنوعية في هجن لفول الصويا. رسالة ماجستير. كلية الزراعة بجامعة دمشق. ٩٩ ص.
- غزال، محمود حسن(1990). محاصيل العلف. منشورات جامعة حلب.450 ص

- قيسون، عائشة (2024). تأثير الرش الورقي بالميثانول وشيلات الحديد في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية لفول الصويا Soybean تحت ظروف الري الناقص. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة حمص. 132 ص.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.
- محمد، حسين عزيز (2014). تأثير البورون والرش التكميلي والبوتاسيوم على الصفات الكمية والنوعية لنبات الباقلاء(*Vicia Faba* L.). مجلة ديالى للعلوم الزراعية،6(1):201-187 .
- وهبي، صالح (2002). فول الصويا كمحصول جديد في سوريا، مجلة جامعة دمشق، المجلد18 العدد 4+3 الصفحة 15-20 .
- Ahmed, S.K, and S.S. Essa (2010) Evalution of mineral and chelating iron on growth and yield of broad bean.,Eurphrate Journal of Agriculture.Sciences.4(2):21-29.
- Das, S., Paul, S.K., Rahman, M.R., Roy, S., Uddin, F.M.J. and Rashid, M.H. (2022). Growth and yield response of soybean to sulphur and boron application. Journal of Bangladesh Agricultural University, 19(4): 12–19.
- Fatima A. and S.A. Jan (2023). Approaches for sustainable production of soybean under current climate change condition. MOJ Biol Med. 2023;8(1):27–31.
- Fernandez, V.T. Sotiropoulos; and P. Brown. (2013). Foliar fertilization scientific principles and field practices. International Fertilizer Industry Association
- Gharib , F. A. and A. Z Hegazi. (2010). Salicylic acid ameliorates germination , seedling growth , phytohormones and enzymes activity in bean (phaseolus vulgaris L.) under cold stress. J. Ame rSci., 6(10):675-683.
- Hassanijalilian O., Igathinathian C., Day C., Bajwa S., Nowatzki J (2023). Measuring soybean iron deficiency chlorosis progression and yield prediction with unmanned aerial vehicle. Smart Agricultural Technology. V.4.

- Havlin,J.L.;J.D.Beaton:S.L.Tisdale, and W.L. Nelson (2005). Soil Fertility and Fertilizers:7th Ed. An Introduction to Nutrient mana-gement.Upper Saddle River-New Jersey-U.S.A.
- Kappes, C., Golo, A.L., de Carvalho, M.A.C., (2008). Doses and times of foliar application of boron in agronomic characteristics and quality of soybean seeds. Scientia Agraria, 9(3):291-297.
- Kruger G.R., Guilherme S. A, Kasey S., Jeffrey A. G., Daniel B. R., Darrin M. D., Ashli E. B., Bradley K. F., Wesley C. H. (2023). Dicamba off-target movement from applications on soybeans at two growth stages. Agrosyst Geosci Environ. 2023;6:e20363.
- Kupper G (2003). Foliar fertilization appropriate technology transfer for rural areas(ATTRA).Nation sustainable agriculture. Service. WW.attra.ncat.org.
- Mahadev G.J (2017).Effect of Secondary and Micronutrient Application on Growth, Yield and Quality of Soybean (Glycine Max L.).MSc. Thesis, Coll. Of Agric., India. Pp.85.
- Rashed, M.H. and Ahmed (1997). .Physiological Studies on The Effect of Iron and Zinc Supplies on Faba Bean Plant. J.Agric.Sci.Mansoura Univ.,22(3)729-743.
- Shil NC, Noor S, Hossain MA. (2007). Effects of boron and molybdenum on the yield of chickpea. Agric. Rural Dev. 5 (1-2): 17-24.
- Sujatha , S. (2005). Effect of Sources ,leves and methods of boron application on production , yield attributes and yield of maize (*Zea mays* L.) *Madras Agric*.J.92(7-9) :479-483.
- Zhang HY, Hou ZH, Zhang Y, (2022). A soybean EFTu family protein GmEF8, an interactor of GmCBL1, enhances drought and heat tolerance in transgenic arabidopsis and soybean. Int J Biol Macromol. 2022;205:462–472.

دراسة الكفاءة الإفتراسية لنوعين من خنافس أبي العيد *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) و*Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) على حشرة قشرية الصبار القرمزية *Dactylopius opuntiae* تحت الظروف المخبرية

فراس أسعد[١]، زياد شيخ خميس[٢] ومازن بوفاعور[٣]

(١). مركز بحوث حماه، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(٢). قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

(٣). مركز بحوث السويداء، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

الملخص

سببت حشرة قشرية الصبار *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae) أضرار كبيرة في حقول الصبار *Opuntia ficus-indica* في سورية خلال فترة قصيرة من تسجيلها لأول مرة عام ٢٠١٩. هدف هذا البحث إلى دراسة كفاءة مفترسين تم تسجيلهما على الحشرة في سورية، يتبعان لفصيلة خنافس أبي العيد ورتبة غمديات الأجنحة (Coleoptera: Coccinellidae) وهما: المفترس *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) والمفترس *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer)، في طوري اليرقة والبالغة عند تغذيتها على أطوار مختلطة من حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* ضمن ظروف مضبوطة عند حرارة ٢٦ م°، رطوبة نسبية ٦٠% وإضاءة ١٤ ساعة/يوم. أظهرت النتائج مقدرة افتراسيه عالية ليرقات وبالغات كلا المفترسين، فبالنسبة للمفترس *C. montrouzieri* استهلكت يرقات العمر الأول، الثاني، الثالث، الرابع

والبالغات: ١٧,٨٢، ٤٤,٣٣، ١٣٠,٦٢، ٢٠٣,٣٣ و ١٥٣٤,٨ فرد (على الترتيب) من الأطوار المختلفة للآفة، أما المفترس *H. trifurcata* فقد استهلكت يرقات العمر الأول، الثاني، الثالث، الرابع والبالغات : ١٠,٢٤، ٢٧,٣٣، ٤٩,٤٦، ١٦٣,٩٢ و٨٧٠,٠٧ فرد (على الترتيب) من الأطوار المختلفة للآفة. أظهرت النتائج تفوق المفترس *C. montrouzieri* على المفترس *H. trifurcata* في معدل الاستهلاك اليومي من الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية، مع الأخذ بالاعتبار الشراهة الكبيرة التي أبداها المفترس *H. trifurcata* في إبادة الأطوار المختلفة للآفة بالرغم من صغر حجمه مقارنةً مع المفترس *C. montrouzieri* مما يتطلب مزيداً من الدراسات البيئية للمفترسين في الظروف الحقلية ومدى تكيفها مع ظروف البيئة المحلية السورية.

الكلمات المفتاحية: قشرية الصبار القرمزية، *Dactylopius opuntiae*، صبار، *Cryptolaemus montrouzieri*، *Hyperaspis trifurcata*، كفاءة افتراسية.

Potential predation of coccinellid spices *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) and *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) on opuntia cochineal scale insect *Dactylopius opuntia*e (Cockerell) under laboratory conditions

Firas Assad[1] , Ziad Chikh-Khamis[2] and Mazen Bufaur[3]

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

(2). Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Al-Baa'th University, Homs, Syria.

(3). General Commission for Scientific Agricultural Research, Agricultural Research Center, Swedaa, Syria.

ABSTRACT

Opuntia cochineal scale insect *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera:Dactylopiidae) caused rapidly serious damage on cactus *Opuntia ficus-indica* in Syria since its first record in 2019. This study was carried out to investigate potential predation on different development stages of two coccinellid beetles *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) and *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) (Coleoptera: Coccinellidae) that recorded as predators on *D. opuntia*e in Syria, under laboratory conditions at 26 C° ,60% RH and 14h light period. The results showed high potential predation of larval and adult stage of both predators. The total number of nymphs and adults of *D. opuntiae* consumed by 1^{st}, 2^{nd},3^{rd}, 4^{th} instar larvae and adult of *C. montrouzieri* was 17.82, 44.33, 130.62, 203.33 and 1534.87 specimens respectively. However, they were 10.24, 27.33, 49.46, 163.92 and 870.07 those of *H. trifurcata*. The results indicate higher daily predation rate by larval and adult stages of *C. montrouzieri* beetle on mixed development stages of cochinal scale compared with *H. trifurcata* beetle. Considerable the voracious noticed by larval and adult stage of *H. trifurcata* on different development stages of cochinal scale, despite of its small size compared with *C. montrouzieri*. Field experiments should be conducted to determine efficiency of both predators and their adaption under Syrian local environment.

Keywords: Opuntia cochineal scale, *Dactylopius opuntiae*, cactus, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Hyperaspis trifurcata*, predation potential

١. مقدمة Introduction

يعد الصبار (التين الشوكي) *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. النوع الأكثر شهرة في الفصيلة Cactaceae والرتبة Caryophyllales، كونه منتشر في العديد من البلدان في المنطقة المدارية والمعتدلة، ويكتسب أهمية متزايدة حول العالم من قبل الحكومات

والمنظمات الدولية نظراً لقدرته على مقاومة الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة، حيث يمكنه النمو في المناطق التي لا تستطيع النباتات الأخرى العيش فيها كالمناطق القاحلة وشبه القاحلة نظراً لبنيته الفريدة، في تحور الأوراق الى أشواك، والطبقة الشمعية مع البشرة السميكة لألواحه التي تختزن الكثير من الماء، والمجموع الجذري الممتد أفقياً في التربة والذي يقوم بربط الماء فور امتصاصه بمركبات هلامية لتقليل فقده بالتبخر Stintzing, Ingles *et al*., 2017, Fitiwy *et al*., 2016 and Carles, 2005)، لكنه أصبح اليوم مهدداً بعد انتشار الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae) في بلدان حوض المتوسط وأمريكا اللاتينية والوسطى (Mazzeo *et al.*,2019, Rico *et al*. 2017). تم تسجيل هذه الآفة لأول مرة في سورية عام ٢٠١٩ (بوفاعور وبوحمدان، ٢٠١٩)، في المنطقة الجنوبية ثم امتدت الإصابة إلى المناطق الوسطى والساحلية مسببةً أضرار فادحة، ومؤديةً لموت أعداد كبيرة من شجيرات الصبار. تتميز هذه الحشرة بنظام حماية معقد بسبب وجود غطاء شمعي سميك، والذي يعيق وصول الأعداء الحيوية إليها بالإضافة إلى حمض الكارمينيك المتواجد في أجسامها (ومنه يأتي لونها القرمزي)، والذي يلعب دوراً هاماً في إعاقة المتطفلات والعديد من المفترسات Bouharroud *et al.*, Moran *et al*., 1982) Mazzeo *et al*., 2019, 2016). تعد هذه الحشرة النوع الأكثر شراسة بين أنواع الجنس *Dactylopius* حيث تتغذى الإناث والحوريات بامتصاص عصارة النبات فتتشوه وتنتفخ مناطق التغذية وتظهر على الألواح مناطق مصفرة بسبب تحلل الكلورفيل لا تلبث أن تصبح متماوتة وتتسع بشكل تدريجي، وتؤدي في النهاية إلى سقوط اللوح المصاب، ويمكن أن يصل الضرر في حال الإصابة الشديدة إلى ١٠٠% Bouharroud *et al*., (Mazzeo *et al*., 2019, 2016).

تعد أستراليا الموطن الأصلي للمفترس *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) وهو أكثر الأعداء الحيوية استخداماً في مجال تطبيقات المكافحة الحيوية في العالم، وقد ادخل لأكثر من ٦٤ دولة لمكافحة البق الدقيقي Kairo)

(*et. al.*, 2013). تم إدخال هذا المفترس إلى سورية عام ١٩٩٥ لمكافحة الحشرات القشرية وخاصةً بق الحمضيات الدقيقي *planococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) *citri* والتي تصيب أشجار الحمضيات في الساحل السوري (نمور وشيخ خميس، ٢٠٠٤)، وتم إكثاره في مركز اللاذقية لتربية وتطبيقات الأعداء الحيوية التابع لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، حيث يتم سنوياً إنتاج مليون مفترس منه توزع على بساتين الحمضيات (الخطيب وزملاؤه، ٢٠١٣)، للمفترس أربعة أعمار يرقية هي: العمر اليرقي الأول، الثاني، الثالث والرابع، والتي يبلغ متوسط طولها: ١,٢٢، ٤,٥٥، ٥,٩٦، ٨,٠٨ مم على الترتيب، في حين يبلغ متوسط طول البالغة ٤,٥ مم (Siddhapara *et al.*, 2013)، وعلى الرغم من كون هذا المفترس متخصص بالبق الدقيقي للأنواع التابعة لفصيلة Pseudococcidae (Zhenqiang *et al.*, 2019)، إلا أنه وجد متغذياً على مستعمرات حشرة قشرية الصبار القرمزية في حقول الصبار في المنطقة الساحلية في سورية (مشاهدات شخصية)، فهو مفترس متعدد العوائل (Babu and Azam, 1987, Heidari and Copland, 1992 الخطيب وزملاؤه، ٢٠١٣).

تعد المكسيك الموطن الأصلي للمفترس *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) (Coleoptera: Coccinellidae) والتي يعد فيها عدو طبيعي مرافق لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* ، وللمفترس أربعة أعمار يرقية هي: العمر اليرقي الأول، الثاني، الثالث والرابع والتي يبلغ متوسط طولها:١,٢، ١,٧٥، ٢,٧٥ و ٤,٥ مم على الترتيب، في حين يبلغ متوسط طول البالغة ٢,٥ مم (Rico *et al*. 2010)، وسجل هذا المفترس لأول مرة في سورية في المنطقة الجنوبية عام ٢٠٢١ متغذياً على حشرة قشرية الصبار القرمزية وكان أكثر المفترسات وفرةً (أسعد وزملاؤه، ٢٠٢٤).

تهدف الدراسة الحالية دراسة الكفاءة الإفتراسية للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* وتقييم كفاءتهما في الظروف المخبرية في افتراس الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D . opuntiae* كخطوة أولية تمهيداً للدراسات الحقلية بهدف استخدامها في برامج المكافحة الحيوية للآفة في حقول الصبار ضمن ظروف البيئة المحلية السورية.

٢. مواد البحث وطرائقه Materials and Methods

١,٢. التربية المخبرية

أجريت التجارب المخبرية خلال موسم ٢٠٢٢ في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدير الحجر (ريف دمشق- سورية). تم تجهيز ألواح سليمة من الصبار *O. ficus-indica* بعمر سنة في أصص سعة ٢ لتر في غرفة التربية المعدة لها، وتم جمع العديد من ألواح الصبار من منطقة دير الحجر والمصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D . opuntiae* بمختلف أطوارها. وضعت الألواح المصابة فوق الألواح السليمة لمدة ٢٤ ساعة، ثم أزيلت الألواح المصابة بعد انتقال الحوريات العمر الأول المتحركة (crawlers) إلى الألواح السليمة وبدأت بالتغذي والتطور عليها (Luna Mathenge *et al.*, 2009 , Rico *et al*. 2016, *et al*., 2018). تم جمع ألواح صبار مصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية حاملة لمختلف أطوار المفترس *C. montrouzieri* من حقول الصبار في المنطقة الساحلية (بانياس)، في حين تم الحصول على المفترس *H. trifurcata* بطريقة مشابهة من حقول الصبار في المنطقة الجنوبية (ريف دمشق- دير الحجر). وضعت الألواح في صناديق خشبية مغطاة بقماش منخل ثم نقلت إلى المخبر حيث تم فحص الألواح تحت المكبرة، وتم فرز البيوض، والعذارى للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata*، كلٍ على حدة من خلال البحث بين مستعمرات الآفة وكتل الشمع ضمن الألواح المصابة.

٢,٢. دراسة الكفاءة الإفتراسية

تم دراسة الكفاءة الإفتراسية ليرقات المفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* باختيار ٢٠ بيضة لكلٍ منهما (٢٠ مكرر) نقلت كلٍ على حدة باستخدام فرشاة ناعمة إلى اسطوانات بلاستيكية (قطر ٨سم بارتفاع ١٠سم) مغطاة بقماش منخل وورق نشاف لامتصاص الرطوبة، تحوي الاسطوانات قطع من ألواح الصبار بأبعاد ٤×٤ سم بحيث تضم كلاً منها الأطوار التالية (من حشرة قشرية الصبار القرمزية): ٢٠ حورية عمر أول، ١٠ حوريات عمر ثاني و ٥ حشرات كاملة، فيما أزيلت باقي الأعداد. وضعت الاسطوانات في حاضنة على درجة حرارة ٢٦م°، ٦٠% رطوبة نسبية وإضاءة ١٤

ساعة/يوم. تم إجراء العد اليومي للأفراد المستهلكة من قبل اليرقات المفترسة واستبدال قطع الصبار بأخرى جديدة طازجة وبنفس الترتيب السابق وكلما دعت الحاجة، كما تم تسجيل مدة كل عمر يرقي للمفترسين بالاعتماد على جلود الانسلاخ وعامل الحجم لليرقات المفترسة وحتى نهاية العمر الرابع.

تم دراسة الكفاءة الإفتراسية لبالغات للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* من خلال جمع طور العذراء لهما من الألواح المصابة إلى اسطوانات مغطاة بقماش منخل حتى انبثاق الحشرات الكاملة، ثم أخذت ٢٠ بالغة (٢٠ مكرر) لكلٍ منهما (١٠ إناث و١٠ ذكور لكل مفترس) ونقل كل فرد على حدة إلى اسطوانات بلاستيكية تحوي قطع من الصبار الحاوي بدوره الأطوار المختلفة من الآفة (*D. opuntiae*) بالترتيب السابق ذكره، وتم عد الأطوار المختلفة المستهلكة من قبل البالغات للمفترسين وحتى نهاية حياتها، وحساب متوسط الاستهلاك الكلي للفرد الواحد لكلا المفترسين بطوري اليرقة والبالغة (من الأطوار المختلفة للآفة)، كما حسب معدل الاستهلاك اليومي لكل عمر يرقي ولبالغات كلا المفترسين (Kaur and Virk, 2011).

٣,٢. تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

صممت التجربة بتصميم القطاعات كاملة العشوائية Comeletely randomized blocks لتأثير عامل واحد One way anova وهو عامل معدل الاستهلاك اليومي للمفترسين المدروسين، باستخدام اختبار تحليل التباين Analayse of variance عند مستوى المعنوية ٠,٠١، كما استخدم تحليل التباين لتأثير عاملين Two way anova وهو عامل عمر المفترس وعامل عمر الفريسة والعلاقة بينهما، حيث تم إجراء التحاليل الإحصائية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي للبيانات Genstate 12.

٣. النتائج والمناقشة Results and Discussion

يشير الجدول ١ إلى متوسط الاستهلاك للفرد الواحد من الأعمار اليرقية والطور البالغ للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* على حوريات وبالغات حشرة قشرية

الصبار القرمزية *D. opuntiae* ومدة التطور تحت الظروف المخبرية (حرارة٢٦م°، رطوبة نسبية ٦٠% وإضاءة ١٤ ساعة/يوم).

بالنسبة للمفترس *C. montrouzieri* فقد استهلكت الأعمار اليرقية: الأول، الثاني، الثالث والرابع وطور البالغة: ١٧,٨٢، ٤٤,٣٣، ١٣٠,٦٢، ٢٠٣,٣٣ و١٥٣٤,٨٧ فرد على الترتيب بالمجمل (متوسط) من مختلف أطوار الآفة خلال مدة تطور بلغت: ٤، ٤، ٤,٥٤، ٥,٨٣ و٥٥,٠٧ يوم على الترتيب. فيما وجد Kaur and Virk (2011) أن الأعمار اليرقية للمفترس *C. montrouzieri* الأول، الثاني، الثالث، الرابع وطور البالغة قد استهلكت عند تغذيتها على أعمار مختلطة من بق القطن الدقيقي *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera Pseudococcidae) بالمتوسط: ٢٩,٨، ٩٦,٩٤، ٢٢٠,٤٣، ٢٧١,٧١ و ٢٥٨٧,٤ فرد على الترتيب من مختلف أطوار البق، كما وجد Ghulam وزملاؤه (2012) أن مدة التطور للأعمار اليرقية الأول ،الثاني، الثالث والرابع وطور البالغة لهذا المفترس عند تغذيته على أطوار مختلطة من بق القطن الدقيقي *P. solenopsis* في ظروف مضبوطة على درجة حرارة حرارة٢٨م° و٦٥% رطوبة نسبية وإضاءة ١٦ ساعة/يوم: قد بلغت: ٥,٩، ٥، ٧، ٨,٣ و ٨٠ يوم على الترتيب.

بالنسبة للمفترس *H. trifurcata* فقد استهلكت الأعمار اليرقية: الأول، الثاني، الثالث والرابع وطور البالغة : ١٠,٢٤، ٢٧,٣٣، ٤٩,٤٦، ١٦٣,٩٢ و٨٧٠,٠٧ فرد على الترتيب بالمجمل (متوسط) من مختلف أطوار الآفة الحشرية (الجدول ١)، خلال مدة تطور بلغت: ٣، ٣، ٣,١٥ ، ٦,٩٢ و ٤٨,٢ يوم على الترتيب، فيما وجد Rico وزملاؤه (٢٠١٦) أن المفترس *H. trifurcata* وخلال تربيته على حوريات العمر الأول لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* قد استهلك بالمتوسط ٥٢٩٣ فرد منها خلال مجمل حياته، في ظروف مضبوطة على درجة حرارة ٢٥م° و ٦٠% رطوبة نسبية وإضاءة ١٢ساعة/يوم، وبلغت مدة التطور لديه للأعمار اليرقية: الأول، الثاني، الثالث والرابع: بالمتوسط: ٣,١، ٣,٦، ٣,١، ٨,٩ يوم على الترتيب.

خلال الدراسة بلغت مدة الطور البالغ للمفترس *H. trifurcata* بالمتوسط ٤٨ يوم وهذا يتفق مع ما وجده Rameriz وزملاؤه (٢٠١٣) حيث تراوح متوسط عمر البالغات للمفترس *H. trifurcata* عند تغذيتها على حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* في ظروف مضبوطة على درجة حرارة ٢٣م° ٥٠% رطوبة نسبية، بين ٤٥-٤٩ يوماً.

جدول ١: استهلاك للفرد الواحد من الأعمار اليرقية والطور البالغ للمفترسين *C. montrouzieri* و*H. trifurcata* لحوريات وبالغات حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* ومدة التطور (متوسط±الإنحراف المعياري sd) تحت الظروف المخبرية (حرارة٢٦م°، رطوبة نسبية ٦٠% وإضاءة ١٤ ساعة/يوم).

المفترس	العمر	حورية ١	حورية ٢	بالغة	مجموع	مدة التطور (يوم)
C. montrouzieri	1	12.24±0.65	5.35±0.4	0.24±0.11	A 17.82±0.68 F pr<0.001, l.s.d=1.88	4.00±0.18
H.trifurcata		7.76±0.39	2.29±0.3	0.18±0.1	B 10.24±0.4	3.00±0.2
C. montrouzieri	2	29.00±1.88	11.40±0.60	3.93±0.24	A 44.33±1.82 F pr<0.001, l.s.d=3.32	4.00±0.18
H.trifurcata		19.73±0.85	5.40±0.49	2.20±0.25	B 27.33±0.96	3.00±0.10
C. montrouzieri	3	98.92±4.14	22.62±1.66	9.08±0.51	A130.62±4.73 F pr<0.001, l.s.d=7.44	4.54±0.19
H.trifurcata		28.69±1.78	13.77±0.81	7.00±0.35	B 49.46±1.61	3.15±0.11
C. montrouzieri	4	140.33±5.44	41.08±2.56	21.92±1.28	A203.33±20.43 F pr<0.001, l.s.d=14.68	5.83±0.17
H.trifurcata		94.92±4.85	41.08±3.31	27.92±1.91	B 163.92±5.65	6.92±0.26
C. montrouzieri	بالغة	1003.47±40.78	450.20±25.14	81.20±3.96	A1534.87±49.03 F pr<0.001, l.s.d=122.8	55.07±1.36
H.trifurcata		543.47±20.66	260.20±14.60	66.40±2.34	B 870.07±25.39	48.20±1.52

* A و B تدل على معنوية الفروق لمجموع الاستهلاك لكل عمر من المفترسين *C. montrouzieri* و*H.trifurcata* من الأطوار المختلفة للآفة *D. opuntiae* عند مستوى المعنوية ١%.

يتضح مما سبق تفوق المفترس *C. montrouzieri* في المرحلة اليرقية والبالغة على المفترس *H. trifurcata* في إجمالي الأعداد المستهلكة للأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية، وقد يعود هذا لاختلاف لعامل الحجم بينهما إذ يتفوق المفترس *C. montrouzieri* بالحجم على المفترس *H. trifurcata* الأصغر حجماً، حيث تزداد الاحتياجات الغذائية للمفترس ذو الحجم الأكبر بالإضافة إلى اختلاف مدة التطور حيث استغرقت الأعمار اليرقية والبالغات لدى المفترس *C. montrouzieri* مدة أطول منها في المفترس *H. trifurcata* ما زاد من مدة الافتراس.

بلغ الاستهلاك الإجمالي للمفترس *C. montrouzieri* من الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية خلال كامل حياته (الأعمار اليرقية+البالغة) بالمتوسط: ١٩٣١ فرد منها: ٣٩٦ فرد استهلكت خلال مدة التطور اليرقي التي بلغت ١٨,٣٧ يوم (متوسط) وبمعدل استهلاك يومي للعمر اليرقي: الأول، الثاني، الثالث والرابع بلغ: ٤,٥٤، ١١,١٧، ٢٨,٩٧ و٣٥,١٣ على الترتيب، بالإضافة لـ١٥٣٥ فرد استهلكت خلال مدة الطور البالغ وهي بالمتوسط ٥٥,٠٧ يوم، وبمعدل استهلاك ٢٨,٠٩ فرد/يوم من مختلف أطوار الآفة.

بلغ الاستهلاك الإجمالي للمفترس *H. trifurcata* من الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية خلال كامل حياته (الأعمار اليرقية+البالغة) بالمتوسط: ١١٢١ فرد منها: ٢٥١ فرد استهلكت خلال مدة التطور اليرقي التي بلغت ١٦,٠٧ يوم (متوسط) وبمعدل استهلاك يومي للعمر اليرقي: الأول، الثاني، الثالث والرابع بلغ: ٣,٦، ٩,٢، ١٥,٧٢ و٢٣,٨٧ على الترتيب بالإضافة لـ٨٧٠ فرد استهلكت خلال مدة الطور البالغ وهي بالمتوسط ٤٨,٢ يوم، وبمعدل استهلاك ١٨,٣ فرد/يوم من مختلف أطوار الآفة.

يبين الجدول ٢ عدم وجود فروق معنوية بين يرقات العمر الأول والثاني للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* في معدل الاستهلاك اليومي للفرد الواحد منها لمجموع الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae*، فيما تفوق العمر اليرقي الثالث والرابع والطور البالغ للمفترس *C. montrouzieri* على المفترس *H. trifurcata* في معدل الاستهلاك اليومي للفرد الواحد منها لمجموع الأطوار المختلفة للآفة، وأظهر التحليل الإحصائي لعامل معدل الاستهلاك اليومي للأعمار اليرقية والطور البالغ للمفترسين لأطوار حشرة قشرية الصبار القرمزية (حوريات العمر الأول والعمر الثاني والبالغات كلٍ على حدة) تفوق المفترس *C. montrouzieri* أو تكافؤه مع المفترس *H. trifurcata* وحسب تفصيل الجدول ٢.

جدول ٢. الاستهلاك اليومي للفرد الواحد (أعمار يرقية+بالغة) للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* من حوريات العمر الأول والثاني وبالغات حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* (متوسط±الإنحراف المعياري sd) تحت الظروف المخبرية (حرارة٢٦م°، رطوبة نسبية ٦٠% وإضاءة ١٤ ساعة/يوم)*.

العمر للمفترس	المفترس	حورية١/يوم	حورية٢/يوم	بالغة/يوم	المجموع
العمر اليرقي الأول	*C. montrouzieri*	3.13±0.2 a	1.35±0.11 a	0.05±0.02 a	4.54±0.19 A
	H. trifurcata	2.71±0.18 a	0.83±0.12 a	0.06±0.03 a	3.6±0.23 A
	analyse of variance	F pr = 0.12	F pr = 0.01	F pr = 0.89	F pr = 0.05
العمر اليرقي الثاني	*C. montrouzieri*	7.22±0.30 a	2.92±0.19 a	1.03±0.10 a	11.17±0.34 A
	H. trifurcata	6.64±0.3 a	1.82±0.17 b	0.73±0.08 a	9.20±0.36 A
	analyse of variance	F pr = 0.18	F pr<0.05 l.s.d=0.51	F pr = 0.12	F pr = 0.02

العمر اليرقي الثالث	*C. montrouzieri*	21.97±0.81 a	4.96±0.26 a	2.04±0.15 a	28.97±0.81 A
	H. trifurcata	9.08±0.46 b	4.4±0.28 a	2.24±0.12 a	15.72±0.33 B
	analyse of variance	F pr<0.001 l.s.d=1.79	F pr = 0.14	F pr = 0.30	F pr<0.001 l.s.d=5.18
العمر اليرقي الرابع	*C. montrouzieri*	24.33±1.23 a	7.03±0.39 a	3.78±0.22 a	35.13±1.29 A
	H. trifurcata	13.92±0.81 b	5.92±0.41 a	4.04±0.22 a	23.87±0.77 B
	analyse of variance	F pr<0.001 l.s.d=3.06	F pr = 0.07	F pr = 0.41	F pr<0.001 l.s.d=6.12
البالغات	*C. montrouzieri*	18.41±0.95 a	8.20±0.44 a	1.48±0.07 a	28.09±1.13
	H. trifurcata	11.44±0.59 b	5.47±0.36 b	1.39±0.07 a	18.30±0.81
	analyse of variance	F pr<0.001 l.s.d=2.1	F pr<0.001 l.s.d=1.13	F pr = 0.46	F pr<0.001 l.s.d=7.2

* A وB تدل على معنوية الفروق للمجموع (عمودياً)، a وb تدل على معنوية الفروق للأعمار اليرقية والطور البالغ (كلٍ على حدة) لكل مفترس مع الطور المقابل للآفة (عمودياً) عند مستوى المعنوية ١%.

فيما يخص التفضيل الغذائي للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* على الأعمار المختلفة للحشرة القرمزية فقد كانت الأعمار اليرقية الصغيرة للمفترسين تفضل الأعمار الحورية الصغيرة للحشرة وقد يعزى ذلك لصغر حجم اليرقات المفترسة بشكل يصعب معه مهاجمة الإناث البالغة كبيرة الحجم من الفريسة (*D. opuntiae*)، بالمقابل يتناسب حجمها (الصغير) مع حجم صغير من أعمار الفريسة كحوريات العمر الأول للحشرة، فيما كانت الأطوار اليرقية الكبيرة وبالغات المفترسين تهاجم بشراهة مختلف

الأطوار الحشـرة القرمزية، كما ازداد معدل اسـتهلاكها للأطوار الكبيرة منها، بسـبب نمو حجم اليرقات المفترسة والبالغات والذي يتناسب مع حجم فريسة كبير من الحشرة القرمزية كالإناث البالغة، مع التنويه من أن هذا التنوع في استهلاك اليرقات الكبيرة والأطوار البالغة للمفترسـين لمختلف أطوار الآفة يؤكد أهمية اسـتخدام هذا المرحلة من المفترسـين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* (الأعمار اليرقية الكبيرة والبالغات) عند الإطلاق الحقلي لهما في برامج مكافحة حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae*.

عند إجراء المقارنات بين معدل الاسـتهلاك اليومي للأعمار اليرقية والطور البالغ لكل مفترس على حدة، أظهر التحليل الإحصـائي وجود فروق معنوية في معدل الاسـتهلاك، حيث تفوق العمر اليرقي الرابع لكلا المفترسـين على الطور البالغ في معدل الاسـتهلاك اليومي لمجموع أطوار الآفة فيما لم توجد فروق معنوية للطور البالغ والعمر اليرقي الثالث في معدل الاسـتهلاك اليومي، واللذان تفوقا بدورهما على العمر اليرقي الثاني في معدل الاسـتهلاك اليومي لمجموع أطوار الآفة، كما تفوق العمر اليرقي الثاني بدوره على العمر اليرقي الأول، كما أظهر التحليل الإحصـائي لكل مفترس وجود تأثير للفعل المتبادل Interaction بين عمر المفترس وعمر الفريسـة (*D. opuntiae*)، وتأثيرها في معدل الاستهلاك الذي ينخفض مع ازدياد عمر الفريسة (وبالتالي زيادة حجمها) ، في حين يرتفع معدل الاستهلاك من الفريسة مع تقدم عمر المفترس (وبالتالي زيادة حجمه) (الجدول ٣).

اسـتهلك العمر اليرقي الرابع لكلا المفترسـين كمعدل يومي أكبر عدد من أطوار الآفة مقارنة بباقي الأعمار اليرقية وبالطور البالغ، وقد يعزى ذلك إلى تفوق العمر اليرقي الرابع بالحجم مما يجعله أكثر نهماً وشراهةً استعداداً لمرحلة التعذر، فيما تستغرق البالغات وقتاً أكثر في زمن المعاملة للفريسة handling time والتخلص من خيوط الشمع قبيل افتراسها (El-Aalaoui *et al.*, 2020) في حين امتازت اليرقات بمرونة وقدرة أكبر في التغلغل بين مستعمرات الآفة (مشاهدات شخصية)، أما الأعمار اليرقية الصغيرة للمفترسين وبسبب صغر حجمها فقد استهلكت أقل عدد من أطوار الآفة.

جدول ٣. معنوية الفروق في معدل الاستهلاك اليومي للأعمار اليرقية والبالغات للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* (كلٍ على حدة) من حوريات العمر الأول والثاني وبالغات حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* (متوسط±الإنحراف المعياري sd) القيم المتبوعة بأحرف متباينة تدل على معنوية الفروق عند مستوى المعنوية 1%.

المفترس	العمر	حورية ١/يوم	حورية ٢/يوم	بالغة/يوم	مجموع/يوم
C. montrouzierie	1	3.13±0.2 g	1.35±0.11 i	0.05±0.02 g	4.54 D
	2	7.22±0.30de	2.92±0.19 gh	1.03±0.1 i	11.17 C
	3	21.97±0.81 b	4.96±0.26 f	2.04±0.15 hi	28.97 B
	4	24.33±1.23 a	7.03±0.39e	3.78±0.22fg	35.13 A
	بالغ	18.41±0.95 c	8.20±0.44 d	1.48±0.07 i	28.09 B
analyses of variance		F pr. <0.001 l.s.d=1.0٢			F pr. <0.001 l.s.d=3.22
H.trifurcata	1	2.71±0.18 g	0.83±0.12 i	0.06±0.03 j	3.6 D
	2	6.64±0.3 d	1.82±0.17 gh	0.73±0.08 i	9.2 C
	3	9.08±0.46 c	4.4±0.28 f	2.24±0.12 g	15.72 B
	4	13.92±0.81 a	5.92±0.41 e	4.04±0.22 f	23.87 A
	بالغ	11.44±0.59 b	5.47±0.36 e	1.39±0.07 hi	18.3 B
analyses of variance		l.s.d=0.٦5 F pr. <0.001			F pr. <0.001 l.s.d=2.86

لقد اختلفت نتائج الدراسات المرجعية حول فعالية المفترس *C. montrouzieri* في مكافحة حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* في الظروف الحقلية، ففي المغرب

وجد El-Aalaoui وزملاؤه (٢٠١٩) أن إطلاق هذا المفترس بكثافات عالية وبمعدل ٩٢ مفترس/شجيرة الصبار كان فعالاً في مكافحة الآفة، إلا أن نتائج الإطلاق الحقلي له في المنطقة الساحلية لفلسطين لم تكن فعالة في وقف انتشار الآفة على الرغم من تخفيف الإصابة (Mazzeo *et al.*, 2019) ، فيما ذكر (Rico *et al.*, 2016) أنّ المفترس *H. trifurcata* كان فعالاً في مكافحة الآفة في حقول الصبار في المكسيك.

خلال الدراسة تبين من خلال المشاهدات الحقلية أن المفترس *C. montrouzieri* كان منتشراً في المنطقة الساحلية من سورية فيما كان المفترس *H. trifurcata* منتشراً في المنطقة الجنوبية، مع التنويه أن المفترس *C. montrouzieri* لا يتحمل ظروف الشتاء البارد وبحاجة إلى إطلاقات دورية خلال موسم النمو مع إمكانية استمراره في ظروف الشتاء ضمن بعض المناطق الدافئة من المنطقة الساحلية (الخطيب وزملاؤه، ٢٠١٣)، فيما لوحظ المفترس *H. trifurcata* خلال عدة مواسم منتشراً بشكل طبيعي في المنطقة الجنوبية فساهم في المحافظة على بعض تجمعات الصبار فيها، مما يرجح قدرته على تحمل ظروف التشتية وعلى بناء مجتمعه بشكل متزامن مع نمو مجتمع الآفة Mazzeo (*et al.*, 2019، أسعد وزملاؤه، ٢٠٢٤).

٤. الاستنتاجات والتوصيات: Conclusions and Recommendations

استهلكت الأعمار اليرقية الكبيرة والبالغات لكلا المفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata*(يومياً) أعداد أكبر من أطوار حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* ، مقارنةً بالأعمار اليرقية الصغيرة وحقق العمر اليرقي الرابع لكلا المفترسين أفضل النتائج في معدل الاستهلاك اليومي متفوقاً على البالغات فيما كان معدل الاستهلاك اليومي للعمر اليرقي الثالث للمفترسين مقارب لمعدل استهلاك الطور البالغ، وعلى الرغم من تفوق يرقات الطور الرابع للمفترسين في معدل الاستهلاك اليومي على البالغات، لكن الطور البالغ للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* حقق بالمجمل أكبر كمية استهلاك من أطوار الآفة بنسبة ٧٩,٥ و ٧٧,٦% على الترتيب من إجمالي استهلاك

الفرد الواحد (خلال كامل حياته) من مختلف أطوار الآفة، وذلك بفضـــل عمرها المديد مقارنة بالأعمار اليرقية قصيرة العمر.

تدل النتائج المتحصل عليها على مقدرة افتراسيه عالية للمفترسين *C. montrouzieri* و *H. trifurcata* تحت الظروف المخبرية، مع الأخذ بالاعتبار الشــراهة الكبيرة التي أبداها المفترس *H. trifurcata* في إبادة الأطوار المختلفة للآفة بالرغم من صغر حجمه مقارنةً مع المفترس *C. montrouzieri*، مما يتطلب مزيداً من التجارب الحقلية عن الكفاءة البيئية والإفتراسية لهما ضمن ظروف الحقل وتمهيداً لإدخالهما في برامج المكافحة الحيوية لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* للحفاظ على شجيرة الصبار كأحد المظاهر الجمالية والإنتاجية، وكأحد الحلول البيئية الواعدة لمشــاكل التغيرات المناخية والجفاف في نظام البيئة المحلية السورية.

٥. المراجع References:

١. أسعد، فراس، زياد شيخ خميس ومازن بوفاعور، ٢٠٢٤- **التسجيل الأول للمفترسين *Scymnus saturalis* و *Hyperaspis trifurcata* على حشرة قشرية الصبار القرمزية (*Dactylopius opuntiae*) في حقول الصبار في سورية.** مجلة وقاية النبات العربية، ٤٢(١): ١٠٧-١٠٢. https://doi.org/10.22268/AJPP-001211

٢. الخطيب، ناديه، لؤي حافظ أصلان وغسان سمعان إبراهيم. ٢٠١٣. **اختبار تأثير نمط الاصطفاء والتحسين الوراثي في رفع مؤشرات الكفاءة الحيوية للمفترس *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) لمكافحة البق الدقيقي.** أطروحة دكتوراه في العلوم الزراعية، جامعة دمشق، ٢٢٨ صفحة.

٣. بوفاعور، مازن و رامي بوحمدان، 2020- **التسجيل الأول للحشرة القشرية القرمزية *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) على نبات الصبار في سورية.** مجلة وقاية النبات العربية، ٣٨ (١): ٥٩-٦٣.
https://dx.doi.org/10.22268/AJPP-38.1.059063

٤. نمور، دمر وزياد شيخ خميس، ٢٠٠٤- **الحشرات الاقتصادية.** منشورات جامعة البعث، سورية، ٥١٥ص.

5. Babu, T.R. and K.M. Azam,1987- **Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, (Coccinellidae: Coleoptera) in relation with temperature**. Entomophaga, 32:381–6.
6. Bouharroud, R., A. Amarraque and R. Qessaoui, 2016 **- First report of the Opuntia cochineal scale *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Morocco.** EPPO Bulletin, 46 (2): 308–310. https://doi.org/10.1111/epp.12298
7. El-Aalaoui, M., R. Bouharroud, M. Sbaghi, M. El Bouhssini, L. Hilali and K. Dari, 2019- **Comparative toxicity of different chemical and biological insecticides against the scale insect *Dactylopius opuntiae*.** Archives of Phytopathology and Plant Protection,52(1–2): 155−165. https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1589909
8. El-Aalaoui, M., R. Bouharroud, M. Sbaghi, M. El Bouhssini and L. Hilali, 2020- **Functional response and predation potential of *Hyperaspis Campestris* (Herbst 1783) (Coleoptera: Coccinellidae) on Opuntiae cochineal *Dactylopius Opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Morocco.** Test engineering and management Journal , 82: 5976-5985.
9. Fitiwy, I., A. Gebretsadkan and A. Araya, 2016- **Management of cochinal (*Dactylopius coccus* Costa) insect pest throuch botanical extraction in tigray, in north Ethiopia.** Journal of the drylands, S6(2): 499 -505.
10. Ghulam S. S., K.L. Mohammad, H.A. Ghulam and B. Abdul Sattar, 2012- **Biology and release of exotic predator *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant on mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley at Tandojam Sarhad.** J. Agric. 28(3): 429-435.
11. Heidari, M. and M. Copland, 1992- **Host finding by *Cryptolaemus montrouzieri* (Col., Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom., Pseudococcidae).** Entomophaga, 37(4): 621-625.
12. Ingles, P., C. Mondragon and A. Nefzaoui, 2017- **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear.** IX International Congress on Cactus Pear and Cochineal: Crops for a Hotter and Drier World. Coquimbo, Chile. 225 pp.
13. Kairo, M. T., K.O. Paraiso, R. D. Gautam and D. D. Peterkin, 2013- ***Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a**

review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. CAB Rev, 8(005), 1-20.

14. Kaur, H. and J. S. Virk, 2011- **Feeding potential of *Cryptolaemus montrouzieri* against the mealybug *Phenacoccus solenopsis*.** Phytoparasitica 40: 131-136. DOI 10.1007/s12600-011-0211-3

15. Luna, P. J., E. Rodríguez-Leyva, J. R. Lomeli-Flores, A. L. Vigueras-Guzmán and J. M. Vanegas-Rico, 2018- **Life cycle and fecundity of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in *Opuntia ficus-indica*.** Publicado como articulo en Agrociencia, 52:103-114.

16. Mathenge, C.W., P. Holford, J.H. Hoffmann, R. Spooner-Hart, G.A.C. Beattie and H.G. Zimmermann, 2009- **The biology *of Dactylopius tomentosus* (Hemiptera: Dactylopiidae).** Bulletin of Entomological Research, 99(6):551-559. doi:10.1017/S0007485308006597

17. Mazzeo, G., S. Nucifora, A. Russo and P. Suma, 2019- ***Dactylopius opuntiae*, a new prickly pear cactus pest in the Mediterranean: an overview.** Entomologia Experimentalis et Applicata 167: 59–72. http://dx.doi.org/10.1111/eea.12756

18. Moran, V.C., B.H. Gunn and G.H. Walter, 1982- **Wind dispersal and settling of first-instar crawlers of the cochineal insect *Dactylopius austrinus* (De Lotto) (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae).** Ecological Entomology 7: 409–419.

19. Rameriz, S.A., N.O. Sanatana and Y. A. Solis, 2013- **Biology of *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) (Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory conditions.** Dugesiana 20(2): 99-103.

20. Rico, V. J.M., J.R. Lomeli-Flores, E. Rodriguez-Leyva, G. Mora–Aguilera and J.M. Valdez, 2010- **Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus–indica* (L.) Miller en el centro de Mexico.** Acta Zoologica Mexicana 26, 415-433. http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v26n2/v26n2a7.pdf

21. Rico V. J.M., R. E. Rodriguez -Leyva, J.R. Lomeli-Flores, G. H. Alez-Hernandez, P. A. Erez-Panduro and G. Mora-Aguilera, 2016- **Biology and life history of *Hyperaspis trifurcata* feeding on *Dactylopius opuntiae*.** BioControl 61: 691–701.https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-016-9753-0

22. Rico, V. J.M., A. Pérez-Panduro, J.R. Lomelí-Flores, E. Rodríguez-Leyva, J.M. Valdez-Carrasco and G. Mora-Aguilera, 2017- ***Dactylopius opuntiae* population fluctuations and predators in Morelos.** Mexico

Folia Entomológica Mexicana (nueva serie), 3(2): 23-31. http://www.socmexent.org/folia/revista/Num%202017_2/FEM_ns_23-31.pdf

23. Stintzing, F.C. and R. Carle, 2005- **Cactus stems (*Opuntia* species): a review on their chemistry, technology, and uses.** Molecular Nutrition and Food Research 49: 175-194.

24. Siddhapara, M. R., S. G. Dumaniyal, M. B. Patel and N. V. Patel, 2013- **Biology of lady bird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) on cotton mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley).** The bioscan, 8(2): 523-527

25. Suzanne, E. K., W. Moore, W. E. Hall and M. S. Hunter, 2022- **Hiding in plain sight: Cryptic enemies are found on cochineal (Hemiptera: Dactylopiidae), a scale insect of economic and cultural significance.** Ecology and Evolution 12:e9151-9164. https://doi.org/10.1002/ece3.9151

26. Zhenqiang, Q., W. Jianhui, B. Qiu, S. Ali 2 and A.G. S. Cuthbertson, 2019- **The impact of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsan(Coleoptera: Coccinellidae) on control of *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley (Hemiptera: Pseudococcidae).** Insects 2019, 10, 131-139.https://doi:10.3390/insects10050131

دراسة تأثير التسميد العضوي والتلقيح بـ *Trichoderma harzianum* في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة وإنتاجية الذرة الصفراء في منطقة حماة

أ.د. عصام شكري الخوري أستاذ مساعد في قسم التربة واستصلاح الأراضي (كلية الهندسة الزراعية – جامعة حمص)

د. محسن عبود مدرس في قسم وقاية النبات (كلية الهندسة الزراعية – جامعة حمص)

رشا شحود طالبة ماجستير

الملخص

أجريت تجربة أحواض في تربة ذات قوام لومي داخل بيت بلاستيكي محمي في دائرة المكافحة الحيوية التابعة لمديرية الزراعة والاصلاح الزراعي التي تقع في الجهة الجنوبية من مدينة حماة، وذلك باستخدام سماد عضوي من الكمبوست النباتي (CO) بمستوى (10) طن/هكتار، والسماد الحيوي فطر ***Trichoderma harzianum*** بتركيز (10□) بوغة/مل/هكتار، كما تمت زراعة الأحواض بمحصول الذرة الصفراء صنف كاسبر هجين CASPER F1 (مع الإبقاء على نبات واحد في كل حوض) ولثلاث معاملات: (معاملة الشاهد C؛ ومعاملة سماد عضوي CO 10طن/هكتار؛ ومعاملة السماد العضوي مع ***Trichoderma harzianum*** CO+T)، وذلك بهدف دراسة تأثير السماد العضوي والتلقيح بفطر ***Trichoderma harzianum*** في بعض الخصائص الفيزيائية والفيزيومائية للتربة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء وانتاجية النبات، وتم التوصل إلى ما يلي:

أدت الإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر ال ***Trichoderma*** إلى تحسين معظم الخواص الفيزيائية للتربة اللومية المدروسة حيث لوحظ تحسن في ثباتية البناء للتربة، من خلال زيادة نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم في التربة بالمقارنة مع الإضافة الفردية للسماد العضوي والشاهد دون وجود فرق معنوي بين المعاملات ، كما انخفضت نسبة تفكك التربة مقارنة مع باقي المعاملات وانخفضت قيمة الكثافة الظاهرية بالمقارنة مع الشاهد فقط، كما زادت المسامية الكلية والمسامية الهوائية ومحتوى التربة من المادة العضوية وبشكل معنوي بالمقارنة مع باقي المعاملات ،كما زادت الرطوبة الهيجروسكوبية عند المعاملة المشتركة، بينما زادت نقطة الذبول الدائم عند معاملة الإضافة الفردية للسماد العضوي، كما ارتفعت قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند السعة الحقلية والماء المتاح والماء سهل الاستفادة في المعاملة المشتركة بشكل معنوي، كما زاد الوزن الرطب للنبات بدون جذر عند الإضافة المشتركة وكان هناك فرق معنوي واضح بالمقارنة مع باقي المعاملات، أما بالنسبة ل الوزن الجاف للنبات بدون جذر كان للإضافة المشتركة تأثير معنوي واضح بالمقارنة مع الشاهد وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع معاملات السماد العضوي.

الكلمات المفتاحية: السماد الحيوي ***T. harzianum***، السماد العضوي، خصائص فيزيائية–تربة لومية.

Study of the effect of organic fertilization and pollination with Trichoderma harzianum on some soil physical properties and productivity. *Zea mays L* in the Hama Region .

Abstract

An experiment was conducted inside a greenhouse in a loamy soil at the Biological Control Department of the Directorate of Agriculture and Agrarian Reform located in the southern part of Hama city. Three treatments were used in the research: plant compost CO (10 tons/ha), biofertilizer T Trichoderma harzianum fungus (10 spores/ml/ha), and compost .treatment with Trichoderma harzianum fungus (CO+T)

The cultivation was done with yellow corn, CASPER hybrid .variety CASPER F1, and with five replicates

The aim of the research was to study the effect of organic fertilizer and inoculation with Trichoderma harzianum fungus on some physical and physico-hydrological properties of the .soil planted with yellow corn and plant productivity

The results showed that the addition of both organic fertilizer and Trichoderma fungus improved most of the physical properties of the studied loamy soil, as an improvement was observed in the stability of the soil structure, by increasing the percentage of particles with diameters greater than 0.05 mm in the soil compared to the individual addition of organic fertilizer and the control without a significant difference between the treatments. The soil disintegration rate also decreased compared to the rest of the treatments and the Bulk density

value decreased compared to the control only. Total porosity, aerial porosity and soil organic matter content increased significantly compared to the rest of the treatments. Hygroscopic humidity also increased in the combined treatment, while the permanent wilting point increased in the individual addition of organic fertilizer.The soil's ability to retain water at field capacity, available water and easy-to-use water increased significantly in the combined treatment. The wet weight of the plant without a root also increased when the combined addition and there was a clear significant difference compared to the rest of the treatments. As for the dry weight of the plant without a root, the combined addition had a clear significant effect compared to the control and there was no significant difference compared to the organic fertilizer treatment.

key word: Biofertilizer ***T. harzianum***, organic fertilizer, physical properties, Loamy soil

المقدمة introduction:

تعد الذرة الصفراء (***Zea mays L.***) من النباتات ذات الأهمية الغذائية الكبيرة، حيث تزرع في مناطق مختلفة من سورية، كما أنها من محاصيل الحبوب الصناعية التي يستخرج من حبوبها الزيت الصالح للاستهلاك البشري وهو من أجود أنواع زيوت المحاصيل، وتزرع بعض أصناف الذرة الصفراء كمحصول علفي أخضر كما أن حبوبها تستخدم في تغذية الدواجن [2].

يحتل محصول الذرة الصفراء المرتبة الثالثة من حيث الأهمية الاقتصادية بعد محصولي القمح والرز [17] ، وعلى الرغم من أهمية هذا النبات إلا أنه يعد عرضة للعديد من العوامل غير الحيوية (الجفاف وتلوث المحيط) والحيوية (الحشرات والفطريات .... الخ)، حيث تؤثر العوامل غير الحيوية على تطور نبات الذرة، مما يس‌هل إصابتها بمختلف الأمراض الفطرية، البكتيرية والفيروسات وتحدث هذه الأمراض خسائر في المردود وكذلك في القيمة الغذائية والتجارية التي تتمثل في انخفاض المادة الجافة أو عدم القدرة على الإنبات [36] .

يعد انتاج محصول الذرة الصفراء في سورية قليلاً مقارنةً بالإنتاج العالمي لعدة أسباب منها عدم اتباع الأسلوب الأمثل في الزراعة، والإصابة بالأمراض وفقر التربة بالمواد العضوية، والعشوائية في استخدام الأسمدة الكيميائية [4 ، 18].

كانت المكافحة الطبيعية حاضرة بشكل طبيعي في الأنظمة البيئية، التي تعتمد على مكافحة الكائنات الحية الممرضة عن طريق كائنات حية أخرى، فقد أظهرت الدراسات أهمية فطر ***Trichoderma*** ضد الكائنات الحية الدقيقة الممرضة الموجودة في التربة، حيث تحيط خيوطه بجذور النباتات، وتفرز مجموعة من الإنزيمات والمضادات الحيوية [21 ، 23] ، مما يؤدي إلى التنافس مع الممرضات

القاطنات في التربة، على العناصر الغذائية الموجودة في منطقة الريزوسفير، كذلك تميز هذا الفطر بقدرته على تعزيز المقاومة الجهازية للنبات وزيادة اتاحة بعض العناصر الغذائية الموجودة في التربة [7] .

بدأ التوسع بزراعة الذرة الصفراء من خلال التركيز على إنتاج واستخدام المخصبات الحيوية الميكروبية والعضوية بهدف المحافظة على خصوبة التربة خاصة وأن نسبة كبيرة من أراضي سورية تتسم بارتفاع درجة حموضتها، وافتقارها للمادة العضوية وللنشاط الميكروبي اللذين يمثلان أحد المكونات الرئيسة في منظومة خصوبة التربة الثلاثية (الفيزيائية والكيميائية والحيوية) [8] ، لذا كان لابد من تفعيل النشاط الميكروبي باستخدام تقنيات التلقيح الميكروبي والتسميد العضوي [41].

الدراسة المرجعية Literature Review:

- أهمية الذرة الصفراء:

يعد محصول الذرة الصفراء (***Zea mays L.***) من أهم محاصيل الأمن الغذائي، بالإضافة لإنتاج الوقود الحيوي، كما تؤدي الذرة الصفراء دورًا مهماً في مقاومة الأعشاب الضارة وامتصاص المياه من الطبقات العميقة للتربة [7].

تؤدي إصابة نبات الذرة الصفراء ببعض الأمراض، إلى انخفاض الإنتاج السنوي للمحصول كثيراً، ومن أهمها مرض عفن ساق الفيوزاريوم (**FSR**) الناجم عن فطر (**Fusarium graminearum**) [29]، ومرض موت البادرات (**Damping off**) الذي يسببه وجود إحدى الفطريات التالية ***Pythium spp*، *Fusarium spp*، *Rhizoctonia solani*** في التربة[32] ، بالإضافة إلى تزايد الطلب على الذرة الصفراء نتيجة لتزايد عدد السكان وتعدد استخداماتها وأهميتها الاقتصادية [1] .

- أهمية المادة العضوية:

تعد المادة العضوية المخصب الذي يضاف إلى التربة لزيادة خصوبتها وقدرتها على امداد النبات بالعناصر الغذائية [5] ، وتشكل مهداً للميكروبات النافعة والضارة، إلا أن الجانب المهم في بعض أحياء التربة المجهرية أنها تسهم في رفع القدرة الخصوبية للتربة مما يزيد من نمو وإنتاجية المحاصيل، لذا لجأ المزارعون إلى إضافة المواد العضوية بكميات كبيرة إلى التربة، لتحقيق عوائد اقتصادية عالية في الإنتاج الزراعي ومن أهم هذه الأسمدة روث الأبقار والأغنام والماعز والدواجن [10] ،كما أن الأحياء الدقيقة هي الأخرى تعد محللاً جيداً للمادة العضوية[12] ، وتعد مقياساً متكاملاً لصحة التربة وحمايتها من التدهور [10] .

- دور الكائنات الحية الدقيقة في صحة التربة:

تمثل الكائنات الحية الدقيقة أكبر مجموعة حيوية وأكثرها تنوعاً في التربة، حيث يقدر عدد الكائنات الحية الدقيقة بمليون إلى مليار كائن حي دقيق لكل غرام واحد من التربة الزراعية، تُعرَّف صحة التربة بأنها قدرة التربة على العمل كنظام حيوي حي، أي امتلاكها لمجموعة متنوعة ونشطة من الكائنات الحية[27] .

تمتلك الكائنات الحية الدقيقة القدرة على إعطاء مقياس متكامل لصحة التربة وهو مظهر لا يمكن الحصول عليه فقط من خلال التدابير الفيزيائية و/أو الكيميائية، حيث تساعد الميكروبات في تكوين بناء التربة عن طريق زيادة لصق حبيبات التربة مع بعضها البعض بوساطة المفرزات العضوية التي تفرزها هذه الميكروبات، كما وتؤثر الكائنات الحية الدقيقة أيضاً في قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وزيادة معدل الرشح والنفاذية، وقابليتها للانضغاط [10].

تؤدي الكائنات الحية الدقيقة في التربة دورًا أساسيًا في تحلل المواد العضوية، وتدوير المغذيات وتسميد التربة، وبدون تدوير العناصر الغذائية، سيكون استمرار الحياة على الأرض مستحيلًا، لأن العناصر الغذائية الأساسية سوف تستهلك من قبل

الكائنات الحية، كما و إن التغييرات في المجموعات الميكروبية أو نشاطها يمكن أن تسبق التغيرات التي يمكن اكتشافها في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، وبالتالي توفير مؤشر مبكر على صحة وخصوبة التربة أو تحذير مبكر على تدهورها [34].

- أهمية فطر *Trichoderma*:

تعد السلالات التابعة لجنس ***Trichoderma*** من أكثر الفطريات دراسةً لتحسين إنتاج وتطوير العديد من أنواع المحاصيل، حيث تستخدم لمقاومة بعض مسببات الأمراض النباتية، ومكافحة بعض ***الممرضات*** من قاطنات التربة، حيث تتطفل على بعض الفطريات الممرضة، بالإضافة لقدرتها على تكوين علاقة تبادلية مع جذور النباتات، مما يسهم في انتشارها بشكل كبير [30 و24].

تتأثر الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة بوجود فطر ***Trichoderma***، فالتربة المعاملة به تتصف بكونها ذات مسامية أكبر وذات قدرة أعلى على الاحتفاظ بالماء مقارنة مع الترب غير معاملة به [33].

توجد العديد من العناصر الغذائية في التربة، بشكل غير قابلة للذوبان او قليلة الذوبان، مما يؤثر على دورة المغذيات في التربة ويحد من تداولها وإتاحتها للنبات.

تعمل أنواع ***Trichoderma spp*** على تعزيز توافر وامتصاص العناصر الغذائية، عن طريق إفراز الأحماض العضوية التي تذيب الأملاح المعدنية، وتعمل على تنشيط العناصر الغذائية، مما يؤدي إلى تحسين اتاحتها للنباتات في التربة [22].

نظرًا لقدرة التكاثر القوية والانتشار السريع لأنواع ***Trichoderma*** فإنها توسع منطقة التلامس بين الجذر والتربة فيزيد من الميسيلوم ويعطيه زيادة عددية لحماية

النبات وتزيد من إفراز الأنزيمات خارج الخلية مثل sucrase وurease وPhosphatase، وكذلك الأحماض العضوية وبالتالي تحسين دورة المغذيات ونشاط أنزيمات التربة، كما يمكن أيضاً أن تتأثر إمكانية الوصول إلى العناصر الغذائية في الجذور بشكل مباشر أو غير مباشر بواسطة ***Trichoderma spp***، والتي تكون قادرة على اتاحة العناصر الغذائية وأهمها الآزوت والفوسفور [39].

وجد أن إضافة ***Trichoderma*** إلى التربة، يزيد من الأشكال المتاحة للعناصر الغذائية، بالإضافة إلى تحسين بنية المجتمع الميكروبي في التربة[40 ، 38]

كما أن لفطر ***Trichoderma sppp*** القدرة على تغيير قيمة الرقم الهيدروجيني للتربة، وكذلك إعادة تحويل المغذيات العضوية إلى مغذيات غير عضوية متاحة للنباتات[39 ،26 ،25] .

تنتمي أنواع ***Trichoderma*** إلى:

رتبة	**Hypocreaales**
عائلة	**Hypocreaceae**
صف	**Sordariomycètes**

[9]

مبررات البحث Justifications:

تحسين الخصائص الفيزيائية والفيزيومائية للتربة باستخدام السماد العضوي وفطر ***Trichoderma harzianum***وانعكاسها على نبات الذرة الصفراء.

أهداف البحث Objectives:

دراسة تأثير السماد العضوي والتلقيح بفطر ***Trichoderma harzianum*** في بعض الخصائص الفيزيائية والفيزيومائية للتربة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء وانتاجية النبات.

مواد وطرائق العمل

-**الموقع:** تم تنفيذ البحث في دائرة المكافحة الحيوية التابعة لمديرية الزراعة والاصلاح الزراعي في حماة والتي تقع جنوب مدينة حماة، ذات المساحة (10) دونم، وتحتوي على بيوت محمية تتم فيها زراعة المحاصيل للتجارب المخبرية.

-**المناخ:** تتميز المنطقة التي نفذ بها البحث بأن متوسط أعلى درجة حرارة (34) □صيفاً، ومتوسط أخفض درجة حرارة شتاءً (14) □ ومتوسط هطول الأمطار السنوية فيها (584) مم /السنة أي أنها تنتمي إلى منطقة الاستقرار الأولى[11] .

- **تجهيز التربة:** تم إجراء البحث داخل بيت محمي مساحته (300)m² بطول (30)m وعرض (10)m. وذلك من خلال جمع عينة التربة من العمق (0-30) cm وتنقيتها من الحجارة والأعشاب وتجفيفها هوائياً.

-**المادة النباتية:** تم استخدام نبات الذرة الصفراء صنف كاسبر هجين **CASPER** F1 المعتمد من قبل مؤسسة إكثار البذار والمستورد عن طريق وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية، ويقدر موسم النمو بحوالي 100 يوم من تاريخ الزراعة وحتى الحصاد، والإنتاجية البيولوجية (15-28) طن/هكتار، ودرجة الحرارة المناسبة للإزهار (25) درجة مئوية والرطوبة الجوية (70-75) %.

-**السماد العضوي:** استخدم سماد عضوي من الكمبوست الناتج من مصدر نباتي حيث تم تحضيره من بقايا البطاطا والبندورة والباذنجان والزيتون والنارنج وشجرة اللبخ. تم تحديد التركيب الكيميائي للسماد النباتي في مختبر خصوبة التربة وتغذية النبات

في كلية الهندسة الزراعية، بجامعة البعث، سورية، كما هو مبين في الجدول رقم **(1)**.

يلاحظ من القيم المبينة في الجدول **(1)** بأن السماد العضوي المستخدم في البحث غني بالمادة العضوية وذات محتوى جيد من العناصر الغذائية كما أن الـ **pH فيه** متعادل ونسبة الـ C/N جيدة **1:11** فهو متخمر ويصلح للتسميد حسب [9].

الجدول رقم (1): بعض الخصائص الكيميائية للسماد العضوي (الكمبوست) المستخدم

pH 1:10	EC µmhos.cm^{-1}	الكربون العضوي %	المادة العضوية %	الآزوت الكلي %	الفوسفور %	C/N	البوتاسيوم %
7.51	1475	24	41.38	2.18	2.85	1:11	1.79

المعاملات المستخدمة:

استخدام مستوى (10) طن/هكتار مادة جافة من السماد العضوي والذي تميز بالخصائص الكيميائية والخصوبية حسب (جدول، 1).

- **فطر الـ *Trichoderma* المستخدم:** هو عبارة عن معلق بوغي من نوع ***Trichoderma harzianum*** بتركيز ($1*10^7$)بوغة/مل، المعتمد من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي تاريخ 25/6/2018 .

يستخدم التسميد الحيوي بشكل عام بفطر الـ ***Trichoderma*** في دائرة المكافحة الحيوية في مدينة حماة للوقاية من بعض الأمراض من قاطنات التربة

بتركيز (□10) بوغة/مل/هكتار، لذلك تم استخدامه في هذا البحث بتركيز بهذا التخفيف (□10) بوغة/مل/هكتار من تركيز ***Trichoderma***.

1-تربة الشاهد C دون اي إضافة.

2- (CO) سماد عضوي بمعدل (10) طن/هكتار مادة جافة

3- (CO+T) سماد عضوي (10) طن/هكتار + ***Trichoderma harzianum*** بتركيز (□10) بوغة/مل/هكتار.

تم استخدام المعاملات السابقة بخمسة مكررات لكل منها وبالتالي يكون عدد الوحدات التجريبية في البحث 3*5=15

طريقة التنفيذ الحقلية:

-أجريت التجربة داخل بيت زجاجي محمي، ضمن ظروف طبيعية من التهوية والاضاءة ودرجة الحرارة (28-25) درجة مئوية والحفاظ على رطوبة تتراوح بين (65 إلى 75)%، وتم نقل عينة التربة غير المعقمة إلى أحواض بطول(50cm) وعرض (30)cm وارتفاع (20cm)، بمعدل (23.745)كغ تربة لكل حوض، وذلك بعد أن أضيفت المعاملات السابقة للأحواض، وبعد مضي (15) يوماً زرعت بذور الذرة الصفراء في التربة، على عمق (3-2)سم، بمعدل (3-2) بذور في كل حوض، وخففت بعد ذلك إلى نبات واحد في كل حوض[7] وذلك بعد (20-30) يوم من الزراعة حسب ظهور النباتات فوق سطح التربة وتم الري حسب الحاجة بمعدل رية كل (2) يوم، وتم أخذ عينات التربة للتحليل من الأحواض من منطقة انتشار الجذور في بداية تشكل النورة الزهرية للنبات والذي اختلفت مدتها حسب المعاملات. وذلك بعد تجفيفها هوائيا وتقسيمها إلى قسمين: الأول ترك بشكل طبيعي لتحديد ثباتيه

البناء، أما القسم الثاني فقد تم نخله بمنخل أقطار فتحاته (2) مم وأجري عليه التحاليل المخبرية المطلوبة.

-العمليات الزراعية:

1- الري: تم الري بحيث يتم الحفاظ على مستوى رطوبة (75) % من السعة الحقلية في التربة بالطريقة الوزنية.

2- التفريد: تم الحفاظ على نبات واحد في كل حوض.

3-الحصاد: تم الحصاد بعد مضي (103, 117) يوم من الزراعة أي في طور بداية تشكل النورة الزهرية عند النبات.

-التحاليل المخبرية: تضمنت ما يلي:

-التحاليل الفيزيائية للتربة:

أجرى **التحليل الميكانيكي** لتحديد قوام التربة باستخدام طريقة الهيدرومتر [3، 31]

والتحليل الحبيبي باستخدام طريقة الهيدرومتر وذلك لتحديد حالة التحبب، درجة التحبب، نسبة التفكك [3 ، 19] وتم تقدير **الكثافة الظاهرية** للتربة الجافة بطريقة الأسطوانة المفتوحة الطرفين بحجم **(100) سم^3**[14، 37] وتم تحديد **السعة الحقلية** بالطريقة الحقلية بعد الإشباع وتمام الصرف والتغطية و[37] وقدرت **الرطوبة الهيجروسكوبية** بطريقة التجفيف بدرجة 105 درجة مئوية وتم تقدير **نقطة الذبول** بالطريقة البيولوجية.

- تحليل السماد العضوي:

تم قياس درجة **الـ pH** في معلق مائي 1:10 [8] وقياس **الـEC** في مستخلص مائي1:10 [8] ، وقدرت المادة العضوية بطريقة الحرق الجاف (الترميد) [20،

35]، وتم تقدير الفوسفور القابل للإفادة باستخدام جهاز المطيافية الضوئية **(Spectro Photometer)** [20 ،16].

-التحليل الإحصائي:

تمت مقارنة المتوسطات بإجراء تحليل one way anova

عرض النتائج ومناقشتها

قوام التربة: التربة ذات قوام لومي، في كافة المعاملات المدروسة كون القوام لا يتغير لأنه تم استخدام تربة من مكان واحد وأن اضافة المادة العضوية لا تؤثر في مكونات التربة.

ثباتية بناء التربة:

أدت إضافة معاملة السماد العضوي و ***T. harzianum*** (Co+T) إلى التربة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء كما هو موضح في الجدول رقم (2) إلى زيادة كل من نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم وحالة تحبب التربة، مقارنة مع معاملاتي السماد العضوي Co والشاهد C، ولم يكن هناك فروق معنوية في نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05مم بين المعاملتين (Co+T) و Co لكن لوحظ وجود فرق معنوي بينها وبين معاملة الشاهد C. يمكن أن يكون السبب زيادة محتوى التربة من المادة العضوية و ***T. harzianum*** حيث زادت قدرة التربة على تشكيل حبيبات أكبر من 0.05 مم مما ساعد في تحسين حالة التحبب وهذا يتوافق مع نتائج [6].

كما يلاحظ من الجدول رقم (2) أن حالة التحبب للتربة المدروسة قد زادت في المعاملة Co+T وحققت أعلى نسبة لحالة التحبب (27.79±1.04) % مقارنة مع المعاملة Co وبلغت (27.56±0.88) % وعند الشاهد C كانت (25.68±0.89) % دون وجود فروق معنوية بين المعاملات، وهذا يتوافق مع ما توصل اليه[41] .

درجة تحبب التربة: يلاحظ من الجدول رقم (2) أن درجة التحبب للتربة المدروسة حققت أعلى نسبة (45.30±1.70) % عند المعاملة CO+T مقارنة مع CO (45.22±1.40) % وكانت أقل نسبة لدرجة التحبب عند الشاهد C (42.82±1.19) % دون وجود فروق معنوية بين المعاملات. يمكن أن يعود سبب ذلك الى عدم وجود فروق معنوية في حالة التحبب، كون التجربة لفترة قصيرة لم تظهر تأثير الإضافات بشكل مباشر والتربة قليلة المحتوى من الطين مع العلم بأن حالة التحبب ودرجة التحبب تتأثران بمحتوى التربة من الطين والمادة العضوية وهذا يتوافق مع نتائج [6].

نسبة تفكك للتربة: انخفضت نسبة التفكك التربة المدروسة عند المعاملة CO+T وكانت أقل نسبة عندها، حيث بلغت (58.17±0.90) % مقارنة مع معاملة السماد العضوي CO حيث كانت (58.62±0.9) % وكانت أعلى نسبة للتفكك عند معاملة الشاهد C (60.93±1.10) % وكان هناك فرق معنوي بالمقارنة بين المعاملات CO+Tو CO وفرق معنوي بين المعاملات CO+T و C كما هو موضح في الجدول رقم (2) ، يمكن أن يكون سبب انخفاض نسبة تفكك التربة المدروسة، زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، عند اضافة معاملة السماد العضوي بجانب ***Trichoderma*** حيث زاد من فعالية الفطر في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة كنسبة التفكك وهذا يتوافق مع ما توصل اليه [41]، ولكن رغم ذلك كانت نسبة تفكك التربة عالية بعد إضافة المادة العضوية و ***T. harzianum*** لكل المعاملات وبذلك تكون التربة المدروسة غير مقاومة للانجراف المائي وهي تحتاج إلى صيانة واستصلاح عن طريق إغنائها بالمادة العضوية والفطر ***T. harzianum*** إما

بالطرائق المعروفة سواء كانت الإضافة المباشرة بشكل سنوي أو اتباع الدورات الزراعية التي يدخل في عدادها المحاصيل البقولية والتسميد الأخضر يتخللها إضافة ***T. harzianum*** والسماد العضوي بالمعدلات المدروسة وهذا يتوافق مع نتائج [6].

الجدول رقم (2): نتائج التحليل الحبيبي وثباتية بناء التربة المدروسة

رمز المعاملة	الحبيبات التي أقطارها 0.05 > مم	الحبيبات التي أقطارها 0.05 < مم	حالة التحبب %	درجة التحبب%	نسبة التفكك %	المادة العضوية mg/kg
C	**40.04±0.53 a**	**59.96±0.53 b**	**25.68±0.89 a**	**42.82±1.19 a**	**60.93±1.10 a**	**1.33±0.28 b**
CO	**39.04±0.4 b**	**60.69±0.13 a**	**27.56±0.88 a**	**45.22±1.40 a**	**58.62±0.9 ab**	**1.36±0.32 b**
CO+ T	**38.64±0 b**	**61.36±0 a**	**27.79±1.04 a**	**45.30±1.70 a**	**58.17±0.90 b**	**2.1±0.28 a**

حيث أن: C– الشاهد، CO– السماد العضوي، T- *Trichoderma harzianum*

تشير الرموز (d،c،b،a) إلى وجود فروق معنوية أو لا بين المعاملات والتي لا تشترك في نفس الحرف تختلف اختلافًا كبيرًا.

محتوى التربة من المادة العضوية: يتبين من الجدول رقم (2) أن محتوى التربة المدروسة من المادة العضوية، قد زادت عند معاملة CO +T وحققت أعلى نسبة (2.1±0.28) mg/kg، مقارنة معCO وبلغت (1.36±0.32) mg/kg وC (1.33±0.28)mg/kg ، ولم يوجد فرق معنوي بين المعاملات C وCO بينما يوجد فرق معنوي بين CO +T وبين باقي المعاملات. ويعزى ذلك إلى وجود فطر ***T. harzianum*** في التربة والذي يؤثر بشكل إيجابي بمحتوها من المادة العضوية من خلال إفراز الأحماض العضوية التي تحلل المادة العضوية في التربة من جهة وزيادة

رطوبة التربة من جهة أخرى الأمر الذي يتناسب طرداً مع محتوى التربة من المادة العضوية [33].

الجدول رقم (3) تأثير معاملات التجربة في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة

المعاملة	كثافة حقيقية غ/سم³	كثافة ظاهرية غ/سم³	المسامية الكلية %	المسامية الهوائية %
C	2.6±0.2 a	1.29±0.02 a	50.38±0.80 b	23.48±1.02 b
CO	2.59±0.01 a	1.13±0.02 b	56.37±0.64 a	27.47±1.94 a
CO+T	2.59±0.01 a	1.11±0.02 b	57.14±0.82 a	28.19±1.6 a

الكثافة الحقيقية للتربة: انخفضت قيمة الكثافة الحقيقية عند معاملات CO+T CO، حيث تساوت **في قيمها والتي** بلغت (2.59±0.01) غ/سم³وكانت أقل من الشاهد C (2.6±**0.2**) غ/سم³ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملات كما هو موضح في الجدول رقم (3). وقد يعود السبب في ذلك لدور الفطر مع السماد العضوي في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة وبالتالي خفّض من الكثافة الحقيقية للتربة مقارنة مع الترب الغير معاملة به، وهذا يتفق مع [41]

الكثافة الظاهرية للتربة: يلاحظ من خلال الجدول رقم (3) انخفاض قيمة الكثافة الظاهرية للتربة عند المعاملة CO+T حيث حققت أقل قيمة (1.11±0.02) غ/سم³مقارنة مع CO (1.13±0.02) غ/سم³و C (1.29±0.02) غ/سم³ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملات CO+Tو CO ولكن يوجد فرق معنوي بينها وبين الشاهد C،يمكن أن يكون السبب هو وجود السماد العضوي بجانب ***T. harzianum***

حيث زاد محتوى التربة من المادة العضوية مما ساعد في زيادة فعالية الفطر في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة وبالتالي خفّض من الكثافة الظاهرية للتربة مقارنة مع الترب الغير معاملة به، وهذا يتفق مع [41]

المسامية الكلية: كانت أعلى نسبة للمسامية الكلية في التربة المدروسة عند المعاملة T+ CO حيث بلغت (57.14±0.82) **%**، مقارنة معCO (56.37±0.64) **%** و C (50.38±0.80) **%** مع عدم وجود فرق معنوي بين المعاملتين T+ CO وCO، بينما لوحظ وجود فرق معنوي بينهما وبين الشاهد C كما هو موضح في الجدول رقم (3) ،يمكن أن يكون السبب هو إضافة ***T. harzianum*** حيث زادت من تحلل المادة العضوية والتي زادت بدورها من عدد المسامات الكلية في التربة المدروسة، وهذا يتوافق مع نتائج [6].

المسامية الهوائية: يلاحظ من الجدول رقم (3) بأن إضافة الكمبوست بالمشاركة مع المبيد الحيوي ***T. harzianum*** ، قد أثر بشكل إيجابي في المسامية الهوائية للتربة المدروسة وبشكل معنوي مقارنة مع الشاهد، حيث كانت أعلى نسبة للمسامية الهوائية في التربة المدروسة عند المعاملة T+ CO وبلغت (28.19±1.6) **%**، مقارنة مع معاملة الكمبوست CO حيث بلغت (27.47±1.94) **%** مع عدم وجود فرق معنوي بينهما، بينما لوحظ وجود فرق معنوي بينهم أي المعاملتين (T+ CO وCO) وبين معاملة الشاهد C حيث كانت أقل نسبة للمسامية الهوائية (23.48±1.02) **%** يمكن أن يكون السبب في زيادة تهوية التربة هو إضافة ***T. harzianum*** حيث زادت من تحلل المادة العضوية والتي أدت بدورها إلى زيادة من درجة التحبب مما ساعد في رفع نسبة المسامية الهوائية في التربة المدروسة، تتوافق هذه النتائج مع [6].

جدول رقم (4) تأثير معاملات التجربة في بعض الخصائص الفيزيومائية للتربة المدروسة

الرطوبة الهيجروسكوبية: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T زادت من قيمة الرطوبة الهيجروسكوبية في التربة المدروسة وحققت أعلى نسبة (6.57±0.13) % مقارنة مع CO (6.31±0.38) % و C (6.08±0.51) %، ولم يوجد فرق معنوي بين المعاملات، يمكن أن يعود السبب الى المحتوى المنخفض للتربة المدروسة من الطين وهذا يتوافق مع[6] .

نقطة الذبول الدائم حجماَ: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن أقل قيمة لنقطة الذبول الدائم في التربة المدروسة كانت في معاملة CO وبلغت (10.71±0.44) %، مقارنة مع CO +T وبلغت (10.94±0.39)% و C (11.74±1.04)% مع عدم وجود فرق معنوي بين المعاملات، ربما يعود السبب في ذلك الى انخفاض محتوى التربة

رمز المعاملة	الرطوبة الهيجروسكوبية%	نقطة الذبول الدائم حجماً%	السعة الحقلية حجماً%	الماء المتاح%	الماء سهل الاستفادة%
C	6.08±0.51 a	11.74±1.04 a	26.9±0.57 b	15.16±0.76 b	10.16±0.51 b
CO	6.31±0.38 a	10.71±0.44 a	28.18±0.97 ab	17.46±1.34 ab	11.7±0.90 ab
CO+T	6.57±0.13 a	10.94±0.39 a	29.67±1.47 a	18.73±1.82 a	12.55±1.22 a

المدروسة من الطين، وتختلف نقطة الذبول قيمتها ب اختلاف قوام التربة ومقدار ما تحتويه من الطين وهذا يتوافق مع[3 ،6].

السعة الحقلية حجماً: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T رفعت قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند السعة الحقلية وحققت أعلى نسبة (29.67±1.47)%، مقارنة مع المعاملة CO وبلغت (28.18±0.97)%وC (26.9±0.57)% وكان هناك فرق معنوي بين CO+T و C وفرق معنوي متوسط بين CO+T و CO. و يمكن أن يكون السبب هو ان إضافة ال***T. harzianum*** إلى التربة يحسن من خواصها الفيزيائية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء بشكل عام، و وجود السماد العضوي يزيد من نشاط ال***T. harzianum*** المضافة وبالتالي زاد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند السعة الحقلية مقارنة مع الترب الغير معاملة به وهذا يتفق مع [33]

الماء المتاح: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T زادت من كمية الماء المتاح في التربة المدروسة وحققت أعلى نسبة (18.73±1.82)%، مقارنة مع CO وبلغت (17.46±1.34) % وC (15.16±0.76) % وكان هناك فرق معنوي بين CO+T و C وفرق معنوي متوسط بين CO+T و CO. و يمكن أن يكون السبب هو ان إضافة ال***T. harzianum*** إلى التربة يحسن من

خواصها الفيزيائية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء بشكل عام، ووجود السماد العضوي يزيد من نشاط ال***T. harzianum*** المضافة وبالتالي زاد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بشكل متاح مقارنة مع الترب الغير معاملة به وهذا يتفق مع [33].

الماء سهل الاستفادة: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T زادت من كمية الماء سهل الاستفادة في التربة المدروسة وحققت أعلى نسبة (12.55±1.22) %، مقارنة مع CO وبلغت (11.7±0.90) % وC (10.16±0.51) % وكان هناك فرق معنوي بين CO+TوC وفرق معنوي متوسط بين CO+T وCO، ويمكن أن يكون السبب هو ان إضافة ال***T. harzianum***

إلى التربة بوجود السماد العضوي زاد من كمية الماء المتاح كما ذكر سابقاً وبالتالي زاد من كمية الماء سهل الاستفادة مقارنة مع الترب الغير معاملة به وهذا يتفق مع [33].

الجدول رقم (5) تأثير معاملات التجربة في بعض الخصائص الإنتاجية للنبات

المعاملة	وزن رطب للنبات بدون جذر غ/نبات	وزن جاف للنبات بدون جذر غ/نبات
C	58.85±17.68 c	8.25±1.86 b
CO	94.55±20.09 b	12.41±2.42 a
CO+T	124.11±2.22 a	13.05±2.99 a

الوزن الرطب لنبات الذرة بدون جذر: يتبين من الجدول رقم (5) أن الوزن الرطب لنبات الذرة بدون جذر قد زاد عند معاملة CO +T وبلغت أعلى وزن (124.11±2.22) غ/نبات ، مقارنة مع CO (94.55±20.09) غ/نبات وC (58.85±17.68) غ/نبات ، مع وجود فرق معنوي بين المعاملات ،وقد يكون السبب في هذه الزيادة الحاصلة في الوزن الرطب للمجموع الخضري إلى دور فطر ***T. harzianum*** في زيادة نشاط ونمو وتطور المجموع الجذري للنبات وهذا يزيد من قابلية النبات في امتصاص الماء والعناصر الغذائية فضلاً عن دور الفطر على تحفيز النمو من خلال زيادة التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والتمثيل الضوئي، وتخليق الهرمونات النباتية، وبالتالي زيادة الكتلة الحيوية للمجموع الورقي والوزن الرطب للنبات وهذا يتفق مع [13].

الوزن الجاف لنبات الذرة بدون جذر: يتبين من الجدول رقم (5) أن الوزن الجاف لنبات الذرة بدون جذر حقق أعلى قيمة عند معاملة CO +T وبلغت (13.05±2.99)

غ/نبات ، مقارنة معCO (12.41±2.42) غ/نبات وC (8.25±1.86) غ/نبات ، مع وجود فرق معنوي بين CO +T و C وبين CO وC وعدم وجود فرق معنوي بين CO +T وCO .ويعزى ذلك الى دور الفطر ***T. harzianum*** على تحفيز النمو للنبات ، وبالتالي زيادة الكتلة الحيوية للمجموع الورقي و زيادة الوزن الجاف للنبات وهذا يتفق مع [13].

-الاستنتاجات

أدت الإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر الـ ***harzianum Trichoderma*** إلى زيادة في نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم في التربة دون وجود فرق معنوي مع معاملتي السماد العضوي والشاهد.

كما انخفضت قيمة الكثافة الظاهرية ونسبة التفكك وكان هناك فرق معنوي بينهما بالمقارنة مع الشاهد، وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة بين معاملات السماد العضوي والتسميد المشترك للكمبوست والتسميد الحيوي ***Trichoderma harzianum.***

وزادت المسامية الكلية والمسامية الهوائية وكان هناك فرق معنوي بالمقارنة مع الشاهد وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع معاملات السماد العضوي والسماد الحيوي***Trichoderma harzianum***. وارتفاع محتوى التربة من المادة العضوية مقارنة مع باقي المعاملات.

- لم يكن للإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر ***Trichoderma harzianum*** تأثير معنوي واضح على نسبة الرطوبة الهيجروسكوبية وقيمة نقطة الذبول الدائم حجماً بينما لوحظ زيادة في السعة الحقلية والماء سهل الاستفادة والماء

المتاح وكان هناك فرق معنوي بالمقارنة مع الشاهد وفرق معنوي متوسط مقارنة مع معاملات السماد العضوي

– زاد الوزن الرطب للنبات بدون جذر عند الإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر ***Trichoderma harzianum*** وكان هناك فرق معنوي واضح بالمقارنة مع باقي المعاملات، أما بالنسبة ل الوزن الجاف للنبات بدون جذر كان للإضافة المشتركة تأثير معنوي واضح بالمقارنة مع الشاهد وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع معاملات السماد العضوي.

–المقترحات

1– التشجيع على التسميد الحيوي للتربة ب فطر ***Trichoderma harzianum*** والسماد العضوي واعتمادها بهدف تحسين بعض الخصائص الفيزيومائية للتربة.

2–التشجيع على القيام بأبحاث إضافية لتقييم دور لـ ***T. harzianum*** ومدى تأثيرها في الخصائص الأساسية لتربة مختلفة القوام وفي ظروف بيئية مختلفة.

المراجع العلمية:

1–البلخي، أكرم (2005): دراسة فاعيلة بعض المواد العضوية والطبيعية والمنتجة ومعقداتها وفعاليتها في تخصيب التربة وانتاجية المحاصيل. اطروحة دكتوراه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، ص132 .

2–البياتي، علي (2013): وراثة صفات الهجن الفردية في انظمة تزاوج مختلفة لسلالات نقية من الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) . اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

3–الجردي، أحمد (1992): فيزياء الأراضي الجزء العملي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب،سورية.

4–حربا، نزار و السمارة ،موسى و معلا، نزار و اسعد، نادين (2013): تقييم بعض الصفات الإنتاجية و المورفولوجية لسلالات من الذرة الصفراء تحت ظروف العدوى الطبيعية بحفار ساق الذرة الكبير Sesamia cretica . مجلة جامعة تشرين، سلسلة العلوم البيولوجية، العدد (4):35

5 –حسين، احمد (1980): تأثير فضالات عضوية مختلفة على بعض خواص التربــة ونمو الحنطة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

6–الخوري، عصام (2006): أثر إضافة معدلات مختلفة من الأسمدة العضوية على درجة تحبب التربة وثبات البناء. مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية، المجلد (28)، رقم (5)، ص 143–145.

7– زهيرة، بوزيان (2014): مدى تأثير المقاومة البيولوجية على بعض أمراض أصناف الذرة Zea mays L. خلال المراحل الأولى من الإنبات. أطروحة دكتوراه، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة، الجزائر.

8– عودة، محمود و شمشم، سمير (2007): خصوبة التربة وتغذية النبات، الجزء العملي ، مديرية الكتب والمطبوعات – جامعة البعث ،ص 290.

9–المواصفة القياسية السورية لإنتاج وتصنيع وتسويق الأغذية المنتجة عضوياً، رقم /3866/ عام (2017).

10–نزهت، نزار و المختار، منذر (1987): خصوبة التربة والأسمدة، وزارة التعليــم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، العراق.

11-وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2021): قسم الإحصاء، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

Referece:

12- **Alexander, M. (1982):** Soil microbiology Introduction. 2ed.New, York.

13- **Altomare, C., Norvell, W. A., Bjorkham, I. and Harmall, G.E. (1999):** Solubilization of phosphate and Micrantrients by the plant growth promoting and bio control fungus Trichoderma harzianum Rifai 1295-22. Appl Environ Microbiol 65: 2926-2933.

14-**Blake, G.R. Hartge, K.H. (1986):** Bulk Dinsity.In: Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical Mineralogical Methods,and ed, American Society of Agronomy,Ink and Soil Science Society of America, Madison,Wis,pp.363-376.

15- **Elliott, L.F., Lynch, J.M. and Papendick, R.I. (1996):** The microbial component of soil quality. In: Soil Biochemistry. New York, pp.1-21

16- **Enitan, F. A. and Oladej, O. S. (2016):** Spectrophotometric analysis of phosphate concentration in agricultural soil samples and water samples using molybdenum

blue method. Brazilian Journal of Biological Sciences, v. 3, no. 6, pp. 407-412

17- **FAO. (2004):** FAO Stat database results site Internet, http://fao.org

18 – **FAO. (2012):** http.www.fao.org/site/567/default.ancor.

19-**Gandahl, R. (1952):** Determination of grain size with HhydrometerY. Proceedings of the Geological Society, volume. 74, Issue 4.

20 - **Gupta, P. K. (2000):** Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis. Agrobios. India.

21-**Harman, G.E., Kubicek, C.P. (1998):** Trichoderma and Gliocladium. Taylor & Francis, London, pp 278.

22-**Harman, G.E. (2000):** Myths and dogmas of biocontrol change in perceptions Derived from research on Trichoderma harzinum. Plant Disease,84(4)377-393.

23- **Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004):** Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Review Microbiology 2, 43-56.

24-**Harman, G.E. (2006):** Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp. Phytopathology, 96: 190-194

25-**Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., Monte, E. (2012):** Plant-benefcial efects of Trichoderma and of its genes. Microbiology ,158:17-25

26- **Katatny, M.H. (2010):** Enzyme production and nitrogen fixation by free, immobilized and coimmobilized inoculants of Trichoderma harzianum and Azospirillum brasilense and their possible role in growth promotion of tomato. Food Technol Biotechnol, 48:161-174.

27-**Krause, M.S., Madden, L.V., Hoitink, H.A.J. (2001):** Effect of potting mix microbial carrying capacity on biological control of Rhizoctonia damping-off of radish and Rhizoctonia crown and root rot of poinsettia. Phytopathology, 91: 1116-1123.

28- **Kubicek, P.C., Harman, E.G. (2002):** Trichoderma and Gliocladium. Basic biology, taxonomy and genetics, Volume. 1:8-9.

29- **Li, Y., Sun, R., Yu, J., Saravanakumar, K. and Chen, J. (2016):** Antagonistic and Biocontrol Potential of Trichoderma asperellum ZJSX5003 Against the Maize Stalk Rot Pathogen Fusarium graminearum. Indian Journal of Microbiology, volume 56: 318-327

30- **Lorito, M., Woo, S. L., Harman, G. E. , Monte, E. (2010):** Translational Research on Trichoderma: From Omics to the Field. Annu, Rev., Phytopathol, 48; 1–19.

31- **Mclaren, R.G., Cameron, K.C. (1990):** Soil Science – an introduction to the properties and management of New Zealand soils. Chapter 5. Oxford University.

32- **Okello, P. N., Petrovi, K., Kontz, B. and Mathew, F. M. (2019):** Eight Species of Fusarium Cause Root Rot of Corn (Zea mays) in South Dakota. Plant health progress. https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PHP-11-18-0075-RS

33-**Okoth,S.A., Okoth, P., Muya, E. (2009):** Influence of soil chemical and physical properties on occurrence of trichoderma spp.in embu ,kenya. Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 11, No 2.

34- **Pankhurst, C.E., Hawke, B.G., Mcdonald, H.J., Kirkby, C.A., Buckerfield, J.C., Michelsen, P., Obrien, K.A., Gupta, V. S. and Doube, B.M. (1995):** Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. Australian Journal of Experimental Agriculture, 35: 1015-1028.

35- **Ramamoorthi, V. and Meena, S. (2018):** Quantification of Soil Organic Carbon – Comparison of Wet Oxidation and Dry Combustion Methods. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Volume. 7, Number 10: 2319-7706.

36- **Ristanovic, D., Raemaekers, R.H. (2001):** Mains (Zea mays L.). In. Agriculture on Afrique Tropicale. Eds Greoking Graphics, Bruxelles, Belgique, pp.44-69.

37- **Smith, R. E. and Warrick, A. W. (2007):** Soil water relationships. Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 2nd Edition.

38- **Wagner, K., Apostolakis, A., Daliakopoulos, I., Tsanis, I. (2016):** Can Tomato Inoculation with Trichoderma Compensate Yield and Soil Health Deficiency due to Soil Salinity? Proceedings of the Egu General Assembly Conference Abstracts, Vienna, Austria

https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016EGUGA..18.1007W/abstract

39- **Xia, R., Cai, F., Pang, G., Shen, Q., Rong, L., Chen, W. (2015):** Solubilisation of Phosphate and Micronutrients by Trichoderma harzianum and Its Relationship with the

Promotion of Tomato Plant Growth. Plos one, 10 (6): e0130081.

40- **Yadav, R.L., Shukla, S.K., Suman, A., Singh, P.N. (2009):** Trichoderma inoculation and trash management effects on soil microbial biomass, soil respiration, nutrient uptake and yield of ratoon sugarcane under subtropical conditions. Biology and Fertility of soils, 45:461–468.

41- **Zhang, F., Huo, Y., Cobb, A. B., Luo, G., Zhou, J., Yang, G., Wilson, G.W. T. and Zhang, Y. (2018):** Trichoderma Biofertilizer Links to Altered Soil Chemistry, Altered Microbial Communities, and Improved Grassland Biomass. Microbiol, Terrestrial Microbiology Volume. 9:109

تأثير بعض المخصبات البكتيرية في تحفيز المقاومة الجهازية ضد فطر الفيوزاريوم Fusarium oxysporum لدى نبات البطاطا Solanum tuberosum L.

طالبة دراسات عليا: م. صفاء شدّود* كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية

اشراف الدكتور: د. ياسر حمَّاد**

الملخص:

هدف البحث إلى دراسة تأثير سبعة أنواع من البكتريا المحفزة لنمو النبات (Frateuria aurantia, Azotobacter chroococcum (AC, AT), Bacillus megaterium Rhizobium ,Bacillus subtilis, Rhizobium phaseoli, Bacillus circulans, leguminosarum) موزعة ضمن ثلاثة مخصبات بكتيرية (M1، M2، M3) تمت المعاملة بها بأربع طرائق (النقع مع الإضافة عند الزراعة فقطD1،إضافة عند الإنبات فقط D2، إضافة عند الإباضة D3، إضافة في المواعيد الثلاثة السابقة D4)لتحديد المعاملة الأكثر فاعلية في تحفيز المقاومة الجهازية لدى نبات البطاطا صنفSponta ضد فطر الفيوزاريوم Fusarium oxysporum ، من خلال تقدير كمية أصبغة التركيب الضوئي (كلوروفيلa، وكلوروفيلb، والكاروتينات) والمحتوى من الكلوروفيل الكلي ضمن الأوراق، وعلى أساس النمو (ارتفاع النبات، وعدد الأوراق على النبات) بعد 45 يوماً من العدوى بالفطر. وذلك ضمن تجربة حقلية أجريت خلال العروة الربيعية لعام 2021م، في حقل تابع للمؤسسة العامة لإكثار البذار في محافظة اللاذقية.

أظهرت النتائج أن المعاملات المختبرة بالمقارنة مع الشاهد المعدى حققت زيادة معنوية في معظمها باستثناء الإضافة في موعد الإباضة D3في بعض الحالات. وقد حققت معاملة

التلقيح المختلط (M3D4) تفوقاً معنوياً على القيم فقد أعطت أعلى قيمة في محتوى الكلوروفيل الكلي بلغت (64.97 مغ/غ) والمحتوى من صبغات التمثيل الضوئي (كلوروفيلa 1.15، كلوروفيلb 0.77 ، كاروتينات 0.69مغ/غ) كما أعطت أفضل النتائج مؤشري ارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات بقيم بلغت على الترتيب (56.97 سم، 67.0 ورقة/نبات). أدت البكتيريا المدروسة إلى زيادة محتوى الكلوروفيل الكلي وصبغات التركيب الضوئي وارتفاع النبات وعدد الأوراق مما عمل على تحريض المقاومة الجهازية للنبات، بالتالي خفضت أعراض الذبول الناتجة عن الفطر Fusarium oxysporum على نباتات البطاطا.

الكلمات المفتاحية: بكتريا محفزة لنمو النبات، الكلوروفيل، البطاطا(Solanum tuberoseum)، Fusarium oxysporum .

***طالبة دراسات عليا(دكتوراه)، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية–سورية safa122@hotmail.com**

****أستاذ مساعد، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية – سورية. Yaser.hammad@tishreen.edu.sy.**

The Influence of Some Bacterial Fertilizers on Stimulating Systemic Resistance Against the Fungus *Fusarium Oxysporum* in the Potato Plant (*Solanum Tuberosum* L.)

Abstract

The research aimed to study the effect of seven types of plant growth-stimulating bacteria (Frateuria aurantia, Bacillus megaterium, Azotobacter chroococcum (AC, AT), Rhizobium phaseoli, Bacillus subtilis, Rhizobium leguminosarum, Bacillus circulans) distributed within three bacterial enrichments (M1, M2, M3)

It was treated using four methods (soaking with addition at planting onlyD1, addition at germination only D2, addition at ovulation D3, addition at the previous three times D4) to determine the most effective treatment in stimulating systemic resistance in the potato plant Sponta variety against the Fusarium oxysporum fungus, by estimating the amount of photosynthetic pigments (chlorophylla, chlorophyllb, and carotenoids) and the chlorophyll content. aggregate within the leaves, Based on growth (plant height and number of leaves on the plant) 45 days after infection with the fungus. This is part of a field experiment conducted during the spring season of 2021, in a field belonging to the General Organization for Seed Multiplication in Latakia Governorate.

The results showed that the tested parameters compared to the infected control achieved a significant increase in most of them, with the exception of the addition at the date of ovulation D3 in some cases. The mixed pollination treatment (M3D4) achieved significant superiority over the values, as it gave the highest value in the total chlorophyll content amounting to (64.97 mg/g) and the content of

photosynthetic pigments (chlorophyll a 1.15, chlorophyll b 0.77, carotenoids 0.69 mg/g) and also gave the best results. Indicators of plant height and number of leaves per plant were respectively (56.97 cm, 67.0 leaves/plant). The studied bacteria increased the total chlorophyll content, photosynthetic pigments, plant height, and number of leaves, which stimulated the plant's systemic resistance, thus reducing the symptoms of wilt caused by the fungus Fusarium oxysporum on potato plants.

Keywords: Bacterial growth promoters (PGPR), bacterial biofertilizers, potato Solanum tuberoseum, growth, productivity.

المقدمة:

تعد البطاطا من أهم محاصيل الخضر المزروعة في سورية فهي تزرع في ثلاث عروات (ربيعية، صيفية، خريفية)، وقد بلغت المساحة المزروعة بها قرابة 23864 هكتار عام2022 م، وبإنتاج إجمالي بلغ 554740 طن موزعة على العروات الثالث الربيعية والصيفية والخريفية [2]. إنّ ترب زراعة البطاطا في سورية غنيّة بتنوّع فطري وبكتيري ممرض خطير على نباتات البطاطا من طور البادرة حتى النبات البالغ وإلى فترة التخزين تحت الظروف المتحكم بها. لاسيما فطريات قاطنات التربة ومنها أنواع الجنس Fusarium، إن الفطريات قاطنات التربة ذات تراكيب متخصصة مقاومة للظروف الصعبة وذات مدى عائلي واسع، لذلك من الصعب السيطرة على الأمراض المتسببة عنها باستخدام المبيدات الكيماوية ونظام الدورة الزراعية [22].

تسبب الفطريات التابعة للجنس Fusarium مجموعة من الأمراض، بدءاً من تعفن الدرنات عند الزراعة إلى ذبول البادرات قبل وبعد البزوغ، لنلحظ لاحقاً الذبول. هذه الفطريات

الممرضة تسبب فقداً يصل إلى 60% من الإنتاج عند تطور المرض بشكل وبائي، ويسجل المرض سنوياً في 70% من الحقول المزروعة بالبطاطا على المستوى العالمي، كما أنه يصعب مكافحته كيميائياً بسبب أن الفطور المسببة له من قاطنات التربة، إضافة إلى الكلفة الاقتصادية لتطبيق رش المبيدات وما تخلّفه من ضرر على المستوى البيئي [51]. يعد النوع Fusarium oxysporum أحد الممرضات السائدة والأكثر انتشاراً، ويعد هذا الجنس من أهم مسببات مرض الذبول الفيوزارمي والذي يعد من الأمراض التي تسبب هلاك العديد من النباتات التي تزرع في الحقول والبيوت المحمية، يقوم الفطر باختراق جذور النباتات والانتشار في الأوعية النباتية، مما يؤدي إلى انسدادها بالتالي تقليل نقل الماء والعناصر الغذائية إلى الأجزاء العليا للنبات، مسبباً ذبول النبات ثم موته [16, 29, 42, 44, 45, 49, 53].

يحدث مرض الذبول الجاف في البطاطا عن الإصابة بأنواع مختلفة من الفيوزاريوم Fusarium spp. متضمنة (F. sambucinum, F. solani, F. oxysporum, F.avenaceum, F.culmorum, F.equiseti)[34].

يسبب استخدام المبيدات الفطرية الكيميائية التجارية للسيطرة على تفشي مرض الذبول الفيوزاريومي أضراراً بيئية [21]. إضافة تطور سلالات فطرية من الفيوزاريوم Fusarium oxysporum قادرة على مقاومة سمية المبيدات الفطرية عن طريق تحولات بيولوجية مختلفة [19]. لذلك ترتبط استراتيجيات مكافحة الأمراض والآفات القائمة على المبيدات الكيميائية بعدة عيوب، مثل تطوير المقاومة، وعودة مسببات الأمراض، والسمية المتبقية [52].

يستخدم للسيطرة على الأمراض عوامل حيوية وكيميائية وفيزيائية[12, 24, 39]. ولازالت الجهود مستمرة للبحث عن بدائل طبيعية للسيطرة على الممرضات قاطنات التربة وللحد من

تلوث البيئة، وتقليل كلفة الإنتاج والعمل على إنتاج غذاء صحي آمن للاستخدام البشري [7]. وقد أظهرت الأبحاث نوعاً جديداً من أنواع المقاومة وهو ما يعرف بالمقاومة المستحثة (Induced Resistance) التي تعتمد على عوامل لا تظهر الا بعد تعرض العائل النباتي لمسبب مرضي معين أو مؤثر خارجي وقوامها الدفاعات الفيزيائية والكيميائية التي تستحث بعد التلقيح بمسبب مرضي معين أو بمعاملة النبات بأحد نواتج الاستقلاب الثانوية من المستحثات الكيميائية (عضوية ومعدنية) والمستحثات الطبيعية (بكتريا، فطريات) أو المستحثات الصناعية[5]. إن 2-5% من الرايزوبكتريا ذات تأثير مفيد للنبات إذ يمكن أن تؤثر في نموه بشكل مباشر عن طريق تثبيت الآزوت الجوي، تحليل الفوسفور غير العضوي، تصنيع الهرمونات النباتية، تحسين مقاومة النبات ضد الإجهادات الإحيائية واللاإحيائية، تحسين امتصاص العناصر الغذائية ومعدنة الفوسفور العضوي [35, 30, 8].

تملك أنواع مختلفة من الـ PGPR (البكتريا المحفزة لنمو النبات Promoting growth plant rhizobacter:) الموجودة في محيط رايزوسفير الجذور إضافة لكونها محفزة لنمو النبات وصديقة للبيئة، فعالية في كبح بعض الممرضات إذ يمكنها أن تمنع بفعالية عدوى المحصول دون أن تترك أثراً سلبياً في البيئة[18, 40,41].

أثبتت دراسات سابقة دور أنواع مختلفة من بكتريا الـ PGPR المحفزة لنمو النبات مثل Rhizobium leguminosarum الذي حفز مقاومة نبات البندورة ضد الذبول الفيوزاري حيث أدى لزيادة كمية الفينولات الكلية ونشاط أنزيم البيروكسيداز في النبات [3]، كما أبدى النوعين البكتيريين (Bacillus subtilis, Pseudomonas fluorescence) المضافين مع حمض السالسيليك (تركيز 200 ppm) كفاءة عالية في تحفيز مقاومة نبات البندورة لمرض الذبول المتسبب عن الفطر Fusarium oxysporum sp. F. lycopersici تحت ظروف البيت المحمي، إذ زادت معنوياً قيم معايير النمو المدروسة (النسبة المئوية

لإنبات البذور، ارتفاع البادرات، الوزن الطري والوزن الجاف للنبات) بالمقارنة مع معاملتي الشاهد السليم والمعدى. وخفضت معنوياً النسبة المئوية لسقوط البادرات والذبول في جميع المعاملات المختبرة [9].

تعد كمية الفينولات الكلية وصبغات التركيب الضوئي داخل أوراق النبات مؤشرات داخلية فيزيولوجية هامة على تحريض المقاومة الجهازية للنبات ضد الإجهادات الحيوية، ولبكتريا الـ PGPR دور إيجابي فعال في هذه المؤشرات، كما أكد الشامي وآخرون 2018، أن تلقيح البذور والشتول بثلاثة أنواع من بكتريا الـ PGPR (Frateuria aurantia, Bacillus megaterium, Azotobacter chroococcum) سواء بصورة مفردة أو مختلطة أدى إلى تحريض المقاومة الجهازية وتخفيض تأثير فيروس موزاييك الخيار على نباتات البندورة من خلال زيادة كمية الفينولات الكلية وصبغات الكلوروفيل a و b و الكاروتينويدات وتفوقت المعاملة المختلطة على باقي المعاملات سواء في تلقيح البذور أو الشتول وأعطت أعلى زيادة في كمية الفينولات الكلية بقيم بلغت (37.75 و 47.09 مغ/100غ) ، وصبغات التركيب الضوئي والتي بلغت قيمها (كلوروفيل a 0.973 و1.065 مغ/غ) و(كلوروفيل b 0.872 و 0.903 مغ/غ) و(كاروتينويدات 0.972 و 0.995 مغ/غ) على التوالي، بالمقارنة مع باقي المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والمعدى[1] .

كما أكد Park وآخرون (2006) بدراسة في كوريا على نبات البطاطا لمعرفة تأثير السلالة EXTN-1من بكتريا Bacillus Vallismortis، زيادة محتوى الأوارق من الكلوروفيل في نباتات البطاطا المعاملة بالبكتريا[37 ,38].

لقد سجل Baftiوآخرون(2005) أن سلالة البكتريا Streptomyces olivaceus (السلسلة 115) قاومت الفطر F. oxysporum f. sp. Melonis المسبب لعفن الجذور والذبول الفيوزاريومي على الخيار (في كرمان بروفينس، إيران) والتربة المعاملة بالبكتريا S.

olivaceus في البيت الزجاجي خفضت أعراض الذبول مقارنة بالشاهد [15]. تم خفض شدة إصابة نباتات البندوره بفطر Fusarium oxysporum sp. F. (lycopersici) المسبب للذبول بنسبة (75–78%) وذلك بإضافة حمض الياسمين والميكوريزا Glomus بعد 20 يوماً من عدوى النباتات بالفيوزاريوم [32].

جددت بكتريا PGPR العناصر الغذائية الصغرى للأراضي القاحلة وأيضاً كبحت ممرضات النبات عن طريق إنتاج أنواع من المضادات الحيوية[26]. كما حقق التسميد الحيوي للبطاطا المزروعة في تربة طينية كفاءة عالية في امتصاص العناصر (NPK) وأدى لزيادة في عدد الأوراق والمسطح الورقي والكلوروفيل الكلي وحجم الدرنات وبالتالي زيادة الإنتاجية[11].

توصي العديد من الأبحاث باستخدام الأسمدة الحيوية لتحسين إنتاجية النبات والتحكم البيولوجي في الفطريات المسببة للأمراض النباتية. ومنها دراسة Wang وآخرون (2022) التي أوصت بشدة باستخدام الأسمدة الميكروبية Streptomyces HN6 EC20 لكونها قللت من ذبول اللوبياء المعداة بالفيوزاريوم وعززت نموها، كما زاد عدد أوراق النبات وارتفاعه ووزنه الطازج معنوياً عند استخدام السماد الميكروبي EC20. علاوة عن كون هذه الأسمدة حفزت بشكل كبير أنشطة إنفرتيز التربة واليورياز والكاتلاز [56].

<u>أهمية البحث وأهدافه:</u>

بناء على أهمية زراعة البطاطا كمحصول استراتيجي وما تعانيه من أمراض قاطنات تربة وبشكل خاص فطر الفيوزاريوم وارتفاع كلفة المكافحة وأسعار المبيدات الفطرية وآثارها الضارة على البيئة، وبناء على أهمية البكتريا في تحسين خصائص التربة وتحفيز المقاومة الجهازية المستحثة للنبات، وتحويل التربة المزروعة بالبطاطا إلى تربة كابحة لأمراض ذبول البطاطا وحتى المحاصيل اللاحقة.

بناء عليه هدفت هذه الدراسة إلى اختبار فعالية بعض المخصبات البكتيرية في الحد من إصابة البطاطا بمرض الذبول المتسبب عن Fusarium oxysporum، وتحديد المعاملة الأكثر فاعلية في تحفيز المقاومة الجهازية لديها.

مواد البحث وطرائقه:

- **المادة النباتية:** استخدمت تقاوي بطاطا من الصنف Sponta (المصدر هولندا)، تم الحصول عليها من المؤسسة العامة لإكثار البذار. صنف مبكر ذو إنتاج عال، محتواه من المادة الجافة 20.3%، متوسط الحساسية لمتربوزين المادة الفعالة لمبيدات الحشائش، معرض إلى حد ما للأمراض الجرب الشائع للندوة (اللفحة المتأخرة) على الأوراق.
- **مكان تنفيذ التجربة وموعد الزراعة:** تمت الدراسة في حقل تابع للمؤسسة العامة لإكثار البذار (فرع اللاذقية–منطقة وطى البسليس). خلال العروة الربيعية لموسم عام 2021 م، تمت الزراعة في تربة طينية سلتية مائلة إلى القلوية، تحوي نسبة عالية من كربونات الكالسيوم الكلية، ذات محتوى جيد من المادة العضوية، تم الجني بعد 102يوماً من تاريخ الزراعة. تم تحضير اللقاحات البكتيرية، والتحاليل المخبرية في مخبر الأحياء الدقيقة –كلية الهندسة الزراعية–جامعة تشرين–سورية.
- **تجهيز التربة للزراعة:** نفذت حراثتين متعامدتين على عمق 30–35 سم، أضيف السماد العضوي الجاف (سماد بلدي) قبل الزراعة بمعدل 3 م^3/دونم، أجريت حراثة سطحية وتم تسوية التربة وتخطيطها، وقسمت لقطع تجريبية وفق تصميم التجربة.
- **إعداد الدرنات وزراعتها:** تم انتقاء الدرنات السليمة تماماً التي تبلغ أوزانها حوالي 65غ. وتمت الزراعة بتاريخ (12شباط) على خطوط مفردة بمسافة 70سم، وبين النباتات40سم، وعلى عمق 8سم، بطريقة الخضير، بكثافة نباتية 3.57 نبات/م^2. زرعت نباتات حماية بين المعاملات وعلى الجوانب الأربعة المخصصة للتجربة. بعد الإنبات الحقلي تمت عمليات العزيق والتحضين. واتبع نظام الري بالرذاذ، وتم الفطام

قبل الجني بـ 10 أيام بعد ظهور علامات النضج وذلك بعد 102 يوماً من تاريخ الزراعة.

المواد المستخدمة في الدراسة:

استخدمت في الدراسة عزلات من بكتريا الرايزوسفير (PGPR) تتبع لأنواع مختلفة من البكتيريا(مثبتة للآزوت الجوي، ميسرة للبوتاسيوم، ميسرة للفوسفور، منشطة للنمو) [4, 6, 28]. موصفة ومحفوظة في مخبر أبحاث علوم التربة والمياه في جامعة تشرين، وزعت ضمن (3) مزائج بكتيرية (المزيج الأول والثاني ضم كل منها أربع عزلات عزلة من كل نوع، أما المزيج الثالث ضم العزلات الثمانية مجتمعة) وكانت كمايلي:

١- **المزيج الأول M1 ضم الأنواع:** Azotobacter chroococcum.At، Frateuria aurantia، Bcillus megaterium، Rhizobium legominosarum.

٢- **المزيج الثاني M2ضم الأنواع:** Azotobacter chroococcum.Ac، Bacillus circulans، Bacillus subtilis، Rhizobium phaseoli.

٣- **المزيج الثالث M3 مزيج من M1 + M2.**

-تحضير اللقاح البكتيري:

استخدمت بيئة Tryptic Soy Broth (TSB) في تحضير اللقاح، بعد تنشيط العزلات البكتيرية المعتمدة في الدراسة على بيئاتها الخاصة الصلبة قبل 48 ساعة من تحضير اللقاح، تم تحضير وسط الزراعة السائل (TSB) وعقم في الأوتوغلاف على حرارة 121 °م لمدة 45 دقيقة ولقح بالبكتريا، حضنت البيئة الملقحة ضمن حاضنة هزازة عند درجة حرارة 28 °م ، وسرعة (100- 150 دورة/دقيقة) لمدة 72 ساعة، استخدمت شرائح العد (Burker) لضبط كثافة المعلق البكتيري (اللقاح) عند (10^9 خلية/مل).

- تحضير لقاح الفطر Fusarium oxysporum والعدوى الاصطناعية للنباتات:

تم تحضير اللقاح من العزلة الموجودة في مخبر الأحياء الدقيقة–جامعة تشرين، وذلك عن طريق تحضير معلق بوغي بتركيز (10^8 بوغة/مل) من مستعمرة الفطر حسب شريحة مالاسيه. تمت العدوى لمرة واحدة بعد أسبوع من اكتمال الإنبات بإضافة المعلق البوغي حول جذور الشتول[36].

- المعاملات:

تضمنت المعاملات إضافة مزائج اللقاحات البكتيرية بإحدى المعاملات التالية:

تم توزيع المعاملات وفق الجدول (١) وأضيفت مزائج اللقاحات البكتيرية كالآتي:

١- النقع بمزيج اللقاح البكتيري مع إضافته رياً لمرة واحدة عند الزراعة D1: تم نقع التقاوى غمراً بالمزيج البكتيري لمدة أربع ساعات قبل الزراعة مباشرة، ثم نقلت الدرنات إلى أرض الزراعة وتمت إضافة 25مل من المخصب حول الدرنة في التربة الحاضنة.

٢- الري بمزيج اللقاح البكتيري عند تمام الإنبات فقط D2.

٣- الري بمزيج اللقاح البكتيري عند بداية الإباضة فقط D3.

٤- النقع بمزيج اللقاح البكتيري مع إضافته رياً عند الزراعة، ثم إضافة بعد الإنبات، وَاضافة أخرى عند بداية الإباضةD4.

أضيف المخصب البكتيري بالمواعيد D2، D3 وD4 رياً بمعدل 25 مل/ النبات بتركيز (10^9خلية/مل) حول النبات مباشرة عند الاضافة. أما معاملة التسميد المعدني (NPK) تلقت نباتاتها تسميداً معدنياً إضافة الى السماد العضوي الأساس المضاف عند تجهيز التربة للزراعة، وذلك وفق المعادلة السمادية (N:15 ;P:12 ;K:12)، حيث أضيفت كبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات عند تحضير التربة للزراعة، أما السماد الآزوتي(يوريا) تم توزيعه على فترتين (الأولى: عند الإنبات ثلثي الكمية، والثانية: عند بداية الإباضة الثلث

المتبقي). ومعاملة الشاهد أضيف لها 25مل ماء مقطر معقم إضافة الى السماد العضوي الأساس.

وتمت العدوى بالفطر لجميع المعاملات بما فيها الشاهد ومعاملة التسميد المعدني في الموعد ذاته.

الجدول (1): توزيع المعاملات المدروسة

المزيج نوع	موعد الإضافة	المعاملة المدروسة
المزيج الأول M1	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M1D1
	إضافة بعد الإنبات D2	M1D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M1D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاً D4	M1D4
المزيج الثاني M2	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M2D1
	إضافة بعد الإنباتD2	M2D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M2D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاً D4	M2D4
المزيج الثالث M3	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M3D1
	إضافة بعد الإنبات D2	M3D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M3D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاًD4	M3D4
الشاهد	بدون أي إضافة (فقط مادة عضوية)	C
السماد المعدني	معادلة السماد المعدني (N:15 ;P:12 ;K:12)	NPK

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

اتبع في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وكان عدد المعاملات ١٤ معاملة، بمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة، وثمان نباتات في المكرر. تم استخدام برنامج التحليل الإحصائيSAS، وحساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية5% للمقارنة بين المتوسطات.

المؤشرات المدروسة:

تم تقييم تأثير البكتريا المضافة على نباتات البطاطا المعداة بفطر الفيوزاريوم وقدرتها على تحفيز المقاومة الجهازية لديها ضد الإصابة بعدوى فطر الفيوزاريوم على أساس النمو وبعض المؤشرات الفيزيولوجية. تمت مراقبة النبات خلال فترة التجربة، وتسجيل القياسات التالية بعد ٤٥ يوماً من العدوى بالفطر: ارتفاع النبات، وعدد الأوراق على

كمية صبغات التركيب الضوئي:

تم استخلاص وتقدير كمية صبغات الكلوروفيل a وb والكاروتينات [14]، وذلك بأخذ 1غ من عينات الأوراق الطازجة بعد ٤٥يوماً من العدوى بالفطر، طحنت في جفنة بورسلان مع إضافة 10مل من الأسيتون ٨٠%، بعد ذلك رشحت من خلال قمع ترشيح، وغسل الباقي بإضافة الأسيتون عدة مرات حتى زوال اللون الأخضر من العينة النباتية، وأكمل الحجم لـ 25مل. حددت الكثافة الضوئية للمستخلص باستخدام جهاز Spectrophotometer عند طول الموجة 663نانومتر للكلوروفيل a وطول الموجة 645نانومتر للكلوروفيل b-، وعند طول الموجة 440نانومتر لصبغة الكاروتينات.

حسبت كمية الصبغات وفق المعادلات التالية [31]:

كلوروفيل a(مغ/غ) = $\frac{v}{w\times1000} \times [(A_{645}) \times 2.69 - (A_{663}) \times 12.7]$

كلوروفيل b(مغ/غ) = $\frac{v}{w\times1000} \times [(A_{663}) \times 4.68 - (A_{645}) \times 22.9]$

كاروتينات (مغ/غ) = $\frac{v}{w\times1000} \times [(\text{كلوروفيل}A + \text{كلوروفيل}B) \times 0.268 - (A_{440}) \times 4.965]$

حيث A: الامتصاصية عند طول الموجة المحددة، V: الحجم النهائي للمستخلص، W: الوزن الطازج للنسيج النباتي المستخدم.

تقدير كمية الكلوروفيل الكلي: تم باستخدام جهاز الطيف الضوئي Spectro photometer عند أطوال موجات (642.5-662) نانومتر وذلك بعد استخلاص الكلوروفيل من ١ غ من الأوراق الطازجة باستخدام الأسيتون (٨٥%) كمذيب عضوي، ومن ثم أخذت القراءات للمحاليل المستخلصة.

وتم حساب الكلوروفيل الكلي وفق [10] من المعادلة التالية:

Total Chlorophyll(mg/g) =7.12 D (660) + 16.8 D (642.5)

حيث D: الامتصاصية الضوئية لقراءة الجهاز عند طول الموجة المحددة (660 و642.5 نانومتر)

النتائج والمناقشة:

١- تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات في كمية الكلوروفيل الكلي في أوراق نباتات البطاطا:

تنمو النباتات بشكل صحي عندما تحتوي أوراقها على نسبة عالية من الكلوروفيل. وسوف تتعطل عملية تصنيع الكلوروفيل عند إصابة النبات بمرض ما، وهذا يؤثر في كفاءة عملية التمثيل الضوئي، ما يؤثر في نمو النبات وتطوره ويقلل من مقاومته للأمراض الجهازية. أدت إضافة المخصبات البكتيرية إلى زيادة كمية الكلوروفيل الكلي في جميع المعاملات

مقارنة بالشاهد المعدى كما هو موضح في الجدول (2). وكانت هذه الزيادة معنوية في جميع المعاملات باستثناء المعاملة M1D3 لم تكن الزيادة فيها معنوية بالمقارنة مع الشاهد. وقد تفوقت المعاملة M3D4 على جميع المعاملات بما فيها معاملة المزارع بقيمة بلغت (64.97 مغ/غ).

لعب نوع المخصب دوراً في زيادة كمية الكلوروفيل الكلي في أوراق نبات البطاطا فقد تفوق المخصب الثالث M3 على كلا المخصبين الآخرين المضافين M1، M2.

ولدى مقارنة نتائج مواعيد الإضافة لكل مخصب على حدة، أظهرت النتائج أن لموعد الإضافة أثر واضح في كمية الكلوروفيل الكلي في أوراق النباتات، ونجد من النتائج أن المعاملة D4 أعطت أفضل النتائج وتفوقت معنوياً على باقي المواعيد وذلك بالنسبة للمخصب M3. ونلاحظ أنه في المخصب الأول كان أفضل المواعيد هو بعد الإنبات D2 ثم الموعد الأول مع الزراعةD1 ثم الموعد الثالث عند الإباضة D3 والذي لم يكن له الأثر الكبير في زيادة كمية الكلوروفيل الكلي في الأوراق. أما في المخصب الثاني لم تكن الفروق معنوية في مواعيد الإضافة (D4, D2, D1)، بينما بقيت الإضافة في الموعد الثالث D3 الأقل تأثيراً. وفي المخصب الثالث لم يختلف فيه النتائج بين الموعدين الأول D1 والثاني D2 مع بقاء الموعد الثالث D3 هو الأقل تأثيراً وتفوق معاملة التكرار في المواعيد الثلاثة D4.

توافقت نتائج بحثنا مع نتائج Selvakumar وآخرون (2009) التي بينت أن المعاملة باستخدام الأسمدة الحيوية عزز محتوى الكلوروفيل في نبات العدس الأسود (Vigna mungo) ووصل محتوى الكلوروفيل إلى الحد الأقصى في التلقيح المختلط (Rhizobium مع phosphobacteria) وأقل محتوى عند الشاهد [43]. كما حققت المعاملة بالسماد الحيويStreptomyces HN6 EC20 في بحث wang وآخرون (2022) أعلى محتوى من الكلوروفيل في أوراق نبات اللوبياء بلغت قيمته (0.876 مغ/غ)، بينما كانت أقل قيمة

(0.40 مغ/غ) في معاملة الشاهد المعداة بلفحة اللوبيا وغير المعاملة بالسماد الحيوي[32]. قد يعزى التأثير المفيد للتلقيح البكتيري في زيادة المحتوى من الكلوروفيل إلى توفير كمية كبيرة من النيتروجين للأنسجة والأعضاء النامية نتيجة تثبيت Azotobacter N2 chroococcum (AT, AC) [43] بالإضافة إلى دور البكتريا في إتاحة العناصر الغذائية الأخرى وبشكل خاص المغنزيوم العنصر الأساسي في تكوين جزيئة الكلوروفيل. كما أن للبكتريا المحررة للبوتاسيوم المستخدمة في الدراسة (Frateuria aurantia, Bacillus circulans) الدور في تأمين البوتاسيوم للنبات الذي يعمل بشكل إيجابي على زيادة مساحة المسطح الورقي والكلوروفيل الكلي بشكل غير مباشر من خلال تحسين هرمونات النمو [47].

تشير زيادة محتوى الكلوروفيل في الأوراق إلى كفاءة التمثيل الضوئي[50]. وقد يزداد محتوى الكلوروفيل نتيجة للتفاعل التآزري للأسمدة الحيوية. يمكن أن يعزى التأثير التحفيزي لهذه البكتريا إلى ارتفاع مستوى حمض الجاسمونيك Gasmonic Acid في المرشحات المعروف في الحد من نشاط أنزيم الكلوروفيلاز (chlorophyllase) [20]. علاوة على ذلك، فإن البكتريا تفرز منظمات نمو للنبات، والتي يمكن استخدامها لتقليل النتح وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والبروتين ما يعزز نمو النبات وزيادة الانتاج [55 ,48].

جدول (2) كمية أصبغة التمثيل الضوئي في أوراق نبات البطاطا المعداة بالفيوزاريوم وفق المعاملات المدروسة

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملات المدروسة	الكلوروفيل الكلي مغاغ	كلوروفيل a مغاغ	كلوروفيل b مغاغ	كاروتينات مغاغ
M1	D1	M1D1	52.26 ef	0.87 e	0.66 bcd	0.55 d

0.60 b	0.697 abc	0.91 de	55.35 cd	M1D2	D2	
0.43 e	0.393 f	0.47 g	29.66 i	M1D3	D3	
0.58 c	0.740 a	0.95 cd	57.71 cb	M1D4	D4	
0.54 d	0.637 edc	0.93 d	54.01 ed	M2D1	D1	M2
0.54 d	0.613 ed	0.94 d	52.53 e	M2D2	D2	
0.38 f	0.367 f	0.59 g	35.76 g	M2D3	D3	
0.57 c	0.72 ab	0.96 cd	56.27 cbd	M2D4	D4	
0.56 cd	0.73 ab	0.99 cb	58.37 b	M3D1	D1	M3
0.61 b	0.71 abc	1.02 b	58.16 cb	M3D2	D2	
0.38 f	0.26 g	0.61 g	32.79 h	M3D3	D3	
0.69 a	0.77 a	1.15 a	64.97 a	M3D4	D4	
0.35 g	0.39 f	0.48 g	29.42 i	C	الشاهد	
0.56 cd	0.56 e	0.87 e	49.47 f	T	تسميد معدني	
0.021	0.079	0.058	2.81	LSD 0.05		

تشير الأحرف المشتركة في العمود إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥%.

-تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات في كمية أصبغة التمثيل الضوئي في أوراق نباتات البطاطا:

كمية الكلوروفيل a:

نلاحظ من الجدول (2) أن المخصبات البكتيرية المضافة ساعدت النبات في مقاومة الإصابة بالذبول الفيوزاريومي وظهر ذلك في زيادة نسبة الصبغة a معنوياً في النبات في جميع المعاملات مقارنة بالشاهد ماعدا المعاملات التي تضمنت الموعد D3، وكذلك تفوق نباتات البطاطا المعداة والمعاملة بالمخصبات البكتيرية الثلاثة في محتواها من الكلوروفيل a معنوياً على معاملة التسميد المعدني في جميع المواعيد باستثناء الموعد الثالث D3 والمعاملتين M1D1 و M1D2.

ونلاحظ أن المعاملة M3D4 سجلت أعلى النتائج وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات بالمقارنة مع الشاهد بقيمة بلغت (1.15 مغ/غ) تلتها المعاملة M3D2 ثم M3D1 بقيمة بلغت على التوالي (1.02،0.997).

كمية الكلوروفيل b:

يتبين من الجدول (2) أن إضافة المخصبات البكتيرية أدت إلى زيادة معنوية في نسبة الكلوروفيل b ضمن الأوراق في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد باستثناء المعاملات M2D3 و M1D3 و M3D3 وقد حققت المعاملة M3D4 أعلى محتوى لكمية الكلوروفيل b وهي لم تختلف معنوياً عن المعاملات M1D4، M3D1، M2D4، M3D2، M1D2.

كمية الكاروتينويدات:

تظهر النتائج في الجدول (2) أن المخصبات البكتيرية المضافة زادت نسبة الكاروتينويدات في جميع المعاملات وبفروق معنوية مع الشاهد مع تفوق المعاملة M3D4، وقد تفوقت معنوياً المعاملات M3D4، M3D2، M1D2 على معاملة التسميد المعدني. كان موعد الإضافة عند الإباضةD3 هو الأقل تأثيراً وفاعلية بالنسبة لجميع المخصبات.

بين Gaafar وآخرون (2021) أن الإضافة المختلطة للأنواع البكتيرية (B. subtilis, P. fluorescens, P. ostreatus) مضافاً لها فطر mychorrizeen، حقق أعلى محتوى معنوي من الكاروتينويد عند استخدام الخليط (0.82 مغ/غ وزن جاف) بالمقارنة مع الشاهد المعدى الذي سجل أقل قيمة (0.33 مغ/غ وزن جاف). كما زادت كمية الكلوروفيل a و b بشكل ملحوظ في نبات الكركديه، مقارنة بنباتات الشاهد[23].

كما أكدت نتائج بحث Gashash وآخرون (2022) ما توصلت إليه نتائج البحث الحالي، إذ أدى التلقيح بالبكتريا إلى زيادة كبيرة في محتوى الأصبغة في البندورة ففي الموسم الأول، أظهر التلقيح بخليط (B. subtilis + B. amyloliquefaciens) و B. amyloliquefaciens أعلى تأثير معنوي؛ فقد بلغت الزيادة المسجلة في محتوى الكلوروفيل a على الترتيب (30% ,27%)، وفي الكلوروفيل b كانت على الترتيب (16% ,20%)، وفي الكلوروفيل الكلي كانت على الترتيب (54% ,43%)، وفي الكاروتينات بلغت الزيادة على الترتيب (52% ,42%) مقارنة مع الشاهد. وكان للموسم الثاني تأثيراً معنوياً أيضاً على الكلوروفيل A، الكلوروفيل B، الكلوروفيل الكلي، والكاروتينويدات وزاد محتواها على الترتيب بالنسب (48, 31, 38, 35%) في النباتات الملقحة بالمزيج B. subtilis + B. amyloliquefaciens) مقارنة مع تلك غير الملقحة [25].

تنتج زيادة أصبغة التمثيل الضوئي كاستجابة للتلقيح بالبكتريا من تعزيز نمو النبات وإنتاج الكتلة الحيوية. العوامل الحيوية تحفز تصنيع الكلوروفيل من خلال تشجيع تشكل أنزيمات البيريدوكسال (Pyridoxal) والتي تؤدي دوراً في تخليق الأنزيم المسؤول عن تصنيع ألفا –أمينو ليفولينيك كمركب أساسي في تخليق الكلوروفيل هذه النتائج مدعمة بنتائج أوراق بحثية منشور[13 ,33].

٣- تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات في نمو نباتات البطاطا المعداة بالفيوزاريوم:

- **عدد أوراق النبات:**

كما هو موضح في الجدول (3)، حققت المعاملة بالمخصبات البكتيرية زيادة معنوية لعدد الأوراق في جميع المعاملات فباستثناء المعاملة M1D3. أفضل النتائج سجلت في المعاملة M3D4 (٦٧ مغ/غ) التي لم تختلف معنوياً على المعاملات M2D4، M3D2، M1D4، M3D1، وكذلك لم تختلف معنوياً بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني.

توافقت هذه النتائج مع نتائج دراسة [51] إذ أدت إضافة السماد البكتيري EC20 إلى زيادة معنوية في عدد أوراق النباتات.

- **ارتفاع النبات:**

يتبين من الجدول (3) ازدياد ارتفاع النبات بإضافة المخصبات البكتيرية بفارق معنوي في جميع المعاملات مقارنة مع الشاهد باستثناء المعاملة M1D3 لم تكن الزيادة معنوية فيها. سجل أعلى ارتفاع للنبات في نباتات المعاملة M3D4 بقيمة بلغت (56.97سم) تلتها التي لم تختلف معنوياً عن المعاملات M3D1، M2D4، M1D4، M3D2، M1D2، M2D2، ثم M2D1، لكنها تفوقت على معاملة التسميد المعدني.

تتوافق هذه النتائج مع نتائج [56] إذ ازداد ارتفاع النبات والوزن الطازج معنوياً عند استخدام السماد الميكروبي Streptomyces HN6 EC20 وبالتالي فإن زيادة عدد الأوراق وارتفاع النبات تعزى إلى قدرة البكتريا في السماد الحيوي على تعزيز نمو النبات. وجاء في بحث [23] بأن إضافة العوامل الحيوية ((Pseudomonas fluorescens (PSR-11، Bacillus subtilis (BSR-8)، Pleurotus ostreatus and mycorrhizeen)، أنتجت العديد من المواد المعززة لنمو النبات والمضادة للفطريات وأثرت بشكل إيجابي في نمو النبات ومقاومته لفطر Fusarium oxysporum. تؤثر الأسمدة الحيوية إيجاباً في مؤشرات النمو بفضل قدرة البكتريا على إنتاج منظمات النمو وتثبيت الآزوت الجوي، وتخليق بعض الأنزيمات التي تعدل مستوى الهرمونات النباتية، وإذابة الفوسفور غير العضوي،

وتمعدن الفوسفور العضوي الأمر الذي يجعل الفوسفور متاح للنبات، وتصنيع مركبات محفزة للنمو مثل السيتوكينينات والجبرلينات والـ IAA. كما يظهر التحريض غير المباشر لهذه البكتريا على نمو النبات وذلك بالتضاد وإنتاج مركبات الـSiderophore الحاملة للحديد ما يعزز امتصاص النبات للحديد وهذا يؤدي بدوره إلى تعزيز نمو النبات[27 ,46]. وإنتاج المضادات الحيوية وغاز السيانيد HCN [17]، الذي يعمل على تحفيز تكوين الشعيرات الجذرية [54].

جدول (3) معايير النمو لنباتات البطاطا المعداة بالفيوزاريوم في المعاملات المدروسة

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملات المدروسة	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق(ورقة / نبات)
M1	D1	M1D1	47.89 de	60.33 de
	D2	M1D2	53.62 abc	62.33 bcd
	D3	M1D3	45.82 ef	43.0 g
	D4	M1D4	54.27 ab	64.67 abc
M2	D1	M2D1	52.47 abcd	61.00 cde
	D2	M2D2	52.97 abc	62.0 bcd
	D3	M2D3	51.27 bcd	49.3 f
	D4	M2D4	54.22 ab	65.67 ab
M3	D1	M3D1	54.25 ab	63.33 abcd
	D2	M3D2	53.83 ab	65.67 ab

57.33 e	49.0 cde	M3D3	D3	
67.0 a	56.97 a	M3D4	D4	
40.33 g	42.27 f	C	الشاهد	
64.3 abcd	50.67 bcd	تسميد معدني T		
4.01	4.79	LSD 0.05		

تشير الأحرف المشتركة في العمود إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥%.

الاستنتاجات:

زيادة ارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات الواحد وزيادة كمية أصبغة التمثيل الضوئي داخل أوراق نباتات البطاطا المعاملة بالبكتريا والمعداة بالفيوزاريوم، وتفوق المعاملة M3D4 على كافة معاملات التجربة.

التوصيات:

- استخدام لمزيج من الأنواع البكتيرية (Frateuria aurantia، Bacillus megaterium،(AC, AT) Azotobacter chroococcum ، Rhizobium phaseoli، Bacillus subtilis ، Bacillus circulans ، Rhizobium leguminosarum) بتركيز (10^9خلية/مل) لنقع درنات البطاطا والري بها بمعدل ١٥ مل/درنة عند الزراعة وتكرار الري مرة أخرى بعد الإنبات بمعدل ٢٥ مل/نبات كوسيلة لتعزيز القدرة الدفاعية لنبات البطاطا وتحفيزه ضد مرض الذبول الفيوزاريومي، بالتالي تحويل التربة الزراعية إلى تربة كابحة للأمراض.

- البحث في إمكانية إنتاج أسمدة حيوية انطلاقاً من هذه العزلات البكتيرية بتحميلها على مواد صلبة ليصار إلى سهولة في إضافتها إلى التربة سواء قبل الزراعة أو في أي مرحلة من مراحل النمو للنبات المزروع.

المراجع References:

١. الشامي، محمد رامز؛ إسماعيل، عماد داؤود؛ حماد، ياسر علي (2018). تأثير ثلاثة أنواع من البكتيريا المحفزة للنمو PGPR في تحريض المقاومة الجهازية ضد فيروس موزاييك الخيار لدى نبات البندورة. المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(4) 239-227.

٢. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022) –صادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بسورية.

٣. المغربي، صباح خيرو؛ حماد، ياسر علي؛ رزق، بشرى (٢٠١٦). تأثير التلقيح ب Rhizobium leguminosarum في محتوى الفينول الكلي ونشاط البيروكسيداز في نباتات بندورة مصابة بمرض الذبول الفيوزاري. مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية، مج. ٣٨، ع. ٥٥، ص ص. ٤١-٥٨.

٤. المغربي، صباح؛ حماد، ياسر ورزق بشرى. ٢٠١٦. دراسة تأثير بكتيريا *Rhizobium leguminosarum* في نمو الفطر *Fusarium oxysporum..f sp lycopersici* مخبريًا. مجلة وقاية النبات العربية، ٣٤(٢):١٣٥-١٤١.

٥. حسن، احمد عبد المنعم (2010). الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر. البدائل العلمية المتكاملة. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية، 783ص .

٦. حماد، ياسر والشامي، رامز (٢٠١٧). توصيف بعض أنواع بكتريا الرايزوسفير المحفزة لنمو النبات من بعض الأسمدة الحيوية والتربة. مجلة جامعة البعث (سورية)، ٣٩:٢٥.

٧. حوقة، فتحي إسماعيل؛ توفيق سعد شادي (2004). الأسمدة الحيوية ودورها في حماية البيئة وسلامة الغذاء .جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية، 385 ص.

٨. ناصيف، أحمد؛ حماد، ياسر؛ إبراهيم، جهاد؛ درويش، مجد (٢٠٢٣). تأثير المخصبات الحيوية عند مستويات مختلفة من الإجهاد المائي في بعض الصفات البيوكيميائية لنبات الذرة الصفراء (Zea mays). مجلة جامعة البعث، سلسلة الهندسة الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد ٤٥ ، العدد ٢٤.

٩. وحيد قحطان أياد، ديوان مكطوف حسين، عبد الله ابراهيم ماجد، كشمر نعيمة حسين (2017). تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات وحامض الساليسيليك في تحفيز مقاومة Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersiciالفطر ضد الطماطة نبات المسبب لمرض الذبول. مجلة الزراعة العراقية البحثية (عدد خاص) مجلد22 عدد 8.

10. A.O.A.C. Official methods of analysis. 2005. 18thedn. Association of Official Analytical Chemists; Arlington, VA, USA.

11. Abdel-Salam, M.; Shams, A. 2012. Feldspar-K Fertilization of Potato (Solanum tuberosum L.) Augmented by Biofertilizer. J. Agric. Environ. Sci., 12, 694–699.

12. Al-Mughrabi KI et al. 2013. Efficacy of Pseudomonas syringae in the management of potato tuber diseases in storage. Bio Control. 64:315-322.
13. Al-Sayed, H.M.; Hegab, S.A.; Youssef, M.A.; Khalafalla, M.Y.; Almaroai, Y.A.; Ding, Z. and Eissa, M.A. 2020. Evaluation of quality and growth of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) as affected by bio-fertilizers. Journal of Plant Nutrition. 43(7): 1025-1035.
14. Arnon, D.I. 1949. Plant Physiology. University of California, Berkeley.p241.
15. Bafti, S. S., Bonjar, G. H. S., Aghighi, S., Biglari, S., Farrokhi, P. R. and Aghelizadeh, A. 2005. Biological control of Fusarium oxysporum f.sp. melonis, the causal agent of root rot disease of greenhouse cucurbits in Kerman Province of Iran. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 1:22-26.
16. Borrero, C., Trillas, M. I., Ordales, J., Tello, J. C., Aviles, M. 2004. Predictive factors for the suppression of Fusarium wilt of tomato in plant growth media. Phytopathology 94, 1094 – 1101.
17. Bouizgarne. B. 2013. Bacteria for plant growth promotion and disease management. Springer 454p 40 illus. Hardcover.
18. Compant S., Duffy B., Nowak J., Clément C., Ait Barka E. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. Appl Environ Microbiol .71:4951–4959.
19. Dekker J. 1976. Acquired resistance to fungicides. Annual Review of Phytopathology. 14: 405-28.
20. Drazkiewicz, M. 1994. Chlorophyllase: occurrence functions, mechanism of action, effect of external and internal factors. Photosynthetica, 30: 321-332.

21. Dubey S.C., Suresh M., Singh B. 2007. Evaluation of Trichoderma species against Fusarium oxysporum f.sp. ciceris for integrated management of chickpea wilt. Biological Control. 40: 118-27.
22. EL-Gali, Z. l. 2003. Histopathological and biochemical studies on Phaseolus vulgaris infected by some seed borne fungi. Ph. D. Thesis submitted to University of Alexandria, Egypt.
23. Gaafar, D.E.M.; Baka, Z.A.M.; Abou-Dobara, M.; Shehata, H.S.; El-Tapey, H.M.A. 2021. Effect of Some Microorganisms on Controlling Fusarium Wilt of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.). Egyptian Journal of Phytopathology, Vol. 49, No. 1. Pp 98-113.
24. Gachango E, Hanson LE, Rojas A, Hao JJ, Kirk WW. 2012. Fusarium spp. Causing dry rot of seed potato tubers in Michigan and their sensitivity to fungicides. Plant Dis. 96:1767-1774.
25. Gashash E.A., Osman N.A., Alsahli A.A., Hewait H.M., Ashmawi A.E., Alshallash Kh. El-Taher A.M., Azab E.S., Abd El-Raouf H.S., and Ibrahim M. F. M. 2022. Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Cyanobacteria on Botanical Characteristics of Tomato (Solanum lycopersicon L.) Plants. Plants (Basel) ; 11(20): 2732.
26. Glick, B. R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. Scientifica: 1-15.
27. Gouda, S.; Kerry, R.G.; Das, G.; Paramithiotis, S.; Shin, H. and Patra J.K. 2018. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. Microbiological Research, 206: 131-140.
28. Hammad, Y. 2020. Isolation and identification of some species of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from some bio-fertilizers, the arab journal foe arid environment, 13(1): 23 – 31.

29. Ignjatov, M., Milošević, D., Nikolić, Z., Gvozdanović- Varga, J., Dušica, J.and Zdjelar. G. 2012. Fusarium oxysporum as Causal Agent of Tomato Wilt and Fruit Rot. Pesticides and phytomedicine. Belgrade, 27(1), 25–31.
30. Jain A, Singh S, Kumar Sharma B, Bahadur H, Singh A. 2012. Microbial consortium- mediated reprogramming of defence network in pea to enhance tolerance against Sclerotinia sclerotiorum. Journal of Applied Microbiology. 112(3):537-550.
31. Kalaivani, M.; A. Jebaesan; S. Maragathavalli; B. Annadurai; and S.K. Gangwar. 2013. Studies on chlorophyll content, soluble protein, carbohydrates and moisture content of Morus alba Linn. International Jornal of Science and Nature. 4(1):131- 137.
32. Kapoor, R. 2008. Induced Resistance in Mycorrhizal Tomato is Correlated to Concentration of Jasmonic Acid. Journal of Biological Sciences. 8 (3):49-56
33. Khalil, A.A.; Hassan, F.A.S. and Ali, E.F. 2017. Influence of bio-fertilizers on growth, yield and anthocyanin content of Hibiscus sabdariffa L. plant under Taif Region conditions. Annual Research & Review in Biology, 17(1): 1-15.
34. Lenc L. 2011. Pathogenicity and potential capacity for producing mycotoxins by Fusarium sambucinum and Fusarium solani isolates derived from potato tubers. Plant Breed Seed Sci. 64:23–34.
35. Ogut M., Er F., Kandemir N. 2010. Phosphate solubilization potentials of soil Acineto bacter strains. Biol Fertil Soils, 46(7):707–15. doi:10.1007/s00374-010-0475-7.
36. Ozgonen, H. and Gulcu, M. 2011. Determination of mycoflora of pea (Pisum Sativum) seeds and the effects of Rhizobium leguminosarum on fungal pathogens of peas. African Journal of Biotechnology, Vol. 10, No.33, 6235-6240.

37. Park, K.; D. Paul; K.R. Ryu; E.Y. Kim; and Y.K. Kim. 2006. Bacillus vallismortis Strain EXTN-1 Mediated Systemic Resistance against Potato virus Y and X in the Field. Plant Pathology Journal, 22(4): 360 – 363.
38. Park, K.; D. Paul; K.R. Ryu; E.Y. Kim; and Y.K. Kim. 2006. Bacillus vallismortis Strain EXTN-1 Mediated Systemic Resistance against Potato virus Y and X in the Field. Plant Pathology Journal, 22(4): 360 – 363.
39. Peters R, MacLeod C, Seifert K, Martin R, Hale L, Grau C, MacInnis S. 2008. Pathogenicity to potato tubers of Fusarium spp. Isolated from potato, cereal and forage crops. Am J Potato Res, 85:367-374.
40. Przemieniecki S.W., Kurowski T.P., Damszel M.M., Karwowska A., Adamiak E. 2017. Effect of roundup 360 SL on survival of Pseudomonas sp. SP0113 strain and effective control of phytopathogens. J Agric Sci Technol. 19:1417–1427.
41. Przemieniecki S.W., Kurowski T.P., Karwowska A. 2015. Plant growth promoting potential of Pseudomonas sp. SP0113 isolated from potable water from a closed water well. Arch Biol Sci. 67:663–673.
42. Ragab M, Ashor AMA,Abdel-kader M, El- Mohamady R, Abdel- Aziz. 2012. In Vitro evalution of some fungicide's alternatives against Fusarium oxysporum the causal of wilt disease. Int .J .Agri Forestry, 2(2):70-77.
43. Rukumani, R., 1990. Physical, chemical and biological and regulation of fruit characters and yield in okra (Abelmoschus esculents L.). Department of Floriculture College of Horticulture. Vellanikara Kerala Agri. University, India.
44. Saleh, M., Abed, J. 2023. Investigation of the Fusarium oxysporum-caused watermelon wilt infection and testing of

some hybrids' susceptibility to infection. Bionatura Journal, Volume 8 / Issue 1 / 81, p 1-5.

45. Sallam N.A., Raid S.N., Mohamed M.S., El-eslam A.S. 2013. Formulations of Bacillus spp. and Pseudomonas fluorescens for biocontrol of cantaloupe root rot caused by Fusarium solani. J Plant Prot Res. 53:295–300.
46. Sarhan, E.A.D. and Shehata, H.S. 2014. Potential plant growth promoting activity of Pseudomonas spp. and Bacillus spp. as biocontrol agents against damping-off in alfalfa. Plant Pathology Journal, 13(1): 8-17.
47. Scott, P., 2008. Physiology and Behavior of Plants. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.
48. Selvakumar G., Lenin M., Thamizhiniyan P., Ravimycin T. 2009. Response Of Biofertilizers on The Growth and Yield of Blackgram (Vigna Mungo L.). Recent Research in Science and Technology, 1(4): 169–175.
49. Silva, J. C. and Bettiol, W. 2005. Potential of non-pathogenic Fusarium oxysporum isolates for control of Fusarium wilt of tomato,Fitopatologia Braileira,30, 409-412.
50. Sujathamma, P. and Dundin, S.B. 2000. Leaf quality evaluation of mulberry (Morus spp.) through chemical analysis. Ind. J. Seric., 39: 117-121.
51. Trabelsi B.M., Khiareddine H.J., Remadi M.D. 2012. Effect of Fusarium Species and Temperature of Storage on the Susceptibility Ranking of Potato Cultivars to Tuber Dry Rot. Pest Technology 6 (Special Issue 1), 41-46 Global Science Books.
52. Ullah M., Ullah F., Khan M. A., Ahmad S., Jamil M., Sardar S. 2022. Efficacy of various natural plant extracts and the synthetic insecticide cypermethrin 25EC against leucinodes orbonalis and their impact on natural enemies in brinjal crop.

Int. J. Trop. Insect Sci. 42, 173–182. doi: 10.1007/s42690-021-00528-1 [CrossRef] [Google Scholar]

53. Vakalounakis, D.J., Z. Wang, G.A. Fragkiadakis, G.N. Skaracis and D.B. Li. 2004. Characterization of Fusarium oxysporum isolates obtained from cucumber in China by pathogenicity, VCG, and RAPD. Plant Disease, 88: 645-649
54. Voisard, C.; Keel C.; Haas, D. and Defago, G. 1989. Cyanide production by Pseudomonas fluorescens helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. EMBO Journal, 8: 351-358.
55. Wake, H.A. Akasata, H. Umetsu, Y. Ozeki, K. Shimomura and T. Matsunaga, 1992. Promotion of plantlet formation from osmotic embryos of carrot treated with a high molecular weight extract from a marine Cyanobacterium. Plant Cell Reports, 11: 62- 65.
56. Wang T. , Ahmad Sh. , Yang L., Yan X., Zhang Y., Zhang Sh., Wang L., and Luo Y. 2022. Preparation, biocontrol activity and growth promotion of biofertilizer containing Streptomyces aureoverticillatus HN6. Frontiers in Plant Science 2022; 13: 1090689.

تحضير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي وتقييم تأثيرها في بعض صفات النمو الخضري لصنفين من الفول العادي

م. علي عبد الحميد صالح[١] ، د. لينا ممدوح النداف[٢] ، أ.د. أحمد علي مهنا[٣]

الملخص

تم التحضير البيولوجي لأوكسيد الزنك النانوي في مركز التقانة الحيوية في جامعة البعث عام ٢٠٢١، ووصفت الجسيمات النانوية باستخدام التحليل المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–vis) وكانت ذروة الامتصاص عند طول موجة ٣٦٦ نانومتر. بيّن تحويل فورييه بالأشعة تحت الحمراء (FT–IR) أن المجموعة الوظيفية الفعالة المتعلقة بال Zn–O كانت ضمن طول موجة ٥٨٠ إلى ٦١٣ سم$^{-1}$، أظهر نمط حيود الأشعة السينية (XRD) انخفاض التبلور للجسيمات النانوية بحجم ٣٧ نانومتر، كما كشف المسح بالمجهر الالكتروني (SEM) أبعاد الجسيمات النانوية التي تراوحت بين 45–25 nm.

طبقت الجسيمات النانوية الناتجة من عملية التحضير البيولوجي وجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة كيميائياً لدراسة تأثيرها في بعض مؤشرات النمو لصنفين من الفول العادي (قبرصي–حماه٢). تمت الزراعة في ريف منطقة صافيتا التابعة لمحافظة طرطوس خلال الموسمين الزراعيين ٢٠٢٢/٢٠٢١ و٢٠٢٣/٢٠٢٢ بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وبنظام القطع المنشقة بثلاثة مكررات وتضمنت أربع معاملات بالجسيمات النانوية، اثنتان بطريقة نقع البذور بتركيز 25ppm واثنتان بطريقة الرش الورقي بتركيز 50ppm خلال ثلاث مراحل من نمو النبات وذلك بالجسيمات المحضرة بيولوجياً وكيميائياً إضافة للشاهد دون معاملة. بيّنت النتائج تفوق معاملة الرش الورقي بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة كيميائياً في صفات ارتفاع النبات وعدد الأفرع/النبات، كما أظهرت معاملة

نقع البذور بالجسيمات النانوية المحضرة كيميائياً تفوقاً في صفات تركيز الكلوروفيل في الأوراق ومساحة المسطح الورقي مقارنة بالشاهد غير المعامل.

الكلمات المفتاحية: التحضير البيولوجي– أوكسيد الزنك النانوي ZnONPs– الفول – الرش الورقي – نقع البذور.

(١) طالب دكتوراه. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الهندسة الزراعية. جامعة البعث. سورية
(٢) دكتور. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الهندسة الزراعية. جامعة البعث. سورية
(٣) أستاذ دكتور. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الهندسة الزراعية. جامعة البعث. سورية

Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles Using Pericarps Pomegranate Peel and Evaluation of their Effect on some Vegetative Growth Traits of Two Faba Bean Cultivars

Ali Abdulhamid Saleh[(1)], Dr. Lina Mamdoh Alnaddaf[(2)], Prof. Dr. Ahmad Ali Mouhna[(3)]

ABSTRACT

The biosynthesis of nano zinc oxide was carried out at the Biotechnology Center at Al-Baath University in 2021. The nanoparticles were characterized using the ultraviolet visible spectroscopy analysis (UV-vis) and the absorption peak was at a wavelength of 366 nm. Fourier transform infrared (FT-IR) showed that the active functional group related to Zn-O was within the wavelength of 580 to 613cm^{-1}. The X-Ray diffraction (XRD) pattern demonstrated low crystalline for nanoparticles with a size of 37 nm. Scanning electron microscopy (SEM) revealed the dimensions of the nanoparticles that ranged from 25-45 nm. The nanoparticles resulting from the biosynthesis process and chemically prepared zinc oxide nanoparticles were applied to study their effect on some growth indicators of two faba bean varieties (Cypriot-Hama2). The cultivation was carried out in the countryside of Safita area affiliated to Tartous Governorate during the two agricultural seasons 2021/2022 and 2022/2023 using a randomized complete block design

(R.C.B.D) and a split plot system with three replicates. It included four treatments with nanoparticles, two by soaking seeds at a concentration of 25ppm and two by foliar spraying at a concentration of 50ppm during three stages of plant growth with biologically and chemically prepared particles in addition to the control. The results showed that the foliar spray treatment with chemically prepared zinc oxide nanoparticles was superior in plant height and number of branches/plant. The seed soaking treatment with chemically prepared nanoparticles also showed superiority in leaf chlorophyll concentration and leaf surface area compared to the untreated control.

Key Words: Biological synthesis – Zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) – Faba bean – Foliar spraying – Seeds soaking.

(1) PhD student. Dep. Field crops. Faculty of Agriculture. Al-Baath University. Syria.

(2) Dr. Dep. Field crops. Faculty of Agriculture. Al-Baath University. Syria.

(3) Prof. Dr. Dep. Field crops. Faculty of Agriculture. Al-Baath University. Syria.

١- مقدمة:

تعد تقنية النانو من التقنيات الحديثة التي أثبتت تأثيراتها الإيجابية في مجالات عديدة منها الزراعية والطبية والهندسية وفي مجال الطاقة [1]، إذ يتم التعامل فيها مع المواد والتراكيب التي تتراوح أبعادها بين ١-١٠٠ نانومتر [2].

أدى الطلب الكبير على الجسيمات النانوية إلى إنتاجها بتطبيق التقنيات الفيزيائية والكيميائية على نطاق واسع، على الرغم من سلبياتها العديدة: كتكلفتها المرتفعة وضررها بالبيئة والكائنات الحية، ولكن بسبب ازدياد الوعي للقضايا البيئية والسلامة فقد برزت أهمية استخدام طرائق تصنيع الجسيمات النانوية المعدنية النظيفة وغير السامة والصديقة للبيئة، حيث ازداد استخدام المصادر البيولوجية مثل الميكروبات والأجزاء النباتية وفضلات الخضار والفضلات الزراعية.. الخ لتصبح طرائق بديلة لتصنيع الجسيمات النانوية وهي طرائق صديقة للبيئة فعالة وغير سامة [3].

في السنوات الأخيرة تم إنتاج أنواع مختلفة من الجسيمات النانوية من النباتات والأجزاء النباتية، نظراً لاحتواء المستخلصات النباتية على مركبات فعالة كالقلويات alkaloids والفلافونيدات flavonoids والستيرويدات steroids والتانينات tannins والفينولات Phenols والتربينات Terpenes وغيرها من المركبات الطبيعية، حيث تتركز هذه المنتجات بالأوراق والساق والجذور والبراعم والأزهار واللحاء والبذور حيث تعمل كعوامل استقرار وإرجاع لتفاعلات الإرجاع الحيوية في عملية تحضير الجسيمات النانوية المعدنية [4].

تحتوي قشرة ثمرة الرمان على العديد من المكونات التي تؤدي دوراً علاجياً عبر التأثير في الأنشطة البيولوجية المختلفة وهي مصدر غني بالفلافونيدات flavonoids والتانينات tannins والعديد من المركبات الفينولية، وأشار الباحثون إلى أن مستخلص قشر الرمان له نشاط مرجع اتجاه الجذور الحرة (free radicals) [5].

أُجريت دراسات عديدة استُخدمت فيها المستخلصات النباتية في تحضير أكسيد الزنك النانوي حيث قام [6] باستخدام مستخلص جذور الفجل (*Raphanus sativus*) في

عملية التحضير، حيث حصل على جسيمات نانوية ذات أشكال كروية وعصوية وبحجم تراوح بين ١٥–٢٥ نانومتر، أشار تحليل XRD بأن الجسيمات ذات طبيعة بلورية، وأظهر تحليل FT–IR نطاقات اهتزازية متعلقة بوجود أوكسيد الزنك في العينة حيث ظهرت عند $472\ cm^{-1}$ و $650\ cm^{-1}$.

استخدم [7] قشر الموز (*Musa acuminate*) في تحضير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية، كانت الجسيمات النانوية الناتجة بأشكال مختلفة تتراوح أحجامها بين ٣٠–٨٠ نانومتر، وأشارت هذه الدراسة إلى أن درجة pH=12 هي الدرجة المثالية لتحضير الجسيمات، بينّ تحليل FT–IR عدة حزم امتصاص عند 3420، 2926 و $1510\ cm^{-1}$ مرتبطة بوجود O–H، C–H ومجموعات الأمينات على التوالي.

حصل [8] على جسيمات ZnO–NPs حيوياً بالاعتماد على مستخلص نبات عدس الماء (*Lemna minor*)، وبيّن تحليل حيود الأشعة السينية XRD أن بلورات النانو تقع في نطاق 11.7نانومتر، أظهر تحليل المطياف الضوئي UV–vis امتصاصي أعظمي عند طول موجة 369 نانومتر.

حضّر [9] جسيمات أوكسيد الزنك النانوية باستخدام المستخلص المائي لنبات الزعتر (*Thymbra spicata* L.) بحجم تراوح بين 6.5–7.5 نانومتر، كما لاحظوا أن لها قمم امتصاص في طيف جهاز UV.vis عند طول موجة ٣٦٠ نانومتر تقريباً.

يعد الزنك من العناصر الصغرى الأساسية لكل الخلايا الحية، ويشارك في عدد كبير من الوظائف الخلوية والجزيئية ضمن الخلايا النباتية، حيث يؤدي دوراً أساسياً في تصنيع البروتين والعديد من الهرمونات النباتية، والتمثيل الضوئي، ومقاومة النبات ضد الأمراض، وتشكيل حبوب اللقاح وتحسين مستوى الأنزيمات المضادة للأكسدة ومستوى الكلوروفيل داخل الأنسجة النباتية [10].

تُعَدّ بذور الفول من أغنى بذور المحاصيل من حيث القيمة الغذائية، حيث يتراوح محتواها من البروتين ٢٧٠–٣٢٠ غرام/كغ من المادة الجافة، ويزرع الفول من أجل الحصول على قرونه الخضراء التي تستعمل في الطهي، ومن أجل بذوره التي تستهلك خضراء أو جافة

ويدخل نبات الفول في العديد من الدورات الزراعية لتقليل تواجد نيماتودا الحبوب الحويصلية (*Heterdera avenae*) والأمراض المنقولة بالتربة [11]

أظهرت دراسة قام بها [12] لتقييم تأثير الرش بالزنك النانوي في صفات النمو الخضري لأربعة تراكيب وراثية من الفول وذلك باستخدام أربعة تراكيز للرش، وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة، حيث سجلّت المعاملة بالتركيز 60 mg/L أعلى متوسط لصفات ارتفاع النبات (98.33)سم، مساحة المسطح الورقي (7884)سم^{2} وبفرق معنوي مقارنة بباقي التراكيز والشاهد الذي سجل (75.96)سم و(4241)سم^{2} في هاتين الصفتين، كما سجل التركيزين 180 mg/L , 120 أعلى متوسط لصفتي عدد الأفرع/النبات وتركيز الكلوروفيل في الأوراق على التوالي مقارنة بباقي المعاملات.

أجرى [13] تجربة لدراسة تأثير المواد النانوية على الفول (أوكسيد الزنك والكبريت)، وأشارت النتائج بأن الزنك النانوي تركيز (50 ppm) سبب زيادة معنوية في ارتفاع النبات، عدد الأفرع/النبات، عدد الأوراق والمساحة الورقية مقارنة مع تراكيز الكبريت النانوي والشاهد.

في دراسة لاستجابة ثلاثة أصناف من الفول لأسمدة البورون والحديد والزنك النانوية أشار [14] إلى التأثير الإيجابي للأسمدة النانوية المستخدمة على خصائص الغلة والنمو، حيث سجّل سماد الزنك النانوي أعلى القيم لصفات ارتفاع النبات (61.6) سم وعدد الأفرع على النبات (8.2) فرع/النبات ووزن المئة بذرة (120.2)غ وغلة النبات البذرية (49.8)غ/النبات مقارنة بالشاهد الذي سجّل (58.4سم، 7.7فرع/النبات، 112.7غ، 39.6غ/النبات) لهذه الصفات على التوالي.

وفي دراسة أخرى لتأثير شيلات الزنك النانوية على النمو والغلة لثلاثة طرز وراثية من الفول وذلك باستخدام الرش بتركيزين (0.5, 1 g/L) من الجسيمات النانوية بينت النتائج تفوق المعاملة بالتركيز 0.5 g/L في صفات ارتفاع النبات، وزن المئة بذرة والغلة البيولوجية، في حين تفوقت المعاملة بالتركيز 1 g/L في صفات عدد الأفرع/النبات، دليل الكلوروفيل SPAD، عدد البذور في القرن والغلة البذرية/النبات [15].

٢- مبررات البحث وهدفه:

إن زيادة تكاليف الإنتاج الزراعي في سورية بسبب غلاء الأسمدة والمبيدات المستخدمة في عمليات المكافحة الأمر الذي حدّ نوعاً ما من إمكانية التوسع في المساحات المزروعة بسبب عدم القدرة على تغطية التكاليف، ومن هنا فقد كان لإيجاد طرائق جديدة لتزويد النبات بالمغذيات الضرورية لنموه والتي من شأنها أن تخفف تكاليف الإنتاج من جهة وتحقق زيادة مقبولة في الإنتاجية من جهة أخرى أهمية بالغة، وقد بيّن [16] أنه يمكن زيادة كفاءة استخدام الموارد مع الحد الأدنى من الضرر الذي يلحق بالإنتاج من خلال استخدام التكنولوجيا الحديثة في الزراعة، ومن هنا كان الهدف من الدراسة الحالية ما يلي:

١- دراسة تأثير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية ZnO NPs المحضرة بيولوجياً باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي في بعض صفات النمو الخضري لصنفين من الفول (قبرصي وحماه٢)، ومقارنتها مع الجسيمات المحضرة كيميائياً.

٣- مواد وطرائق البحث:

٣-١- تحضير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية ZnO NPs:

٣-١-١-استخلاص قشر الرمان:

تم الحصول على ثمار الرمان *Punica granatum* من إنتاج محلي، حيث تم غسلها وتنظيفها بالماء ومن ثم تم جمع القشرة الخارجية مع الأجزاء الوسطى ما بين البذور وجففت تحت ضوء الشمس لمدة أسبوع حتى الجفاف التام، تم طحنها بالخلاط حتى أصبحت بودرة وحُفظت في البراد لحين الاستخدام، تم أخذ 10 g من بودرة قشر الرمان الجافة وخلطت مع 100 ml من الماء المقطر المنزوع الشوارد في دورق زجاجي سعة 250 ml، تم تحريك الخليط الناتج لمدة ١٥ دقيقة على درجة حرارة ٦٠-٧٠ درجة مئوية ومن ثم تُرك بدرجة حرارة الغرفة حتى صباح اليوم التالي.

تم فصل المحلول بواسطة ورق ترشيح وتعريضه للطرد المركزي ٤٠٠٠ دورة/دقيقة لمدة ١٠ دقائق وإعادة العملية ثلاث مرات ومن ثم تم جمعه في وعاء معقم، وذلك في مركز التقانة الحيوية بجامعة البعث.

٣-١-٢-التحضير الحيوي لأوكسيد الزنك النانوي ZnO NPs:

تم إذابة 2.97g من بلورات نترات الزنك [$Zn(NO_3)_2.6H_2O$] في 100 mL من الماء المقطر منزوع الشوارد (0.1mol/L) في دورق مخروطي سعته 250 mL، تم تحريكه مغناطيسياً لمدة ٢٠ دقيقة على درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية، تم إضافة 40 mL من المستخلص المائي لقشر الرمان مع التحريك، بمجرد أن يصبح المستخلص المائي على تماس مع أيونات الزنك يتغير لون المحلول تلقائياً.

تم ضبط درجة (pH) الخليط على ١٢ أو أكثر باستخدام ماءات البوتاسيوم (KOH)، تم فصل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي عند ٤٠٠٠ دورة/دقيقة لمدة ١٥ دقيقة.

جُمعت الحبيبات وغُسلت مرتين بالكحول الايتيلي ومن ثم بالماء المقطر المنزوع الشوارد، تم تجفيف الحبيبات بدرجة حرارة ٦٠ درجة مئوية بعد اكتمال تشكل الجسيمات النانوية ZnO NPs.

٣-٢- توصيف الجسيمات النانوية ZnO NPs:

٣-٢-١- طيف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis):

تم أخذ 0.2g من جسيمات أوكسيد الزنك النانوية ZnO NPs وحلها في 100ml من الماء المقطر، وقيس الامتصاص عن طريق المسح بجهاز المطياف الضوئي وذلك ضمن طول موجة يتراوح بين ٢٠٠-٤٠٠ نانومتر وفواصل ٠,٥، حيث تم فحص العينة في مركز التقانة الحيوية بجامعة البعث.

٣-٢-٢-جهاز فورييه (FT-IR):

تم إجراء التحليل الكيميائي للجسيمات باستخدام جهاز"فورييه" لتحويل طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) ورصد المجموعات الكيميائية الموجودة في العينة، تم القياس بجهاز FT-IR الموجود في كلية العلوم بجامعة البعث وبتردد موجي بين $400-4000\ cm^{-1}$.

٣-٢-٣-الأشعة السينية (X-Ray diffraction):

تستخدم تقنية الأشعة السينية لتوصيف المواد من مختلف الأنواع، تم تنفيذها لاختبار وتحليل شكل جسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة باستخدام قشر الرمان، وذلك باستخدام إشعاع طول موجته λ= 1.5401Å عند زاوية ٢ ثيتا (20^o–80^o).

٣-٢-٤-المجهر الالكتروني الماسح (SEM):

يمسح المجهر الالكتروني الماسح سطح العينة المدروسة مستخدماً موجة مركزة من الالكترونات والتي تتفاعل مع الذرات كاشفةً شكل وأبعاد الجزيئات في العينة، تم فحص جسيمات أوكسيد الزنك النانوية التي تم تحضيرها بالمسح بالمجهر الالكتروني (SEM) في هيئة الطاقة الذرية في دمشق.

٣-٣- تصميم التجربة وتحضير الأرض للزراعة:

تم إجراء التجربة الحقلية في قرية سنديانة اوبين في منطقة صافيتا التابعة لمحافظة طرطوس والتي تقع على ارتفاع ٤٨٨ م عن سطح البحر وبمناخ معتدل ورطوبة جوية متوسطة، تمت حراثة التربة مرتين بشكل متعامد بعمق ٣٠ سم، وتنظيفها من الحجارة والحشائش، كما تم إجراء تحليل لتربة الموقع كما هو موضح في الجدول (١) وإضافة الأسمدة اللازمة حسب توصيات وزارة الزراعة.

الجدول (١) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة

PH	EC	آزوت N%	كربونات كالسيوم $Caco_3$	كلس فعال %	مادة عضوية %	PMM		التحليل الميكانيكي		
						بوتاس K	فوسفور P	رمل %	طين %	سلت %
٧,١٢	٠,٣٥	٠,٠٩٦	آثار	آثار	١,٧١	١٣٨,٦٨	٧,٦٩	٤٦	٣٢	٢٢

تمت الزراعة خلال الموسمين الزراعيين ٢٠٢١-٢٠٢٢/٢٠٢٢-٢٠٢٣ بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) بنظام القطع المنشقة، حيث خصصت القطع الرئيسية للمعاملات بأوكسيد الزنك النانوي المحضر بيولوجياً وكيميائياً، معاملتين لنقع البذور تركيز 25ppm، معاملتين للرش الورقي تركيز 50ppm بالإضافة للشاهد، والمنشقة من الدرجة الأولى للأصناف المستخدمة في الدراسة (قبرصي–حماه٢)، كانت أبعاد القطع

التجريبية (٢×٣) م، حوت على خمسة خطوط، المسافة بين الخط والخط ٤٠ سم والمسافة بين البذور داخل الخط ٢٥ سم.

٣-٤- تحضير البذور للزراعة ومتابعة عمليات الخدمة الزراعية والرش الورقي:

تم نقع بذور كلا الصنفين قبل الزراعة بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة بيولوجياً وكيميائياً بتركيز 25ppm، وباقي البذور تم نقعها بالماء المقطر لمدة ساعة واحدة، وتم مراقبة إنبات بذور الفول ونمو البادرات ومتابعة مراحل النمو والتطور المختلفة، كما تم القيام بأعمال الخدمة الزراعية من تعشيب ومكافحة وري عند اللزوم، تم رش نباتات الفول لكلا الصنفين بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية تركيز 50ppm في مراحل النمو الخضري، والإزهار، وتشكل القرون.

تم الحصول على جسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة كيميائياً من الهيئة العامة للبحوث العلمية بدمشق وكانت بأبعاد تتراوح من ٥-١٠ نانومتر.

٣-٥- المؤشرات المدروسة:

- ارتفاع النبات سم:

تم قياس ارتفاع النبات بمسطرة مدرجة عن طريق قياس طول الساق الرئيسية من مستوى سطح التربة حتى قمة النبات في نهاية مرحلة النضج الأخضر.

- تركيز الكلوروفيل في الأوراق ملغ/غ:

تم تقديره بحسب طريقة [17]، حيث تم أخذ ٥٠٠ ملغ من الأوراق النباتية وسحقها باستخدام هاون خزفي مع ٢٠ مل من الأسيتون بتركيز ٨٠% ثم تركها في الثلاجة لليوم التالي، أُكمل الحجم بالماء المقطر حتى ٥٠ مل وفُصل الراشح عن الراسب المتبقي بوساطة جهاز الطرد المركزي ١٠٠٠د/دقيقة لمدة ٥ دقائق، وتم قراءة الامتصاصية على الأطوال الموجية (٦٦٣ -٦٤٥) نانوميتر بوساطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) ثم حُسبت كمية الكلوروفيل أ وب، والنسبة أ/ب وفق المعادلتين:

(a) كلورفيل أ ملغ.غ$^{-1}$ وزن طازج = $(D_{645}٢,٦٩ - D_{663}١٢,٧) / ١٠٠٠\times W/V$

(b) كلورفيل ب ملغ.غ$^{-1}$ وزن طازج = $(D_{663}٤,٦٨ - D_{645}٢٢,٩) / ١٠٠٠\times W/V$

D: الامتصاصية عند طول الموجة المحدد

V: حجم مستخلص الكلورفيل النهائي (مل)

W: وزن الأوراق الطازج (غ).

- مساحة المسطح الورقي سم^{٢}:

تم حسابها بطور الإزهار لنبات الفول وذلك بطريقة الأقراص عن [18]، حيث تم أخذ عشر نباتات فول بطور الإزهار من كل مكرر وتنظيفها من الجذور، ثم جمعت أوراق كل نبات ووزنت ووضعت فوق بعضها البعض، وثقبت بمثقب ذو فتحة دائرية، ثم حسب وزن الدوائر الخضراء الناتجة، ومن خلال المعادلة التالية حصلنا على مساحة المسطح الورقي الأخضر مقدرة بـ (سم^{٢}) وذلك لعشرة نباتات من الفول:

مساحة المسطح الورقي الأخضر = $L*S/Z$

حيث: L: وزن الأوراق على نبات واحد(غ)

S: مساحة فتحة المثقب الدائرية (πr^2)

Z: وزن الدائرة الخضراء الواحدة (غ)

- عدد الأفرع/النبات:

تم قياس هذه الصفة عند نهاية مرحلة الإزهار، حيث تم حساب متوسط عدد الأفرع على النبات لعشرة نباتات مأخوذة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

٤- النتائج والمناقشة:

٤-١- تحضير وتوصيف جسيمات أوكسيد الزنك النانوية:

تم الاستدلال على التحضير الحيوي لجسيمات الزنك النانوية باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي في هذه الدراسة بتغير اللون الواضح وتشكل الراسب، وذلك بعد رفع درجة حموضة الوسط PH إلى ١٢ بإضافة ماءات البوتاسيوم KOH الشكل (١).

يتضمن التحضير الحيوي إرجاع أيونات المعدن إلى جسيمات نانوية معدنية بمساعدة المواد الفعالة في النبات مثل البولي فينول Polyphenole وعديدات السكريات والقلويات والفيتامينات والأحماض الأمينية [19].

تعمل الفلافونيدات flavonoids كعوامل مرجعة للأيونات المعدنية، فالمجموعات الوظيفية للفلافونيدات مسؤولة عن تشكل الجسيمات النانوية، ويحدث الإرجاع بانتقال الفلافونيدات من الإينول إلى الكيتون بغرض تشكل الجسيمات النانوية [20].

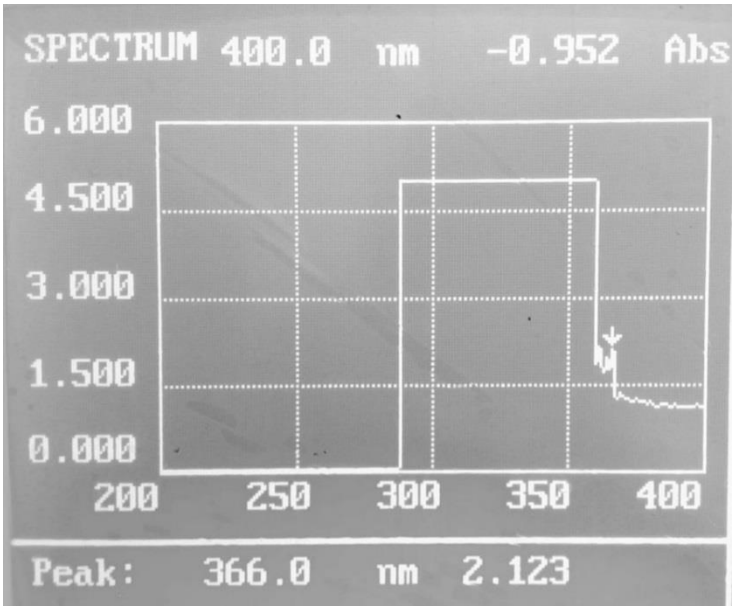
(ب) (أ)

الشكل (١) (أ) الراسب الأصفر المتشكل نتيجة إرجاع أيونات المعدن.
(ب) ترسيب الجسيمات النانوية بعد عملية الطرد المركزي.

أكدت العديد من الدراسات أن الفلافونيدات يمكن أن تؤدي دور مضادات أكسدة ومركبات مخلبة للمعدن، حيث يمكنها أن تخلب أيونات المعدن مانعة إياها من المشاركة في تشكيل الجذور الحرة، في هذا السياق يعتبر الكورسيتين (الفلافونيد الرئيسي بين الفلافونيدات) مرتبطة نشطة بيولوجياً ومجموعاته الهيدروكسيلية قادرة على تشكيل معقدات مع أيونات

معدنية مختلفة، وذلك يساعد في فهم دور الفلافونيدات في بداية تشكل الجسيمات النانوية ومراحل التجميع والإرجاع [20].

يوضح الشكل (٢) الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية UV لجسيمات أوكسيد الزنك النانوية التي تم تحضيرها باستخدام مستخلص قشر ثمرة الرمان الخارجي، يستخدم التحليل الطيفي الضوئي للأشعة فوق البنفسجية عادة للتأكد من تشكل الجسيمات النانوية، لأن وجود تأثير رنين البلازمون السطحي (SPR) يسبب بدء اهتزاز الالكترونات عند نطاق معين من الطول الموجي.

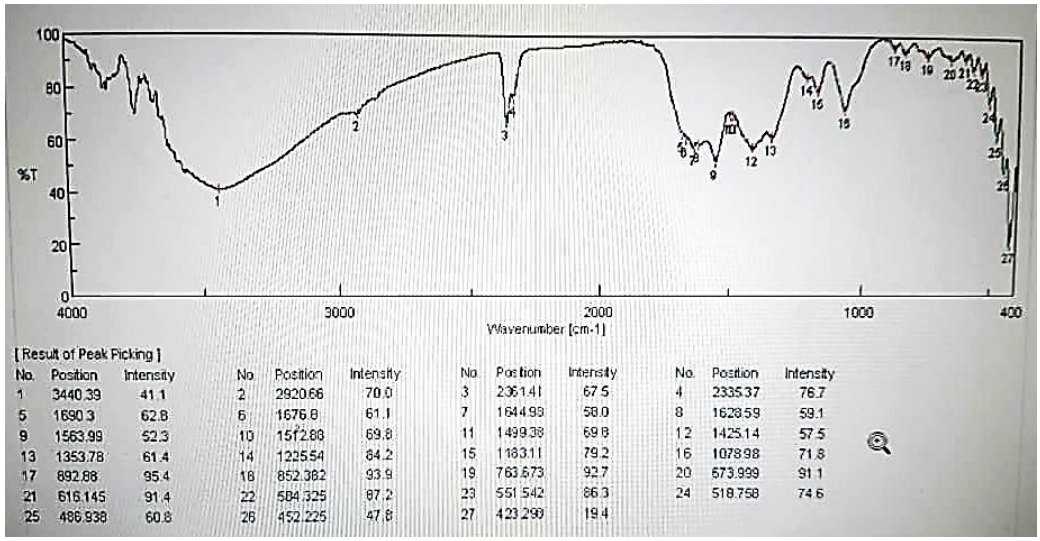


الشكل (٢) الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية UV لجسيمات أوكسيد الزنك النانوية التي تم تحضيرها باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي

تم تسجيل طيف الأشعة فوق البنفسجية عند طول موجة ضمن المجال 200nm–400nm الذي أظهر ذروة الامتصاص عند طول موجة ٣٦٦ نانومتر، حيث يمكن تحديد طبيعة وقيمة فجوة النطاق لجسيمات ZnONPs باستخدام الامتصاص الأساسي الذي يتوافق مع طول الموجة للطاقة اللازمة لإثارة الإلكترون من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل، تم الحصول على نتائج مماثلة من قبل [9–8].

حركة الالكترونات تبدأ بالتأرجح عند مدى طول موجة محدد والناتجة عن تأثير رنين بلازمون السطح (SPR)، إن القمة التي تم الحصول عليها عند طول موجة ٣٦٦ نانومتر تشير إلى التحضير الحيوي الناجح لجسيمات أوكسيد الزنك النانوية ووجودها في الخليط، تتوافق هذه النتيجة مع [21].

تم الحصول على طيف FT–IR للبودرة الجافة في مدى ٤٠٠–٤٠٠٠سم$^{-1}$ يظهر طيف FT–IR قمم متعددة عند ٣٤٤٠,٣٩، ٢٩٢٠,٦٦، ١٦٧٦,٨، ١٦٤٤,٩٨، ١٥٦٣,٩٩، 1425.14، ١٣٥٣,٧٨، ١٢٢٥,٥٤، ١٠٧٨,٩٨، ٦٧٣,٩٩، ٦١٦,١٤ و 584.32 cm^{-1}.



الشكل (٣) طيف FT–IR لجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي

وفقاً للشكل (٣) فإن العديد من الحزم تشير إلى وجود O–H، C–H، C=C، N–H، C–C، C–N، C–O، ويوضح طيف FT–IR قمة امتصاص عند 3440.39 cm^{-1} والتي تعود للرابطة O–H، وهذا يشير إلى وجود مجموعات الفينولات ، كما أعطت الرابطة C–H ارتفاع بالحزمة عند 2920.66 cm^{-1} دليل على وجود الميثيلين، وأشارت الذروة عند 1644.98cm^{-1}و 1676.8cm^{-1} إلى وجود الرابطة C=C، في حين كانت الذروة

عند $1563.99cm^{-1}$ يعود لوجود رابطة N–H وهذا يعني وجود مجموعات الأمينات الأولية، وتعود القمة عند $1425.14cm^{-1}$ إلى الرابطة C–C في المجموعات العطرية، وأدى وجود الرابطة C–N للأمينات العطرية إلى قمة امتصاص عند $1353.78cm^{-1}$ ، أما القمة عند $1225.54cm^{-1}$ فدلت على وجود الرابطة C–O للإيتر العطري، تناغمت هذه النتيجة مع ما وجده [6–7].

إن قمة الامتصاص عند $580cm^{-1}$,$613cm^{-1}$ مرتبطة بوجود ZnO، هذا مؤشر إلى الرابطة Zn–O، والتي تدل على أن المادة هي أوكسيد الزنك، تم الحصول على نتيجة مماثلة عند [6].

المجال بين cm^{-1} 900 – 500 يعود لأوكسيد المعدن، ويوضح طيف FT–IR أن الرابطة O–H لها الدور الأساسي في تشكل الجسيمات النانوية نظراً لأنه متغير بشكل كبير، البولي فينولات التي تشاهد في المدى بين cm^{-1} 3500–3200 تؤدي الدور الأساسي كعوامل استقرار للجسيمات النانوية [22].

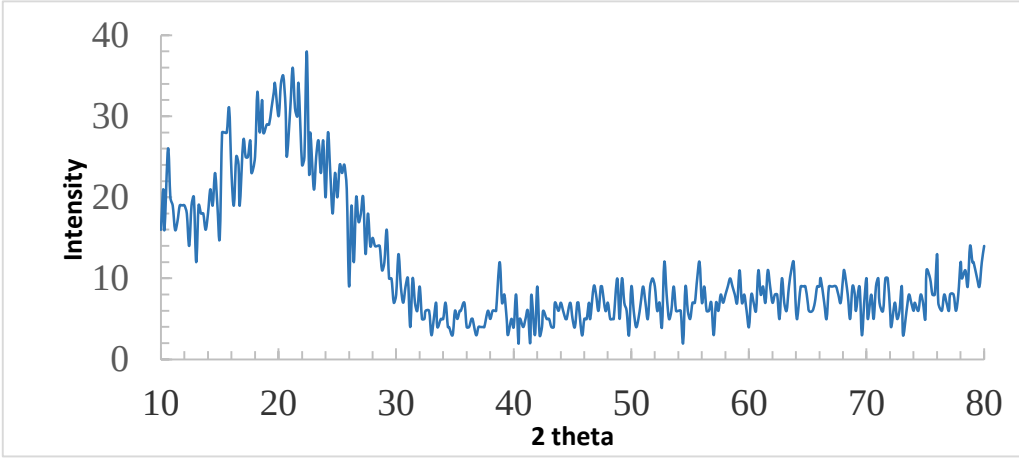
ويمكن الاستنتاج من مختلف القمم الأخرى بأن الجسيمات النانوية محاطة بالبروتينات والمستقلبات الأخرى، تمتلك مجموعات الكاربونيل المكونة من الأحماض الامينية والبروتينات ميل كبير لتشكيل روابط مع الأيونات المعدنية.

أشارت نتيجة تحليل الأشعة السينية XRD للجسيمات النانوية ZnONPs المحضرة باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي بنية ضعيفة التبلور للجسيمات النانوية وأن حجمها كان ٣٧ نانومتر الجدول (٢) والشكل (٤). تم حساب حجم جسيمات أوكسيد الزنك النانوية باستخدام معادلة Debye–Scherrer الآتية:

$$D = K\lambda / \beta \cos\theta \quad [7]$$

حيث K: ثابت شيرر، λ: طول موجة الأشعة السينية (1.5401Å)، β: العرض الكامل عند نصف الحد الأقصى للذروة (FWHM)، θ: زاوية حيود براغ

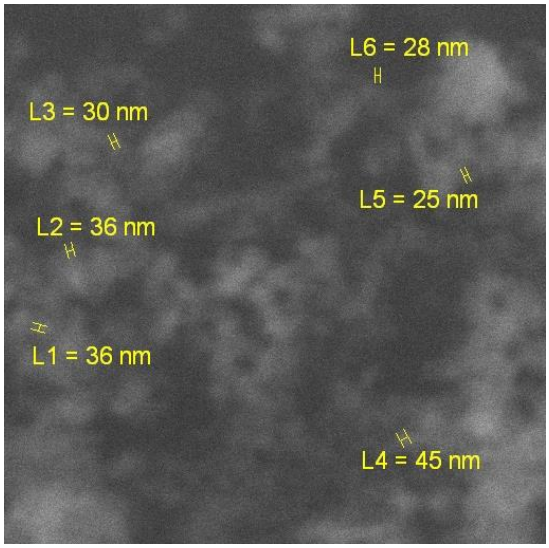
الجدول(٢) نمط XRD لجسيمات أكسيد الزنك النانوية المحضرة باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي



الشكل (٤) طيف انعراج الأشعة السينية XRD لجسيمات أكسيد الزنك النانوية المحضرة باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي

تم تنفيذ الفحص بالمجهر الالكتروني (SEM) لرؤية الشكل الخارجي وحجم الجسيمات النانوية، يوضح الشكل (٥) صورة المجهر الالكتروني التي تبين أبعاد الجزيئات والتي تتراوح بين 25–45nm بمتوسط قطر حوالي 33nm، مما يؤكد تشكل جسيمات أوكسيد

الزنك النانوية، تتوافق هذه النتيجة مع ما وجده [23] الذي بيّن وجود أشكال بلّورية بمتوسط حجم قدره 42.87nm لجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة بواسطة قشر الرمان.



الشكل (٥) صورة بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة باستخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي

٤-٢- تأثير الرش الورقي ونقع البذور بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية في بعض مؤشرات النمو لنبات الفول:

٤-٢-١-ارتفاع النبات سم:

أشارت النتائج الموضحة في الجدول (٣) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملة بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية مقارنة مع الشاهد في أغلب المعاملات، حيث سجلت معاملة الرش بجسيمات أوكسيد الزنك المحضرة كيميائياً أعلى ارتفاع للنبات بمتوسط (٨٣,٩) سم ولكن بدون فروق معنوية عن بقية المعاملات التي سجّلت (٨٢,٧ - ٨٢,٢ - ٨٠,٩) لكل من معاملات الرش الورقي ونقع البذور بالجسيمات المحضرة بيولوجياً والنقع بالجسيمات المحضرة كيميائياً على التوالي.

الجدول (٣) تأثير الرش الورقي ونقع البذور بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية في صفة ارتفاع النبات بالمتوسط للموسمين المدروسين (سم)

المعاملة بالجسيمات النانوية (A)	الصنف (B)		متوسط (A)
	قبرصي	حماه٢	
النقع بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	84.70	79.70	**82.20**
النقع بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	82.90	78.90	**80.90**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	85.70	79.70	**82.70**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	87.60	80.20	**83.90**
الشاهد (دون معاملة)	71.40	72.80	**72.10**
متوسط (B)	**82.46**	**78.26**	
$LSD_{0.05}$	A	B	A*B
	7.670	4.850	10.850

يمكن أن يعود ذلك للدور الذي يؤديه الزنك في تشكيل الأحماض الأمينية (تريبتوفان) عندما تم إضافته بتركيز محدد، مما أدى إلى إنتاج هرمون حمض الأندول الخلي (IAA) الذي يؤدي دوراً هاماً في استطالة الخلايا مسبباً زيادة في طول الساق وفي النهاية ارتفاع النبات، توافقت هذه النتيجة مع ما وجده [15-14]، الذين وجدوا زيادة في ارتفاع نباتات الفول عند رشها بالزنك النانوي.

لم يكن هناك فروق معنوية بين الصنفين المدروسين في متوسط هذه الصفة، وذلك بمتوسط قدره (٨٢,٤٦) سم لنباتات الصنف القبرصي و (٧٨,٢٦) سم لنباتات الصنف حماه٢، أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تفاعل معنوي عند معاملة النباتات بأوكسيد الزنك النانوي حيث سجلت نباتات الصنف القبرصي المعاملة بالرش بالزنك النانوي المحضر كيميائياً أعلى ارتفاع للنبات (٨٧,٦) سم، في حسن سجّلت نباتات الصنف حماه٢ للشاهد (من دون معاملة) متوسط قدره (٧٢,٨) سم.

٤-٢-٢-تركيز الكلوروفيل في الأوراق ملغ/غ:

أظهرت قيم متوسطات المعاملات المدروسة في الجدول (٤) إلى وجود فرق معنوي مقارنة بالشاهد في أغلب المعاملات وهذا يدل على زيادة تركيز الكلوروفيل في الأوراق عند معاملة النباتات بأوكسيد الزنك النانوي سواء كان بمعاملات نقع البذور أو الرش الورقي، حيث سجّلت معاملة نقع البذور بالجسيمات المحضرة كيميائياً أعلى متوسط لهذه الصفة (١,٥١) ملغ/غ، وبلغت متوسطات معاملات النقع بالجسيمات المحضرة بيولوجياً والرش بالجسيمات المحضرة بيولوجياً وكيميائياً (١,٣٨ – ١,٣٥ – ١,٣٣) ملغ/غ على التوالي، في حين سجّل الشاهد أدنى متوسط قدره (٠,٩٩) ملغ/غ، ويمكن أن يعود ذلك إلى دور الزنك في تشكيل الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب أصباغ اليخضور، وبالتالي زيادة تركيزها ضمن أوراق النبات، وتوافقت هذه النتيجة مع نتائج [15-12].

الجدول (٤) تأثير الرش الورقي ونقع البذور بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية في صفة تركيز الكلوروفيل في الأوراق بالمتوسط للموسمين المدروسين (ملغ/غ)

المعاملة بالجسيمات النانوية (A)	الصنف (B)		متوسط (A)
	قبرصي	حماه٢	
النقع بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	1.54	1.23	**1.38**
النقع بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	1.48	1.54	**1.51**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	1.23	1.47	**1.35**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	1.64	1.02	**1.33**
الشاهد (دون معاملة)	0.98	1.00	**0.99**
متوسط (B)	**1.37**	**1.25**	
LSD 0.01	**A**	**B**	**A*B**
	0.211	0.134	0.299

وبيّن التحليل الإحصائي عدم وجود فرق معنوي بين متوسطي الصنفين المدروسين اللذين سجّلا (١,٣٧ – ١,٢٥) ملغ/غ لكل من الصنف القبرصي وحماه٢ على التوالي، فيما كان للتفاعل بين الصنفين والمعاملات المدروسة أثر معنوي على هذه الصفة في أغلب المعاملات حيث سجلّت نباتات الصنف القبرصي المعاملة بنقع البذور بالجسيمات النانوية المحضرة بيولوجياً ونباتات صنف حماه٢ المعاملة بالجسيمات النانوية المحضرة كيميائياً أعلى متوسط قدره (١,٥٤) ملغ/غ في حين سجلّت نباتات الصنف القبرصي للشاهد أدنى تركيز للكلوروفيل في الأوراق بمتوسط (٠,٩٨) ملغ/غ.

٤-٢-٣-مساحة المسطح الورقي سم^{٢}:

بيّنت النتائج في الجدول (٥) فروقاً معنوية بين المعاملات بأوكسيد الزنك النانوي مقارنة بالشاهد الذي سجّل أقل متوسط قدره (٢٨٤٤) سم^{٢}، في حين سجّلت معاملة نقع البذور بجسيمات الزنك النانوية المحضرة كيميائياً أعلى متوسط بلغ (٥٣٣٦,٥) سم^{٢} تلاها معاملة نقع البذور بالجسيمات النانوية المحضرة بيولوجياً بمتوسط قدره (٥١٤٢) سم^{٢}، متفوقين بذلك على معاملة الرش الورقي بالجسيمات النانوية المحضرة كيميائياً التي سجّلت متوسط قدره (٤٤١٨,٥) سم^{٢}، ودون وجود فرق معنوي مقارنة بالرش الورقي بالجسيمات النانوية المحضرة بيولوجياً التي سجّلت (٤٩٥٥,٥) سم^{٢}.

وربما يعود زيادة مساحة المسطح الورقي إلى دور هذه العنصر الهام في تكوني هرمون النمو IAA الضروري لاستطالة خلايا الورقة وبالتالي زيادة المساحة الورقية للنبات، كما يمكن أن يكون سبب تفوق معاملة نقع البذور إلى تفوقها في واحدة أو أكثر من صفات النمو الخضري كتفوقه في صفة تركيز الكلوروفيل في الأوراق مما انعكس ايجاباً في زيادة عدد الأوراق في النبات وبالتالي زيادة المساحة الورقية، توافقت هذه النتيجة مع ما وجده [12-13].

الجدول (٥) تأثير الرش الورقي ونقع البذور بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية في صفة مساحة المسطح الورقي بالمتوسط للموسمين المدروسين (سم^2)

المعاملة بالجسيمات النانوية (A)	الصنف (B)		متوسط (A)
	قبرصي	حماه٢	
النقع بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	5600.00	4684.00	**5142.00**
النقع بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	5237.00	5436.00	**5336.50**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	4826.00	5085.00	**4955.50**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	4835.00	4002.00	**4418.50**
الشاهد (دون معاملة)	2781.00	2907.00	**2844.00**
متوسط (B)	**4655.80**	**4422.80**	
LSD $_{0.05}$	A	B	A*B
	583.400	368.900	825.000

وأظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين المدروسين في متوسط صفة مساحة المسطح الورقي، فيما كان للتفاعل بين الصنفين المدروسين والمعاملات بالجسيمات النانوية أثر معنوي على هذه الصفة في أغلب المعاملات، حيث سجّلت نباتات الصنف القبرصي المرشوشة بالجسيمات النانوية المحضرة بيولوجياً أعلى متوسط قدره (٥٦٠٠) سم^2، في حين سجّلت نباتات الصنف القبرصي غير المعاملة (الشاهد) المتوسط الأدنى (٢٧٨١) سم^2.

٤-٢-٤-عدد الأفرع/النبات:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (٦) تأثير معنوي لمعاملة الرش الورقي بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية مقارنة بالشاهد في أغلب المعاملات، حيث سجّلت النباتات المرشوشة بأوكسيد الزنك النانوي المحضر كيميائياً أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ (٥,٣) فرع/النبات تلته النباتات المرشوشة بأوكسيد الزنك النانوي المحضر بيولوجياً بمتوسط (٥,٠٥) فرع/النبات، في حين سجّلت النباتات المعاملة بنقع البذور بالجسيمات النانوية المحضرة

بيولوجياً وكيميائياً متوسط قدره (٤,٩٣) و (٤,٨٥) على التوالي دون وجود فرق معنوي مقارنة بالشاهد، إن سبب زيادة عدد الأفرع يمكن أن يعود إلى الدور الذي يؤديه الزنك في تنشيط النمو وانقسام الأنسجة المرستيمية الجانبية، والتي تزيد الأفرع الجانبية وهذا يزيد العدد الكلي للأفرع، ويمكن أن تكون زيادة تركيز الجسيمات النانوية في معاملة الرش الورقي (50ppm) عما هي عليه في معاملة نقع البذور (25ppm) السبب الذي أدى إلى حدوث تحفيز أكبر لتشكيل أفرع جديدة، جاءت هذه النتيجة متناغمة مع ما وجده كل من [12-15].

الجدول (٦) تأثير الرش الورقي ونقع البذور بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية في صفة عدد الأفرع/النبات بالمتوسط للموسمين المدروسين (فرع/النبات)

المعاملة بالجسيمات النانوية (A)	الصنف (B)		متوسط (A)
	قبرصي	حماه٢	
النقع بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	5.58	4.28	**4.93**
النقع بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	5.65	4.05	**4.85**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة بيولوجياً	5.85	4.25	**5.05**
الرش بجسيمات الزنك المحضرة كيميائياً	5.78	4.82	**5.30**
الشاهد (دون معاملة)	4.75	3.80	**4.28**
متوسط (B)	**5.52**	**4.24**	
$LSD_{0.05}$	A	B	A*B
	0.692	0.438	0.979

كما يتضح من النتائج وجود فرق معنوي بين الصنفين المدروسين، حيث سجّل الصنف القبرصي متوسط قدره (٥,٥٢) فرع/النبات متفوقاً بذلك على الصنف حماه٢ بمتوسط (٤,٢٤) فرع/النبات، ويمكن أن يعود ذلك إلى الاختلاف الوراثي بين الصنفين المدروسين فيما يتعلق بهذه الصفة، توافقت هذه النتيجة مع [15] الذي أشار إلى اختلاف معنوي بين الطرز الوراثية بعدد الأفرع على النبات.

كان للتفاعل بين المعاملات بالجسيمات النانوية والصنفين المدروسين تأثير معنوي أيضاً على هذه الصفة في أغلب المعاملات، حيث سجّلت نباتات الصنف القبرصي المرشوشة بأوكسيد الزنك النانوي المحضر بيولوجياً أعلى عدد أفرع على النبات بمتوسط بلغ (٥,٨٥) فرع/النبات، في حين سجّلت نباتات الصنف حماه٢ للشاهد (من دون معاملة) أدنى متوسط قدره (٣,٨) فرع/النبات.

٥- الاستنتاجات:

- إمكانية استخدام قشر ثمرة الرمان الخارجي في تحضير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية كونها طريقة آمنة ويمكن تطبيقها في المختبر من دون انتاج أي مواد ضارة.
- حققت معاملتا الرش الورقي بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة كيميائياً وبيولوجياً أعلى قيمة لكل من صفتي ارتفاع النبات وعدد الأفرع/النبات مقارنة بالشاهد.
- زاد تركيز الكلوروفيل في الأوراق في النباتات المعاملة بأوكسيد الزنك النانوي سواء كان بالرش الورقي أو نقع البذور وبفرق معنوي مقارنة بالشاهد.
- تفوقت معاملتا نقع البذور بالجسيمات النانوية المحضرة كيميائياً وبيولوجياً في صفة مساحة المسطح الورقي لنبات الفول العادي مقارنة بالشاهد.
- أظهر صنف الفول القبرصي تفوقاً على الصنف حماه٢ في صفة عدد الأفرع/النبات من دون وجود فروق معنوية بين الصنفين في بقية الصفات المدروسة.

٦- المقترحات والتوصيات:

- زراعة صنف الفول العادي القبرصي ومعاملته بالرش الورقي بجسيمات أوكسيد الزنك النانوية المحضرة كيميائياً في منطقة صافيتا نظراً لتفوقه على الصنف حماه٢ في العديد من مؤشرات النمو.

- متابعة العمل على دراسة تأثير تراكيز أخرى من الجسيمات النانوية على مؤشرات النمو والغلة لنبات الفول العادي لما أبدته معاملات الرش الورقي ونقع البذور من تحسين في الصفات الفيزيولوجية والمورفولوجية للمحصول، الأمر الذي ينعكس ايجاباً على إنتاجية نبات الفول.

٧- المراجع:

1- NASROLLAHZADEH M, SAJADI SM, SAJJADI M, ISSAABADI Z. 2019- An introduction to green nanotechnology. Interface Science and Technology: Elsevier, Volume 28. Chapter 4, Applications of nanotechnology in daily life, p. 113-143.

2- SALEM SS, FOUDA A. 2021 Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview, Biological Trace Element Research, 199(1), 344-370.

3- KANCHI S, AHMED S. (Eds.) 2018- Green metal nanoparticles: synthesis, characterization and their applications. John Wiley & Sons.

4- PANDIT C, ROY A, GHOTEKAR S, KHUSRO A, ISLAM MN, EMRAN TB, et al. 2022 Biological agents for synthesis of nanoparticles and their applications, Journal of King Saud University-Science, 34(3), 101869.

5- RAHMANI AH, ALSAHLI MA, & ALMATROODI SA. 2017 Active constituents of pomegranates (*Punica granatum*) as potential candidates in the management of health through modulation of biological activities, Pharmacognosy Journal, 9(5), 689-95.

6- LIU D, LIU L, YAO L, PENG X, LI Y, JIANG T, & KUANG H. 2020 Synthesis of ZnO nanoparticles using radish root extract for effective wound dressing agents for diabetic foot ulcers in nursing care, Journal of Drug Delivery Science and Technology, 55, 101364.

7- ABDULLAH FH, BAKAR NA, & BAKAR MA. 2020 Low temperature biosynthesis of crystalline zinc oxide nanoparticles from *Musa acuminata* peel extract for visible-light degradation of methylene blue, Optik, 206, 164279.

8- DEL BUONO D, DI MICHELE A, COSTANTINO F, TREVISAN M, LUCINI L. 2021 Biogenic ZnO nanoparticles synthesized using a novel plant extract: Application to enhance physiological and biochemical traits in maize, Nanomaterials, 11(5), 1270.

9- GUR T, MEYDAN I, SECKIN H, BEKMEZCI M, SEN F. 2022 Green synthesis, characterization and bioactivity of biogenic zinc oxide nanoparticles, Environmental Research, 204, 111897.

10- RUDANI K, VISHAL P, KALAVATI P. 2018 The importance of zinc in plant growth-A review, Int. Res. J. Nat. Appl. Sci, 5(2), 38-48.

11-LANDRY EJ, COYNE CJ, MCGEE RJ, and HU J. 2016 Adaptation of autumn-sown faba bean germplasm to southeastern Washington, Agronomy Journal, 108(1), 301-308.

12- MAHDI SA, & ABDULKAFOOR AH. 2024 EFFECT OF SPRAYING NANO ZINC ON VEGETATIVE TRAITS OF SOME FABA BEAN GENOTYPES, Sciences, 22(1), 613-624.

13- KAHLEL A, GHIDAN A, AL-ANTARY TA, ALSHOMALI I, & ASOUFI H. 2020 Effects of nanotechnology liquid fertilizers on

certain vegetative growth of broad bean (*Vicia faba* L.), Fresen. Environ. Bull, 29(6), 4763-4768.

14- ALABADE A, AL-KHASHAB S, KAHLEL A. 2022 Response of three broad bean varieties (*Vicia faba* L.) to boron, iron, zinc nano fertilizers, Revis Bionat,7(4), 37.

15- HASAN AI, ABDULKAFOOR AH, AAHMED Y, AL-FALAHI ASI, & GHAFFOORI AT. 2023, December. The Effect of Chelated Nano Zinc on Growth and Yield of Several Genotypes of Faba Bean *Vicia faba* L, In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1252, No. 1, p. 012036. IOP Publishing.

16- NADERI MR, & DANESH-SHAHRAKI A. 2013 Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture, International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(19), 2229-2232.

17- MACKINNEY G, 1941 Absorption of light by chlorophyll solutions, Journal of biological chemistry, 140(2), 315-322.

18- NICOLA M, QABQALI R, 2018- Changes in the productivity indicators of faba bean crop using different farming systems of agricultural soil in the western region of Homs Governorate, Master thesis, Al-Baath University, Faculty of Agriculture, pp. 31-32 (In Arabic).

19-ALWASH A. 2020 The green synthesize of zinc oxide catalyst using pomegranate peels extract for the photocatalytic degradation of methylene blue dye, Baghdad Science Journal, 17(3), 0787-0787.

20- FLIEGER J, FLIEGER W, BAJ J, MACIEJEWSKI R. 2021 Antioxidants: Classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles, Materials, 14(15), 4135.

21-EL-BELELY EF, FARAG MM, SAID HA, AMIN AS, AZAB E, GOBOURI AA, et al. 2021 Green synthesis of zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) using *Arthrospira platensis* (Class: *Cyanophyceae*) and evaluation of their biomedical activities, Nanomaterials, 11(1), 95.

22- JIMENEZ-ROSADO M, GOMEZ-ZAVAGLIA A, GUERRERO A, ROMERO A. 2022 Green synthesis of ZnO nanoparticles using polyphenol extracts from pepper waste (*Capsicum annuum*), Journal of Cleaner Production, 350, 131541.

23-HUSAIN WM, ARAAK JK, IBRAHIM OM. 2019 Green synthesis of zinc oxide nanoparticles from (*Punica granatum* L) pomegranate aqueous peel extract, The Iraqi Journal of Veterinary Medicine, 43(2), 6-14.