

تحديد مصدر اللقاح الأولي بالفطر *Fusarium solani* المسبب لموت غراس الفستق الحلبي في المشاتل واختبار فاعلية بعض الطرائق في مكافحته

عبيد غانم (1) ووليد نفاع(1)*

(1) قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*المراسلة: الدكتور وليد نفاع، البريد الإلكتروني walid1851966@yahoo.com)

تاريخ القبول: 2021/12/7

تاريخ الاستلام: 2021/09/16

الملخص:

أجريت الدراسة في مشتل كوم الحصى /محافظة السويداء/ بهدف تحديد مصدر اللقاح الأولي لمسبب موت غراس الفستق الحلبي *Fusarium solani*، واختبار فاعلية بعض الطرائق الكيميائية والحيوية في مكافحته. أظهرت النتائج أن البذور هي مصدر اللقاح الأولي، حيث بلغت النسبة المئوية للإصابة 42.86% عند استخدام بذور غير معقمة تم الحصول عليها من المشتل، بينما لم يلاحظ وجود نباتات مصابة في المعاملات كافة التي لم يتم فيها إجراء عدوى اصطناعية. أدت الإصابة بالفطر *F. solani* تحت ظروف العدوى الاصطناعية إلى انخفاض معنوي في متوسط طول النباتات، ووزن المجموع الخضري والجذري بالمقارنة مع المعاملات غير المعداة. من جهة أخرى، بلغت فاعلية معاملة البذور بكل من المبيدين الفطريين كاريندازيم وثيوفانات الميثيل والفطر *Trichoderma harzianum* في خفض الإصابة 83.71% و 45.69% و 38.89% على التوالي. أدت المعاملة بالفطر تريكوديرما والمبيد كاريندازيم إلى زيادة معنوية في مؤشرات النمو المدروسة، بينما لم تحقق المعاملة بالمبيد ثيوفانات الميثيل زيادة في طول النباتات ووزن المجموع الجذري، وقد أدت إلى انخفاض معنوي في وزن المجموع الخضري بالمقارنة مع الشاهد المعدى.

الكلمات المفتاحية: *Fusarium solani*، فستق حلبي، مشاتل، مصدر اللقاح، مكافحة

المقدمة Introduction:

ينتشر الفستق الحلبي *Pistacia vera* في كل من سورية والأردن ولبنان وفلسطين والعراق وإيران وتركيا وإيطاليا وفرنسا وإسبانيا وتونس، وتعد سورية من الدول الغنية طبيعياً بالمصادر الوراثية لشجرة الفستق، ويعود تاريخ زراعة هذه الشجرة، التي تسمى بالشجرة الذهبية، إلى 3500 سنة قبل الميلاد في مناطق غرب آسيا وبلاد الشام (De Conteson, 1983). وتحتل سورية المرتبة الرابعة على مستوى العالم من حيث الإنتاج بعد كل من الولايات المتحدة الأمريكية، والجمهورية الإسلامية الإيرانية، وتركيا (FAO, 2020).

انتشرت زراعة الفستق الحلبي حديثاً في محافظة السويداء (جنوب سورية)، ونجحت زراعتها نظراً لانتشار شجرة البطم في مناطق مختلفة من المحافظة (اللجاة وقنوت والسويداء)، والتي نجح تطعيمها بالفستق الحلبي في بلدة قنوت عام 1946. إذ تبلغ المساحة المشجرة بالأشجار المثمرة في المحافظة حسب إحصائيات عام 2019 /40446.5/ هكتار، وتأتي شجرة الفستق الحلبي في المرتبة الخامسة حالياً بعد التفاح والكرمة والزيتون واللوز بمساحة بلغت /541/ هكتاراً (إحصائيات دائرة الأشجار المثمرة المتخصصة في محافظة السويداء، 2020).

ونظراً للتوسع الحاصل في السنوات الأخيرة في زراعة الفستق الحلبي وخاصة في المنطقة الجنوبية من سورية، وضرورة إنتاج غراس سليمة خالية من الأمراض، اهتمت وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بإنتاج غراس الفستق، واختيار الأصناف المناسبة تسويقياً، وتطعيمها على أصول متأقلمة مع ظروف البيئة المحلية لضمان الحصول على إنتاج جيد كماً ونوعاً. لوحظت ظاهرة موت غراس الفستق الحلبي في مشتل كوم الحصى التابع لمديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في محافظة السويداء منذ عام 2014، حيث بلغت نسبة الغراس الميتة إلى أكثر من 70 % في بعض الحالات، وعند اقتلاع الغراس لوحظ وجود تقرحات وتلونات بنية داكنة إلى سوداء عند قاعدة الساق وعلى الجذور. تم عزل المسبب المرضي وتعريفه بشكل مبدئي على أنه *Fusarium solani* (Naffaa and Rasheed, 2015). وقد تم استبدال تربة الزراعة في المشتل عدة مرات، واتخاذ إجراءات مختلفة لمكافحة هذا المرض دون الحصول على نتائج مرضية، لذلك كان الهدف من هذا البحث دراسة هذه الظاهرة بشكل مفصل ومحاولة إيجاد حلول مناسبة لمكافحته الذي بدأ يهدد بشكل جدي إنتاج غراس الفستق الحلبي في المشاتل.

المواد والطرائق

مكان تنفيذ البحث:

تم تنفيذ البحث في مشتل كوم الحصى، ومشتل نبع عرى الواقعين إلى الجنوب من مدينة السويداء، ومخبر أمراض النبات التابع لمديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في محافظة السويداء.

جمع العينات:

جمعت غراس فستق حلبي ميتة بعمر ستة أشهر تقريباً، وتبدي أعراض مرضية تمثلت بجفاف وموت الأوراق ووجود تقرحات بنية داكنة إلى سوداء اللون على الجذور والمنطقة التاجية، وذلك من مشتل كوم الحصى، ووضعت في أكياس بلاستيكية، ثم نقلت إلى المخبر لعزل المسبب المرضي. جمعت أيضاً عينات من مكونات الخلطة المستخدمة في الزراعة (تربة ورمل أسود ومادة عضوية) من مشتل كوم الحصى ومشتل نبع عرى ومن المصدر الأساسي الذي أخذت منه هذه المواد، إذ تم أخذ 5 عينات من كل من مكونات الخلطة، وخلطت مع بعضها للحصول على عينة واحدة مركبة متجانسة لكل من هذه المكونات على حدا، كما تم الحصول على عينات من بذور الفستق الحلبي المستخدمة في الزراعة في المشتل.

عزل المسبب المرضي:

العزل من الأجزاء النباتية المصابة: غُسلت العينات النباتية بالماء الجاري، وأخذ جزء من الجذر الذي تظهر عليه أعراض الإصابة، وأيضاً جزء من التاج، طُهِّرت سطحياً بالكحول الإيثيلي 70% لمدة 30 ثانية، غُسلت بالماء، غُوملت بمحلول من هيبوكلوريت الصوديوم 3% لمدة 5 دقائق، غُسلت بعدها بالماء المقطر، قُطعت إلى أجزاء صغيرة بطول 5 ملم، وُزعت على

المستتبت الغذائي بطاطا ديكستروز أغار PDA، وحضنت عند درجة حرارة 22 ± 2 °س لمدة سبعة أيام. تمت تنقية المستعمرات الفطرية النامية على المستتبت الغذائي بطريقة النقل المتكرر على أطباق جديدة، وفحصت مجهرياً بعد عشرة أيام من التحضين، وتم تأكيد التصنيف بالاعتماد على الصفات الشكلية (الحوامل البوغية، والأبواغ الكونيدية الكبيرة والصغيرة) وعلى المراجع المتخصصة بهذا المجال (Booth, 1971; Leslie and Summerell, 2006).

العزل من مكونات الخلطة: أجري العزل من كل من مكونات الخلطة المستخدمة في زراعة الفستق الحلبي في المشتل (تربة، سماد عضوي، رمل أسود) على عامين متتاليين، وكذلك من المصدر الأساسي لكل منها. أخذ 5 غ من العينة المركبة من كل من مكونات الخلطة، وضعت في 50 مل ماء مقطر للحصول على التركيز الأول (I). أخذ 5 مل من التركيز الأول، وأضيف إلى 45 مل ماء مقطر للحصول على التركيز الثاني (II). تم نشر 1 مل من المعلق البوغي من كلا التركيزين في طبق بتري يحوي المستتبت الغذائي PDA، وبمعدل 10 مكررات من كل عينة من خلطة الزراعة ومن كل تركيز. حضنت الأطباق عند درجة حرارة 22 ± 2 °س لمدة سبعة أيام. تمت تنقية المستعمرات الفطرية النامية على المستتبت المغذي بطريقة النقل المتكرر على أطباق جديدة، وتم تصنيف الفطور النامية وفق ما ذكر سابقاً.

العزل من بذور الفستق الحلبي: أجري العزل من بذور الفستق الحلبي المستخدمة في الزراعة في المشتل، حيث وضعت ثلاث بذور بدون تطهير في كل طبق بتري يحتوي على المستتبت الغذائي PDA، وبمعدل 10 مكررات. حضنت الأطباق عند درجة حرارة 22 ± 2 °س حتى ظهور النوات الفطرية، وتمت تنقيتها وفحصها مجهرياً وتصنيف الفطريات المتحصل عليها كما ذكر سابقاً.

تطبيق فرضية كوخ Koch's postulate

تحضير المعلق البوغي: أضيف 10 مل ماء مقطر في طبق بتري يحتوي على مزرعة نقية بعمر 10 أيام للفطر الممرض *Fusarium solani*. حرك سطح المزرعة الفطرية بواسطة فرشاة ناعمة لتحرير الأبواغ الكونيدية للفطر، ورشح المعلق عبر قطعة شاش للتخلص من قطع المشيجة الفطرية. تم ضبط تركيز المعلق البوغي إلى 10^5 بوغ / مل بمساعدة شريحة العد Haemocytometer.

العدوى الاصطناعية: نُفذت التجربة في أحواض بلاستيكية صغيرة نظيفة ومعقمة أبعادها 30 x 20 x 50 سم، يحتوي كل منها 3 كغ من تربة طينية ورمل وسماد عضوي بنسبة (1 : 1 : 1 حجماً)، ومعقمة بالأوتوكلاف لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 121°س. تم الحصول على بذور الفستق الحلبي من السوق المحلية، وأجريت عملية عزل أولية للتأكد من خلوها من الإصابة، وطُهرت سطحياً بالكحول 70% لمدة نصف دقيقة، ثم غسلت بالماء، وغُومت بمحلول هيبوكلووريت الصوديوم 3 % لمدة دقيقتين، ثم غُسلت بالماء المقطر المعقم. زُرعت 3 بذور في كل أصيص على مسافة 15 سم بين

البذرة والأخرى، وبمعدل ثلاثة مكررات، وأضيف 10 مل من المعلق البوغي حول كل بذرة، بينما أضيف الحجم ذاته من الماء المعقم لمعاملة الشاهد. تم ري الأصص عند الحاجة، ورُقبت بشكل مستمر.

تأكيد مصدر اللقاح الأولي للفطر *Fusarium solani* تحت ظروف العدوى الاصطناعية والعدوى الطبيعية على غراس الفستق الحلبي

نُفذت التجربة في أصص بلاستيكية صغيرة نظيفة ومعقمة قطرها 15 سم، يحوي كل منها 2 كغ من خليط من تربة طينية ورمل وسماد عضوي بنسبة (1:1:1 حجماً)، كما استخدمت بذور فستق حلبي من السوق المحلية بعد التأكد من خلوها من الفطر *F. solani*، باستثناء المعاملة الرابعة حيث استخدمت البذور ذاتها المستخدمة في المشتل، وذلك وفق المعاملات التالية: T1 = [سماد عضوي ورمل أسود] معقم + تربة غير معقمة + بذور معقمة. T2 = [سماد عضوي وتربة] معقمة + رمل أسود غير معقم + بذور معقمة. T3 = [رمل أسود وتربة] معقمة + سماد عضوي غير معقم + بذور معقمة. T4 = بذور معقمة في خلطة معقمة بشكل كامل (الشاهد). T5 = بذور غير معقمة (البذور المستخدمة في المشتل) في خلطة معقمة بشكل كامل. قسمت المعاملات إلى قسمين، أعدي القسم الأول بالمعلق البوغي للفطر بالطريقة السابقة ذاتها، وترك القسم الثاني بدون عدوى، باستثناء T5 بدون عدوى اصطناعية، وبمعدل خمسة مكررات لكل منها. تمت الزراعة بتاريخ 2020/5/20، وتمت سقاية الأصص بشكل مستمر تبعاً للحاجة، ومراقبة إنبات البذور ونمو الغراس، وتسجيل كل الملاحظات. قلعت الغراس وأخذت النتائج بعد عام كامل بتاريخ 2021/5/23، حيث أخذ متوسط طول النباتات، ووزن المجموع الخضري والجذري، كما حسبت النسبة المئوية للإصابة في كل معاملة (Kripalini *et al.*, 2019):

$$\text{النسبة المئوية للنباتات المصابة \%} = 100 \times \frac{\text{عدد النباتات المصابة}}{\text{عدد النباتات الكلي}}$$

اختبار فاعلية بعض طرائق مكافحة:

تم اختبار فاعلية معاملة بذور الفستق الحلبي بمعلق بوغي للفطر *T. harzianum*، إضافة إلى المبيدين الفطريين ثيوفانات الميثيل (توبسين) وكاربنديازيم في مكافحة موت غراس الفستق الحلبي في المشاتل تحت ظروف العدوى الاصطناعية. تحضير معلق بوغي للفطر *Trichoderma harzianum*: تم الحصول على عينة من مستحضر تجاري (1.15%) BIO-TH WP للفطر *T. harzianum* من مختبر إنتاج التريكوثيرما في حماه، وتمت تنمية الفطر على المستنبت الغذائي PDA، حيث حُضِر معلق بوغي من المستحضر التجاري بتركيز 1×10^3 ، ثم أضيف 1 مل من المعلق الى كل طبق بتري، وحُضِنَت الأطباق عند درجة حرارة 25°س لمدة 4 أيام. حُضِر من المستعمرات النامية في الأطباق معلق بوغي بتركيز 10^7 للفطر *T. harzianum* وفق الطريقة المذكورة سابقاً.

اختبار طرائق مكافحة تحت ظروف العدوى الاصطناعية: نفذت التجربة بواقع أربع معاملات بمعدل 10 نباتات في كل منها. عُقمت كامل الخلطة المستخدمة في الزراعة بالأوتوكلاف عند درجة حرارة 121°س وضغط جوي 1.20 بار. وزعت الخلطة في أصص بلاستيكية قطرها 15 سم، وأجريت عدوى اصطناعية بالمعلق البوغي بمعدل 10 مل لكل أصيص، وتركت لخمسة أيام قبل زراعة البذور فيها. تم تطهير البذور سطحياً بالكحول وهيبوكلووريت الصوديوم كما ذكر سابقاً. وعند

الزراعة تمت معاملة البذور كالتالي: T1 = زراعة بذور بدون معاملة (شاهد)، T2 = عوملت البذور قبل زراعتها بالمعلق البوغي للفطر *Trichoderma*، حيث نقعت البذور فيه لمدة 3 دقائق، ثم تركت على ورق نشاف لتجف قبل زراعتها. T3 = عوملت البذور بالمبيد توبسين بمعدل (2.5 غ /لتر ماء)، T4 = عوملت البذور بالمبيد كاربندازيم بتركيز 2%. تمت الزراعة بتاريخ 2020/9/24، وقلعت الغراس بتاريخ 2021/5/21، وحسب متوسط أطوال النباتات في كل معاملة، ووزن المجموع الخضري والجذري، وكفاءة المعاملات بواسطة معادلة (Abbott, 1925).

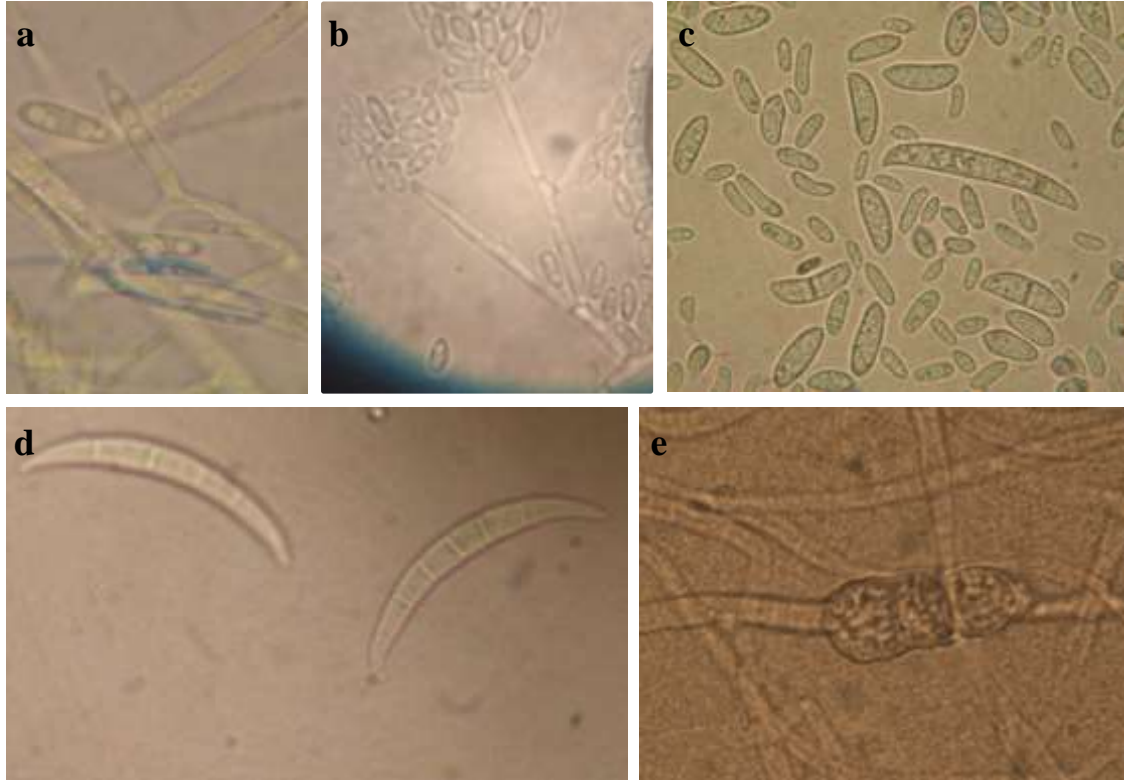
التحليل الاحصائي:

تم تصميم التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل وتحليل البيانات وتقييم الفروق بين المتوسطات الحسابية على أساس اختبار فيشر F وأقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

عزل الفطر المسبب:

أظهرت عملية العزل أن الفطر المسبب لموت غراس الفستق الحلبي هو *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. وذلك بالاعتماد على الصفات الشكلية (الشكل 1). تؤكد النتائج التي حصلنا عليها نتائج دراسة سابقة، حيث أجريت عملية عزل من غراس فستق حلبي مصابة، وتم تعريف المسبب بشكل مبدئي على أنه *F. solani* (Naffaa and Rasheed, 2015).



الشكل 1: الصفات المجهرية للفطر *Fusarium solani* المعزول من غراس الفستق الحلبي الميتة. (a) حامل بوغي غير متفرع، (b) حوامل بوغية متفرعة، (c) أبواغ كونيدية صغيرة *Microconidia* وحيدة وثنائية الخلايا وبوغ كونيدي كبير، (d) أبواغ كونيدية كبيرة *Macroconidia*، (e) أبواغ كلاميديّة (التكبير 400 X).

وما أثار الاستغراب أن إصابة الغراس في مشتل كوم الحصى الزراعي، وفي مشتل عرى كانت تظهر سنوياً وبنسب متقاربة. وعلى الرغم من تغيير مصدر التربة والسماذ العضوي المستخدمين في الزراعة، إلا أن الوضع لم يتغير، لذلك أجريت محاولات العزل من كل مكون من مكونات الخلطة (تربة، سماذ عضوي، رمل أسود)، وكذلك تم العزل أيضاً من عينات مأخوذة من المصادر الأساسية لهذه المكونات، وعلى الرغم من تكرار عملية العزل عشرات المرات، وعلى مدار عامين متتاليين، لم يتم عزل الفطر *F. solani* المسبب لهذه الظاهرة. ولكن عندما تم العزل من بذور الفستق الحلبي المستخدمة في الزراعة، لوحظ وجود نموات للفطر *F. solani* على 27 % من البذور، مما يؤكد أن مصدر إصابة غراس الفستق الحلبي هو البذور.

تأكيد مصدر اللقاح الأولي بالفطر *F. solani* تحت ظروف العدوى الاصطناعية والطبيعية على غراس الفستق الحلبي أظهرت النتائج عدم وجود نباتات مصابة في المعاملات كافة التي لم يتم فيها إجراء عدوى اصطناعية، وهذا ما يؤكد أن مكونات الخلطة (التربة، والرمل الأسود والسماذ العضوي) ليست مصدراً للإصابة. في حين بلغت النسبة المئوية للإصابة 42.86 % في المعاملة (T5)، حيث كانت كل مكونات الخلطة معقمة، بينما استخدمت بذور غير معقمة تم الحصول عليها من المشتل، وهي البذور المستخدمة في الزراعة، مما يؤكد أن مصدر إصابة غراس الفستق الحلبي في المشتل هو البذور (الجدول 1). تراوحت النسبة المئوية للإصابة تحت ظروف العدوى الاصطناعية من 40 % إلى 66.67 %، وهذا ما يؤكد أيضاً القدرة الإراضية لعزلة الفطر *F. solani* المستخدمة في العدوى.

تظهر النتائج أيضاً وجود تأثير واضح للإصابة بالفطر *F. solani* في بعض مؤشرات نمو غراس الفستق الحلبي، إذ لوحظ انخفاض في متوسط طول النباتات في المعاملات التي تمت فيها العدوى الاصطناعية مقارنة مع متوسط طول النباتات في المعاملات غير المعقدة، فقد بلغت النسبة المئوية للانخفاض في متوسط طول النباتات 24.86 % و 11.18 % و 8.76 % و 37.74 % في المعاملات (T1، T2، T3، T4) على التوالي، بينما بلغ 66.44 % في المعاملة T5 التي استخدمت فيها بذور غير معقمة من نفس مصدر البذور المستخدمة في الزراعة في المشتل بالمقارنة مع المعاملة T4 التي استخدمت فيها بذور معقمة (الجدول 1).

كما أدت الإصابة بالفطر *F. solani* تحت ظروف العدوى الاصطناعية إلى انخفاض واضح في متوسط وزن المجموع الخضري، إذ بلغت النسبة المئوية للانخفاض 16.03 % و 25.56 % و 6.93 % و 40.27 % في المعاملات (T1، T2، T3، T4) على التوالي، بينما بلغ الانخفاض في متوسط وزن المجموع الخضري 67.51 % في المعاملة T5 التي استخدمت فيها بذور غير معقمة من نفس مصدر البذور المستخدمة في الزراعة في المشتل بالمقارنة مع المعاملة الرابعة التي استخدمت فيها بذور معقمة (الجدول 1).

لم تختلف النتائج عن سابقتها فيما يتعلق بوزن المجموع الجذري، فقد بلغت النسبة المئوية للانخفاض 22.41 % و 3.97 % و 31.03 % و 49.66 % في المعاملات (T1، T2، T3، T4) على التوالي، بينما بلغ الانخفاض في متوسط وزن المجموع الجذري 87.16 % في المعاملة T5 التي استخدمت فيها بذور غير معقمة من نفس مصدر البذور المستخدمة في الزراعة في المشتل بالمقارنة مع المعاملة T4 التي استخدمت فيها بذور معقمة (الجدول 1).

الجدول 1: النسبة المئوية للإصابة بالفطر *F. solani* وتأثيرها في بعض مؤشرات النمو لغراس الفستق الحلبي تحت ظروف العدوى الاصطناعية

المعاملة	طريقة العدوى*	طول النبات (سم)	وزن المجموع الخضري (غ)	وزن المجموع الجذري (غ)	النسبة المئوية للإصابة %
T1	-	87.3a	4.18b	2.32cd	0
	+	65.6de	3.51bcd	1.8d	60%
T2	-	72.17cde	3.99bc	2.29cd	0
	+	64.1ef	2.97cd	1.97d	40%
T3	-	83.37abc	7.65a	5.22a	0
	+	76.07bcd	7.12a	3.6b	40%
T4	-	85.13ab	4.37b	2.96bc	0
	+	53f	2.61d	1.49d	66.67%
T5	-	28.57g	1.39e	0.38e	42.86%
LSD 5%					
		11.2	1.18	0.89	

- تشير الأحرف المشتركة ضمن كل عامود لعدم وجود فروق معنوية بين المعاملات. * (-) بدون عدوى اصطناعية، (+) عدوى اصطناعية.
- (T1) كل مكونات خلطة الزراعة معقمة باستثناء التربة، والبذور معقمة. (T2) كل مكونات خلطة الزراعة معقمة باستثناء الرمل الأسود، والبذور معقمة. (T3) كل مكونات خلطة الزراعة معقمة باستثناء السماد العضوي، والبذور معقمة. (T4) كل مكونات الخلطة معقمة، والبذور معقمة. (T5) كل مكونات خلطة الزراعة معقمة، والبذور غير معقمة

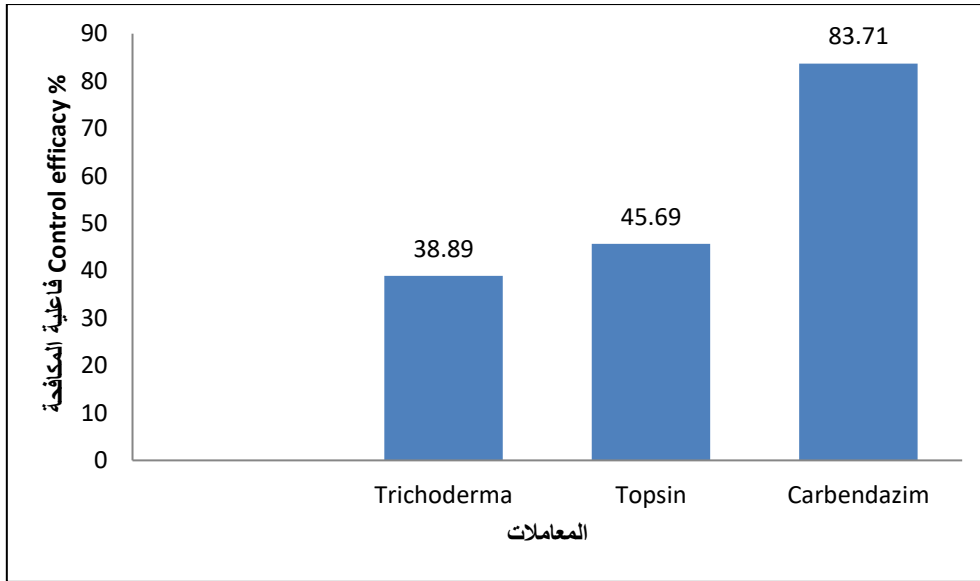
اختبار فاعلية بعض طرائق مكافحة المرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية

أظهرت النتائج أن معاملة بذور الفستق الحلبي بالمبيد كاربنديازيم أدى إلى انخفاض معنوي في النسبة المئوية للإصابة التي لم تتجاوز 13.33% مقارنة مع الشاهد (81.8%)، وبلغت فعالية المبيد 83.71% (الجدول 2).

الجدول 2: تأثير المعاملات المختلفة في مكافحة مرض موت غراس الفستق الحلبي المتسبب عن الفطر *F. solani* وفي بعض مؤشرات النمو تحت ظروف العدوى الاصطناعية

المعاملات	طول النبات (سم)	وزن المجموع الخضري (غ)	وزن المجموع الجذري (غ)	النسبة المئوية للإصابة %
T1 (الشاهد)	23.77a	2.37b	0.81ab	81.82%
T2	29.19a	3.17d	1.14c	50%
T3	25.0b	1.79a	0.74a	44.44%
T4	28.4a	2.65c	0.88b	13.33%
LSD 5%				
		2.9	0.24	0.12

- تشير الأحرف المشتركة ضمن كل عامود لعدم وجود فروق معنوية بين المعاملات.
- T1 (الشاهد) = بذور بدون معاملة (شاهد). T2 = بذور معاملة بالمعلق البوغي للفطر *Trichoderma*. T3 = بذور معاملة بالمبيد توبسين. T4 = بذور معاملة بالمبيد كاربنديازيم.
- كما أدت المعاملة بالفطر *T. harzianum* والمبيد ثيوفانات الميثيل (توبسين) إلى انخفاض في النسبة المئوية للإصابة مقارنة مع الشاهد، حيث بلغت فاعلية المكافحة 38.89% و 45.69% على الترتيب (الشكل 2).



الشكل 2: فاعلية معاملة بذار الفستق الحلبي بالفطر *T. harzianum* والمبيدين الفطريين كاربندازيم وثيوفانات الميثيل (توبسين) في مكافحة الفطر *F. solani* تحت ظروف العدوى الاصطناعية

تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة أخرى أجريت في تونس لاختبار كفاءة ستة مبيدات كيميائية ضد الفطرين *F. solani* و *F. oxysporum* المسببين لتدهور غراس الدراق، حيث كان المبيد كاربندازيم أكثرها فعالية، فقد أدى إلى تثبيط نمو مشيخة كلا الفطرين بنسبة 84.39% و 60.55% على الترتيب عند استخدامه بتركيز (parts per million) 10ppm. وقد أدت المعاملة بالكاربندازيم إلى تثبيط نمو مشيخة الفطر *F. solani* بنسبة 50.02% و 90.21% عند التركيزين 50 و 100 ppm على الترتيب. بينما لم يعط فوسيتيل ألنيوم نتائج جيدة في المختبر عند استخدامه بالتركيز 100ppm بالنسبة لكلا الفطرين. كما أظهر المبيد هيميكلزول فعالية ضد الفطر *F. oxysporum*، ولم يعط فعالية ضد *F. solani*. وقد أعطى المبيد كينوزول فعالية ضد *F. oxysporum* بنسبة 80% عند التركيز 50ppm. وبالتالي فإن المبيدين كينوزول وهيميكلزول كانا الأكثر فعالية ضد *F. oxysporum*، ولكن الكاربندازيم كان ذي تأثير متوسط ضد *F. oxysporum* بنسبة 40.15%، ولكنه كان الأكثر فعالية ضد *F. solani* بنسبة بلغت 98.02%. بينما المانكوزيب والميتالاكسيل أعطت فعالية منخفضة، إذ لم تتجاوز نسبة التثبيط 27.41 و 28.96% ضد *F. oxysporum* و 48.02 و 42.46% ضد *F. solani* (Mannai et al., 2018). يتضح من الدراسة السابقة أن فعالية نفس المبيد تختلف ليس تبعاً لجنس الفطر فقط، وإنما أيضاً تبعاً للأنواع ضمن الجنس الواحد.

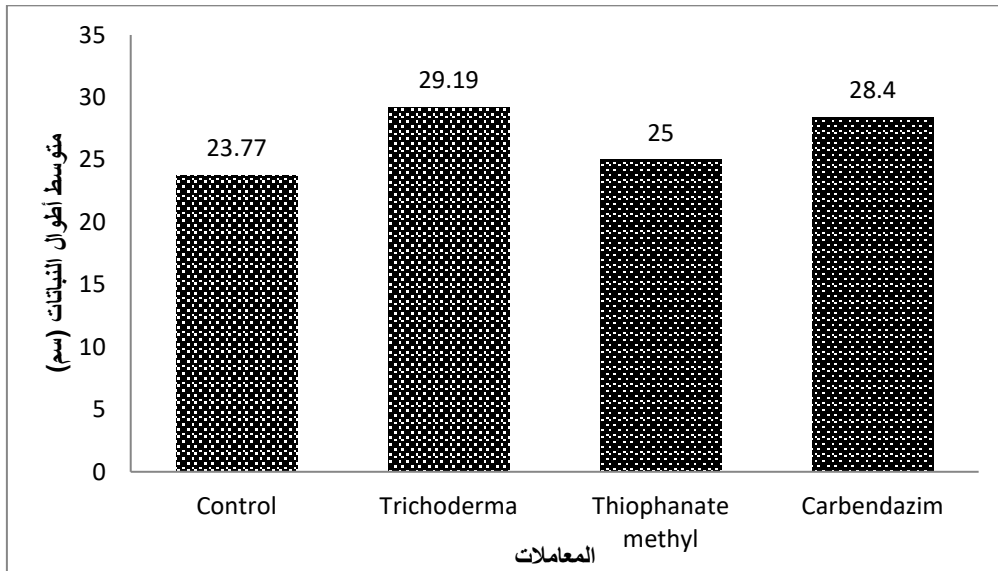
كما تتوافق نتائج هذا البحث مع نتائج Bhalia (2014) الذي بين أن المبيد كاربندازيم كان الأكثر فعالية في تثبيط نمو الفطر *F. solani* في المخبر، حيث أدى إلى تثبيط نمو مشيخة الفطر بنسبة 98.68%، وقد أدى المبيد كاربندازيم إلى تثبيط نمو مشيخة الفطر بشكل كامل (100%) عند التركيز 500ppm، وبنسبة 99.96% عند التركيز 250 ppm، و 98.1% عند التركيز 100ppm.

أدت معاملة البذور بمعلق بوعي للفطر *T. harzianum* إلى انخفاض واضح بنسبة الإصابة بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل، ولكن بفاعلية أقل بكثير من المبيد كاربندازيم. أشارت دراسات سابقة لفعالية الفطر *Trichoderma* في مكافحة

الفطر *F. solani* على الفول السوداني *Arachis hypogaea* (Rojo et al., 2007)، وعلى الفول *Vicia faba* (Belet et al., 2015).

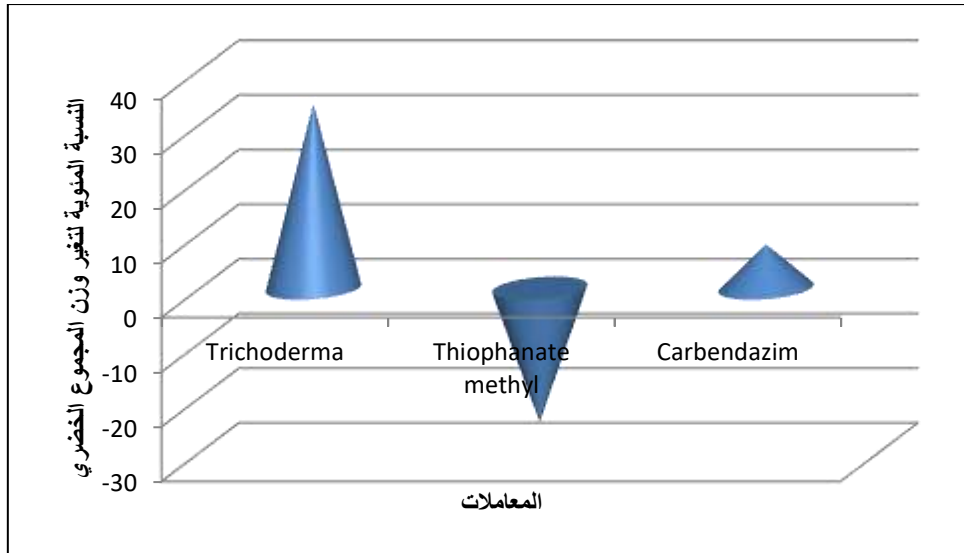
كما تتوافق نتائج هذه الدراسة أيضاً مع دراسة أجريت في مصر على نباتات الفاصولياء الجافة للمقارنة بين مكافحة الحيوية باستخدام *Trichoderma spp* والمكافحة الكيميائية باستخدام ثيوفانات الميثيل، وذلك على الفطرين *F. solani* و *F. oxysporum* المسببين لتعفن الجذور وذبول وسقوط نبات الفاصولياء، حيث أظهرت النتائج وجود انخفاض معنوي في نسبة الإصابة بالمرضات المختبرة، وزيادة النمو الخضري للنباتات وإنتاجيتها، إذ إن استخدام المعاملتين الحيوية والكيميائية معاً كانت ذات كفاءة عالية أكثر من استخدام كل معاملة بشكل منفرد (Abd El-Khair et al., 2019).

أدت المعاملة بالفطر تريكوذيما والمبيد كاربنديزيم إلى زيادة معنوية في متوسط أطوال النباتات بالمقارنة مع الشاهد المعدي (الشكل 3)، حيث بلغت الزيادة في طول النباتات 16.76% و 13.6% على التوالي. بينما لم تحقق المعاملة بالمبيد ثيوفانات الميثيل زيادة معنوية في طول النباتات بالمقارنة مع الشاهد المعدي.



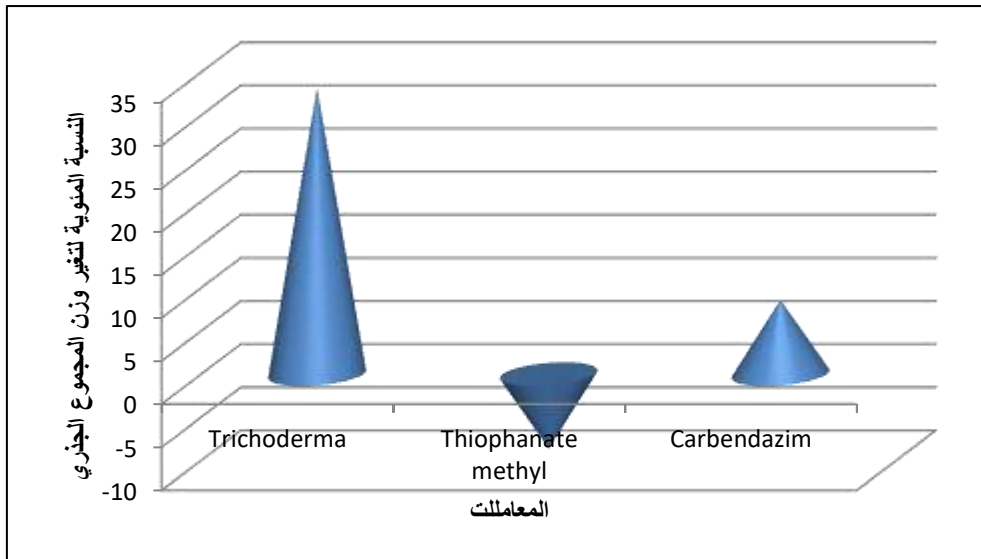
الشكل 3: تأثير المعاملات المختلفة لبذور الفستق الحلبي في متوسط أطوال النباتات

لم تختلف النتائج كثيراً فيما يتعلق بتأثير المعاملات المختلفة في وزن المجموع الخضري، فقد تفوقت المعاملة بالفطر *T. harzianum* بفروق معنوية بالمقارنة مع المعاملات الأخرى، إذ حققت زيادة في وزن المجموع الخضري بلغت 33.76%، تلتها المعاملة بالمبيد كاربنديزيم بزيادة قدرها 8.02%، بينما أدت المعاملة بالمبيد ثيوفانات الميثيل إلى انخفاض معنوي في وزن المجموع الخضري بلغ 24.47% (الشكل 4). قد يعزى الانخفاض الحاصل في وزن المجموع الخضري عند المعاملة بهذا المبيد إلى تأثير الإصابة في نمو النباتات، وعلى الرغم أن المعاملة بالمبيد ثيوفانات الميثيل وبالفطر تريكوذيما أدت إلى انخفاض مماثل إلى حد ما في النسبة المئوية للإصابة، إلا أن الفارق في وزن المجموع الخضري بين المعاملتين قد يعود لدور التريكوذيما في تنشيط نمو النباتات بآليات مختلفة (Abd El-Khair et al., 2019)، كما أن الزيادة في وزن المجموع الخضري في معاملة الشاهد بالمقارنة مع معاملة المبيد ثيوفانات الميثيل قد يعزى لوجود بعض النباتات في المكررين 5 و 6 السليمة وذات المجموع الخضري الكبير.

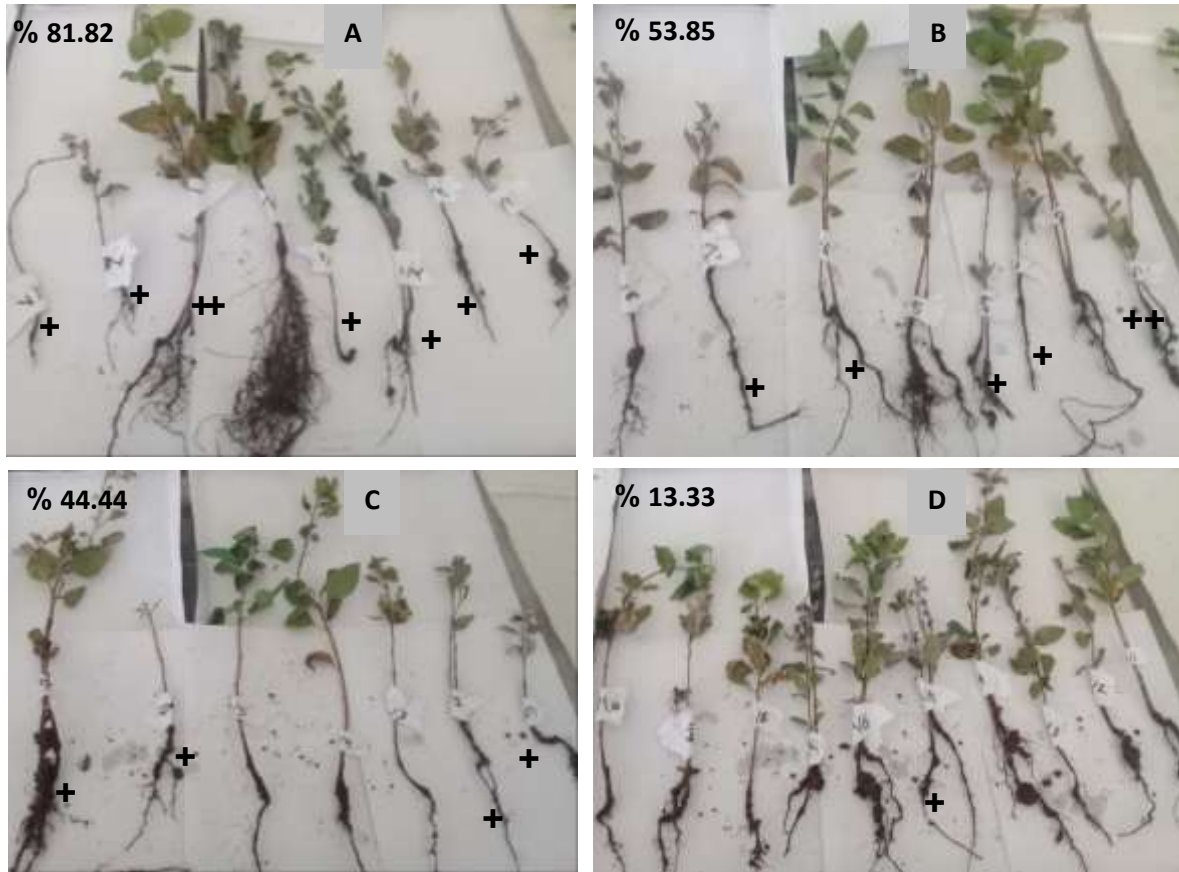


الشكل 4: تأثير المعاملات المختلفة لبذور الفستق الحلبي في وزن المجموع الخضري

كما أدت المعاملة بالفطر تريكوثيرما إلى زيادة معنوية في وزن المجموع الجذري بالمقارنة مع المعاملات الأخرى، فقد بلغت 33.19% بالمقارنة مع الشاهد غير المعدي، وبالمقابل أدت المعاملة بالمبيد ثيوفانات الميثيل إلى انخفاض بمقدار 8.6% وبفروق غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد المعدي (الشكل 5).



الشكل 5: تأثير المعاملات المختلفة لبذور الفستق الحلبي في وزن المجموع الجذري



الشكل 6: تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية للموتية للإصابة بالفطر *F. solani*، وفي بعض مؤشرات نمو غراس الفستق الحلبي تحت ظروف العدوى الاصطناعية. (A) الشاهد بدون أي معاملة للبذور. (B) معاملة التريكوثيرما. (C) معاملة المبيد ثيوفانات الميثيل. (D) في معاملة المبيد كاربنديازيم. (+) تشير إلى أن النبات مصاب

أظهرت دراسات سابقة أن معاملة البذور بمعلق بوعي من الفطر *Trichoderma sp.* أدت إلى زيادة معنوية في متوسط طول النباتات، فقد أشار Biam وزملاؤه (2019) إلى أن معاملة بذور البندورة بمعلق بوعي للفطر *Trichoderma sp.* أدت إلى زيادة معنوية في طول نباتات البندورة، وعدد الأوراق والأزهار في النبات، والوزن الجاف والطرقي للمجموع الجذري والخضري، إضافة إلى إنتاجية النبات الواحد من الثمار، ولكن في الدراسة الحالية لم يلاحظ تفوق للمعاملة بالفطر تريكوثيرما على المعاملة بالمبيد كاربنديازيم، على الرغم من أن دراسات سابقة أشارت إلى أن استخدام المبيد Carbendazim أعطى فعالية عالية في مكافحة الفطريات الممرضة المختبرة، إلا أنه أدى إلى انخفاض معنوي في نمو النباتات عند استخدامه بالتركيز 2% (Naffaa *et al.*, 2021)، كما أشارت دراسة أخرى إلى وجود سمية نباتية لهذا المبيد في بعض الحالات وعند بعض التراكيز، إذ أدى إلى انخفاض معنوي في طول نباتات التبغ *Nicotiana tabacum L. cv. Tennessee 86* والوزن الجاف للنباتات (Garcia *et al.*, 2002). من المحتمل أن يكون للمبيد كاربنديازيم سمية نباتية على بعض المحاصيل مثل البندورة والتبغ والبطاطا وغيرها من المحاصيل الخضرية، وعند استخدامه بتركيز مرتفعة، ولكن لم تشر دراسات سابقة لوجود تأثير سمي لهذا المبيد على نمو غراس الأشجار المثمرة عند استخدامه في تعقيم البذور، وهذا ما أظهرته نتائج هذه الدراسة.

المراجع:

- إحصائيات دائرة الأشجار المثمرة المتخصصة في مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في السويداء, 2020. المجموعة الإحصائية في وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. 2019 .
- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- Abd El-Khair, H.; I. E. Elshahawy; and H. E. Karima Haggog (2019). Field application of *Trichoderma* spp. combined with thiophanate methyl for controlling *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* in dry bean. *Bulletin of the National Research Center*. 43(1): 1-9.
- Belet, E.; A. Ayalew; and S. Ahmed (2015). Evaluation of local isolates of *Trichoderma* spp. against black root rot (*Fusarium solani*) on faba bean. *J Plant Pathol. Microb*. 6: 279. doi:10.4172/2157-7471.10002
- Bhaliya, C.; and K. Jadeja (2014). "Efficacy of different fungicides against *Fusarium solani* causing coriander root rot. *Biascan*. 9 (3): 1225 – 1227.
- Biam, M.; D. Majumder; and H. Papang (2019). *In vitro* efficacy of native *Trichoderma* isolates against *Pythium* spp. and *Rhizoctonia solani* (Kuhn.) causing damping-off disease in tomato (*Solanum lycopersicum* Miller). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 8(2): 566-579.
- Booth, C. (1971). *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 237.
- De Conteson, H. (1983). Early Agriculture in Western Asia. *Studies in Ancient Oriental Civilisation*. 36: 57-74.
- FAO. 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Garcia, P. C.; J. Ruiz; R. M. Rivero; L. Lopez-Lefebvre; and E. Sanchez (2002). Is the Application of Carbendazim Harmful to Healthy Plants? Evidence of Weak Phytotoxicity in Tobacco. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(2):279-83
- Kripalini, N.; B.M. Kumar; S. Y. Devi; and B. Sinha (2019). Studies on survey of *Fusarium* wilt of pea (*Pisum sativum* L.) and its management by native *Trichoderma* isolates and commercial *Trichoderma* under pot condition in Manipur. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 10 (1), 1-8.
- Leslie, J.F.; and B. A. Summerell (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing, Hoboken, 1-2. <https://doi.org/10.1002/9780470278376>
- Mannai, S.; N. Benfradj; N. Harrigue-Raouani; and N. Boughalleb (2018). Antifungal activity and growth promoting of three types of compost extracts against *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* associated with peach seedling decline in nurseries. *Journal of Crop Protection*. 7(3): 349-363.
- Naffaa, W.; A. Rasheed (2015). First report of *Fusarium solani* causing root rot of pistachio *Pistacia vera* L. seedlings in nurseries in Syria, *Arab Journal of Arid Areas*. 10 (1-2): 32-36.
- Naffaa, W.; L. Al-Jaramany; A. Elbenay; and R. Al-Mhethawi (2021). Biological control of tomato damping-off and potato black scurf by seed treatment with *Trichoderma harzianum*. *Jordan Journal for Biological Sciences*. In Press

Rojo, F. G.; M. M. Reynoso; M. Ferez; S. N. Chulez; and A. M. Torres (2007). Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut brown root rot under field conditions. *Crop Protection* 26(4): 549-555.

Determining the Primary Inoculum Source of *Fusarium solani* Causing Pistachio Seedlings Death in Nurseries and Testing the Effectiveness of Some Control Methods

Abeer Ghanem⁽¹⁾ and Walid Naffaa^{(1)*}

(1) Damascus University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Walid Naffaa, E-mail: walid1851966@yahoo.com)

Received: 16/ 09/ 2021

Accepted: 7/12/ 2021

Abstract:

This study was carried out in Kom Al-Hasa nursery in Sweida governorate. The aims of this study were: (i) determining the primary inoculum source of *Fusarium solani*, the cause of pistachio seedling death, (ii) testing the effectiveness of some chemical and biological control methods. The results showed that the pistachio seeds are the main source of infection, where the disease incidence was 42.86% when using unsterilized seeds obtained from the nursery, while there weren't any infected plants in all treatments which not subjected to artificial infection. The infection by *F. solani* significantly reduced the average of plant height, vegetative weight and root weight compared to the control under artificial infection conditions. On the other hand, the efficacy of pistachio seed treatment with Carbendazim and Thiophanate – methyl (Topsin) fungicides and spore suspension of *Trichoderma harzianum* in reducing the disease incidence was 83.71%, 45.69% and 38.89% respectively. Treatment with *Trichoderma* and Carbenazim significantly increased the studied growth parameters, while treatment with Thiophanate - methyl did not have any positive effect on plant growth.

Key words: *Fusarium solani*, pistachio, nurseries, inoculum source, control.