

تأثير المعاملة بفطر *Trichoderma harzianum* في نمو وإنتاج نبات الخيار في الزراعة المحمية

عيسى كبيبو *

نصر شيخ سليمان ***

مالك سليم مرهج *

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٣/٥/٢٨ . قبل للنشر في ٢٠٢٣/١٠/٨)

□ ملخص □

هدف هذا البحث إلى دراسة فعالية المعاملة بفطر *Trichoderma harzianum* في نمو وإنتاج نباتات الخيار من خلال تلقيح بذور وشتول هذه النباتات المزروعة ضمن بيت بلاستيكي. وكانت المعايير المستخدمة هي: ارتفاع النبات، الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والإنتاجية، نفذ البحث في موسم ٢٠٢٠/٢٠٢١ ضمن بيت بلاستيكي في محافظة طرطوس.

أظهرت النتائج أن التلقيح بفطر *Trichoderma harzianum* أدى إلى زيادة معنوية في مؤشرات النمو لدى جميع المعاملات المدروسة مقارنة مع الشاهد غير المعامل بالفطر، لوحظت أفضل النتائج عند المعاملة T4 (معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بالفطر قبل التشتيل بـ ٧٢ ساعة وبعد ٢٠ يوم من الزراعة) وبفروق معنوية في ارتفاع النبات، والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، ووزن الثمار بزيادة قدرها (٢.٥٨ م، ١٩٦.٩ غ، ٦٥.٣ غ، ٤.٥١ كغ) مقارنة مع الشاهد غير المعامل (١.٣٢ م، ١١٩.٢ غ، ٣٩.٨ غ، ١.٥٢ كغ) على التوالي. تليها المعاملة T3 (معاملة البذور والشتول بفطر *Trichoderma harzianum* قبل ٧٢ من التشتيل) في زيادة ارتفاع النبات، والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، ووزن الثمار حيث بلغت (٢.١١ م، ١٨١.١ غ، ٦٢.١ غ، ٣.٩١ كغ) مقارنة مع الشاهد غير المعامل (١.٣٢ م، ١١٩.٢ غ، ٣٩.٨ غ، ١.٥٢ كغ) على التوالي.

الكلمات المفتاحية: فطر التريكودرما، خيار، زراعة محمية

* أستاذ، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

** أستاذ قسم البساتين، كلية الزراعة جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

*** طالب دراسات عليا (ماجستير)، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

Effect of treatment with *Trichoderma harzianum* fungus on growth and production of cucumber plant in Greenhouses

Issa Kbibo*
Nasr Sheikh Suleiman**
malek merhj**

(Received 28/5/2023 . Accepted 8/10/2023)

□ ABSTRACT

The aim of the research was to study the effectiveness of *Trichoderma harzianum* fungus in the growth and production of cucumber plants by pollinating the seeds and seedlings of cucumber plants grown in a plastic green house. The criteria used were: plant height, fresh and dry weight of shoots, and yield. The research was carried out during the 2020/2021 season in a plastic green house in Tartous governorate

The results showed that inoculation with *Trichoderma harzianum* led to a significant increase in all studied treatments compared with the control that was not treated with fungus. The best results were observed with T4 treatment (treatment of seeds and seedlings of cucumber plants with *Trichoderma harzianum* 72 hours before seeding and 20 days after planting) with significant differences in plant height, shoot wet and dry weight, and fruit weight with an increase ratio (2.58m, 196.9g, 65.3g, 4.51kg) compared to the untreated control (1.32m, 119.2g, 39.8g, 1.52kg) respectively. Followed by T3 treatment (treatment of seeds and seedlings with *Trichoderma harzianum* before 72 years of transplantation) in increasing plant height, fresh and dry weight of shoots, and fruit weight by (2.11m, 181.1g, 62.1g, 3.91kg) compared to the untreated control (1.32m, 119.2g, 39.8g, 1.52kg), respectively.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, *Cucumis sativus* L, Protected agriculture

* Professor, Department of soil and water sciences, Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

** Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

*** Post graduate Student, Department of soil and water sciences., Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

١ - مقدمة:

إن الاستخدام المكثف للأسمدة الكيماوية يطرح مشاكل جانبية خطيرة مثل تلوث البيئة، ومقاومة الآفات وانخفاض سلامة الغذاء، ومن هذا المنطلق ركزت الأبحاث على استخدام الكائنات الحية المفيدة لتحل محل الأسمدة الكيماوية للوصول الى ما يعرف بالتنمية الزراعية المستدامة.

تعيش أنواع الفطر تريكوذيما في التربة حياة رمية ولها تأثير فعال على نمو المجموع الخضري للنبات وجذوره، حيث تمتاز بمقدرتها على زيادة نمو الجذور وطولها وزيادة إنتاجية المحاصيل، ولها تأثير في امتصاص واستخدام المغذيات وجعلها أكثر إتاحة للامتصاص من قبل النبات (Ranasingh et al., 2006; Ram et al., 1999). تمتلك سلالات الفطر تريكوذيما المقدرة على الالتحام بجذور النباتات، ولها القدرة أيضا على استعمار محيط الجذور دون أن تسبب للنبات أي ضرر، وتنتج أيضا مواداً تحفز نمو النبات وآليات الدفاع ضد الممرضات الموجودة في التربة (Conteras-Cornejo et al., 2009).

ويعد الخيار *Cucumis sativus* L. من العائلة Cucurbitaceae موطنه الأصلي هو الهند، احد أهم محاصيل الخضار التابعة للفصيلة القرعية الواسعة الانتشار والاستعمال في كل أنحاء العالم (علي والورع، ١٩٩٧). حيث بلغت المساحة المزروعة بالخيار في سوريا ٦٥٥٤ هكتار، أعطت إنتاجية قدرها ١٠٨١١٤ طناً، وكانت الانتاجية ١٦٤٩٦ كغ/هكتار، (المجموعة الإحصائية السنوية لعام 2020).

في دراسة أجريت على نباتات الخيار المعاملة بفطر *Trichoderma harzianum* تبين زيادة معنوية في مساحة الجذر بنسبة ٩٥% وطول الجذر بنسبة ٧٥%، وزيادة في الوزن الجاف بنسبة ٨٠% وطول النبات بنسبة ٤٥%، ومساحة الورقة بنسبة ٨٠%، وتركيز الفوسفور والحديد بنسبة (٩٠-٣٠%) على التوالي. وكذلك زيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري بنسبة (٢٥-٤٠%) على التوالي، كما لوحظ زيادة كبيرة في تركيز العناصر (Cu, Fe, Zn, Mn, Na) في النباتات المعاملة بالفطر مقارنة مع الشاهد (Yedidia et al., 2001).

كما بينت دراسة (Gezgin et al., 2020) قدرة فطر التريكوذيما على انتاج الانزيمات التحليلية مثل الكيتيناز بنسبة ٠.١٦ وحدة/ مل والغلوكوناز بنسبة ٠.١٠ وحدة/مل وحمض الاندول الخلي بنسبة ٨.٨١ مغ/ل والعديد من المضادات الحيوية التي تساعد على تحفيز نمو النبات عن طريق تيسير امتصاص العناصر الغذائية منها مركبات الفوسفات وافراز الاحماض العضوية المختلفة وبالتالي تحسين خصوبة التربة.

٢ - مشكلة البحث:

يعتبر استخدام فطر *Trichoderma harzianu* من الطرق الرئيسة المتبعة عالمياً في معاملة نبات الخيار لزيادة نموه و إنتاجه، وتجري محاولات كثيرة لإيجاد وسائل ناجحة للحد من استخدام الاسمدة الكيماوية باتباع استراتيجيات مختلفة في هذا المجال منها استخدام فطر *Trichoderma harzianum* حيث تعد من أهم تلك الاستراتيجيات لما لها من أمان على صحة الإنسان والبيئة، وبسبب قلة الأبحاث المحلية حول استخدام فطر *Trichoderma harzianum* لزيادة نمو نباتات الخيار وتحسين خصوبة التربة في ظروف بيئتنا المحلية على الرغم من نجاحها وتداولها عالمياً.

٣- أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من الأهمية الاقتصادية والغذائية لنبات الخيار في سورية، ودور فطر التريكوثيرما في تحسين خواص التربة وزيادة نمو نبات الخيار، مما ينعكس إيجاباً على الناحية الاقتصادية للمزارع من خلال تخفيض كلفة الإنتاج وزيادة الإنتاج كما ونوعاً. لذلك هدف البحث لاختبار فعالية فطر *Trichoderma harzianum* في نمو وإنتاجية نباتات الخيار.

٤- مواد البحث وطرائقه:**٤-١- موقع الدراسة:**

تم اجراء البحث في الساحل السوري في محافظة طرطوس في منطقة الشيخ بدر (قرية قمصو) التي تبعد ٢٥ كم شمال شرق طرطوس وترتفع حوالي ٤٠٠ م عن سطح البحر، داخل بيت بلاستيكي مساحته ١٤٤ م^٢ (١٨×٨م)، ارتفاعه ٤ أمتار، وتم تغطية الأبواب بشبك قماشي ناعم ومزدوج لمنع دخول الحشرات.

٤-٢- المادة النباتية:

استخدمت في الدراسة بذار خيار هجين أمير الجيل الأول F1 غير محدود النمو (نسبة الإنبات ١٠٠%)، والنقاوة ٩٩%، المنشأ المكسيك، وسنة الإنتاج ٢٠٢٠).

٤-٤- إضافة الفطر الحيوي التريكوثيرما:

أضيف الفطر الحيوي *Trichoderma harzianum* وذلك بنقع البذور بمعلق الفطر لمدة ٣ ساعات قبل زراعتها في صواني الانبات وبالري بمعلق الفطر عند التشتيل وبمعدل ٢٠ مل/نبات

٤-٥- إنتاج الشتول:

نقعت بذور هجين الخيار بالمعلق الفطري لمدة ٣ ساعات، ونقعت بذور الشاهد بالماء المقطر والمعقم، ومن ثم زرعت في صواني إنبات من الستريوبور ذات ٢٢٠ حفرة بعد تعبئتها بالتورب الزراعي المعقم وذلك بتاريخ الأول من أيلول عام ٢٠٢٠، وقدمت للبادرات الخدمات الزراعية المطلوبة (ري، مكافحة للوقاية من الأمراض الفطرية،.. الخ) وتغطيتها بشبك ناعم لمنع دخول الحشرات، وتم نقل الشتول وشتلها في البيت المحمي بتاريخ ١٠ أيلول ٢٠٢٠.

٤-٦- طريقة الزراعة وعمليات الخدمة:

تتصف التربة التي استخدمت في هذه التجربة بأنها ذات قوام طيني، وبدرجة PH المتعادلة الى خفيفة القاعدية، ومحتوى جيد من المادة العضوية، والفوسفور والبوتاسيوم، ومحتوى منخفض نسبياً من الأزوت الكلي جدول (١)، وأضيف لها سماد بقري متخمّر بمعدل ٥ كغ/م^٢، وغطيت بشريحة من البلاستيك الشفاف سماكته ٢٠٠ ميكرون وتم التعقيم الشمسي لمدة ٣ أشهر.

جدول (١) يوضح التحليل الكيميائي والميكانيكي للتربة قبل الزراعة

التحليل الميكانيكي %			N الكلي	P المتاح	K المتاح	PH	%OM
طين	سنت	رمل	ملغ/كغ (ppm)			٧.١	
٥١	١٩	٣٠	٠.١٢٧	٢٦.٢٥	٢٤٠		٢.٢٥

زرعت النباتات حسب المعاملات والمكررات على ٥ خطوط منفردة بحيث كان البعد بين النبات والآخر ضمن نفس الخط ٥٠ سم وبين الخط والآخر ١٠٠ سم، وبلغ عدد المكررات ٦ مكررات، في كل مكرر ٥ نباتات، حيث بلغ العدد الكلي للنباتات في التجربة ١٥٠ نبات، وقدم للنباتات كافة العمليات الزراعية اللازمة من ري بالتنقيط، ورش دوري بالمبيدات الحشرية، والمبيدات الفطرية، والأكاروسية.

٤-٧- فطر *Trichoderma harzianum* المستخدم:

هو عبارة عن عزلة محلية مصدرها مخبر الأعداء الحيوية في طرطوس وهي معتمدة في مخبر تربية وإنتاج فطر التريكوثيرما بطرطوس.

٤-٨- تحضير المعلق الفطري:

حضر المستنبت السائل بطاطا -سكروز، ومن ثم وضع ١٥٠ مل منه في دورق زجاجي سعة ٢٥٠ مل، وعقمت الدوارق بالاوتوكلاف عند حرارة ١٢١ درجة مئوية، لمدة ٢٠ دقيقة، تركت لتبرد وأضيف المضاد الحيوي ستريتومايسين، ثم لقع كل دورق بواسطة ٥ أقراص بقطر ٦ ملم أخذت من حافة مستعمرة نامية بعمر ٧ أيام على المستنبت PDA (مستنبت البطاطا ديكستروز آغار) وحضنت الدوارق عند حرارة ٢٥ درجة مئوية لمدة ٢٨ يوماً، مع رج الدوارق كل يومين رشحت المزارع بعد انتهاء مدة التحضين من خلال ورقة الترشيح وتم حساب تركيز المعلق البوغي باستخدام شريحة العد Thome وخفف التركيز الناتج بمزج كل ١٠٠ مل من المعلق البوغي للفطر مع ٩٠٠ مل من الماء المقطر المعقم حتى الوصول الى التركيز 10^6 بوغة / مل. (Jayalakshmi et al., 2009)

٤-٩- التلقيح بالفطر الحيوي *Trichoderma harzianum*:

أضيف المعلق الفطري المحضر من الفطر الحيوي *Trichoderma harzianum* معلق بتركيز $(10^6$ بوغة/ مل) وفق المعاملات المدروسة، في حين عومل الشاهد بري الجذور بمعدل ٣٠ مل ماء مقطر فقط، ونقلت شتول الخيار إلى البيت المحمي بعد ١٠ أيام من الزراعة في صواني التشتيل، وأضيف اللقاح الفطري إلى التربة بالقرب من الجذر لنباتات المعاملة ٥ (معاملة البذور + معاملة الشتول قبل ٣ أيام من التشتيل + معاملة الشتول بعد الزراعة في الأرض الدائمة ب ٢٠ يوم) بمعدل ٣٠ مل/نبات من معلق فطري تركيزه 10^6 بوغة/ مل

٤-١٠- معاملات البحث:

١. معاملة الشاهد (نباتات غير معاملة).
٢. معاملة البذور بفطر *Trichoderma harzianum*.
٣. معاملة الشتول بفطر *Trichoderma harzianum* قبل ٧٢ ساعة من التشتيل.
٤. معاملة البذور والشتول بفطر *Trichoderma harzianum* قبل ٧٢ من التشتيل.
٥. معاملة البذور والشتول بفطر *Trichoderma harzianum* قبل ٧٢ من التشتيل وبعد ٢٠ يوم من الزراعة.

٤-١١- المؤشرات المدروسة:

- ١- متوسط ارتفاع النبات بـ سم: تم قياس طول كل نبات في نهاية التجربة بدءاً من منطقة التاج للنبات الى قمة الساق الرئيسية:
- ٢- الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ/نبات): استخدم ميزان الكتروني حساسيته ٥ غ لقياس الوزن الرطب للمجموع الخضري بعد قلع النبات في نهاية التجربة وجمع الثمار عنه وفصل المجموع الخضري عن الجذر عند منطقة التاج.
- ٣- الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ/نبات): استخدم ميزان الكتروني حساسيته ٥ غ لقياس الوزن الرطب للمجموع الخضري بعد قلع النبات في نهاية التجربة وجمع الثمار عنه وفصل المجموع الخضري عن الجذر عند منطقة التاج، وتم التجفيف على درجة حرارة ٦٥ لمدة ٧٢ ساعة حتى ثبات الوزن (Zaki et al., 2012).
- ٤- متوسط إنتاج النبات (كغ/نبات): تم وزن ثمار كل نبات في كل مكرر في نهاية الموسم بواسطة ميزان الكتروني حساسيته ٥ غ.

٥- تصميم البحث والتحليل الإحصائي:

- اتبع في تصميم التجربة نظام القطاعات العشوائية الكاملة حيث تضمن البحث ٥ معاملات، ٦ مكررات، ٥ نباتات لكل مكرر، وبلغ عدد النباتات الكلي ١٥٠ نباتاً، وحلت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genstat، واختبار One-way ANOVA (no Blocking) ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي LSD 5% واختبار دانكان.

النتائج والمناقشة:

١- متوسط ارتفاع النبات:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (٢) عند معاملة نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* تفوق جميع المعاملات المدروسة وبفروق معنوية في متوسط ارتفاع النبات مقارنة مع الشاهد غير المعامل.

جدول ٢ . متوسط ارتفاع نباتات الخيار وفق المعاملات المدروسة.

المعاملات	ارتفاع النبات	نسبة الزيادة%
T1	1.62b	23%
T2	1.83c	38%
T3	2.11d	60%
T4	2.58e	95%
C	1.32a	
LSD _{0.05}	٠.١٨١٩	

T1: معاملة البذور بمعلق الفطر ، T2: معاملة الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر(قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة)، T3: معاملة البذور و الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر(قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة)، T4: معاملة البذور و الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر(قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة) وبعد الزراعة ب ٢٠ يوم، C: شاهد غير معامل بمعلق الفطر

سجلت أعلى زيادة في متوسط ارتفاع النبات عند معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بفطر التريكوثيرما قبل التشتيل ب 72 ساعة وبعد 20 يوم من الزراعة (T4) حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات في نهاية التجربة 2.58 سم وبنسبة زيادة بلغت 95 % مقارنة مع ارتفاع النبات في الشاهد والذي بلغ ١.٣٢ سم، تليها معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* قبل التشتيل ب 72 ساعة وعند الزراعة في البيت المحمي (T3)، حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات في نهاية التجربة 2.11 سم وبنسبة زيادة بلغت 60 % مقارنة مع ارتفاع النبات في الشاهد والذي بلغ ١.٣٢ سم.

يمكن أن تعزى هذه الزيادة في ارتفاع نباتات الخيار إلى فاعلية الفطر *Trichoderma harzianum* في تحسين قدرة النبات على الاستفادة من عناصر التربة، إضافة إلى إفرازه لمواد غذائية دقيقة (فيتامينات وهرمونات ومعادن...) يستخدمها النبات كمصدر للتغذية (AL-Taweil.,2009؛ Vinal et al.,2008) ولقدرة هذا الفطر على إذابة الفوسفات المرتبطة الموجودة في التربة مما يحسن من خصوبة التربة ونمو النبات (Anile and Lakshmi, 2010) وأيضاً وجود السماد العضوي ساهم في زيادة كفاءة الفطر *Trichoderma harzianum* في تحسين النمو نتيجة لقدرته على تزويد النباتات والكائنات الدقيقة النافعة بمصادر الكربون الخاصة (Grantina et al., 2011)، ولكون الأسمدة العضوية تزيد من إجمالي الأزوت (Tennakoon et al.,1995). حيث أن سبب النمو الزائد للنبات الملقح بفطر التريكوثيرما يرجع إلى زيادة مساحة الجذر مما يسمح للنبات باستغلال مساحة أكبر من التربة وبالتالي المزيد من مصادر المغذيات (Yedidia et al., 2001).

وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Chien-yih and Chaur-tsuen, 2002) إلى أن وجود فطر التريكوثيرما زاد معنوياً من طول نباتات الخيار بعد ١٥ يوم من الزراعة بمقدار ٢٦-٦١% بينما أحدثت إضافة *Trichoderma harzianum* إلى التربة زيادة في طول نباتات الخيار بمقدار ٤٥% بعد ٢٨ يوم من الزراعة (Yedidia et al., 2001)

٢- الوزن الرطب للمجموع الخضري:

أظهرت نتائج هذه التجربة زيادة في الوزن الرطب للمجموع الخضري للنبات في جميع المعاملات المدروسة ويفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد.

جدول ٣. متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري وفق المعاملات المدروسة.

المعاملات	الوزن الرطب	نسبة الزيادة%
T1	١٣٨.٩b	16.5
T2	١٥٥.٥c	30.4
T3	١٨١.١d	34.2
T4	١٩٦.٩e	٥١.٩
C	١١٩.٢a	
LSD _{0.05}	٣.٦٣٩	

T1: معاملة البذور بمعلق الفطر، T2: معاملة الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر (قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة)، T3: معاملة البذور و الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر (قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة) وبعد الزراعة ب ٢٠ يوم، C: شاهد غير معاملة بمعلق الفطر

وكانت المعاملة T4 هي الأفضل في زيادة الوزن الرطب للمجموع الخضري لنبات الخيار مقارنة مع كافة المعاملات، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري ١٩٦.٩ غ/نبات وبنسبة زيادة بلغت ٥٢ % قياساً مع معاملة الشاهد. تليها معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* قبل التشتيل ب 72 ساعة وعند الزراعة

في البيت المحمي (T3)، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري في نهاية التجربة ١٨١.١ غ/نبات ونسبة زيادة بلغت 34.2% مقارنة بمتوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري في الشاهد والذي بلغ ١١٩.٢ غ/نبات.

٣- الوزن الجاف للمجموع الخضري:

أظهرت نتائج هذه التجربة أن جميع المعاملات المدروسة تفوقت وبفروق معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات الخيار بالمقارنة مع الشاهد غير الملحق بالفطر.

جدول ٤. متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري وفق المعاملات المدروسة.

المعاملات	الوزن الجاف	نسبة الزيادة %
T1	٤٩.٣b	% 24
T2	٥٥.٢c	% 38
T3	٦٢.١d	% 56
T4	٦٥.٣e	% 64
C	٣٩.٨a	
LSD _{0.05}	١.٨١٩	

T1: معاملة البذور بمعلق الفطر ، T2: معاملة الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر(قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة)، T3: معاملة البذور و الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر(قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة) وبعد الزراعة ب ٢٠ يوم، C: شاهد غير معاملة بمعلق الفطر

وكانت المعاملة T4 هي الأفضل في زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الخيار مقارنة مع كافة المعاملات حيث بلغت ٦٥.٣ غ/ نبات بنسبة زيادة وقدرها ٦٤ بالمقارنة مع معاملة الشاهد، تليها معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* قبل التشتيل ب 72 ساعة وعند الزراعة في البيت المحمي (T3)، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري في نهاية التجربة ٦٢.١ غ/نبات ونسبة زيادة بلغت ٥٦% مقارنة بمتوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري في الشاهد والذي بلغ ٣٩.٨ غ/نبات.

يمكن تفسير هذه الزيادة من خلال قدرة فطر التريكوثيرما على افراز بعض الأنزيمات التي تحلل المواد العضوية الموجودة أو المضافة الى التربة وبالتالي تزيد من اتاحتها للنبات كالفوسفور والحديد والبوتاسيوم (Altomare et al., 1999 ; Harman, 2000 ; Ranasingh et al., 2006 ; Anile and Lakshmi, 2010) كما تنتج فطور التريكوثيرما أيضا مواداً محفزة للنمو كالأوكسينات والفيتامينات والهرمونات الضرورية لنمو النبات والتي تعمل على زيادة في عدد وعمق الجذور، وبالتالي زيادة امتصاص العناصر الغذائية (Contreras-cornejo et al., 2009; Ranasingh et al., 2006) ، ان الصورة المخيلية لبعض العناصر المعدنية الصغرى المتكونة نتيجة الابيض الحيوي للفطريات هي احدى الصور الجاهزة للامتصاص من قبل النبات

(Datnoff, and Pernezy, 2000)، حيث وجد (Dori et al., 1990) ان الايض المنتج من الفطريات ومن ضمنها *Trichoderma harzianum* هو المسبب الحالة المخيلية للحديد، اذ يعمل على زيادة امكانية اختزاله الى الصورة القابلة للامتصاص، وقدرة هذا الفطر على زيادة انحلال الاكسدة لحبيبات الزنك وتحرير ايون Zn^{+2} الجاهز للامتصاص من قبل النبات، ولوحظ ان انزيمات الاختزال Reductases المفزة من الفطريات قادرة على اختزال ايونات المعادن Mn^{+3} ، Mn^{+5} ، Cu^{+2} ، وتحويلها الى صورها الجاهزة للنبات (Parkash and Aggarwal, 2009).

وهذا يتفق مع دراسة قام بها (Yedidia et al., 2001) على ان نباتات الخيار المعاملة بالفطر التريكوثيرما أدت الى زيادة معنوية في متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري بنسبة (٢٥-٤٠%) مقارنة مع الشاهد، حيث بدأت هذه الزيادة منذ المراحل الأولى لنمو النبات واستمرت حتى المراحل المتقدمة من النمو. وبينت الدراسة أن فطر التريكوثيرما قد بدء بغزو جذور شتلات الخيار بعد ٤٨ ساعة من التلقيح، وبينت المقاطع العرضية لعينات الجذر المأخوذة من شتلات الخيار المزروعة عن وجود عدد كبير من خيوط فطريات التريكوثيرما تنمو على سطح الجذر، وتؤسس اتصالاً وثيقاً مع الطبقة الخارجية المضيفة ثم يتكاثر الفطر في البشرة ويتقدم نحو المنطقة القشرية مما يوفر دليلاً على أن الفطريات تخترق البشرة دون تدهور جدار الخلية المضيفة.

٤- متوسط الإنتاج:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (٥) عند معاملة نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* تفوق جميع المعاملات المدروسة وبفروق معنوية في متوسط الانتاجية مقارنة مع الشاهد غير المعامل. سجلت أعلى زيادة في متوسط الانتاجية عند معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بفطر التريكوثيرما قبل التشتيل ب 72 ساعة وبعد 20 يوم من الزراعة (T4) حيث بلغ متوسط الانتاج في نهاية التجربة ٤.٥١ كغ/نبات وبنسبة زيادة بلغت 196 % مقارنة مع متوسط الانتاج في الشاهد والذي بلغ ١.٥٢ كغ/نبات. تليها معاملة بذور وشتول نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* قبل التشتيل ب 72 ساعة وعند الزراعة في البيت المحمي (T3)، حيث بلغ متوسط انتالنبات في نهاية التجربة ٣.٩١ كغ/نبات وبنسبة زيادة بلغت 157 % مقارنة مع متوسط انتاج النبات في الشاهد والذي بلغ ١.٥٢ كغ/نبات.

جدول ٥. متوسط الانتاجية وفق المعاملات المدروسة.

المعاملات	الانتاجية	نسبة الزيادة%
T1	٢.٣٣b	81%
T2	٣.١٧c	108.5%
T3	٣.٩١d	157%
T4	٤.٥١e	196%
C	١.٥٢a	
LSD _{0.05}	٠.١٨١٩	

T1: معاملة البذور بمعلق الفطر، T2: معاملة الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر (قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة)، T3: معاملة البذور و الشتول عند الزراعة بمعلق الفطر (قبل الزراعة ب ٧٢ ساعة) وبعد الزراعة ب ٢٠ يوم، C: شاهد غير معامل بمعلق الفطر

ويمكن أن تعزى هذه الزيادة الى أن سلالات التريكوثيرما تنتج عوامل نمو مثل GA3, Zeatyn, Gibberellin، وتفرز أحماض عضوية مثل جلوكونيك، ستريك أو حمض الفيوماريك تحسن التسميد الحيوي بشكل كبير

(Osiewacz, 2002; Gomez-Alarcon and Iatorre, 1994) حيث أن معظم سلالات التريكوثيرما تستطيع إذابة الفوسفات والعناصر الغذائية الدقيقة والكاتيونات التي تحتوي على الحديد والمنغنيز والمغنيزيوم (Harman et al., 2004).

وبالتالي إن إضافة التريكوثيرما إلى التربة الفقيرة بالكاتيونات يجعلها أكثر خصوبة عن طريق إذابة المعادن وزيادة إنتاج المحصول.

وتتوافق نتائجنا مع نتائج قام بها (lo and lin, 2002; Mei et al., 2019) حيث أدت معاملة نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* إلى زيادة في طول النبات بنسبة زيادة وصلت الى 61 %، وزيادة انتشار الجذور بنسبة 85-209%، وزيادة مساحة الورقة بنسبة 27-38% وزيادة الوزن الجاف للجذور بنسبة 38-62% بعد 15 يوم من إنبات البذور، وزاد تركيز الكلوروفيل في الأوراق في النباتات المعاملة بالتريكوثيرما، وهذا انعكس ايجابيا في زيادة انتاجية النباتات مقارنة مع الشاهد غير المعامل بالفطر.

الاستنتاجات:

إن معاملة نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* أدت إلى:

1. تحسين نمو نباتات الخيار من خلال زيادة ارتفاع النبات بنسبة زيادة بلغت 95% والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري 51.9 و 64% على التوالي.
2. زيادة إنتاج النبات كماً ونوعاً وكانت أعلى زيادة في إنتاج النبات عند المعاملة T4 بنسبة زيادة وصلت 196% مقارنة بالشاهد غير المعامل.
3. تفوقت معاملة شتول نباتات الخيار بفطر *Trichoderma harzianum* على معاملة البذور فقط في جميع المعاملات المدروسة مقارنة مع الشاهد.

المقترحات :

1. نوصي إمكانية استخدام فطر *Trichoderma harzianum* بإضافته الى بذور وشتول نباتات الخيار لتحسين النمو وزيادة الانتاجية وتقليل استخدام الاسمدة الكيميائية
2. متابعة الابحاث على أنواع أخرى من فطر *Trichoderma* وعلى نباتات اخرى.

المراجع:

أ- المراجع العربية:

١. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. (٢٠٢٠). مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح

الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

٢. علي، محمد مروان وحسان بشير الورع. (١٩٩٧). إنتاج محاصيل الخضر، مديرية الكتب والمطبوعات

الجامعية، جامعة حلب، الصفحات (٤١٥ – ٤١٩ و ٤٢٦).

ب- المراجع الأجنبية:

1. Al-Taweil, H.I., M. Bin Osman, A.H. Aidil and W.M. Wan Yussof. 2009. Optimizing of *Trichoderma viride* Cultivation in Submerged State Fermentation. American Journal of Applied Sciences, 6: 1277-1281.

2. ALTOMARE, C.; W. A. NORVELL; T. BJORKMAN AND G. E. HARMAN (1999). Solubilization of hosphates and micronutrients by the plant –growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai strain 1295-22, Applied and Environmental Microbiology , 65 (7): 2926-2933.

3. ANIL, K. AND T. LAKSHMI (2010). Phosphate olubilization potential and hosphatase activity of Rhizospheric *Trichoderma* spp. Brazilian Journal Microbiology , 41(3): 787-795.

4. CONTERAS-CORNEJO, H.A. ,RODRIGUEZ, L.M. ,PENAGOS, C.C. and BUCIO, J.L. 2009.*Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. American Society of plant Biologists 10 pp. 43.

5. . CHIEN-YIH., CHAUR-TSUEN L (2002).Screening strains of *Trichoderma* spp.for plant growth enhancement in Taiwan .Plant Pathology Bulletin, 11:215-220.

6. . DORI, S. Z.; SOLEL, Y. K. AND BARASH, I. (1990) Characterization of Hydroxamate Siderophores and Siderophore Mediated Iron up Take in *Gaeumannomyces graminis* Var. Tritici. Physiol. Mol. Plant Pathol. 37: 97.

7. DATNOFF, L. E.; AND PERNEZY, K. L. (2000) Effect of Bacteria and Fungal Microorganisms to Colonize Tomato Roots, Improve Transplant Growth and Control Fusarium Crown and Root Rot

8. GEZGIN Y., DERYA M. G., SECIL S. Ş., CAN U. K., SAYIT S., FAZILET V. S and RENGİN E.2020. Evaluation of *Trichoderma atroviride* and *Trichoderma citrinoviride* growth profiles and their potentials as biocontrol agent and biofertilizer, Turk J Biochem 2020; 45(2): 163–175

9. GÓMEZ-ALARCÓN, G. and DE LA TORRE, M.A. 1994. Mecanismos de corrosion microbiana sobre los materiales pétreos. Microbiología 10:111-120.

10. GRANTINA, L;K. KENIGSVALEDE; D. EZE; Z. PETRIN; L. SKRABULE; N. ROSTOKSAND V.NIKOLAJEVA.2011. impact of six-year- long organic cropping on soil microorganisms and crop disease suppressiveness. Zemdirbyste= agriculture, 98(4): 399-408.

11. HARMAN, G.E. (2000). Myths and dogmas of biocontrol. Plant Disease ,84(4): 377-399.

12. HARMAN, G.E. , HOWELL, C.R. , VITERBO, A. , CHET, I. AND LORITO, M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews, 2 : 43-56.

13. JAYALAKSHMI, S.K; S. RAJU; S. USHA RANA; V.I. BENAGI and –K. SREERAMULU(2009).*Trichoderma harzianum* L1 as a potential source for lytic enzymes

and elicitor of Defense responses f. sp. Cicero. Australian Journal of Crop Science Science Southern Cross Journals, 3(1):44-52.

14. LO, C.T. and LIN, C.Y. 2002. Screening strains of *Trichoderma* spp. Plant growth enhancement in Taiwan. Plant pathology bulletin 11: 215 – 220.

15. Mei. LI, MA Guang-shu, LIAN Hua, SU Xiao-lin, TIAN Ying, HUANG Wen-kun, MEI Jie, JIANG Xiliang. 2019. The effects of *Trichoderma* on preventing cucumber fusarium wilt and regulating cucumber physiology, Journal of Integrative Agriculture 2019, 18(3): 607–617.

16. OSIEWACZ, H.D. 2002. Molecular biology of fungal development. Marcel Dekker, New York , PP 325-348.

17. PARKASH, V; AND AGGARWAL, A. (2009) Diversity of Endomycorrhizal Fungi and their Synergistic Effect on The Growth of Acacia , *Acacia tortilis* . of Forest sci. 55, 2009 (10): 461–468.

18. RAM, P.; MATHUR , K. and LODHA , B.C. 1999. Integrated management of rhizome rot of ginger involving biocontrol agents and fungicides. J. Mycol. Plant Pathol., 29(3) : 416-420.

19. RANASINGH, N.; SAURABH, A. and NEDUNCHEZHIAN, M. 2006. use of trichoderma in disease management. Orissa Review . 68 – 70.

20. TENNAKOON, N.A., R. MAHINDAPALA AND S. WIDANAPATHIRANA. 1995. effects of organic manure on the quality of coconut soils. Journal natn. Science country srilanka, 23(4):191-182.

21. . VINALE, F., K. SIVASITHAMPARAM, E.L. GHISALBERTI, R. MARRA, S.L. WOO AND M. LORITO. 2008. *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. Soil Biology & Biochemistry, 40: 1-10.

22. YEDIDIA , I. ; A.K. SRIVASTVA; Y. KAPULNIK and I. CHET (2001). Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants . Plant and soil , 235(2):235-242.

23. ZAKI, M.F., Z.F. FAWZY; A.A. AHMED and A.S. TANTAWY. Application of phosphate dissolving bacteria for improving growth and productivity of two sweet pepper (*capsicum annum* L.) Cultivars under newly reclaimed soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2012, 6(3): 826-839.