Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology

Volume 1, Issue 2, 2025, Pages: 322-333

Journal homepage: https://sjphrt.com.ly/index.php/sjphrt/en/index

Evaluation of the Efficacy of Trichoderma longibrachiatum in the Biocontrol of Fusarium Wilt in Tomato Plants in the Bani Walid Region, Libya

Ghazala Saad Ahmed Abu Fanah [1]*, Abdlalkhaliq Ghayth Musbah [2], Fatin Ebdlasalam Khamkham [3]

[1,2,3] Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Bani Waleed University, Libya

تقييم كفاءة فطر *Trichoderma longibrachiatum* في المكافحة الحيوية ضد مرض الذبول الفيوزاريومي في الطماطم في منطقة بني وليد، ليبيا

غزالة سعد احمد ابوفانه [1]، عبد الخالق غيث مصباح [2]، وفاتن عبد السلام خمخم [3]

[1،2،3] قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بني وليد، ليبيا

*Corresponding author: amnaalhadad@bwu.edu.ly

Received: September 22, 2025	Accepted: December 23, 2025	Published: December 31, 2025

Abstract:

This study aimed to isolate and identify Fusarium oxysporum, the causal agent of Fusarium wilt, from infected tomato plants in the Bani Walid region, Libya, and to evaluate the efficacy of *Trichoderma longibrachiatum* as a biocontrol agent against it. Laboratory dual-culture assays demonstrated a significant inhibitory effect of *T. longibrachiatum* on the radial growth of *F. oxysporum*. Under field conditions, the application of *T. longibrachiatum* significantly reduced the incidence of Fusarium wilt compared to the control, enhancing plant growth parameters. The results indicate that *T. longibrachiatum* is a promising biocontrol agent for the integrated management of Fusarium wilt in tomatoes.

Keywords: Biological control, Trichoderma longibrachiatum, Fusarium oxysporum, Fusarium wilt, Tomato, Bani Walid.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى عزل وتشخيص فطر *Fusarium oxysporum* المسبب لمرض الذبول الفيوزاريومي من نباتات الطماطم المصابة في منطقة بني وليد بليبيا، وتقييم كفاءة فطر *Trichoderma longibrachiatum* كعامل مكافحة حيوية ضده. أظهرت اختبارات التضاد في المزرعة المزدوجة تحت الظروف المختبرية تأثيراً تثبيطياً معنوياً لفطر *T. longibrachiatum* على النمو الشعاعي لفطر *F. oxysporum*. كما أدى استخدام الفطر المضاد تحت ظروف الحقل إلى خفض نسبة الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي بشكل معنوي مقارنة مع معاملة الشاهد، مع تحسين معايير نمو النبات. تشير النتائج إلى أن فطر *Trichoderma longibrachiatum* يعد عامل واعداً للمكافحة الحيوية يمكن دمجه في إدارة مرض الذبول الفيوزاريومي في الطماطم.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الكلمات المفتاحية: مكافحة حيوية، *Trichoderma longibrachiatum*، *Fusarium oxysporum*، ذبول فيوزاريومي، طماطم، بني وليد.

المقدمة

تشكل مقاومة المضادات الحيوية (AMR) أحد التحديات الصحية العالمية المصنفة كخطر رئيسي على البشرية. في مواجهة هذا التحدي، يتجه البحث في علم الميكروبيولوجيا الدوائية نحو استكشاف "الصيدليات الطبيعية" غير التقليدية، مع التركيز ليس فقط على المملكة النباتية، بل أيضاً وعلى المملكة الفطرية، حيث تمتلك هاتان المملكتان أنظمة دفاعية كيميائية معقدة تطورت عبر ملايين السنين لإنتاج ترسانة هائلة من المركبات الثانوية ذات النشاط المضاد للميكروبات.(Salem, et al,. 2025)

يُعد الفيوزاريوم من أبرز المسببات المرضية التي تؤثر على محصول الطماطم، مما يؤدي إلى خسائر كبيرة في الإنتاج. يعد مرض الذبول الفيوزاريومي (Fusarium wilt) من الأمراض الفطرية المدمرة التي تصيب نباتات الطماطم عالمياً مسبباً خسائر اقتصادية كبيرة في إنتاجية المحصول. ينتج هذا المرض عن عدة أنواع من الفطريات تنتمي إلى الجنس *Fusarium*، وأبرزها *Fusarium oxysporum*.

وهو فطر تربة يهاجم نظام الأوعية الخشبية للنبات مسبباً ذبولاً تدريجياً ينتهي بموت النبات. يعتبر فطراً مستقراً في التربة، حيث يمكنه البقاء على قيد الحياة لسنوات عديدة في صورة جراثيم أو هيفات، مما يعقد مكافحته. تتميز الإصابة بأنها تشمل النبات بأكمله، مع اصفرار الأوراق السفلية أولاً، وتقزم النمو وتشوه الأوراق في بعض الأحيان. تختلف شدة المرض وسرعة انتشاره حسب العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة ونوع التربة، بالإضافة إلى العامل الوراثي لنبات الطماطم حيث توجد أصناف مقاومة وأخرى حساسة. يساهم استخدام تقنيات الزراعة غير السليمة مثل الري المفرط أو زراعة نباتات الطماطم في تربة ملوثة، في زيادة انتشار المرض. يشكل هذا المرض تحدياً كبيراً لمزارعي الطماطم.

يعد نبات الطماطم من محاصيل الخضر الشائعة للاستخدام في أنحاء العالم، ويتميز المحصول بقيمة غذائية عالية؛ يحتوي على الكربوهيدرات والبروتينات والدهون في بعض الثمار الطازجة (أبوغنية، 1998). وبعض العناصر المعدنية مثل الفوسفور والكالسيوم والحديد وبعض الفيتامينات. تزرع الطماطم في مناطق عديدة، ويصاب نبات الطماطم كغيره من محاصيل الخضر بالعديد من الأمراض، ومنها مرض الذبول الفيوزاريومي المسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum*(Agrios، 2005).

ويؤثر الفطر بشكل معنوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنبات، ويقلل من إنتاجية المحصول. ينتقل الفطر بالبذور، وتحدث الإصابة على جانب آخر من النبات، وتقدم الإصابة يؤدي إلى موت النبات بالكامل.

ونتيجة للأضرار الكبيرة التي يحدثها فطر الذبول الفيوزاريومي على نباتات الطماطم، ولما يتميز به الفطر من تحمله للظروف البيئية القاسية والمدى العائلي الواسع، بالإضافة إلى النمو السريع وقدرته على إنتاج أعداد كبيرة من الجراثيم الفعالة في أحداث الإصابة، وخصوصاً الجراثيم الكلاميدية التي تبقى حية في التربة الحقلية لمدة طويلة تقريباً، وهذا يجعل المقاومة عن طريق الدورة الزراعية أو العمليات الزراعية الأخرى غير عملية. ونظراً لزيادة إقبال المزارعين على زراعة الطماطم على مستوى الأسواق العالمية نتيجة البحوث التي أبرزت القيمة الغذائية لهذه المنتجات ودورها الهام في الوقاية من الأمراض، وبالنظر لتزايد خطورة هذا المرض على شتلات الطماطم وضرورة مكافحته، ولما أشارت إليه الدراسات عن جنس *Trichoderma*من استخدام فطر الترايكوديرما على نطاق واسع كعامل مكافحة حيوية للعديد من الأمراض النباتية (Dubeyوآخرون، 2007.)

وذلك بسبب امتلاك الفطر للعديد من الآليات التي تؤثر من خلالها في الفطر الممرض، كالتطفل على الفطريات الممرضة، وإفراز إنزيمات، وإنتاج مضادات حيوية ذات تأثير تضادي، والتنافس الشديد في محيط الجذور على المكان والغذاء، وتحسين نمو النبات.

ويعتبر استخدام هذا الفطر بديلاً آمناً للنباتات والبيئة مقارنة باستخدام المكافحة الكيميائية التي تسببت في مخاطر على البيئة والنباتات.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تهدف هذه الدراسة إلى الحصول على عزلات نقية لفطر الفيوزاريوم من نبات الطماطم المصاب بمزرعة سوف الجين في بني وليد، وتقييم كفاءة فطر *Trichoderma longibrachiatum* التي تم استعارتها من مركز البحوث بوزارة الزراعة في طرابلس (إحدى العزلات) ضد فطر الفيوزاريوم. وتقييم كفاءة *Trichoderma longibrachiatum* في تثبيط نمو فطر الفيوزاريوم في المختبر وتحت ظروف الحقل.

أهداف البحث

تهدف هذه الدراسة إلى الحصول على عزلة نقية من فطر الفيوزاريوم المسبب لمرض الذبول من الجذور والتربة المحيطة بجذور النباتات المصابة بمنطقة وادي سوف الجين، وتقييم كفاءة عزلة الترايكوديرما في تثبيط نمو فطر الفيوزاريوم في المختبر والحقل.

مشكلة البحث

تُعتبر عدوى الفيوزاريوم من العوامل الرئيسية وراء خسائر كبيرة في محاصيل الطماطم، حيث تؤدي إلى تدهور جودة النباتات وزيادة معدلات الفقد. تشكل هذه المشكلة تحديًا كبيرًا للمزارعين، مما يدفع الحاجة لاستخدام حلول بديلة وآمنة.

الدراسات السابقة

وصف الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزاريومي(*Fusarium oxysporum*)

بداية نمو مستعمرات الفطر التي يتم عزلها على الوسط المغذي PDA يكون لونها أبيض مصفر مائلاً إلى الأحمر الأرجواني، وتتحول بعدها إلى اللون الأرجواني الغامق بعد مرور أسبوعين من تنمية الفطر على الوسط المغذي .(PDA) ويكون الفطر ثلاثة أنواع من الأبواغ وهي:

الأبواغ الكونيدية الكبيرة(Macroconidia)

تكون مغزلية الشكل، وعادة تتكون من 3-5 خلايا، أطرافها مدببة ومنحنية. تتكون الأبواغ بأعداد كبيرة، وغالباً ما تتشكل في مجموعات أو كتل سبورودوشية.(Sporodochia)

الأبواغ الكونيدية الصغيرة(Microconidia)

صغيرة، بيضية إلى كلوية الشكل، عادة ما تكون وحيدة الخلية، وفي بعض الأحيان تتكون من خليتين، وتنشأ على حامل كونيدي قصير.

الأبواغ الكلاميدية(Chlamydospores)

يكون الفطر نوعين من الأبواغ الكلاميدية: أحدهما يتكون داخل الكونيديا الكبيرة، والآخر يتكون داخل الميسليوم، إما أن يكون طرفياً أو بينياً (أبوغنية، 1998؛ العروسي، 1993).

وصف جنس *Trichoderma* spp (عامل المكافحة الحيوية)

بداية نمو مستعمرات الفطر على الوسط المغذي PDA يكون لونها أخضر فاتح، وتتحول بعدها إلى اللون الأخضر المصفر، وتكون في حلقات مرتَّبة. الخيط الفطري مقسم ومتفرع، الحامل الكونيدي طويل ورفيع ذو فروع مرتفعة مع فروع جانبية طويلة (Harman, 2005; Agrios, 2005; Mishra وآخرون, 2006;1969, Rifai, 2013).

الطور الجنسي *Trichoderma*

جذبت طرائق المكافحة الحيوية انتباه الباحثين في الجامعات والمراكز البحثية في العالم خلال العقود الماضية، بسبب الحاجة لإيجاد وسائل بديلة لمكافحة الآفات الزراعية بطرق آمنة بيئياً، وللتقليل من الاعتماد على المبيدات الكيميائية والحد من أخطارها البيئية. وحظي فطر *Trichoderma* spp باهتمام الباحثين بصفة خاصة، وذلك لقدرة بعض أنواع هذا الفطر على مكافحة أهم ممرضات النبات الفطرية القاطنة في التربة.

وجد في دراسة مسح وتعريف بعض عزلات من الفطر *Fusarium* على محصول الطماطم من بعض المناطق الساحلية في ليبيا، أن هناك عدة أنواع من الفطر *F. solani* و *F. moniliformae* على هذا

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المحصول (جذور، سيقان وتربة) منها *Fusarium fusarioides*، والأخير عُزل لأول مرة في ليبيا. أما النوع الذي كان أكثر شيوعاً فهو *F. oxysporum*على الأصناف المحلية لهذا المحصول.

قام بلعيد وآخرون (2000) بدراسة القدرة التضادية لفطر *T. harzianum*ضد الفطر الممرض *F. oxysporum* f. sp. *lentis*المسبب لمرض الذبول على العدس، فوجد أن الفطر *T. harzianum*منع نمو الفطر الممرض وأحدث له تثبيطاً معنوياً وقلل من نسبة الذبول في التربة الملوثة بالفطر الممرض. كما قام الشعبي ومطرود (2002) بدراسة تقييم فاعلية عزلات مختلفة من فطر *Trichoderma* sppمخبرياً، حيث أظهرت العزلات مقدرتها على منع نمو بعض الفطريات الممرضة المنقولة بالتربة، واحتلت العزلة *T. koningii*المرتبة الأولى في تأثيرها المثبط لنمو فطر *R. solani*.

ودرس اسطيفان وآخرون (2003) تأثير نسب رطوبة التربة 25%، 50%، 75%، 100% على فطري *T. harzianum*و *Paecilomyces* spp، فوجد أن الزيادة في معدلات نمو النبات عند نسبة الرطوبة 75% توافقت مع الزيادة في أعداد المستعمرات الفطرية للفطر *T. harzianum*، وحققت نسبة الرطوبة 75% فروقاً أو زيادة معنوية لنمو الفطر *T. harzianum*أفضل من الفطر *Paecilomyces* spp.

قام الزوبعي وآخرون (2004) بدراسة اختبار حساسية بعض أصناف البطاطس لأنواع من الفطر *Fusarium* spp، وسجلت أعلى نسبة ذبول 38.9% في المعاملة بفطر (*F. solani*عزلة(S18 ، أما العزلة 85 لنفس الفطر فقد أظهرت أقل نسبة إصابة (ذبول) 17.2%، بينما كانت نسبة الذبول التي سببها *F. oxysporum*(عزلة 014) بمعدل 32.6%. قيم حافظ وآخرون (2005) القدرة التضادية لأربع وثلاثين عزلة من فطر *Trichoderma* sppضد عزلة من فطر *Macrophomina phaseolina*، حيث أظهرت نتائج الاختبار باستخدام تقنية المزرعة المزدوجة أن 14 عزلة من فطر *Trichoderma* sppلها قدرة تضادية عالية اعتماداً على سلم التضاد 1-5. أما في اختبارات البيت الزجاجي فقد حققت العزلتان 21 و122 انخفاضاً في شدة الإصابة بمرض التعفن الفحمي على السمسم الناتج عن الإصابة بفطر *M. phaseolina*. أوضحت الدراسة المعملية التي أجراها Hibar وآخرون (2005) أن الفطر *T. harzianum*يثبط نمو فطر *F. oxysporum*تحت ظروف المعمل بنسبة 65% عند درجة 25م، وحقلياً لوحظ أن الشتلات المعاملة بفطر *T. harzianum*أظهرت مقاومة لمرض الذبول الفيوزاريومي وزيادة في نمو النبات.

أجرى Nel (2006) دراسة لتحديد مقدرة كل من فطر *F. oxysporum*غير الممرض وفطر *Trichoderma* sppالمعزولين من التربة المثبطة في جنوب أفريقيا واللذين تم استخدامهما للحد من مرض الذبول الفيوزاريومي في البيوت الزجاجية، حيث نُميت هذه العزلات على الوسط المغذي PDA في التجربة المعملية. أما في تجربة البيوت الزجاجية فإن العزلات نُميت على جذور الموز قبل إضافتها مرة أخرى إلى التربة المحتوية على الكائنات الممرضة، ثم فحصت بادرات الموز لتقدير شدة إصابتها بالمرض بعد سبعة أسابيع. أما الاختبارات المعملية فإن العزلات غير الممرضة أظهرت عدم قدرتها على تثبيط نمو الفطر المسبب للذبول *F. oxysporum* f. sp. *cubense*، بينما لوحظ تثبيطاً بسيطاً مع عزلتين من فطر *Trichoderma* sp. أما نتائج الصوبة الزجاجية فأظهرت انخفاض معدل الذبول الفيوزاريومي، حيث أن عزلتي الفطر غير الممرضتين *F. oxysporum* CAV255و CAV241قد خفضتا الذبول الفيوزاريومي بنسبة 87.4% و75% على التوالي.

أكد Dubey وآخرون (2007) في دراسة لتقييم عشرة أنواع من جنس الفطر المضاد *Trichoderma* sppضد أربع عزلات من الفطر الممرض *F. oxysporum*المسبب لمرض ذبول الحمض بطريقة المزرعة المزدوجة، أظهرت كفاءة عالية في تثبيط نمو الفطر الممرض. وعند معاملة البذور والنباتات براشح الفطر المضاد أدى إلى زيادة نمو المجموع الخضري وقلل ظهور حالات الذبول تحت ظروف البيوت المحمية والحقل.

قامت Duzan وآخرون (2007) بدراسة محلية لمعرفة الاختلافات الوراثية لثلاث سلالات من فطر *Trichoderma* sppومدى تطابقها مع سلالات العزلة Lib1, Lib2, Lib3 *Trichoderma* sppالمستعملة تجارياً كمبيد حيوي ضد الفطريات الممرضة *T. harzianum*.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

أوضحت الدراسة أن السلالة Lib1 تطابق سلالة النوع *T. longibrachiatum* بنسبة 99%، والسلالة Lib2 تطابق النوع بنسبة 100%، ووجد لها فعالية تضادية ضد الفطرين *Rhizoctonia* spp و *Fusarium* spp المحمولة بالتربة معملياً عند درجات حرارة 25 و30 م على التوالي.

قامت Slochana و Rini (2007) بتقييم كفاءة 26 عزلة محلية من أنواع *Trichoderma* و56 عزلة من *Pseudomonas* ضد *F. oxysporum* و *R. solani* تحت الظروف المعملية. وكانت أهم العزلات التي لها تأثير تضادي ضد *R. solani* هي *T. pseudokoningii* TR17 و *T. viride* TR20. ضد *F. oxysporum* أعطت فعالية العزلة *T. viride* TR19 وبطريقة مماثلة العزلة *T. harzianum* TR22. وأعلى تثبيط للعزلات *Pseudomonas fluorescens* P28 و P51 كان ضد *R. solani*، وضد الفطر الممرض *F. oxysporum* كانت العزلات P20 و P28 أكثر فعالية.

قام Hajieghrari وآخرون (2008) بدراسة لتقييم قدرة 6 عزلات من فطر *Trichoderma* ضد 5 عزلات من الفطريات الممرضة للنبات وذلك بتنميتها داخل الأنابيب. كما بينت نتائج الدراسة أيضاً باستخدام تقنية المزرعة المزدوجة من خلال إنتاج المثبطات المتطايرة وغير المتطايرة وكذلك تأثير درجة الحموضة (pH) على عزلات الفطر *Trichoderma*، فقد أظهرت النتائج أن عزلات الفطر كان لها تأثير مثبط على نمو الغزل الفطري للفطريات الممرضة. ولوحظ تثبيط معنوي لنمو مستعمرات الفطريات الممرضة.

قامت أمل حسن وآخرون (2009) بدراسة تأثير عزلات فطر *Trichoderma* spp على نمو وإنتاج الطماطم ضمن ظروف الزراعات المحمية، حيث اعتبر فطر *Trichoderma* sp أحد عوامل المكافحة الحيوية لمرض الذبول. لذلك أجريت اختبارات مقارنة بين خمس عزلات محلية منها T112 و T39، حيث أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الشاهد والعزلات.

قام Medina وآخرون (2009) باختبارات منها فعالية مستحضرات *T. harzianum* مع البنتونيت-الفيرميكيولايت ضد الذبول الفيوزاريومي والتأثير المثبط لنموه على نباتات البطيخ تحت ظروف المشتل، فقد كان التأثير واضحاً على نمو النباتات المعاملة بواسطة المستحضر (بنتونيت-فيرميكيولايت) والتي أعطت وزناً خضرياً أكثر للنباتات المعاملة ومقاومة أعلى لمرض الذبول الفيوزاريومي.

قام Morsy وآخرون (2009) بتقييم كفاءة فطر *T. koningii* وبكتيريا *B. subtilis* في المكافحة الحيوية ضد فطر *F. solani* على نباتات الطماطم تحت الظروف المعملية، وأظهرت النتائج المتحصلة عليها أن هذه المعاملات أدت إلى زيادة في أعداد الميكروبات وزيادة نشاط إنزيم الديهيدروجينيز في منطقة المحيط الجذري، مما أدى إلى زيادة نسبة النباتات المتحملة للإصابة.

اختبر Ramezani (2010) التأثير المثبط لخمسة أنواع من الفطر *T. koningii* و *T. harzianum* و *T. longibrachiatum* و *T. hamatum* على الفطر الممرض *F. oxysporum* بطريقة المزرعة المزدوجة في المعمل وفي الصوبة. وقد تم إجراء مقارنة لأنواع الفطر الخمسة من حيث كفاءتها في تخفيض المرض عند إضافتها في التربة أو بالبذور المعاملة، وأظهرت النتائج أن معاملة التربة خفضت نسبة الإصابة بالمرض، بينما معاملة البذور لم يكن لها تأثير معنوي.

قام Sharma (2011) بدراسة تأثير 18 عزلة من الفطر *Trichoderma* spp (T1-T18) في المكافحة الحيوية لفطر *F. oxysporum*، فأظهرت معظم عزلات فطر *Trichoderma* spp تضاداً حيوياً، وأظهرت العزلة *T. viride* (T1) أفضل النتائج مقارنة بعزلتين من *T. harzianum* (T11-T18).

قيم Balaskar و Sundaramoorthy (2013) فعالية عزلات من فطر *Trichoderma* spp في مكافحة مرض الذبول الفيوزاريومي *F. oxysporum*، وعزلوا 15 عزلة للفطر *Trichoderma* spp من التربة المحيطة بجذور نباتات الطماطم السليمة من مناطق مختلفة من الهند، حيث كانت العزلة ANR-1 الأكثر فعالية في تثبيط نمو فطر *F. oxysporum* بنسبة 53% مقارنة بجميع العزلات الأخرى. أيضاً النباتات المعاملة بالعزلة ANR-1 أظهرت زيادة في طول النبات بمعدل 73.62 سم وزيادة في الوزن الجاف بمعدل 288.38 جم مقارنة بباقي العزلات والنباتات غير المعاملة.

قام Mishra وآخرون (2013) بدراسة لفطر *Trichoderma* spp كعامل مكافحة حيوية ضد الذبول الفيوزاريومي على البازلاء من مناطق مناخية مختلفة في الهند، حيث تم عزل 74 عزلة من *Trichoderma* spp. أُجري اختبار المزرعة المزدوجة ضد *F. oxysporum*، وظهر أن عزلات

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

عامل المكافحة الحيوية أحدثت تثبيطاً تضادياً ضد الكائن الممرض، وكانت السلالة BPs-1 من الفطر *T. pseudokoningii* الأكثر فعالية كعامل مكافحة حيوية ضد الذبول الفيوزاريومي على البازلاء.
كما قيم Tapwal وآخرون (2011) عزلة *T. viride* في المعمل ضد الفطريات الممرضة للنبات *Rhizoctonia* spp و*Alternaria* spp و*F. oxysporum* بطريقة المزرعة المزدوجة، وسجل أعلى تثبيط لنمو الفطر *F. oxysporum* وأقل تثبيط لنمو الفطرين *R. solani* و*Alternaria* spp على التوالي.
بين الغرياني وآخرون في دراسة محلية (غير منشورة) (2012) وذلك لمعرفة آليات عمل عزلتين (TNG1, TNG2) على بعض الفطريات الممرضة للنخيل والزيتون، أوضحت هذه الدراسة أن شرائح مزارع العزلتين قد تثبط نمو بعض هذه الفطريات والتي شملت عزلات الفطر *Fusarium* spp. وحول آلية عمل هذه العزلات أوضحت أن لها تأثيراً بالتطفل المباشر على فطر *Rhizoctonia solani* على البطاطس. كما أوضحت أن عزلة الفطر *Trichoderma* spp كانت الأكثر فعالية في تثبيط نمو فطر *F. oxysporum* مقارنة بالشاهد.

مواد وطرق البحث

أُجريت هذه الدراسة في مختبر قسم وقاية النباتات بكلية الزراعة / جامعة بني وليد، ومركز البحوث الزراعية التابع لوزارة الزراعة في طرابلس.

جمع العينات

أُخِذَت العينات عشوائياً من جذور نباتات الطماطم المصابة والتربة المحيطة بالجذور، ووُضِعت في أكياس بلاستيكية نظيفة. دُوِّن على الأكياس تاريخ جمع العينات ونوع التربة (رملية). نُقِلت العينات إلى المختبر وبدأ تعريف فطر الفيوزاريوم.(Sundaramoorthy & Balabaskar, 2013)

عزل الفطر الممرض في مزرعة نقية

العزل من الجذور

نُقِلت جذور نبات الطماطم المصابة بالذبول من المزرعة إلى مختبر وقاية النباتات. غُسِلت الجذور بالماء، وقُطِّعت إلى أجزاء صغيرة باستخدام مشرط معقم. عُقِّمت القطع بمحلول تعقيم مكون من 80% ماء مقطر، و10% كحول تركيزه 70%، و10% كلور لمدة 5 دقائق. نُقِلت القطع بعد ذلك إلى أطباق بتري تحتوي على الوسط المغذي (PDA) بمعدل 3 قطع لكل طبق.
حُضِنَت الأطباق عند درجة حرارة °25 ± 2 م لمدة 5 أيام. بعد ظهور النمو الفطري، نُقِلت العزلات إلى أطباق جديدة تحتوي على وسط PDA لغرض التنمية. فُحِصَت العزلات تحت المجهر الضوئي لملاحظة الجراثيم والهيفات الفطرية في مختبر وقاية النباتات بمركز البحوث الزراعية / وزارة الزراعة في طرابلس.
قُطِع قرص فطري قطره 5 مم من مزرعة نقية لفطر *Fusarium* spp.، ووُضِع في مركز طبق بتري يحتوي على وسط PDA. حُضِنَت الأطباق عند درجة حرارة °25 ± 2 م. استُخدِم 5 مكررات لكل معاملة. ثم أُخِذ متوسط النمو الشعاعي للمستعمرة الفطرية في اتجاهين متعامدين يومياً، ومُتِع نموها وتطورها على الوسط المغذي، حتى وصل متوسط النمو الشعاعي للمعايرة (الشاهد) إلى 9 سم. مع ملاحظة شكل نمو المستعمرة على الوسط المغذي Komada مقارنة بالوسط المغذي PDA كمعايرة، من حيث تأثيرهما على نمو وتطور عزلات فطر *Fusarium* spp.(مولاي الحسن، 2006؛ Rowe وآخرون، 1980؛Wong ، 2003؛ Nel وآخرون، 2006,2025 ,Salem, M., & Salem, I.).

فطر الترايكوديرما(*Trichoderma longibrachiatum*)

تمت استعارة فطر الترايكوديرما من مركز البحوث الزراعية في طرابلس لتقييم كفاءته ضد عزلة محلية من فطر الفيوزاريوم مجرّبة على بعض مسببات أمراض الخضروات. تم تعريف العزلة في بريطانيا إلى مستوى النوع وأُعطِيَت الرمز (TNG2) في قسم وقاية النباتات / كلية الزراعة / جامعة طرابلس – ليبيا. نُمّيت العزلة على وسط مغذي PDA عند درجة حرارة °28 م لتنشيطها.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تقييم كفاءة عزلة الفطر المضاد وعزلة *Fusarium oxysporum* في المختبر

اختبار المزرعة المزدوجة

وُضِع قرصان من مزرعة نقية (قطر كل منهما 5 مم)، أحدهما من الفطر الممرض والآخر من الفطر المضاد *Trichoderma*، في طرفي متقابلين من طبق بتري (على مسافة 5 سم بينهما) يحتوي على الوسط المغذي PDA. أما معاملة الشاهد فَوُضِع فيها قرص الفطر الممرض في مركز الطبق. استُخدِمَت 3 مكررات لكل معاملة. حُضِنَت الأطباق عند درجة حرارة 25° ± 2 م (Sundaramoorthy & Idris, 2009؛ Alwathni وآخرون، 2012؛ Ramezani, 2010 ؛ Tapwal وآخرون، 2011).

قُيِّمَت ظاهرة التضاد الحيوي حسب مقياس Bell (المكون من خمس درجات) كما يلي:

1. الفطر المضاد يغطي الطبق بالكامل.
2. الفطر المضاد يغطي ¾ مساحة الطبق.
3. الفطر المضاد والفطر الممرض يغطي كل منهما نصف مساحة الطبق.
4. الفطر الممرض يغطي ¾ مساحة الطبق.
5. الفطر الممرض يغطي الطبق بالكامل.

ويعتبر الفطر مضاداً حيوياً إذا كان التقدير (2) فأقل.

تقييم كفاءة عزلة *T. longibrachiatum* على تطور الإصابة بفطر *F. oxysporum* على نباتات الطماطم في الحقل

عُقِّمَت التربة باستخدام الفرن عند درجة حرارة 180° م لمدة 5 ساعات يومياً ولمدة 3 أيام. زُرِعَت بذور الطماطم صنف 'Rio Grande' في أطباق الزراعة، ثم نُقِلَت إلى أصص تحتوي على خليط من التربة والبيتموس المعقمين بنسبة 1:1، ووُضِعَت داخل بيوت محمية مع التحكم في الإضاءة والرطوبة.

تحضير اللقاح الفطري

حُضِّر لقاح الفطر الممرض (*F. oxysporum*) في دوارق سعة 300 مل تحتوي على: (10 جم مسحوق ثمار طماطم جافة معقمة، 90 جم رمل معقم، 20 مل ماء مقطر معقم). أُضِيفَت أقراص من عزلات الفطر الممرض (قطر 5 مم من طبق عمره أسبوع) لكل دورق. حُسِب عدد الأبواغ للفطر (1.3 × 10^8 بوغ/مل). حُضِنَت الدوارق عند درجة حرارة 25° ± 2 م لمدة 15 يوماً.

تحضير مزرعة الفطر المضاد

حُضِّرت مزارع نقية لعزلة الفطر المضاد (*T. longibrachiatum*) في دوارق سعة 300 مل تحتوي على: (10 جم دقيق قمح "خشن" معقم، 90 جم رمل معقم، 16 مل ماء مقطر معقم). أُضِيفَت أقراص من عزلات الفطر المضاد (من طبق عمره أسبوع) لكل دورق. حُسِب عدد الأبواغ للفطر المضاد (1.0 × 10^6 بوغ/مل). حُضِنَت الدوارق عند درجة حرارة 25° ± 2 م لمدة 9 أيام (Khanوآخرون، 2004؛ Ramezani، 2010؛ Alwathni وآخرون، 2012؛ Ommati وآخرون، 2012).

المعاملات الحقلية

أُضِيف خليط الفطر المضاد (للمعاملات) إلى التربة في الأصص على عمق 10 سم بمعدل 10 جم لكل 1 كجم تربة لكل مكرر، وذلك قبل أسبوع من إضافة الفطر الممرض .(*F. oxysporum*) ثم أُضِيف الفطر الممرض بنفس طريقة إضافة الفطر المضاد. استُخدِم 5 مكررات لكل معاملة. أما معاملة الشاهد فأُضِيف إليها الماء المقطر فقط. قُلِعَت النباتات وجُمِعَت النتائج بعد مرور 45 يوماً من المعاملة، وحُسِبَت نسبة النباتات المصابة (%) في المعاملات وفقاً للمعادلة التالية (Ommatiوآخرون، 2012).

أُضِيف للتربة مستحضر الفطر المضاد (*T. longibrachiatum*) الذي تم إعداده سابقاً للأصص على عمق 10 سم بمعدل 2 جم لكل 2 كجم تربة، وذلك أسبوع قبل الحقن بالفطر الممرض. جُهِّزَت معاملات الشاهد بإضافة الفطر الممرض فقط، ومعاملة نباتات أخرى بالماء المقطر، وكذلك معاملة النباتات بالمستحضر الصلب. استُخدِم 3 مكررات لكل معاملة وسُجِّلَت النتائج بعد 45 يوماً من المعاملة. حُسِبَت نسبة النباتات المصابة (%) للمعاملات بالمعادلة التالية:

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نسبة النباتات المصابة (%) = (عدد النباتات السليمة في الشاهد – عدد النباتات السليمة في المعاملة) / عدد النباتات السليمة في الشاهد × 100

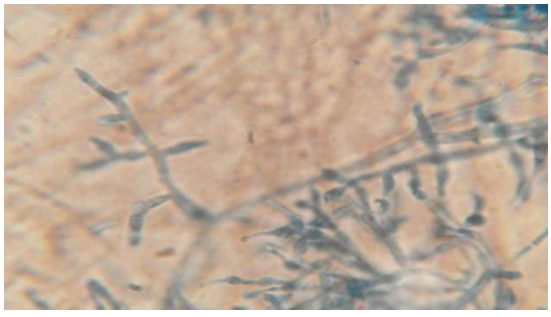
تصميم التجارب وتحليل البيانات

صُمِّمَت التجارب بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة - Completely Randomized Design) (CRDلتقييم قدرة عزلات فطر *Trichoderma* spp في المكافحة الحيوية لمسبب مرض الذبول الفيوزاريومي (*F. oxysporum*) على الطماطم. حُلِّلَت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Minitab (الإصدار 16). واستُخدِم اختبار دانكن متعدد المدى (Duncan, 1995) لتحديد معنوية الفروق بين متوسطات المعاملات المختلفة.

النتائج والمناقشة

أوضحت نتائج الفحص المجهري أن الفطر المسبب لمرض الذبول السريع والموت المفاجئ على نبات الطماطم هو ***Fusarium oxysporum***، حيث ظهرت العزلة نقية من النباتات المصابة التي جُمِعَت من مزرعة سوف الجين في بني وليد. واتصف الفطر بالمواصفات الآتية: ظهور مستعمرات نقية (شكل 1) لفطر *Fusarium oxysporum* على الوسط الغذائي PDA بلون أبيض قطني مع وجود بعض الصبغات باللون الأزرق وخصوصاً على السطح السفلي للأطباق. عند إجراء الفحص المجهري، لوحظت الخيوط الفطرية مقسمة وأبواغ كونيدية صغيرة (*Microconidia*) بيضاوية أو كلوية الشكل، ذات خلية واحدة أو خليتين (شكل 1)، تنتج على حوامل كونيدية مفردة (*Monophialides*) طويلة (شكل 2). أما الأبواغ الكونيدية الكبيرة (*Macroconidia*) فكانت هلالية الشكل؛ الخلية القاعدية تكون قدمية أو أسطوانية بينما الخلية القمية غير حادة ومدورة، ومقسمة إلى 3 حواجز عرضية (شكل 2). أما الأبواغ (*Chlamydospores* الكلاميدية) (شكل 2) فلوحظت بشكل مفرد أو في سلسلة قصيرة طرفية أو بينية، وأحياناً داخل الأبواغ الكونيدية الكبيرة. هذه الصفات تطابق الصفات المزرعية والمجهرية للفطر *Fusarium oxysporum* المسبب لمرض الذبول. جاءت هذه النتيجة مشابهة لما وجدته دراسات سابقة، وخصوصاً في مجال مكافحة الفطر على نباتات الطماطم، حيث إن الظروف البيئية للمنطقة تعتبر ملائمة جداً لنمو الفطر، وكذلك الأصناف المزروعة.

تتفق هذه النتائج مع Tapwal وآخرون (2011)، حيث انخفضت نسبة تثبيط نمو الكائن الممرض بواسطة *T. viride* بنسبة 76% لـ *F. oxysporum* وبنسبة 48% لـ *R. solani*. كما تتفق مع Ramezani (2010)، حيث أظهرت نتائج اختبار المزرعة المزدوجة داخل الأطباق انخفاض نشاط نمو *F. oxysporum* باستخدام العامل الحيوي *T. hamatum* بنسبة 28%، بينما كان تأثير التثبيط باستخدام *T. harzianum* بنسبة 55%. وتتفق أيضاً مع Alwathnana وآخرون (2012)، حيث كانت أعلى نسبة تثبيط للفطر *F. oxysporum* باستخدام *T. harzianum* (بنسبة 59%) و *T. viride* (بنسبة 47%).

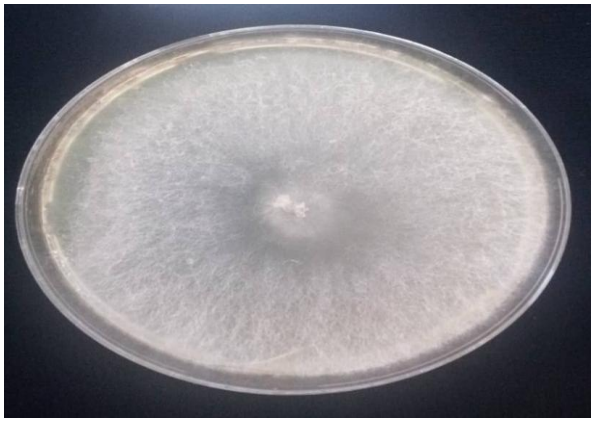


شكل (1) جراثيم وميسليوم فطر الترايكوديرما

شكل (2) جراثيم وميسليوم فطر الفيوزاريم

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

شكل (3) طبق لعزلة فطر *T.longibrachiatu* على الوسط المغذي (PDA)

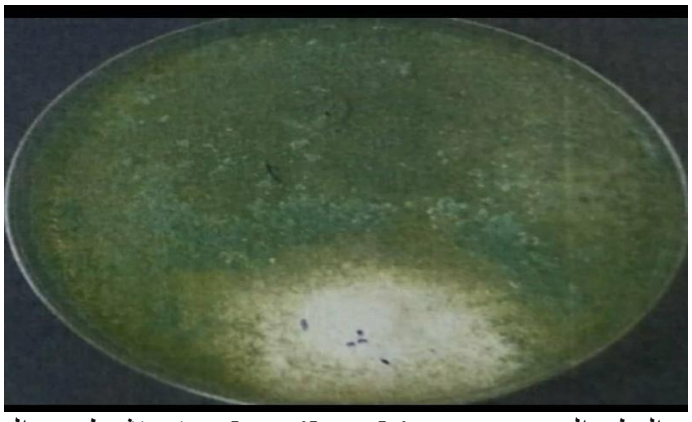


شكل (4) طبق فطر(الفيوزاريم) *F.oxysprum* على الوسط المغذي (PDA)

اختبار كفاءة الفطر الحيوي *T. longibrachiatum* في تثبيط نمو الفطر الممرض *F. oxysporum* على الوسط المغذي (اختبار المزرعة المزدوجة)

أظهرت نتائج اختبار التضاد الحيوي للفطر *T. longibrachiatum* ضد الفطر الممرض *F. oxysporum* أن درجة التضاد الحيوي للفطر ضد الفطر الممرض بلغت (2) على مقياس Bell. كما أعطى الفطر المضاد نسبة تثبيط لنمو *F. oxysporum* بلغت 64%. ويمكن استخدامه حقلياً للمساهمة في مكافحة *F. oxysporum* المسبب لذبول الفيوزاريوم على الطماطم، علاوة على قدرته المعروفة على البقاء في التربة في منطقة محيط الجذر (الرايزوسفير)، وقابليته لتحليل المواد العضوية المختلفة، ومقاومته للعوامل البيئية غير الملائمة. وأكدت بعض الدراسات أن الفطر *T. longibrachiatum* له قدرة عالية على السيطرة على طيف واسع من المسببات المرضية، حيث عمل على تقليل نسبة وشدة الإصابة بأمراض الجذور المتسببة عن أجناس *Fusarium* spp. في العديد من النباتات. وأشار (Akrami, 2015) إلى أن سبب كفاءة الفطر يعود لامتلاكه العديد من الآليات التي يؤثر من خلالها في الفطر الممرض، كإفراز إنزيمات أو مضادات حيوية، فضلاً عن التنافس على المكان والغذاء.

تتفق هذه النتائج مع Tapwal وآخرون (2011)، حيث انخفضت نسبة تثبيط نمو الكائن الممرض بنسبة 48.67% لـ *R. solani* وبنسبة 76.96% لـ *F. oxysporum*. كما تتفق مع Ramezani (2010) حيث أظهرت نتائج المزرعة المزدوجة انخفاض نشاط نمو الفطر الممرض *F. oxysporum* باستخدام العامل الحيوي *T. hamatum* بنسبة 28%، وباستخدام *T. harzianum* بنسبة 55%. وتتفق مع Alwathnani وآخرون (2012)، حيث كانت أعلى نسبة تثبيط للفطر *F. oxysporum* باستخدام *T. harzianum* (59.8%) و*T. viride* (47%).



شكل رقم (5) كفاءة الفطر الحيوي ***T. longibrachiatum*** في تثبيط نمو الفطر الممرض ***F. oxysporum***

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

كفاءة مستحضر عزلة *T. longibrachiatum* في مكافحة فطر الذبول الفيوزاريومي

أظهرت نتائج التجربة الحقلية أن أعلى نسبة للإصابة (44%) كانت في معاملة الشاهد (الفطر الممرض فقط). بينما سجلت النباتات المعاملة بالفطر المضاد (TNG2) أقل نسبة إصابة (22%). وجدت فروق معنوية بين هذه المعاملات مقارنة بالشاهد المعامل بالماء فقط. أعطت معاملة الفطر الممرض وحده أعلى نسبة إصابة (55%). أما المعاملة المشتركة للفطر الممرض والفطر المضاد معاً فكانت نسبة الإصابة فيها 32%. كانت نسبة الإصابة في معاملة الشاهد بالماء المقطر 2%. بالنسبة للمعاملة بعزلة الفطر الممرض (FA FG)كانت نسبة الإصابة 37.20%، والمعاملة بعزلة الفطر المضاد (22NG) كانت 22.%

تتفق نتائج هذه الدراسة مع Khan (2004) و Ramezaniوآخرون (2010)، حيث كانت نسبة النباتات المصابة عند المعاملة بفطر *T. viride* تتراوح بين 12% و13.8%. وتتفق مع Alwathnagi وآخرون (2012)، حيث كانت نسبة شدة الإصابة بالذبول أقل في المعاملات الحيوية مقارنة بشاهد الفطر الممرض.

بينت نتائج اختبار كفاءة مستحضر عزلة الفطر المضاد *Trichoderma longibrachiatum* في مكافحة الفطر الممرض *Fusarium oxysporum* على نباتات الطماطم في الحقل تأثيراً واضحاً لعزلة الفطر المضاد. أظهرت معاملات عزلة *F. oxysporum* و *T. longibrachiatum* (سواء في صورة سائلة أو صلبة) فروقاً معنوية في نسبة الإصابة مقارنة بشاهد الفطر الممرض. ولم توجد فروق معنوية بين تأثير الصيغة السائلة والصلبة للفطر المضاد.

الاستنتاجات والتوصيات

1. أظهرت نتائج هذه الدراسة نجاح الحصول على عزلة نقية من الفطر الممرض *Fusarium oxysporum* المسبب لذبول الطماطم من منطقة بني وليد (مزرعة سوف الجين)، والتي تم استخدامها في هذه الدراسة.
2. من خلال هذه الدراسة تبيّن وجود تأثير واضح لعزلة الترايكوديرما *T. longibrachiatum* على تثبيط نمو عزلة الفطر الممرض، من خلال تأثيرها في تقييد نمو الميسليوم الفطري للفيوزاريوم وخفض نسبة الإصابة. وكانت المعاملات باستخدام الفطر المضاد هي الأفضل في تثبيط عزلة الفطر الممرض *F. oxysporum*.
3. تبين من الدراسة فعالية الفطر المضاد *T. longibrachiatum* في تقليل نسبة الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي الذي يسببه *F. oxysporum*، ولعزلة فطر الترايكوديرما تأثير واضح ومعنوي على نسبة الإصابة. توضح هذه الدراسة أهمية الاهتمام بعزل وتطوير عوامل المكافحة الحيوية على المستوى المحلي، وتطوير إنتاجها سواء في الصورة السائلة أو الصلبة، ودمجها ضمن أسلوب المكافحة المتكاملة. كذلك، إجراء دراسات على الآليات الفعالة لهذا النوع من الفطريات، واستخدامها معملياً وحقلياً ضد مسببات الأمراض الأخرى على محاصيل مختلفة.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

1. أبو غنية، ع. ن .(1998) .أمراض المحاصيل البستانية وطرق مكافحتها .بيروت: شركة المطبوعات للتوزيع والنشر.
2. أسطيفان، ز. ع.، جبارة، ا. م.، والراوي، ف. ع. (2003). تأثير رطوبة التربة والمعاملة الحرارية للفطرين *Paecilomyces lilacinus* و *Trichoderma harzianum* على معدلات نمو نبات الطماطم .مجلة وقاية النبات العربية، 21، 1-5.
3. البوني، ع. م .(1993) .أساسيات الفطريات العملي .قسم النبات، كلية العلوم، جامعة طرابلس، ليبيا.
4. الزوبعي، إ. أ.، الراوي، ف. ع.، والمشهداني، ع. إ. (1993). دراسة أمراضية لأنواع من الجنس Fusariumواختبار حساسية بعض أصناف البطاطس لها .وقاية النبات العربية، 22، 59-66.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5. الشعبي، ص.، ومطرود، ل. (2002). دراسة مختبرية لتقويم فاعلية عزلات مختلفة من أنواع فطر الترايكوديرما تجاه بعض الفطريات الممرضة المنقولة بالتربة .مجلة وقاية النبات العربية، 20، 77-83.
6. العروسي، ح .(1993) .أمراض الخضر .الإسكندرية، مصر: دار المطبوعات الجديدة.
7. المصري، ط. ع. (تاريخ غير محدد) .مرض الذبول الفيوزاريومي على الدلاع في بعض مناطق غرب ليبيا [رسالة ماجستير غير منشورة]. قسم النبات، كلية العلوم، جامعة طرابلس، ليبيا.
8. بلعيد، ل.، وحفصي، م. (2002). القدرة التضادية لفطر *T. harzianum* على *F. oxysporum f.* sp. *lentis* المسبب لمرض الذبول الوعائي للعدس .المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات (ص. 22-26). عمان، الأردن.
9. حافظ، ز. ع.، هادي، م.، الراوي، ف. ع.، وخليوي، س. ع. (2005). تقييم القدرة التضادية لأربعة وثلاثين عزلة من الفطر *Trichoderma* spp. ضد الفطر *Macrophomina phaseolina* تحت ظروف المختبر والبيت الزجاجي .مجلة وقاية النبات العربية، 27، 44-50.
10. حسن، أ. ح.، غزال، ق.، إبراهيم، ع.، واليسار، ش. (2009). تأثير عزلات الفطر *Trichoderma* في نمو وإنتاج الطماطم ضمن ظروف الزراعة المحمية .مجلة وقاية النبات العربية، 27، 50-52.
11. شليبك، ع. ع .(2013) .المكافحة الحيوية باستخدام عزلات محلية لفطر *Trichoderma* spp. ضد فطر *Sclerotinia sclerotiorum* [رسالة ماجستير غير منشورة]. قسم النبات، كلية العلوم، جامعة طرابلس، ليبيا.
12. مولاي الحسن، س .(2006) .مرض البيوض على نخيل التمر: ظهوره، أضراره، انتشاره، ظروف تفاقمه، طرق تشخيصه ومكافحته، إنجازات وآفاق وتوصيات عملية .الرباط: العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية.

ثانياً: المراجع الأجنبية

13. Agarwal, T., Mathora, A., Trivedi, P. C., & Byani, M. (2011). Biocontrol potential of Gliocladium virens against fungi isolated from chickpea, lentil and black gram seeds. Journal of Agricultural Technology, 7(6), 1833–1839.
14. Dubey, S. C., Suresh, M., & Singh, B. (2007). Evaluation of Trichoderma species against Fusarium oxysporum f. sp. ciceris for integrated management of chickpea wilt. Biological Control, 40(1), 118–127. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.10.002
15. Duzan, H., Abadi, K. J., Turrà, D., Vinale, F., Sghaier, E. R., Sel-Ghammudi, F. J., Khdhoor, M., Al-Basheer, A., & Lorito, M. (2007, July 21-27). Characterizations of Trichoderma sp. against Rhizoctonia sp. and Fusarium sp. [Poster presentation]. XIII International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, Sorrento, Italy.
16. Hajieghrari, B., Torabi-Giglou, M., Mohammadi, M. R., & Davari, M. (2008). Biological potential of some Iranian Trichoderma isolates in the control of soil borne plant pathogenic fungi. African Journal of Biotechnology, 7(8), 967–972.
17. Mishra, V. K., Passari, A. K., & Singh, B. P. (2013). In vitro antagonism of Trichoderma BPS-1, a biological control agent against pea wilt pathogen Fusarium oxysporum f. sp. pisi. International Journal of Biotechnology and Bioengineering, 1(1), 357–362.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

18. Morsy, E. M., Abdel-Kawi, K. A., & Khalil, M. N. A. (2009). Efficiency of Trichoderma viride and Bacillus subtilis as biocontrol agents against Fusarium solani on tomato plants. Egyptian Journal of Phytopathology, 37(1), 47–57.
19. Ramezani, H. (2010). Antagonistic effects of Trichoderma spp. against Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici, the causal agent of tomato wilt. Plant Protection Journal, 2(1), 167–173.
20. Salem, M. O. A., Ahmed, G. S., Abuamoud, M. M. M., & Rezgalla, R. Y. M. (2025). Antimicrobial Activity of Extracts of Dandelion (Taraxacum officinale) Against Escherichia coli and Staphylococcus aureus: Mechanisms, Modern Insights, and Therapeutic Potential. *Libyan Journal of Medical and Applied Sciences*, 37-40.
21. Salem, M., & Salem, I. (2025). Antimicrobial Polymers: Mechanisms of Action and Applications in Combating Antibiotic Resistance. *Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS)*, 12-15.
22. Sundaramoorthy, S., & Balabaskar, P. (2013). Biocontrol of Trichoderma spp. against wilt of tomato caused by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici. Journal of Applied Biology and Biotechnology, 1(3), 36–40.
23. Tapwal, A., Singh, V., Silveira, J. A. J., Singh, G., & Kumar, R. (2011). In vitro antagonism of Trichoderma viride against five phytopathogens. Pest Technology, 5(1), 59–62.
24. Weld, B., Steenkamp, E., Schachtschneider, W., & Viljoen, A. (2006). Isolation and characterization of non-pathogenic Fusarium oxysporum isolates from the rhizosphere of banana plants. Plant Pathology, 55(2), 207–216. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01319.x

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **SJPHRT** and/or the editor(s). **SJPHRT** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).