

تأثير الفطر *Trichoderma harzianum* في نمو وتطور الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* المسبب لذبول الحمص

ليلى عبد الرحيم علوش¹، صباح خيرو المغربي¹ وباسمة أحمد برهوم²

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، البريد الإلكتروني: engineerlaela@gmail.com

(2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث اللاذقية، سورية.

المخلص

علوش، ليلى عبد الرحيم، صباح خيرو المغربي وباسمة أحمد برهوم. 2015. تأثير الفطر *Trichoderma harzianum* في نمو وتطور الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* المسبب لذبول الحمص. مجلة وقاية النبات العربية، 33(2): 192-200.

هدف هذا البحث إلى اختبار شراسة أربع عزلات من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (FOC) على نباتات الحمص صنف غاب 3، واختبار إمكانية مكافحته بيولوجياً باستخدام عزلة محلية من فطر *Trichoderma harzianum* (T.h)، وتقدير تأثيرها في كبح نمو الفطر FOC مخبرياً وحقلياً، ومقارنة هذا التأثير مع تأثير كاسي البذار الفطري (فيتافكس). استخدمت أصص تحتوي على تربة معقمة أضيف إليها تورب ملقح بمعلق T.h، ثم أضيف معلق بوعي بتركيز 10×1⁶ بوغ/مل من العزلة FOC4 عالية الشراسة، وزُرعت فيها بذور الحمص صنف غاب 3، طُهرت بعض البذور بالفيتافكس وأخرى لم تُطهر. دُرست المؤشرات (نسبة الإنبات ونسبة الإصابة وشِدتها على نباتات الحمص المدروسة، والوزن الجاف ووزن الـ 100 بذرة)، وحُلَّت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج 7.GenStat. أظهرت النتائج المخبرية وجود تأثير تثبيطي واضح للفطر *T. harzianum* في نمو وتطور الفطر *F. oxysporum* عند جميع العزلات حيث كان واضحاً عند العزلة 1 فكان بدرجة تضاد 1.67. أما حقلياً، فقد تفوقت المعاملة FOC4+T.h على جميع المعاملات من حيث عدد الأزهار ووزن الـ 100 بذرة (7.89 زهرة و 22.7 غ)؛ مقارنةً مع المعاملة FOC بمفرده (2.2 زهرة و 9.8 غ). كما خفّضت شِدّة ونسبة الإصابة (0.03 و 11.2%)، على التوالي) بفارق معنوي واضح مع المعاملة FOC (0.37 و 81.7%، على التوالي).

كلمات مفتاحية: الحمص، القدرة الإراضية، القدرة التضادية، *Fusarium*، *Trichoderma*.

المقدمة

المحصول إلى العديد من المشكلات التي تعيق نموه وتخفّض إنتاجيته، كالأعشاب الضارة والآفات الحشرية والمرضية والقوارض وغيرها. ويعدّ ذبول الحمص الذي يسببه الفطر الممرض *Fusarium oxysporum* Schlect. Emened. Snyd. and Hans f.sp. *ciceris* Matuo & Sato أحد أهم العوامل المحددة لإنتاجه في العالم، وخصوصاً في حوض البحر المتوسط (المغرب والجزائر وسورية) (6، 18، 25). بين Jimènez-Gasco وآخرون (21) أنّ للفطر *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* ثماني سلالات هي 0، 1A، 1B/C، 2، 3، 4، 5 و 6 منتشرة في مناطق زراعة الحمص حول العالم، وأنّ السلالات المنتشرة في سورية هي 0 و 1B/C حسب اختبار القدرة الإراضية واختبار RAPD.

تتجم أهمية هذا المرض من كونه يسبب خسائر كبيرة في نمو الحمص وإنتاجيته، إذ تراوحت نسب الخسائر التي يحدثها عند توافر الظروف المناسبة لتطور الفطر الممرض - ما بين 40 إلى 100% (6، 7، 25، 26، 28). تمّ تطبيق العديد من التدابير لإدارة هذا المرض شملت المعالجة الكيميائية وطرائق زراعية مختلفة كالشميس ورفع درجة

يعدّ الحمص (*Cicer arietinum* L.) من المحاصيل البقولية الرئيسية في سورية، فهو يتسم بقيمة غذائية عالية للإنسان، ذلك أنّه يحتوي على مواد مهمة كالبروتينات والنشويات وبعض الفيتامينات وغيرها، ويدخل في عديد من الصناعات الغذائية والطبية، ويسهم في تحسين خواص التّرب الزراعية (7، 16). ازداد الاهتمام بزراعة هذا المحصول في السنوات الأخيرة في سورية، حيث تطوّرت المساحة المزروعة به من 49,020 هكتاراً في عام 1994 (3) إلى 84,500 هكتاراً عام 2013 (17). وعلى الرّغم من صغر المساحة المزروعة بالحمص في منطقة الغاب (577 هكتاراً) في عام 2012، إلا أنّه تميّز بإنتاجية عالية وصلت إلى 2593 كغ/هكتار مقارنةً مع إنتاجيته في محافظتي إدلب ودرعا التي بلغت المساحة المزروعة فيهما 4,678 و 17,231 هكتاراً على التوالي، بإنتاجية منخفضة وصلت إلى 832 و 690 كغ/هكتار، على التوالي (3). يزرع الحمص، بعروتيه الشتوية والربيعية، بعلاً في مناطق الاستقرار الأولى والثانية بالتناوب مع محصول القمح. يتعرض

حموضة التربة (pH)، واستخدام بعض المنشطات والمستخلصات النباتية (4، 11، 18، 26). وفي الآونة الأخيرة، وجّه الاهتمام إلى استخدام عوامل مكافحة الحبيوية كخيارٍ صديقٍ للبيئة، تجنباً لأضرار الطّرائق السّابقة وتكاليفها الاقتصادية (31). يتسم الفطر *Trichoderma harzianum* بقدرة تفاعلية عالية في بيئة التربة والجذور (20، 32)، وتأثيره في الأحياء الأخرى بعلاقات مختلفة استغلّت في مقاومة مسببات أمراض النبات ومن بين تلك العلاقات التّضاد و التطفّل والتنافس ما بين الفطور (2، 8، 36، 37).

نتيجةً للأضرار الكبيرة التي يسببها الفطر *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* في نمو محصول الحمص وإنتاجيته، ولدرة وجود أصناف حمص تجارية مقاومة للإصابة بهذا المرض، ونظراً للجهود المتزايدة لاستبدال استخدام المبيدات الكيميائية بطرائق بديلة صديقة للبيئة لها تأثير في الحد من الأضرار الناتجة عن الممرضات النباتية، فقد هدفت هذه الدراسة إلى استخدام العامل الحيوبي *Trichoderma harzianum* كأحد الاستراتيجيات المهمة في الحد من أضرار ذبول الحمص المتسبب عن الفطر *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*.

مواد البحث وطرائقه

عزل وتحضير لقاح الفطر الممرض *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*
عزل الفطر الممرض *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* (FOC) من نباتات حمص شتوي ظهرت عليها أعراض الاصفرار والذبول، حيث قطعت جذورها وقواعد سوقها إلى قطع صغيرة، وغسلت بالماء الجاري لإزالة الأتربة العالقة بها، وطهرت بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بالتركيز 1% لمدة دقيقتين (10)، وغسلت بماء مقطر معقم ووضع على ورق ترشيح، ثم زرعت في أطباق بتري حاوية على المستنبت الغذائي بطاطا-دكستروز-آغار (PDA) مضافاً إليه المضاد الحيوبي سترينتومايسين بتركيز 1غ/ليتر. وضعت الأطباق في الحاضنة عند 25° س لمدة 7 أيام (19). أجريت عملية التلقيح على المستنبت الغذائي نفسه باتباع طريقة طرف الهيفا، ثم حضنت لمدة 7 أيام عند 25° س للحصول على عزلة نقية من *F. oxysporum* (21، 36). تمّ تشخيص الفطر الممرض بالاعتماد على الصفات التصنيفية الشكلية (لون وشكل الغزل الفطري والحوامل البوغية والأبواغ الكونيدية). فالغزل الفطري لل FOC النامي على PDA رفيف قطني المظهر، يصبح متلبد ومجدع في المستعمرات المعمرة. الهيفا مفردة مقسمة متفرعة بغزارة، غالباً بلون أبيض مع تلوّنات مختلفة بالوردي الخفيف وعادة مع حواف بنفسجية، تتراوح أبعاد المستعمرة ما بين 3.5-9 سم بعد 7 أيام من النمو عند 25° س في أطباق بتري قياس 9 سم (6، 10، 30). الحوامل البوغية قصيرة مفردة تتفرع جانبياً في الغزل الهوائي بشكل

عناقيد كثيفة أو غير متفرعة، تتبوغ بغزارة وتنتج ثلاثة أنماط من الأبواغ: أبوغ كونيدية صغيرة (ميكروكونيديا): تتشكل على حوامل بوغية قصيرة بسيطة جانبية، تكون هذه الأبواغ اسطوانية أو اهليلجية أو بيضوية إلى مقوّسة، وحيدة الخلية ونادراً ثنائية الخلية ذات أبعاد 5-12×2.2-3.5 مايكرومكرون. أبواغ كونيدية كبيرة (ماكروكونيديا): أقل عدداً من الميكروكونيديا، وتتشأ على حوامل كونيدية متفرعة أو على سطح الوسائد الفطرية (sporodochia)، تكون مغزلية الشكل مقوسة قليلاً وذات جدر رقيقة مقسمة من 3-5 خلايا، مدببة من كلتا النهايتين لكن الخلية القمية حادة بشكل واضح والخلية القاعدية قديمة الشكل مكان اتصال البوغة بالحوامل البوغي، وتتراوح أبعادها ما بين 23-54×3-4.5 مايكرومكرون. أبواغ كلاميديّة: تتشكل بغزارة على الغزل المعمر، إما مفردة أو تتشكل بثنائيات ونادراً في سلاسل، تكون طرفية أو بينية وذات جدر سميكة أو ناعمة تتراوح أبعادها ما بين 5-13 مايكرومكرون (6، 10، 30). *F. oxysporum* الذي يعزل من الحمص لا يصيب إلا نباتات الحمص ويكون تحت نوع خاص بالحمص. لم يتم تحديد الفطر *F. oxysporum* على مستوى السلالة، وتمّ اختيار أربع عزلات من الفطر *F. oxysporum* لدراسة القدرة الإيمراضية لها. حضر لقاح الفطر *F. oxysporum* لكل من العزلات الأربع بدءاً من مستعمرات نامية على المستنبت الغذائي PDA بعمر ثمانية أيام، حيث أخذ كامل الغزل الفطري مع المستنبت الغذائي PDA وطحن جيداً باستخدام الخلاط ورشّح المعلق البوغي ثم خُفّف للحصول على التركيز 1×10^6 بوغ/مل.

تحضير لقاح الفطر *Trichoderma harzianum*

تم استخدام عزلة محلية من *T. harzianum* (T.h) موصفة سابقاً في مختبرات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في دمشق، حيث تمّ إكثارها وتحضير لقاح منها بوضع 100 غ تورب في دورق زجاجي سعة 250 مل؛ بعدد 20 دورق، رطبّ التورب في الدوارق بالماء المقطر، وأغلقت الدوارق بشكل محكم وعقمت في الأوتوكلاف عند 121° س ولمدة 20 دقيقة، وأعيدت عملية التعقيم مرة ثانية في اليوم الموالي. لقع كل دورق بـ 5 أقراص بقطر 6 مم أخذت من حافة مستعمرة نامية على المستنبت الغذائي PDA بعمر ثمانية أيام، ثم حضنت الدوارق عند 25° س لمدة عشرة أيام مع مراعاة رج الدوارق كل يومين لغرض إعطاء نمو متجانس للفطر على التورب (1).

تطهير البذار كيميائياً

تم تطهير بذار الحمص باستخدام الفينثافاكس wp (V) تعفيراً بمعدل 1غ/كغ بذار حمص، وهو كاسي بذار فطري جهازي وبالمامسة؛ يحتوي على خليط من Carboxine (37.5%) + Thiram (37.5%)،

ذو فعالية قوية على مجموعة واسعة من الأمراض المحمولة على البذور، داخلياً وخارجياً يؤمن أيضاً حمايتها من فطور التربة عند الزراعة.

اختبار القدرة الإراضية للفطر *F. oxysporum f.sp. ciceris*

ظهرت بذور حمص (صنف غاب 3) مُتحمّل لمرض لفحة الأسكوكايتا، ولم يذكر إن كان متحمل أم مقاوم لمرض ذبول الفوزاريوم (5)، بهيبوكلوريت الصوديوم (1%) لمدة دقيقتين، وغسلت بالماء المقطر المعقم عدة مرات، ثم نقعت في الماء المقطر المعقم لمدة ساعة قبل الزراعة. زرعت 4 بذور في أكياس بولي إيثيلين تحوي 1 كغ تربة معقمة وملقحة سابقاً بإضافة 100 مل من معلق بوغي للفطر الممرض تركيزه 1×10^6 بوغ/مل. نفذت التجربة بتصميم كامل العشوائية بثلاثة تكرارات للإعلاء بالعزلة الواحدة وثلاثة أكياس للمكرر الواحد، إضافة إلى معاملة الشاهد.

حسبت نسبة إنبات بذور الحمص، كما تمت مراقبة النباتات لحين ظهور أعراض الإصابة، وسُجلت نسبة وشدة الإصابة بعد 36 يوماً من الزراعة وفق المعادلتين (23):

$$100 \times \left(\frac{\quad}{\quad} \right) =$$

شدة الإصابة تقاس بمؤشر الشدة المرضية (disease intensity index):

$$DII = \frac{\sum Si \times Ni}{4 \times Nt}$$

حيث أن: S_i = درجة الإصابة، N_i = عدد النباتات عند درجة إصابة S_i ، N_t = العدد الإجمالي للنباتات (19).

تم اعتماد سلم التقييم التالي لشدة الإصابة المؤلف من خمس درجات (0-4)، حيث يمثل الجزء المصاب من النبات الجزء الذي تظهر عليه أعراض الاصفرار والموت الموضعي من الأسفل وصعوداً إلى قمة النبات (19)، حيث أن: 0 = نبات سليم؛ 1 = 33-1 من النباتات تظهر عليه أعراض الاصفرار والموت الموضعي؛ 2 = 66-34 من الأوراق تنبدل وتتدلى وقد يصل الذبول إلى القمة النامية؛ 3 = 100-67 ذبول كامل النبات مع تماوت بعض الأفرع؛ 4 = موت كامل للنبات

أخذت النباتات بعمر 36 يوماً، وأعيد عزل العامل الممرض من منطقة اتصال الساق بالجذر، وتم التأكد من أن *F. oxysporum* هو المسبب لأعراض الاصفرار والذبول (فرضية كوخ).

اختبار تأثير الفطر *T. harzianum* في نمو الفطر الممرض

F. oxysporum f.sp. ciceris مخبرياً

نفذت التجربة باعتماد طريقة الزرع المزدوج بين الفطرين، حيث قسّم طبق بتري حاوي على المستنبت الغذائي PDA إلى قسمين متساويين، ولقح القسم الأول بقرص قطره 6 مم من مستعمرة *T. harzianum* بعمر

ثمانية أيام، ولقح القسم الثاني بقرص مماثل من مستعمرة *F. oxysporum* وبمعدل 3 مكررات لكل من عزلات *F. oxysporum* الأربع (5 أطباق/المكرر الواحد)، مع معاملة الشاهد التي تضمنت تلقح كلا نصفي الطبق بقرص من الفطر الممرض فقط. نفذت التجربة بتصميم كامل العشوائية. حضنت الأطباق عند 25° س لمدة 7 أيام. وبعد وصول نمو الفطر الممرض في معاملة الشاهد إلى حافة الطبق تم قياس نصف قطر الفطر الممرض وحسبت درجة التضاد (0-5) تبعاً لمقياس Bell (12)، حيث أن: 1 = الفطر المضاد يغطي كامل الطبق؛ 2 = الفطر المضاد يغطي ثلثي الطبق والثلث الباقي لنمو الفطر الممرض؛ 3 = نمو الفطر المضاد يغطي نصف الطبق ويغطي الفطر الممرض النصف الآخر وعدم وجود منطقة فاصلة بينهما؛ 4 = نمو الفطر المضاد يغطي ثلث المساحة والفطر الممرض يغطي الثلثين؛ 5 = الفطر المضاد لا ينمو ويغطي الفطر الممرض الطبق بالكامل

يعد الفطر المضاد الذي يقع ضمن الدرجتين 1 و 2 ذو قدرة تطفلية عالية (12). وحسبت النسبة المئوية لشدة التضاد وفق المعادلة التالية (22، 27):

$$I = C - T / C \times 100$$

حيث أن: I = النسبة المئوية لنتييط نمو الغزل الفطري؛ C = نصف قطر الفطر الممرض في أطباق الشاهد؛ T = نصف قطر الفطر الممرض في أطباق الزرع المزدوج (المعاملة).

اختبار تأثير الفطر *T. harzianum* في تطور الفطر الممرض

F. oxysporum f.sp. ciceris (تجربة نصف حقلية)

ظهرت بذور حمص (صنف غاب 3) بهيبوكلوريت الصوديوم (1%) لمدة دقيقتين، وغسلت بالماء المقطر المعقم عدة مرات، ثم نقعت في الماء المقطر المعقم لمدة ساعة قبل الزراعة. زرعت 4 بذور في أكياس بولي إيثيلين تحوي 3.5 كغ تربة معقمة وملقحة سابقاً بإضافة 10 غ تورب ملقح بـ *T. harzianum* قبل أسبوعين من الزراعة. أضيف بعد سبعة أيام 200 مل من معلق بوغي تركيز 1×10^6 بوغ/مل للعزلة 4 من الفطر الممرض *F. oxysporum f.sp. ciceris* التي اعتمدت في هذه الدراسة بعد أن تم إجراء اختبار القدرة الإراضية لعزلات الفطر FOC الأربع، فقد أعطت العزلات الأربع ل *F. oxysporum* نتائج متقاربة من حيث نسبة الإصابة وشدها، لكن اختيرت العزلة 4 كونها سمحت بنسبة إنبات لبذور الحمص مماثلة للشاهد. وضعت هذه الأكياس في الحقل ونفذت التجربة بتصميم كامل العشوائية بأربعة تكرارات للمعاملة الواحدة وخمسة أكياس للمكرر الواحد، وبمعاملات: (1) الشاهد؛ (2) الفطر الممرض *F. oxysporum* (FOC) بمفرده؛ (3) *F. oxysporum* مع *T. harzianum* (FOC+T.h)؛

المعنوية ما بين المعاملات المعدة ومعاملة الشاهد من حيث مؤشر نسبة إصابة نباتات الحمص بمرض ذبول فيوزاريوم حيث تراوحت قيمها ما بين 70.4 و 94.4%، مقابل 0% عند معاملة الشاهد وهذا يتفق مع ما نشر سابقاً (6، 7، 28) من حيث قدرة الفطر *F. oxysporum* على تدمير المحصول بشكل كامل حتى 100% عند توافر الظروف المناسبة لتطور الممرض.

تأثير الفطر *T. harzianum* في نمو العزلات الأربع للفطر الممرض *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* مخبرياً

أظهرت النتائج (جدول 2) وجود تأثير للفطر *T. harzianum* في نمو الفطر *F. oxysporum*، حيث تراوحت درجة التضاد بينهما ما بين 1.67 و 2.4، وكانت أكثر العزلات تأثيراً بالفعل التثبيطي للفطر *T. harzianum* العزلة 1، وأقلها تأثيراً كانت العزلة 3 (1.67 و 2.4، على التوالي)، في حين لم تظهر أية فروق معنوية ما بين العزلات 1، 2 و 4، وحسب Bell (12) يعد الفطر الحيوي بدرجة التضاد 1 و 2 ذو قدرة تطفلية عالية. يبين جدول 2 وجود فروق معنوية ما بين عزلات *F. oxysporum* من حيث شدة التضاد مع عزلة *T. harzianum*، إذ بلغت قيمة شدة التضاد 13.1% ضد العزلة 3 التي كانت أقل تأثيراً بالكبح مقارنة مع العزلات الثلاث الباقية 1 و 2 و 4 والتي بلغت قيمة شدة التضاد لها 34.8، 40.4 و 28.5%، على التوالي. وهذا يتفق مع نتائج باحثين بينوا قدرة الفطر *T. harzianum* في السيطرة حيوياً على الفطر الممرض *F. oxysporum* في العديد من المحاصيل الزراعية (2، 31)، حيث حققت العزلات *T. harzianum* Th 4 و Th 3 أفضل تأثير في نمو الفطر *F. oxysporum* على البندورة من خلال التنافس أو التطفل المباشر (2، 29).

و (4) *F. oxysporum* مع فيتافاكس (FOC+V). قُدرت نسبة الإنبات، وبعض الصفات الإنتاجية للمحصول في مرحلتي الإزهار والعقد. كما قُومت بعض المؤشرات المرضية من نسبة وشدة الإصابة في مرحلتي الإزهار والعقد. وحللت البيانات الناتجة وفق البرنامج الإحصائي GenStat 7th Edition.

النتائج والمناقشة

اختبار القدرة الإراضية لعزلات الفطر *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* أظهرت النتائج (جدول 1) أن الفطر *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* أثر في نسبة إنبات بذور الحمص بفروق غير معنوية إذ تراوحت ما بين 50.0 و 80.6% في المعاملات المعدة بعزلات FOC الأربع (1، 2، 3، 4)، مقارنة مع 80.6% عند معاملة الشاهد. كما لم تبد المعاملات الأربع أية فروق معنوية من حيث مؤشر شدة الإصابة الذي تراوحت قيمه ما بين 0.66 و 0.72، بينما كانت الاختلافات معنوية بالمقارنة مع الشاهد. تدرجت أعراض الإصابة بتغيير لون الأوراق من اللون الأخضر الباهت إلى الأصفر بدرجاته المختلفة حتى وصلت إلى تدلي وجفاف بعض الأفرع، وذبول النبات عند شدة الإصابة العالية حسب شراسة العزلات المستخدمة في الإعداء. وهذا يتفق مع ما توصل إليه Khan وآخرون (23) من أن نباتات الحمص تتفاوت من حيث التعبير عن الأعراض (اصفرار وذبول) الناجمة عن الإصابة بفطر *F. oxysporum* تبعاً لاختلاف العزلات الممرضة من حيث الشراسة، حيث بلغت درجة شدة الإصابة على نباتات الحمص 3.7 بعمر 75 يوماً بحسب المقياس المتبع. كما أظهرت النتائج (جدول 1) فروقاً عالية

1. نسبة إنبات بذور الحمص ونسبة الإصابة مؤشر شدة الإصابة على نباتات الحمص صنف غاب 3 2 1 4
الشاهد *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (FOC).

Table 1. Germination rate of chickpea seeds, infection rate and disease intensity index (DII) of chickpea plants (cv. Ghab 3) when inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC) isolates 1, 2, 3, 4.

Disease intensity index	% of infection	% of germination	Treatment	
0.00 a	00.00 a	80.60 a	Control	الشاهد
0.66 b	70.40 b	55.60 a	Infection with isolate 1	1
0.66 b	94.40 b	69.40 a	Infection with isolate 2	2
0.71 b	88.90 b	50.00 a	Infection with isolate 3	3
0.72 b	85.20 b	80.60 a	Infection with isolate 4	4
0.23	43.74	32.76		

أقل فرق معنوي عند مستوى المعنوية 0.05

LSD at P= 0.05

إن القيم المتبوعة بنفس الحروف في نفس العمود لا يوجد بينها فروق معنوية عند احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05

تأثير الفطر *T. harzianum* في تطور الفطر الممرض *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* (تجربة نصف حقلية)

بينت النتائج (جدول 3) وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملات، حيث تفوقت المعاملة FOC+V على المعاملتين FOC+T.h و FOC+T.h من حيث نسبة إنبات البذور، وبلغت 97.5، و71.3 و47.5%، على التوالي. بينما لم تظهر المعاملة FOC+V أية فروق معنوية مع معاملة الشاهد 88.8%. وهذا يتوافق مع أن الفطر *Fusarium* يفرز بعض المواد التي تحرض البذور على الإنبات، إضافة لدور كاسي البذار الفيتافاكس في حماية البذور عند الإنبات وفي المراحل الأولى من حياة النبات، فقد تبين أن الثيرام - الداخل في تركيب الفيتافاكس - قد شجع إنبات بذور الحمص بنسبة 80% (33). كذلك بين Singh وآخرون (34) أن مزيج الثيرام والكريندازيم قد زاد من معدل إنبات بذور الحمص للغرام الواحد. بينما الكاربوكسين ذو الفعالية الجهازية يخترق سطح البذرة وينفذ إلى داخلها مؤثراً على الفطور الكامنة بها، ويكون هالة حول البذرة في التربة تقضي على الفطور المحيطة بها، ويثبط نمو فطر *F. oxysporum* كما يخفف من شدة الإصابة (15). بينما وجود الفطر *T. harzianum* في المعاملة FOC+T.h قد أدى إلى تنشيط نشاط الفطر *F. oxysporum* ومنعه من إفراز هذه المواد المنشطة نتيجة لقدرة الفطر *T. harzianum* على إفراز بعض المركبات السامة كمادة pyrones (9، 13، 24)، أو لقدرته على تكوين مركبات ذات تأثير سمي للممرضات من بروتينات وأنزيمات محللة للجدر الخلوية للفطر (الكيتيناز والغلوكوناز والبروتياز)، إضافة إلى نواتج استقلاب ثانوية ومضادات حيوية (2، 8، 37).

حيات بادرة الحمص تكون مازالت في بداية تأسيس مجتمعاتها في التربة ولم تصل بعد إلى الكثافة الفعالة في تحسين نمو النبات.

كما أظهرت المعاملة FOC+T.h تفوقاً معنوياً واضحاً في غالبية المؤشرات المدروسة في مرحلتي الإزهار والعقد، فقد ارتفع عدد الأزهار ووزن الـ 100 بذرة بشكل معنوي مقارنة مع بقية المعاملات والشاهد. كان متوسط عدد الأزهار في المعاملة FOC+T.h (7.89 زهرة) بينما كان عددها في معاملة الشاهد 2.4 زهرة وللـ FOC 2.2 زهرة ولـ FOC+V 4.35 زهرة. وزاد وزن الـ 100 بذرة للمعاملة FOC+T.H حتى 22.7 غ بالمقارنة مع معاملة الـ FOC (9.8 غ) ومعاملة FOC+V (12.9 غ) والشاهد (5 غ). كما أثرت في زيادة عدد البذور للنبات الواحد والوزن الجاف بالمقارنة مع كل من المعاملتين FOC والشاهد، فكان 15.5 بذرة عند المعاملة FOC+T.h و 3.2 بذرة للمعاملة FOC و 1.5 بذرة للشاهد. وكذلك ارتفع الوزن الجاف إلى 2.77 غ عند المعاملة FOC+T.h بفارق معنوي مع المعاملتين FOC (1.23 غ) والشاهد (1.35 غ). وتتفق هذه النتائج مع ما أشارت إليه

كما أكدت عديد من الأبحاث فعالية الفطر *T. harzianum* في خفض نمو وتطور الفطر الممرض *F. oxysporum*، فقد أبدت رواشح العزلات T9، T10، T15 و T19 للفطر الحيوي *T. harzianum* فعالية ضد الفطر الممرض *F. oxysporum* التي أجريت مخبرياً في جامعة الأناضول في تركيا (24)، كما خفصت *T. harzianum* شدة الإصابة حتى 67.93% مخبرياً (35). أظهرت *T. harzianum* ثلاثة أشكال من التضاد مع الفطر *F. oxysporum* على الشكل التالي: 1: وجود منطقة عازلة خالية من النمو بين غزلي الفطرين *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* و *T. harzianum*؛ 2: نمو غزل *T. harzianum* فوق غزل *F. oxysporum*؛ 3: وجود نمو غزلي غزير من *T. harzianum* بشكل حاجز يمنع تقدم *F. oxysporum*. وتعود القدرة التضادية للفطر *T. harzianum* إلى خاصيتها في تكوين مركبات ذات تأثير سمي للممرضات من بروتينات وأنزيمات محللة للجدر الخلوية للفطر (الكيتيناز والغلوكوناز والبروتياز)، إضافة إلى نواتج استقلاب ثانوية ومضادات حيوية (2، 8، 37).

2. تأثير الفطر *Trichoderma harzianum*

Fusarium oxysporum f.sp. *ciceris* (FOC)

من حيث درجة

Table 2. Effect of *Trichoderma harzianum* on growth of four isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC) based on antibiosis level severity.

Antibiosis severity	Antibiosis degree*	(FOC) Treatment (FOC)	
34.8 bc	1.67 a	Isolate 1	1
40.4 c	1.73 a	Isolate 2	2
13.1 a	2.40 b	Isolate 3	3
28.5 b	1.87 a	Isolate 4	4
8.21	0.42		

المعنوية 0.05
LSD at P= 0.05

*حسب مقياس Bell (11) من 5 درجات هي: 1= المضاد يغطي كامل الطبق 2= الفطر المضاد يغطي 3/2 3= الفطر المضاد و الفطر الممرض يغطي كل منهما نصف مساحة الطبق 4= الفطر الممرض يغطي 3/2 5= الفطر الممرض يغطي الطبق

*According to Bell scale (11) of five categories: 1= The antagonistic fungus completely covered the plate area, 2= The antagonistic fungus covered 2/3 of the plate area, 3= Each of the antagonistic fungus and the pathogen covered 1/2 of the plate area, 4= The pathogen covered 2/3 of the plate area, 5= The pathogen completely covered the plate area.

إن القيم المتبوعة بنفس الحروف في نفس العمود لا يوجد بينها فروق معنوية 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05

كل من المعاملتين FOC (81.7 و 93.8%)، على التوالي) و FOC+V كلتا المرحتين، مع عدم وجود أية فروق معنوية بين معاملتي FOC و FOC+V في مرحلتي العقد والإزهار والتي يكون فيها تأثير الفيتافكس قد انخفض، مقارنة مع فعاليته الأعلى في مرحلة البادرات. كما خفضت *T. harzianum* قيمة مؤشر شدة الإصابة في كلتا مرحلتي الإزهار والعقد وبتفوقٍ معنويٍّ إلى 0.03 و 0.1 على التوالي؛ مقارنةً مع المعاملتين FOC (0.37 و 0.78، على التوالي) و FOC+V (0.24 و 0.55، على التوالي)، ودون وجود أية فروق معنوية بين معاملي FOC و FOC+V. وتتفق هذه النتائج مع العديد من الأبحاث التي أثبتت فعالية *T. harzianum* في مكافحة الذبول الوعائي على عددٍ من المحاصيل وبخاصة أشكال الفطر *F. oxysporum* ومنها مستخلصات العزلات T9، T10، T15، T19 (24)، كما خفضت *T. harzianum* شدة الإصابة حتى 81.31% حقلياً (35).

الدراسات من أن للفطر *T. harzianum* القدرة على تحريض وزيادة نمو الجذور، الأمر الذي ينتج عنه زيادة في نمو وتطور النبات، وبالتالي زيادة في إنتاجية المحصول (20، 32). فقد أشار Boureghda و Bouznad (14) إلى أن معاملة بذور الحمص بإحدى عزلات *Trichoderma spp.* قد أحدثت زيادة في النمو الخضري لنبات الحمص بما يتضمن ارتفاع ساق النبات وكذلك الوزن الجاف والطري للمجموع الخضري. وقد تعود هذه الزيادة إلى أن الفطر *T. harzianum* يحسن من قدرة النبات على الاستفادة من عناصر التربة، إضافة إلى إفرازه لمواد غذائية دقيقة (فيتامينات وهرمونات ومعادن) يستخدمها النبات كمصدر إضافي للتغذية (2، 8، 37).
أما من حيث المؤشرات المرضية (جدول 4)، فقد أسهم الفطر *T. harzianum* في زيادة قدرة نباتات الحمص على مقاومة الإصابة بالفطر *F. oxysporum*، حيث انخفضت نسبة إصابة النباتات بوجود فطر *T. harzianum* سواء أكان ذلك في مرحلة الإزهار أم العقد - وبفارقٍ معنويٍّ واضحٍ- إلى 11.2 و 26.2% على التوالي مقارنةً مع

3. متوسط نسبة إنبات البذور وعدد الأزهار وعدد () 100 (غ) تحت تأثير (*F. oxysporum* + *F. oxysporum* + *T. harzianum* + *F. oxysporum* + فيتافكس والشاهد).

Table 3. Average seed germination, number of flowers, number of seeds, weight of 100 seeds (g) and dry weight (g) in response to the four treatments (*F.oxysporum*, *F.oxysporum* + *T. harzianum*, *F. oxysporum* + vitavax and control).

<i>F. oxysporum</i> + vitavax	<i>F.oxysporum</i> + <i>T. harzianum</i>	<i>F. oxysporum</i>	الشاهد Control	Parameters	
97.50 a	47.50 c	71.20 b	88.80 a	Germination (%)	(%)
4.35 b	7.90 a	2.20 b	2.40 b	Number of flowers	عدد الأزهار
10.00 ab	15.50 a	3.20 bc	1.50 c	Number of seeds	
2.38 a	2.77 a	1.23 b	1.35 b	Dry weight (g)	()
12.90 b	22.70 a	9.80 b	5.00 b	Weight of 100seed (g)	() 100

إن القيم المتبوعة ذاتها لا يوجد بينها فروق معنوية عند احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same row are not significantly different at P=0.05

4. نسبة الإصابة وقيمة مؤشر شدة الإصابة في مرحلتي الإزهار والعقد تحت تأثير (*F. oxysporum* + *F. oxysporum* + *T. harzianum* + *F. oxysporum* + فيتافكس والشاهد).

Table 4. Infection rate and disease intensity index (DII) during flowering and fruit set stages of four treatments (*F. oxysporum*, *F. oxysporum* + *T. harzianum*, *F. oxysporum* + vitavax and control).

<i>F. oxysporum</i> + vitavax	<i>F.oxysporum</i> + <i>T. harzianum</i>	<i>F. oxysporum</i>	الشاهد Control	Parameters	
100.00 b	11.2 a	81.70 b	11.10 a	% of infection at of flowering	الإزهار
0.24 b	0.03 a	0.37 c	0.02 a	DII at flowering	مؤشر شدة الإصابة عند الإزهار
0.55 b	26.20 a	93.8 b	22.2 a	% of infection at of fruit set	
0.55 b	0.10 a	0.78 c	0.07 a	DII at fruit set	

إن القيم المتبوعة ذاتها لا يوجد بينها فروق معنوية عند احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same row are not significantly different at P=0.05

الممكن أن تعود قدرة الفطر *T. harzianum* على خفض الإصابة بالفطر *F. oxysporum* إلى قدرة الأول على تحريض المقاومة الجهازية المكتسبة في النبات العائل ضد الفطر الممرض، وذلك يتفق مع دراسات سابقة (2، 29، 32) التي أظهرت قدرة العزلات *T. harzianum*، Th 4 و Th 3 على استحثاث المقاومة الجهازية في النباتات العائلة ضد الممرض من خلال رفع فعالية أنزيمات البيروكسيداز وبولي فينيل أوكسيداز وكتالاز في جذور نبات البندورة من خلال السيطرة الحيوية والتنافس أو التطفل المباشر. كما أن لهذه العزلات القدرة على إفراز مركبات في النبات تحت إنتاج الإيتلين، وتعرض استجابة فرط الحساسية وآليات دفاعية أخرى في النبات وذلك عند وجودها بأعداد وفيرة قرب جذور النبات. أما بالنسبة لمعاملة البذور بالفيتافاكس فيعود ارتفاع المؤشرات المرضية إلى أن تأثير الفيتافاكس قد زال بمرور الوقت بسبب تفككه وغسله مع مياه الري، بما يسمح بتطور مجتمعات الفيوزاريوم في التربة خاصة مع ارتفاع معدل درجات الحرارة اليومي حتى 18.4° س في شهر نيسان/أبريل ووصولها إلى 22.9° س في أيار/مايو، وهي الحرارة الملائمة لتكاثر الفطر FOC ونموه (عن التقارير الشهرية لمحطة الأرصاد الجوية في سهل الغاب).

إن معاملة بذور الحمص قبل الزراعة بإحدى عزلات *Trichoderma atroviride* (Ta.7، Ta.3، Ta.13)، أو *T. harzianum* (Th.6، Th.12، Th.15، Th.16، Th.18)، أو *T. longibrachiatum* (TL.1، TL.2، TL.4، TL.5، TL.8، TL.9، TL.10، TL.11، TL.14، TL.17) غالباً ما يعيق تطور المسبب المرضي، وبالتالي تحدث انخفاضاً معنوياً في شدة المرض بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل. أعطى مؤشر شدة الإصابة أدنى قيمة عند المعاملة بالعزلة Ta.13 والتي خفضت شدة المرض بمقدار 83.92% بالمقارنة مع الشاهد (FOC بمفرده). بينما كانت العزلات Ta.13، Ta.7، Ta.13 بالإضافة إلى العزلة Th.16 أكثر عزلات *Trichoderma spp.* فعالية في حماية بادرات الحمص ضد الفطر الممرض (14). يمكن تفسير ذلك بأن التأثير التثبيطي للفطر *T. harzianum* يعود لقدرة على إنتاج مركبات سامة مثل Pyrones، Trichodermin، Viridin، Gliotoxin، Trichothecin (9)، إذ لاحظ كل من Küçük و Kivanç (24) و Barakat وآخرون (9) أن الفطر *T. harzianum* يفرز مركبات سامة تعرف بالـ Pyrones تؤثر بشكل فعال في الفطور الممرضة كـ *F. oxysporum*؛ ومن

Abstract

Aloush, L.A., S.K. El-Moghrabi and B.A. Barhoum. 2015. Effect of *Trichoderma harzianum* on *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* causing chickpea wilt. Arab Journal of Plant Protection, 33(2): 192-200.

This research aimed to study the pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC) on chickpea cultivar Ghab3, and to evaluate the biological control activity of a local isolate of *Trichoderma harzianum*, to estimate its inhibitive impact on growth and development of FOC fungus under field and laboratory conditions and to compare this effect with that of vitavax fungicide. The inhibition degree was evaluated, *in vivo*, using Ghab 3 chickpea seeds sown in pre-inoculated peat with *T. harzianum* first and then inoculated with spore suspensions of the aggressive isolate of *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*. Some seeds were treated with vitavax fungicide and others left without treatment (control). Germination rate, dry weight, 100-seed weight, the number of flowers, disease incidence and severity were determined. Laboratory results showed a significant inhibition effect of *T. harzianum* on the growth and development of the pathogen. This result was clearer in the case of isolate 1 with high degree of antagonism = 1.6. The *In vivo* vegetative parameter of plants treated with *T. harzianum* were significantly higher than those of the control, particularly the number of flowers and the 100-seed weight which were significantly higher in treated plants and reached 7.89 flowers, and 22.7 g, respectively, as compared to the control (2.2 flowers and 9.8 g, respectively). Low disease severity and disease incidence were recorded for *T. harzianum* treated plants (0.03 and 11.2%, respectively) as compared with non-treated ones (0.37 and 81.7%, respectively). The tested *T. harzianum* isolate could be a promising antagonist to control chickpea wilt disease.

Keywords: Chickpea, *Fusarium*, *Trichoderma*, pathogenicity, antibiosis.

Corresponding author: L.A. Aloush, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria, email: engineerlaela@gmail.com

References

3. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2012. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية. مديرية الاقتصاد
4. سي موسى، ليلى - بلعيد عائشة تاج الدين ميلود بلحسن وبسام بياعة. 2010. تأثير إضافة مستخلصات بعض النباتات الطبية ومساحيقها في فطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *albendinis* المسبب لمرض البيوض على النخيل في الجزائر. مجلة وقاية النبات العربية، 28: 71-79.

المراجع

1. الطائي، علي كريم، هدى حازم الطائي وسلو سبيتو مراد. 2010. - الذبول الفوزاريومي على الحمص. مجلة زراعة الرافدين 38: 1-9.
2. ورفاء سعيد قاسم. 2010. *Trichoderma* في استحثاث بعض الأنزيمات الدفاعية ضد *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* في نباتات الطماطة. مجلة زراعة الرافدين 38: 1-12.

- Danica* by *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum*. Asian Journal of Plant Pathology, 3: 50-60.
21. **Jiménez-Gasco, M.M., E. Pérez-Artés and R.M. Jiménez-Díaz.** 2001. Identification of pathogenic races 0, 1B/C, 5, and 6 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* with random amplified polymorphic DNA (RAPD). European Journal of Plant Pathology 107: 237-248.
 22. **Joshi, B.B., R.P. Bhatt and D. Bahukhandi.** 2010. Antagonistic and plant growth activity of *Trichoderma* isolates of Western Himalayas. Journal of Environmental Biology, 31: 921-928.
 23. **Khan, M.R., S.M. Khan and A.M. Fayaz.** 2004. Biological control of *Fusarium* wilt of chickpea through seed treatment with the commercial formulation of *Trichoderma harzianum* and/or *Pseudomonas fluorescens*. Phytopathology Meditterreanean, 43: 20-25.
 24. **Küçük, C. and M. Kivanç.** 2003. Isolation of *Trichoderma* spp. and Determination of their Antifungal, Biochemical and Physiological Features. Turkish Journal of Biology, 27: 247-253.
 25. **Landa, B.B., J.A. Navas-Cortés and R. M. Jiménez-Díaz.** 2004. Integrated management of *Fusarium* wilt of chickpea with sowing date, host resistance, and biological control. Phytopathology, 94: 946- 960.
 26. **Mukhtar, I.** 2007. Comparison of Phytochemical and chemical control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. Mycopathology, 5: 107-110
 27. **Muthukumar, A., A. Eswaran and K. Sanjeevkumas.** 2011. Exploitation of *Trichoderma* species on the growth of *Pythium aphanidermatum* in Chilli. Brazilian Journal of Microbiology, 42: 1598-1607.
 28. **Navas-Cortés, J.A., B. Hau and R.M. Jiménez-Díaz.** 2000. Yield loss in chickpeas in relation to development of *Fusarium* wilt epidemics. Phytopathology, 90: 1269-1278.
 29. **Nederhoff, E.** 2001. Biological control of root diseases – especially with *Trichoderma*. CropHouse Ltd, New Zealand, Pathogen Control in Soilless Cultures- Part 15, 56: 24-25.
 30. **Nelson, P.E., T.A. Toussoun and W.F.O. Marassas.** 1983. *Fusarium* species an illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, University Park and London. 142-145.
 31. **Nikam, P.S., G.P. Jagtap and P. L. Sontakke.** 2007. Management of chickpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. African Journal of Agricultural Research, 2: 692-697.
 32. **Ranasingh, N., A. Saurabh and M. Nedunchezhiyan.** 2006. Use of *Trichoderma* in Disease Management. Orissa Review, September – October: 68-70.
 33. **Saroga, D.G.M.** 2012. Effect of fungicides on seed mycoflora and seed germination of chickpea. Indian Journal of Plant Protection, 40: 150-152.
 34. **Singh, K., A. K. Singh and R.P. Singh.** 2004. Effect of fungicidal seed treatment on the fungi associated with chickpea. Annals of Plant Protection Sciences, 12: 450-451.
5. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع إيكاردا. 2013. 6-1.
 6. **Ahmad, M.A.** 2010. Variability in *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* for chickpea wilt resistance in Pakistan. A thesis submitted for the Degree of Doctor in Microbiology, Faculty of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan. 162 pp.
 7. **Ahmad, M.A., S.M. Iqbal, N. Ayub, Y. Ahmad and A. Akram.** 2010. Identification of resistant sources in chickpea against *Fusarium* wilt. Pakistan Journal of Botany, 42: 417-426.
 8. **Al-Taweil, H.L., 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.
 9. **Barakat, R.M., F. Al-Mahareeq and M. Al-Masri.** 2006. Biological Control of *Sclerotium rolfsii* by Using Indigenous *Trichoderma* spp. Isolates from Palestine. Hebron University Research Journal, 2: 27-47.
 10. **Barnett, H.L. and B.B. Hunter.** 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Third Edition. Burgess Publishing Company). 218 pp.
 11. **Belgrove, A.** 2007. Biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* using non-pathogenic *F. oxysporum* endophytes. Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Magister Scientiae, Universiteit Van Pretoria. 156 pp.
 12. **Bell D.K., H.D. Well and C.R. Markham.** 1982. *In Vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. Ecology and Epidemiology, Phytopathology, 72: 379-382.
 13. **Benítez, T., A.M. Rincón, M.C. Limón and A.C. Codón.** 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology, 7: 249-260
 14. **Bouregghda, H. and Z. Bouznad .** 2009. Biological control of *Fusarium* wilt of chickpea using isolates of *Trichoderma atroviride*, *T. harzianum* and *T. longibrachiatum*. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica , 44: 25-38.
 15. **Chandar, K., S. Gangopadhyay and S.L. Godara.** 2013. Efficacy of fungicides in suppressing chickpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*. Plant Disease Research, 28: 71-73.
 16. **Corp, M., S. Machado, D. Ball, R. Smiley, S. Petrie, M. Siemens and S. Guy.** 2004. Chickpea Production Guide. Dry land Cropping Systems: 1-14.
 17. **FAOSTAT.** 2013.
 18. **Haware, M.P.** 1990. *Fusarium* wilt and other important diseases of chickpea in the Mediterranean area. Options Méditerranéennes, Série Séminaires, 9: 61-64.
 19. **Hervás, A., B. Landa, L.E. Datnoff and R.M. Jiménez-Díaz.** 1998. Effects of Commercial and Indigenous Microorganisms on *Fusarium* Wilt Development in Chickpea. Biological Control, 13: 166-176.
 20. **Jegathambigai, V., R.S.W. Wijeratnam and R.L.C. Wijesundera,** 2009. Control of *Fusarium oxysporum* wilts disease of *Crossandra infundibuliformis* var.

37. **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.
35. **Subhani, M.N., S.T. Sahi, L. Ali, S. Hussain, J. Iqbal and N. Hussain.**2013. Management of Chickpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* through antagonistic microorganisms. *Canadian Journal of Plant Protection*, 1: 1-6.
36. **Verma, M., S.K. Brar, R.D. Tyagi, R.Y. Surampalli and J.R. Val'ero.** 2007. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*, 37: 1–20.

Received: December 15, 2014; Accepted: March 13, 2015

تاريخ الاستلام: 2014/12/15؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2015/3/13