Efficacy of the fungus *Trichoderma harzianum* Rifai and some nutritive elements in protecting seeds and plants of some tomato hybrids from infection with the fungi *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* (Sacc.) Snyder & Hansen and *Rhizoctonia solani* Kühn

كفاءة الفطر *Trichoderma harzianum* Rifai و بعض العناصر المغذية في حماية بذور و نباتات بعض اصناف الطماطة من الاصابة بالفطريات *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* (Sacc.) Snyder and Hansen و *Rhizoctonia solani* Kühn

عقيل نزآل بربر[1] / محسن عبد علي الموسوي[1] / كريم عبدالحسين الشجيري[2]
نور علي الغزالي[1]
[1] كلية الزراعة-جامعة كربلاء/ [2] الكلية التقنية-المسيب-جامعة الفرات الاوسط.

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة تقييم كفاءة الفطر التضادي *Trichoderma harzianum* و عنصري الحديد و المنغنيز و التداخل بينها في مقاومة مرض تعفن بذور و موت بادرات بعض هجن الطماطة (موجستم، فاتن، سوبرماريموند و هايبرد) المتسبب عن الفطرين *Rhizoctonia solani* و *Fusarium oxysporium* f.sp. *lycopersicum*.

أظهرت النتائج إن لإضافة العنصرين إلى الوسط الغذائي P.D.A. (Potato Dextrose Agar) تأثيرات متباينة في نمو الفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و ***F. oxysporium*** f.sp. *lycopersicum*، إذ وجد إن إضافة المنغنيز بتركيز 0.40 غم مادة تجارية/ لتر وسط غذائي الاكثر تشجيعا لنمو الفطر*T. harzianum* و الاكثر تثبيطا لنمو الفطريات الممرضة *R. solani*و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*، حيث بلغ معدل اقطار نمو الفطريات 8.08 و 2.33 و 5.00 سم، على التوالي و التي اختلفت بفارق معنوي عن معاملة المقارنة التي بلغ فيها نمو الفطريات اعلاه 6.75 و 8.83 و 4.08 سم على التوالي.

كما لوحظ إن الفطر *T. harzianum* قد تمتع بقدرة تضادية عالية في خفض معدلات نمو الفطرين *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* في الوسط الغذائي المعامل بعنصري المنغنيز و الحديد (بتركيز 0.40 غم مادة تجارية/ لتر) عند إضافتهما كلا على حده و اختلفت بفارق معنوي عن معاملة المقارنة التي وصلت فيها نمو الفطرين الممرضين الى 9.00 و 7.23سم، على التوالي. ابدى هجين الطماطة فاتن من بين اصناف الطماطة الاخرى (موجستم، سوبرماريموند و هايبرد) المستعملة في التجربة اكثر حساسية للفطريات الممرضة، في حين اظهر هجين الطماطة هايبرد الاكثر مقاومة للفطريات *solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* من بين الاصناف الاخرى.

اظهر التداخل بين الفطر التضادي و العناصر المغذية كفاءة عالية في حماية بذور و نباتات الطماطة من الإصابة بالفطرين الممرضين و كانت أكثر المعاملات تأثيرا في حماية البذور و النباتات من الإصابة بالفطريات *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* هي المعاملة بالفطر التضادي و عنصر المنغنيز، اذ ادت هذه المعاملة الى زيادة نسبة الانبات و طول النبات و الأوزان الجافة للمجموعين الخضري و الجذري مع اختلاف جميع تلك المؤشرات السابقة معنويا عن معاملة المقارنة الحاوية على الفطرين الممرضين كلا على حده.

Summary

This study was conducted to evaluate the efficiency of the antagonistic fungus *Trichoderma harzianum* and the nutritive elements comprised iron and manganese and the interaction between them in resistance of seed decay and seedlings dampping-off disease of some tomato hybrids (Mujstm, Faten, Super Marimond and Hybrid) caused by the fungi *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporium* f.sp. *lycopersicum*.

Results showed that the addition of the two elements into the nutrient medium PDA (Potato Dextrose Agar) had varying effects on the growth of *T. harzianum* and *R. solani* and *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*, where it was found that the addition of manganese at a concentration of 0.40 g commercial material/L was the most effective concenteration in encoragment of the growth of *T. harzianum* and inhibition of the growth of the pathogenic fungi *R. solani* and *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*, where the rate of the radial mycelial growth of the fungi reached 8.08 and 2.33 cm, respectively, which significantly differed from the control

treatment.

It was also observed that the fungus *T. harzianum* had high antigonistic potential to significantly inhibit the pathogens *R. solani* and *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* on PDA medium containing manganese or iron elements added at a concentration of 0.40 g commercial/ L.

Among the other tested varieties, representing Mujsm, Super Mmarimond and Hybrid, tomato variety "Faten" was found to be highly susceptible to the pathogenic fungi; wherease the Hybrid variety was more resistant to *R. solani* and *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* among the other varietes.

The interaction between the biological control fungus and nutrient elements had high efficiency in protecting seeds and tomato plants from infection with *R. solani* and *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum.* Tomato plants treated with *T. harzianum*, manganese showed a significant effect on the pathogenic fungi reflecting positively on increase of the rate of seeds germination, plant height and dry weights of root and shoot systems in comparsion with the other treatments applied in the experiment.

المقدمة

تعد فطريات التربة الممرضة (Soil-Borne Pathogens) من اخطر و اشد الفطريات ضررا على المحاصيل الزراعية، إذ تتواجد بعيدة عن منظور الإنسان و عادة ما تظهر أعراضها المرضية على المجموع الخضري بعد أن تكون قد فتكت تماما بالمجموع الجذري (1). و مما يزيد من خطورتها أن للكثير منها مدى عائلي واسع كما إن لها القدرة على مقاومة الظروف البيئية غير الملائمة و يمكنها البقاء في التربة و متبقيات النباتات المصابة لفترة طويلة (2 و3).

تعد مشكلة أمراض النبات المتسببة عن بعض الفطريات و منها *Rhizoctonia solani* و *Fusarium oxysporium* f.sp. *lycopersicum* من المشاكل الخطيرة التي تواجه المزروعات و لاسيما محاصيل الخضر و منها محصول الطماطة (*Solanum lycopersicum* Mill) (4 و 5 و 6). استخدمت العديد من الطرق لمقاومة هذه المسببات المرضية منها استخدام المبيدات الكيميائية باعتبارها الطريقة الأكفأ لتحجيم الأضرار الناجمة عنها و لكن بسبب الضغط الانتخابي الناتج عن الاستخدام غير العقلاني لهذه المواد الكيميائية أدى إلى ظهور صفه المقاومة فيها، اذ فقد الكثير من المبيدات تأثيره بسبب ظهور صفة المقاومة لدى الآفة (7). فضلا عن الحاجة الملحة لدى المستهلك بوجود منتجات زراعية خالية من متبقيات السموم و ما تسببه تلك المبيدات من مخاطر على صحة الإنسان و الحيوان و البيئة (8). و لهذا برزت أهمية و ضع طرق مبرمجة لمقاومة مسببات أمراض النبات تقوم على أساس الفعل المشترك بين طرق المقاومة من اجل منع او تقليل أضرار تلك المسببات المرضية.

تعد الأسمدة الكيميائية من العوامل المهمة في تحسين الصفات الانتاجية و النوعية لكثير من المحاصيل الزراعية اضافة لما تمتلكة من تأثيرات متباينة في نمو الاحياء الدقيقة في التربة، لذا اتجهت الانظار الى توظيف تغذية النبات و طرق تحسينها في احداث تغيرات تركيبية و كيميائية لها تأثيرات مباشرة او غير مباشرة في مقاومة الكثير من الامراض النباتية و الابتعاد عن استعمال المبيدات الكيميائية (8). لوحظ ان لأضافة بعض العناصر المغذية من بينها عنصري الحديد و المنغنيز و الكالسيوم تأثيرا معنويا في خفض شدة الاصابة بمرض اللفحة المبكرة المتسبب عن الفطر *Alternaria solani* و زيادة الانتاجية و الوزن الجاف لنباتات الطماطة المعاملة (9). مما لاشك فيه فأن وجود العناصر المغذية في التربة له تأثيرات متباينة في نمو الاحياء الدقيقة و منها الفطر *T. harzianum* الذي اثبت كفاءته في مقاومة العديد من المسببات المرضية و منها الفطرين *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* و *R. solani* (10 و 11 و 6).

انطلاقا من هذا المفهوم، فقد هدفت هذه الدراسة لمعرفة تأثير عنصري الحديد و المنغنيز، في كفاءة الفطر الأحيائي *T. harzianum* في مقاومة الفطريات الممرضة *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* و إيجاد أفضل صيغة تكاملية بينهما لمنع او تقليل الأضرار الناجمة عن تلك الفطريات الممرضة.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

مصدر الفطريات المستخدمة في الدراسة

تم الحصول على الفطر *T. harzianum* من مختبر الدراسات العليا في كلية الزراعة-جامعة الكوفة و المشخصة من قبل أ. د. مجيد متعب ديوان. اما الفطر *R. solani* و الفطر *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* ، فقد تم الحصول عليهما من مختبر الدراسات العليا في قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة بابل و التي اختبرت مسبقا لمعرفة امراضيتها لنبات الطماطة (صنف محلي).

إكثار لقاح الفطريات

حضر لقاح الفطريات باستعمال بذور الدخن المحلي (*Panicum millaceum* L.)، إذ نقعت البذور بالماء لمدة ساعة واحدة ثم غسلت جيداً لإزالة الأتربة و الشوائب منها ثم وضع كل 50 غم منها في دورق زجاجي حجمه 500 مل و عقم في جهاز الموصدة (Autoclave) في درجة حرارة 121 م° وضغط 15 باوند/ أنج^2 لمدة ساعة واحدة ثم أعيدت عملية التعقيم في اليوم التالي تحت نفس درجة الحرارة والضغط والوقت المذكورة اعلاه. بعد انخفاض درجة الحرارة لقح كل دورق بأربعة أقراص قطر كل منها 0.5 سم من وسط البطاطا دكستروز اكر(Potato Dextrose Agar, P.D.A) النامية عليه الفطر التضادي والفطريات الممرضة و بشكل منفرد مع ترك دورق بدون تلقيح كمعاملة مقارنة. حضنت جميع الدوارق في درجة حرارة 25 ± 2 م° لمدة 10 أيام اخذين بنظر الاعتبار رج الدوارق كل 3-2 يوم لتوزيع الفطر على جميع البذور(12). حفظ اللقاح في الثلاجة لحين الاستعمال.

تأثير عنصري الحديد و المنغنيز في نمو للفطريات *T. harzianum* و *R. sloani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* في أطباق بتري

اختير عنصري الحديد بشكل 15% حديد و المنغنيز بشكل 13%، كل منهما بهيئةCitric Acid Chelated بهدف معرفة تأثيرها في نمو الفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*. حضر الوسط الغذائي P.D.A. و وزع في دوارق حجم 250 مل وعقمت في جهاز التعقيم البخاري، ثم أضيفت كل عنصر بتركيز 0.20 و 0.40 غم مادة تجارية/ لتر وسط P.D.A. بعد انتهاء التعقيم وانخفاض درجة الحرارة مع ترك وسط غذائي بدون اي اضافة كمعاملة مقارنة. رجت الدوارق بصورة جيدة لضمان توزيع العناصر المغذية بصورة متجانسة، ثم صبت في أطباق بتري و لقحت بعد تصلبها بأقراص قطر كل منها 0.5 سم من الوسط النامية عليها الفطريات و بصورة منفردة. ثم حضنت الأطباق في درجة حرارة 25 ± 2 م° و بعد مرور خمسة ايام تم قياس نمو الفطر *R. solani* بأخذ معدل قطرين متعامدين يمران بمركز المستعمرة التي يمثلها القرص.

استنادا لما تحقق من نتائج هذه التجربة و لأكمال التجارب اللاحقة، فقد تم اختيار عنصري المنغنيز و الحديد كل منهما بتركيز 0.40 غم/ لتر، لكونه التركيز الاكثر تشجيعا لنمو فطر المقاومة الاحيائية و الاكثر ثبيطا لنمو الفطريات الممرضة *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*.

القدرة التضادية للفطر *T. harzianum* ضد الفطرين *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* بوجود العناصر المغذية في أطباق بتري

نفذت هذه التجربة باعتماد طريقة الزرع المزدوج (Dual Culture Technique) لاختبار القدرة التضادية للفطر *T. harzianum* ضد الفطرين الممرضين، إذ قسم طبق بتري حاوي على الوسط الغذائي.P.D.A الحاوي على العناصر المغذية الحديد او المنغنيز إلى قسمين متساويين، و لقح مركز القسم الأول بقرص قطرة 0.5 سم من الوسط الغذائي النامي عليه الفطر التضادي بعمر 5 أيام أما مركز القسم الثاني فقد لقح بقرص مماثل من نمو الفطرين الممرضين وكلا على حدة. وكررت كل معاملة أربعة مرات مع تنفيذ معاملة مقارنة بتلقيح مركز القسم الأول من الطبق بالفطر الممرض فقط.

وضعت الأطباق بشكل مقلوب في الحاضنة في درجة حرارة 25±2 م°، وبعد وصول نمو الفطر *R. solani* الى حافة الطبق تم قياس معدل أقطار النمو للفطريات الممرضة. تم حساب النسبة المئوية لتثبيط الفطريات الممرضة وفق المعادلة الاتية:

$$\text{\% للتثبيط} = \frac{\text{معدل أقطار النمو الفطري في المقارنة} - \text{معدل أقطار النمو الفطري في المعاملة}}{\text{معدل أقطار النمو الفطري في المقارنة}} \times 100$$

تأثير عوامل المكافحة في حماية بذور و نباتات الطماطة من الإصابة بالفطريات *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* و *R. solani*

لمعرفة تأثير الفطريات و العناصر المغذية و التداخل بينهما في حماية بذور ونباتات الطماطة من الإصابة بالفطريات الممرضة تم تنفيذ المعاملات الآتية (جدول1).

جدول (1) المعاملات المنفذة في التجربة

المعاملات	كمية وطريقة الإضافة
R. solani	0.5% بذور دخن معقمة المحمل عليها الفطر *R. solani* أضيفت إلى التربة.
F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum	0.5% بذور دخن معقمة المحمل عليها الفطر *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* أضيفت إلى التربة.
T. harzianum	0.5% بذور دخن معقمة المحمل عليها الفطر *T. harzianum* أضيفت إلى التربة.
Mn	اضيف بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة الى السنادين سقيا كل 7 ايام.
Fe	اضيف بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة الى السنادين سقيا كل 7 ايام.
T. harzianum* +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum	0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر*T. harzianum* مع 0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* أضيفت إلى التربة.
T. harzianum* +*R. solani	0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر*T. harzianum* مع0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *R. solani* أضيفت إلى التربة.
***T. harzianum* + Mn**	0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *T. harzianum* أضيفت إلى التربة. اضيف عنصر المنغنيز بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة سقيا الى السنادين كل 7 ايام.
***T. harzianum* +Fe**	0.5% بذور دخن معقمة ومحمل عليها الفطر *T. harzianum* أضيفت إلى التربة. اضيف عنصر الحديد بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة سقيا الى السنادين كل 7 ايام.
T. harzianum*+ Mn +*R. solani	0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر*T. harzianum* مع 0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *R. solani* أضيفت إلى التربة. اضيف عنصر المنغنيز بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة سقيا الى السنادين كل 7 ايام.
T. harzianum*+ Fe +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum	0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر*T. harzianum* مع 0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* أضيفت إلى التربة. اضيف عنصر الحديد بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة سقيا الى السنادين كل 7 ايام.
T. harzianum*+ Mn +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum	5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر*T. harzianum* مع 0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* أضيفت إلى التربة. اضيف عنصر المنغنيز بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة سقيا الى السنادين كل 7 ايام.
T. harzianum*+ Fe +*R. solani	5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر*T. harzianum* مع 0.5% بذور دخن معقمة محمل عليها الفطر *R. solani* أضيفت إلى التربة. اضيف عنصر الحديد بتركيز 0.40 غم/ لتر ماء و اضافتة سقيا الى السنادين كل 7 ايام.
Control	1% بذور دخن معقمة أضيفت إلى التربة.

لوثت تربة مزيجية (معقمة بواسطة الفورمالين) بالفطريات و حسب المعاملات المبينة في الجدول بعد وضعها في كيس سيلوفين وخلطها بصورة جيدة و توزيعها بمعدل 1 كغم تربة ملوثة لكل أصيص(قطر 13 سم و عمق 11 سم). سقيت الاصص بالماء و بعد يومين تم زراعة الاصص ببذور اصناف الطماطة (موجستم، فاتن، سوبرماريموند و هايبرد) و بواقع 10 بذرة/ أصيص. رتبت الأصيص بصورة عشوائية في مكان تنفيذ التجربة وسقيت باحتراس و بعد مرور 21 يوما من الزراعة تم حساب النسبة المئوية للإنبات.

بعد مرور 35 يوما، قلعت 3-5 نباتات اختيرت بصورة عشوائية من كل مكرر ضمن المعاملة الواحدة و غسلت جيدا تحت ماء جاري لإزالة الأتربة منها. فصل المجموع الخضري عن المجموع الجذري و وضعها في اكياس ورقية و تجفيفها لحين ثبوت الوزن لأخذ الأوزان الجافة لها. نفذت هذه التجربة في كلية الزراعة- جامعة كربلاء خلال الموسم الزراعي 2014-2015.

تصميم التجارب و تحليلها إحصائيا

حللت جميع التجارب احصائيا وفق التصميم العشوائي الكامل (.C.R.D) و تم مقارنة المتوسطات الحسابية باستخدام اقل فرق معنوي (.L.S.D) تحت مستوى احتمال 0.01 للتجارب المختبرية و 0.05 لتجارب الاصص (13).

النتائج و المناقشة Results and Discussion

تأثيرعنصري الحديد و المنغنيز في نمو للفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* في الوسط الزرعي. P.D.A.

يتضح من النتائج المبينة في جدول (2) ان للعناصر المغذية المستخدمة في التجربة تأثيرات متباينة في نمو الفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*، اذ وجد ان لأضافة عنصر المنغنيز بتركيز 0.40 غم مادة تجارية/ لتر وسط P.D.A. دورا مشجعا لنمو الفطر *T. harzianum* في حين انعكست حالة التشجيع الى حالة تثبيط عند استخدام نفس التركيز لنمو الفطريات *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*، اذ بلغ معدل اقطار النمو 2.33 سم و 5.00 سم، على التوالي و التي اختلفت بفارق معنوي عن معاملة المقارنة (4.08 سم).

كما اظهر عنصر الحديد هو الاخر تأثيرا مختلفا في نمو الفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*، اذ كان التركيز 0.40 غم مادة تجارية/ لتر الاكثر تشجعيا لنمو الفطر *T. harzianum* في حين اظهر التركيز 0.40 غم مادة تجارية/ لتر تثبيطا واضحا لنمو الفطرين الممرضين *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* و البالغ 7.13 سم و 2.87 سم، على التوالي.

ان تشجيع نمو الفطر *T. harzianum* في الوسط الغذائي P.D.A. المعامل بعنصر المنغنز او الحديد ربما يعود الى زيادة جاهزية العنصر في الوسط الذي ربما كان يفتقر وجودة في الوسط الغذائي او ان جاهزية كانت بمستويات لا تفي الحاجة الفعلية لنمو الفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*، اما حالة التثبيط التي اظهرتها تراكيز معينة من العناصر المغذية فقد تعود الى زيادة تلك العناصر عن الحد المسموح به مؤديا ذلك الى الاخلال بعملية تنافذ الاغشية الخلوية و بالتالي شل العملية الحيوية للخلايا (14 و 15). اتفقت هذه النتائج مع ما اشار اليه Kűcűk واخرون (16) و Wanjiru (17) ان استعمال عنصري الحديد و المنغنيز بتراكيز معينة في الوسط الغذائي (Czapeks Dox) ادى الى زيادة نمو الفطر *T. harzianum*.

جدول (2) تأثير تراكيز مختلفة من عنصري المنغنيز و الحديد في نمو الفطريات *T. harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*.

معدل نمو الفطر (سم)			تركيز العنصر المغذي غم مادة تجارية/ لتر		
T. harzianum	*R. solani*	*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*			
7.16	4.16	5.00	0.20	Mn	
8.08	2.33	3.78	0.40		
6.62	8.16	3.16	0.20	Fe	
8.86	7.13	2.87	0.40		
6.75	8.83	4.08	0.00		
1.03	1.48	1.21	L.S.D.(0.01)		

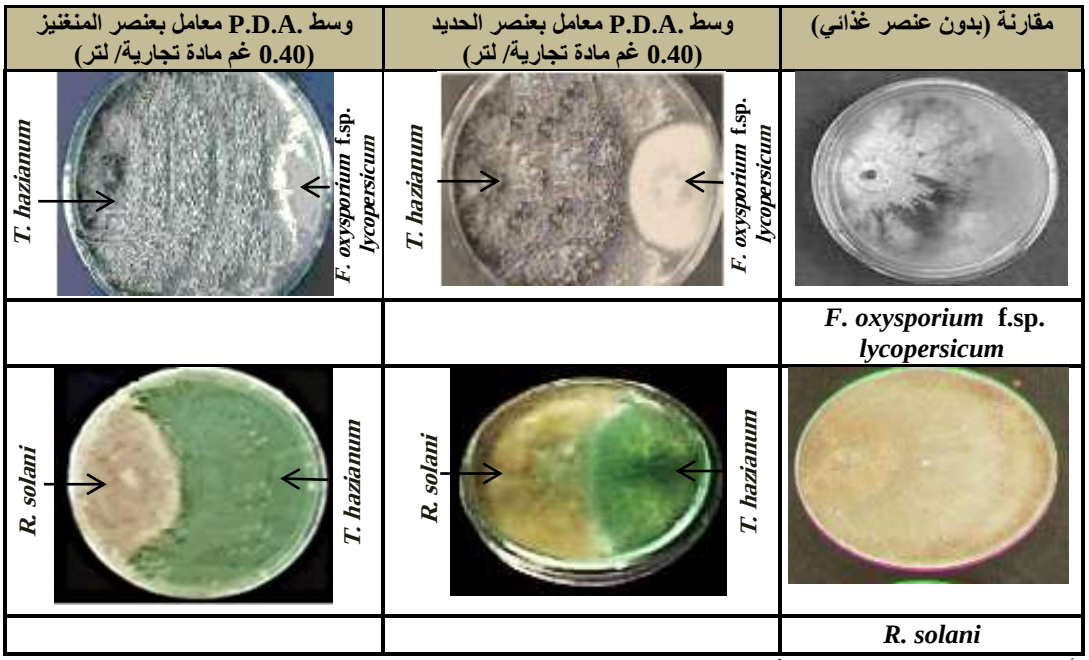
القدرة التضادية للفطر *T. harzianum* ضد الفطرين *R. solani* و*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*

اوضحت النتائج المبينة في جدول (3) امتلاك الفطر *T. harzianum* كفاءة عالية في تثبيط نمو الفطرين الممرضين، اذ بلغت النسبة المئوية لتثبيط الفطريات *R. solani* و *F. oxysporium f.sp. lycopersicum* 35% و 42.04%، على التوالي و التي اختلفت بفارق معنوي عن معاملة المقارنة الحاوية على الفطريات الممرضة لوحدها. كما لوحظ ان كفاءة الفطر *T. harzianum* ازداد في الوسط الغذائي P.D.A. المضاف اليه العناصر المغذية الحديد و المنغنيز بتركيز 0.4 غم/ لتر لكل منهما، اذ بلغ معدل نمو الفطريات *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* في الوسط الغذائي المعامل بعنصر المنغنيز 1.48 و 1.01 سم، على التوالي و التي اختلفت بفارق معنوي عن معاملة المقارنة التي وصل فيها نمو الفطريات المذكورة 9.00 و 7.23، على التوالي (شكل (1).

اتفقت هذه النتائج مع العديد من الباحثين الذين اشادوا بقدرة الفطر *T. harzianum* في تثبيط نمو كثير من المسببات المرضية منها الفطرين *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* (18 و 5). فسرت كفاءة الفطر *T. harzianum* تجاه العديد من المسببات المرضية إلى امتلاكه العديد من الآليات و التي ازدادت في الوسط الغذائي الحاوي على تراكيز معينة من عنصري المنغنيز و الحديد و التي كانت مشجعة للنمو و انعكاس ذلك ايجابيا في زيادة تلك الأليات و منها ظاهرة التطفل الفطري، إذ يلتف غزله الفطري حول غزل الفطر الممرض مكوناً لوالب أو تراكيب ضاغطة (Appressoria) تخترق خلايا الغزل الفطري لغرض التطفل عليه (19)، أضافة الى زيادة إفراز بعض الأنزيمات مثل B-Glucanase، Cellulase، Chitinase التي لها قدرة على تحطيم الـ Glucans في جدر خلايا الفطر الممرض (20 و 21 و 22 و 23)، أو قد يعود لقدرته على إفراز بعض المركبات السامة، إذ لاحظوا Ramos و اخرون (24) و Horace و اخرون (25) أن الفطر *T. harzianum* يفرز مركبات سامة تعرف بالـ Pyrones، اذ أشاروا بأن العزلات القوية التضاد تفرز كميات كبيرة من هذا المركب أما الضعيفة التضاد فلم يلاحظ إنتاجها لمثل هذا المركب (26 و 27 و 24 و 28 و 29 و 22).

جدول (3) كفاءة الفطر *T. harzianum* في نمو الفطرين الممرضين بوجود العناصر المغذية في الوسط الغذائي P.D.A.

المعاملة	الفطريات الممرضة (سم)			
	R. solani	% للتثبيط	*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	% للتثبيط
T. harzianum	5.85	35.00	4.19	42.04
T. harzianum + Mn	1.48	83.55	1.01	86.03
T. harzianum + Fe	3.82	57.55	2.45	66.11
Control	9.00	0.00	7.23	0.00
L.S.D.(0.01)	2.26		1.33	



شكل (1) تأثير عنصري الحديد و المنغنيز في نمو الفطريات *harzianum* و *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* في اطباق بتري

تأثير الفطر *T. harzianum* و العناصر المغذية في حماية بذور و بادرات اصناف مختلفة من الطماطة

يلاحظ من خلال النتائج المبينة في جدول (5) ان اعلى نسبة لانبات البذور لوحظ في هجين الطماطة هايبرد المعاملة بالفطر الاحيائي *T. harzianum* و عنصر المنغنيز (98.310%) و التي لم تختلف معنويا عن نسبة انبات البذور للهجين المذكور المعامل بنفس الفطر الاحيائي و عنصر الحديد (97.970%)، في حين اختلفت المعاملات المذكورة اعلاه بفارق معنوي عن نسبة الانبات لبذور نفس الهجين المعاملة باالفطر *T. harzianum* التي بلغت فيها نسبة انبات البذور 91.310%. اختلفت جميع المعاملات الانفة الذكر معنويا عن معاملة المقارنة (بدون الفطر الاحيائي او العنصر المغذي)، اذ بلغت نسبة الانبات فيها 84.640%.

كما وجد ان اقل نسب انبات للبذور كانت في هجين الطماطة فاتن المعاملة بالفطريات الممرضة *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* و البالغة 34.570% و 42.800% و التي اختلفت بفارق معنوي عن معاملة المقارنة التي بلغت فيها نسبة انبات البذور لنفس الهجين 68.00%. اظهر التداخل بين الفطر *T. harzianum* و عنصر المنغنيز و بوجود الفطر الممرض *R. solani* او *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* قد اعطى اعلى نسبة انبات لبذور هجين الطماطة هايبرد من بين الاصناف الاخرى، اذ بلغت نسبة الانبات 81.300% و 77.970، على التوالي و التي لم تختلف بفارق معنوي عن معاملة المقارنة (بغيابلا الفطر الممرض).

اما بالنسبة الى اطوال النباتات، فقد وجد ان للفطريات الممرضة *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* دورا و اضحا في اختزال اطوال النباتات و كان الهجين سوبرماريموند اكثر الاصناف تأثرا، اذ بلغ معدل اطوال النباتات 3.160 سم و 3.710 سم عند المعاملة بالفطريات الممرضة على التوالي والتي اختلفت معنويا عن معاملة المقارنة غير الحاوية على اي من الفطرين الممرضين. كما اوضحت النتائج ان اعلى معدل لاطوال النباتات تحقق عند نباتات هجين الطماطة هايبرد المعامل بالفطر *T. harzianum* و عنصر المنغنيز (19.930 سم) و المعاملة *T. harzianum* و عنصر الحديد (19.810 سم) و التي اختلفت معنويا عن معدل اطوال النباتات في معاملة المقارنة و التي بلغت 19.320 سم. اظهر التداخل بين الفطر *T. harzianum* و عنصر المنغنيز افضل المعاملات تأثيرا في توفير الحماية لنبات الطماطة هجين الطماطة هايبرد من الاصابة بالفطر *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* و التي لم تعطي اختلافا معنويا عن اطوال نباتات نفس الهجين المذكور المعاملة بالفطر الاحيائي و عنصر الحديد و الفطر الممرض *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum* (شكل 2).

اما بالنسبة الى الاوزان الجافة للمجموعين الخضري و الجذري، فقد لوحظ ان اعلى وزن جاف للمجموعين الخضري و الجذري لهجين الطماطة هايبرد كانت عند المعاملة بالفطر *T. harzianum* و عنصر المنغنيز و التي بلغت 19.930 و 0.620 غم /نبات على التوالي و التي لم تظهر اختلافا معنويا عن المعاملة بالفطر التضادي و عنصر الحديد (0.592 غم/ نبات). كما اعطى التداخل بين الفطر *T. harzianum* و عنصر الحديد مع الفطر الممرض *R. solani* زيادة في الاوزان الجافة للمجموع الخضري و التي بفارق معنوي عن معاملة المقارنة الحاوية على الفطر الممرض لوحدة.

ان زيادة كفاءة الفطر *T. harziznum* في توفير الحماية لبذور ونباتات الطماطة من الاصابة بالفطريات الممرضة ازداد بوجود العناصر المغذية التي عززت نمو الفطر التضادي و زيادة فعاليتة من خلال انتاجة للعديد من المواد التي تعمل على كبح فعل الممرضات في التربة او دورها في استحثاث المقاومة الجهازية في النبات من خلال انتاجة مواد كيميائية تعمل على تثبيط او قتل المسببات المرضية (30)، كما يمكن لتلك العناصر المغذية زيادة نشاط الفطر *T. harzianum*، ومما لاشك به فأن اداء كل تلك الوظائف من قبل الفطر التضادي بتاثير مباشر او غير مباشر يؤدي الى توفير حماية كافية لبذور و نباتات الطماطة من الاصابة بالفطر الممرض من خلال زيادتها نسب انبات البذور و الوزن الجاف للنبات (33 و 22 و 32 و 31 و 14). اتفقت هذه النتائج مع المعاملة Azarmi واخرون (32) و Dłużniewska (14) الذين اثبتوا دور بعض العناصر المغذية من بينها عنصري الحديد و المنغنيز في نمو الفطر *Trichoderma* spp.

جدول (5) تأثير بعض عوامل المكافحة في حماية بذور و بادرات الطماطة من الاصابة بالفطريات الممرضة *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*

هجين الطماطة	المعاملة	الانبات (%)	تعفن البذور (%)	طول النبات (سم)	الوزن الجاف (غم/نبات)	
					المجموع الخضري	المجموع الجذري
موجستم	المقارنة	80.000*	20.00	12.89	0.31	0.10
	F. oxysporium f.sp. *lycopersicum*	54.800	45.20	6.38	0.031	0.006
	R. solani	46.570	54.43	6.93	0.04	0.005
	T. harzianum	86.670	13.33	12.35	0.28	0.06
	Mn	83.330	16.16	11.85	0.25	0.051
	Fe	81.880	18.12	11.68	0.22	0.043
	T. harzianum +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	73.330	26.67	10.20	0.11	0.02
	T. harzianum +*R. solani*	69.670	30.33	9.88	0.09	0.01
	T. harzianum + Mn	96.670	3.33	13.10	0.30	0.11
	T. harzianum +Fe	93.330	6.67	12.98	0.30	0.062
	T. harzianum+ Mn +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	76.660	23.34	9.88	0.16	0.031
	T. harzianum+ Fe +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	63.330	36.67	9.81	0.13	0.02
	T. harzianum+ Mn +*R. solani*	73.330	26.67	8.25	0.17	0.03
	T. harzianum+ Fe +*R. solani*	65.670	34.33	8.18	0.12	0.200
فاتن	المقارنة	78.930	21.07	11.73	0.082	0.035
	F. oxysporium f.sp. *lycopersicum*	35.960	64.04	5.22	0.045	0.023
	R. solani	38.200	61.80	5.77	0.056	0.025
	T. harzianum	79.610	20.39	11.19	0.126	0.041
	Mn	75.000	25.00	10.69	0.085	0.037
	Fe	66.070	33.93	10.52	0.077	0.027
	T. harzianum +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	41.230	58.77	9.04	0.056	0.028
	T. harzianum +*R. solani*	45.260	54.74	8.72	0.059	0.030
	T. harzianum + Mn	83.943	16.05	11.94	0.139	0.043
	T. harzianum +Fe	87.548	12.45	11.82	0.110	0.036
	T. harzianum+ Mn +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	62.260	37.74	8.72	0.079	0.034
	T. harzianum+ Fe +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	53.330	46.67	8.65	0.078	0.033
	T. harzianum+ Mn +*R. solani*	55.560	44.44	7.09	0.078	0.034
	T. harzianum+ Fe +*R. solani*	52.030	47.97	7.02	0.076	0.032

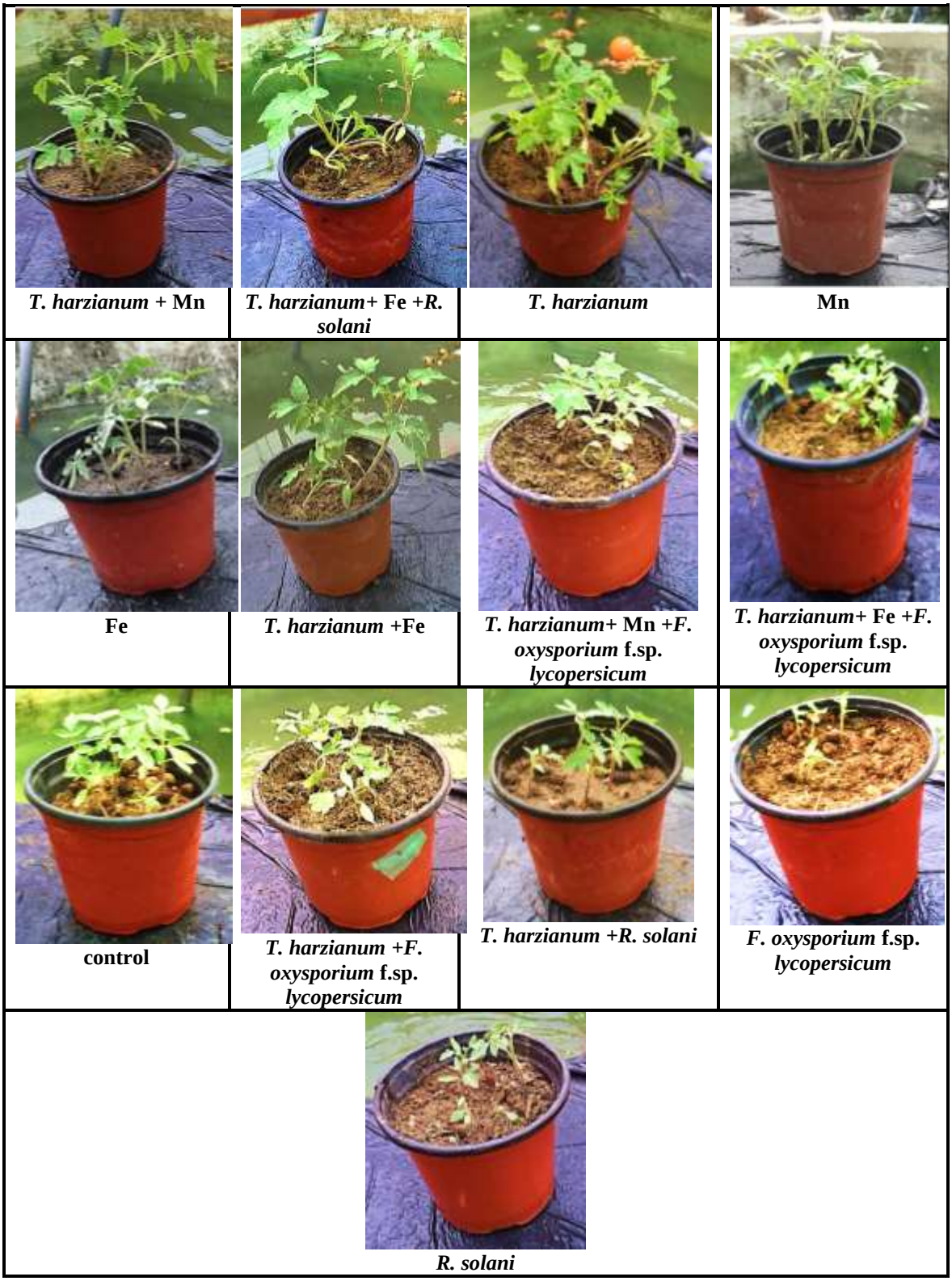
تابع

تابع جدول (5)

هجين الطماطة	المعاملة	الانبات (%)	تعفن البذور (%)	طول النبات (سم)	الوزن الجاف (غم/نبات)	
					المجموع الخضري	المجموع الجذري
سوبر ماريموند	المقارنة	68.00	32.00	9.67	0.282	0.091
	F. oxysporium f.sp. *lycopersicum*	42.800	57.20	3.16	0.009	0.003
	R. solani	34.570	65.43	3.71	0.012	0.004
	T. harzianum	74.670	25.33	9.13	0.158	0.051
	Mn	71.330	28.67	8.63	0.13	0.042
	Fe	69.880	30.12	8.46	0.105	0.034
	T. harzianum +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	61.330	38.67	6.98	0.034	0.011
	T. harzianum +*R. solani*	57.670	42.33	6.66	0.003	0.001
	T. harzianum + Mn	84.670	15.33	9.88	0.313	0.101
	T. harzianum +Fe	81.330	18.67	9.76	0.164	0.053
	T. harzianum+ Mn +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	64.660	35.34	6.66	0.068	0.022
	T. harzianum+ Fe +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	51.330	48.67	6.59	0.034	0.011
	T. harzianum+ Mn +*R. solani*	61.330	38.67	5.03	0.065	0.021
	T. harzianum+ Fe +*R. solani*	53.670	46.33	4.96	0.092	0.091
هايبرد	المقارنة	84.640	15.36	19.32	0.589	0.190
	F. oxysporium f.sp. *lycopersicum*	59.440	40.56	13.21	0.298	0.096
	R. solani	51.210	48.79	13.76	0.295	0.090
	T. harzianum	91.310	8.69	19.18	0.465	0.150
	Mn	87.970	12.03	18.68	0.437	0.141
	Fe	86.520	13.48	18.51	0.412	0.133
	T. harzianum +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	77.970	22.03	17.03	0.341	0.110
	T. harzianum +*R. solani*	74.310	25.69	16.71	0.31	0.100
	T. harzianum + Mn	98.310	1.69	19.93	0.62	0.200
	T. harzianum +Fe	97.970	2.03	19.81	0.471	0.152
	T. harzianum+ Mn +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	81.300	18.70	16.71	0.375	0.121
	T. harzianum+ Fe +*F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*	67.970	32.03	16.64	0.341	0.110
	T. harzianum+ Mn +*R. solani*	77.970	22.03	15.08	0.372	0.120
	T. harzianum+ Fe +*R. solani*	70.310	29.69	15.01	0.399	0.290
	L.S.D. (0.05)	5.826	-	0.434	0.051	0.043

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاث مكررات.

شكل (2) تأثير الفطر *T. harzianum* و عنصري الحديد و المنغنيز و التداخل بينهما في حماية نباتات هجين الطماطة هايبرد من الاصابة بالفطريات *R. solani* و *F. oxysporium* f.sp. *lycopersicum*.



References cited:

1- **Garrett, S. D. (1970)** Pathogenic root-infecting fungi: Cambridge University Press, Cambridge. England. 294 pp.

2- **Heitefuss, R., Williams P. H. (1997)** Physiological plant pathology. Springer, Verlay Berlini. Heiclebbery, New York. 890 pp.

3- **Yangui T., Rhouma A., Triki M. A., Gargouri K., Bouzid J. (2013)** Control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* using olive mill waste water and some of its indigenous bacterial strains. *Crop Protection* 27: 189-197.

4- **Singh R. S. (2005)** Plant Diseases. New Delhi, India: Oxford and IBH.

5- **Mokhtar H., Dehimat A. (2014)** Department of Nature and *In vitro* and *in vivo* efficiency *of Trichoderma harzianum* against *Rhizopus* soft rot occurred on tomato fruits (*Lycopersicon esculentum*). *Agriculture and Biology Journal of North America* 5(6): 240-244.

6- **Akrami M., Yousefi Z. (2015)** Biological control of *Fusarium* wilt of tomato (*Solanum lycopersicum*) by *Trichoderma* spp. as antagonist fungi. *Biological Forum -An International Journal* 7(1): 887-892.

7- **Taylor R. J., Salas B., Secor G. A., Rivera V., Gudmestad N. C. (2002)** Sensitivity of North American Isolate *Phytophthora erythroseptica* and *Pythium ultimum* to mefonoxam (metalaxyl). *Plant Disease* 86: 797- 802.

8- **Hiluf K. G, Ayalew A. A. (2015)** Assessment of pesticide use, practice and environmental effects on the small holder farmers in the north shoa zone of amhara national regional state of ethiopia. *Research journal of agricultural and environmental sciences* 2(2): 16-24.

9- **الكعبي، عقيل نزال (2004)** تطور و مكافحة مرض اللفحة المبكرة على الطماطة المتسبب عن الفطر *Alternaria solani* (Ellis & Martin) Jones & Grout. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة الكوفة.

10- **Viterbo A., Horwitz, B. A (2010).** Mycoparasitism. In Cellular and Molecular Biology of Filamentous Fungi, vol. 42, pp. 676-693. Edited by Borkovich, K. A. and Ebbole, D. J. *Washington: American Society for Microbiology*.

11- **Khan M. R., Ashraf S., Rasool F., Salati K. M., Mohiddin F. A., Haque Z. (2014)** Field performance of *Trichoderma* species against wilt disease complex of chickpea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* and *Rhizoctonia solani*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38: 447-454.

12- **Dewan M. M. (1989)** Identity and frequency of occurrence of fungi in roots of Wheat and rye grass and their affection take-all and host growth. Ph.D. Thesis. University of Wes. Australia. 210 pp.

13- **الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله (1980)** تصميم وتحليل التجارب الزراعية، دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

14- **Dluzniewska D. E. (2008)** Systems genetics of mineral metabolism. *Journal of Nutrition* 141: 520-525.

15- **Bhaduri D., Rakshit R., Chakraborty K. (2014)** Primary and secondary nutrients-a boon to defense system against plant diseases. *International Journal of Bio-resource and Stress Management* 5(3): 461-466.

16- **Kűcűk C, I. Kűcűk, Kivanc M. ¸ Kinaci E., Kinaci G. (2008)** Determination of the growth and solubilization capabilities of *Trichoderma harzianum* T1. *Biologia* 63(2): 167-170.

17- **Wanjiru M. M. (2009)** Effect of *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of tea cuttings, napier grass and disease management in tomato seedlings. MSc thesis. Kenyatta University. Australia.

18- **Attitalla I. H. (2004)** Biological and molecular characteristics of microorganism-stimulated defense response in *Lycopersicom esculentum*. PhD thesis. University. Uppsala, Sweden. 82 pp.

19- **Mukhtar T., Hussain M. A. 2 and Muhammad Z. K. (2013)** Biocontrol potential of *Pasteuria penetrans*, *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces*

lilacinus and *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne incognita* in okra. *Phytopathologia Mediterranea* 52(1): 66-76.

20- **Rubeena M., Kannan N., S. Sajith, S. Sreedevi, Prakasan P., Unni K. N., Josh M. K., Jisha V. N., Pradeep S., Benjamin S. (2013)** Lignocellulolytic activities of a novel strain of *Trichoderma harzianum, Advances in Bioscience and Biotechnology* (4): 214-221.

21- **Rahnama N., Foo H. L., Rahman N. A. A., Ariff–A., Shah (2015)** Saccharification of rice straw by cellulase from a local *Trichoderma harzianum* SNRS3 for biobutanol production. *BMC Biotechnology* 23: 1-12.

22- **Gautam S. S., Kanchan K., Satsangi G. P. (2015)** Effect of *Trichoderma* species on germination and growth of Mungbean (*Vigna radiata* L.) and its antagonistic effect against fungal pathogens. *International Journal of Advanced Research* 3(2): 153-158.

23- **Srivastava M., Pandey S., Shahid M., Sharma A., Singh A., Kumar V. (2014)** Induction of chitinase, β-glucanase, and xylanase taken from *Trichoderma* spp. On different sources: A review. *African Journal of Microbiology Research* 8(34): 3131-3136.

24- **Ramos A. S., Fiaux S. B., Leite S. G. (2009)** Production of 6-pentyl-β-pyrone by *Trichoderma harzianum* in solid-state fermentation. *Brazilian Journal of Microbiology* 39:712-717.

25- **Horace J. A., Estrada M., Galindo E., Serrano-Carreón L. (2015)** From shake flasks to stirred fermentors: Scale-up of an extractive fermentation process for 6-pentyl-pyrone production by *Trichoderma harzianum* using volumetric power input. *Process Biochem.* 41 (6):1347-1352.

26- **Bonnarme P., Djian A., Latrasse A., Féron G., Giniès C., Durand A., Le Queré J. L. (1997)** Production of 6-pentyl-β-pyrone by *Trichoderma* spp. from vegetable oils. *Journal of Biotechnology* 56 (2): 143-150

27- **Serrano-Carreón L., Flores C., Rodríguez B., Galindo E (2004)** *Rhizoctonia solani*, an elicitor of 6-pentyl-β-pyrone production by *Trichoderma harzianum* in a two liquid phases, extractive fermentation system. *Biotechnology Letters.* 26(18): 1403-1406.

28- **Kamala T., Devi S. I. (2012)** Biological control properties of indigenous *Trichoderma* isolates from North-east India against *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. *African Journal of Biotechnology* 11(34): 8491-8499.

29- **Horace G. C., Richard H. C., Farrist G. C., Patsy D. C. (2014)** 6-Pentyl-α-pyrone from *Trichoderma harzianum*: Its plant growth inhibitory and antimicrobial properties. *Agricultural and Biological Chemistry* 50(11): 2943-2945.

30- **Shelar G. B., Chavan A. M. (2015)** Myco-synthesis of silver nanoparticles from *Trichoderma harzianum* and its impact on germination status of oil seed. *Biolife* 3: 109-113.

31- **Van Wees S. C. M., van der Ent, S., Pieterse C. M. J. (2010)** Plant immune responses triggered by beneficial microbes. *Current Opinion In Plant Biology* 11: 443-448.

32- **Azarmi R., Behzad H., Abolfazl G. (2011)** Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *African Journal of Biotechnology* 10(31): 5850-5855.

33- **Rahman M., Ali J., Masood M. (2015)** Seed priming and *Trichoderma* application: A method for improving seedling establishment and yield of dry direct seeded *Boro* (winter) rice in Bangladesh. *Universal Journal of Agricultural Research* 3(2): 59-67.