

تأثير مكرزة جذور نوعين معمرين من نبات الأجرد *Helianthemum almeriense* (L.) Mill. و *Helianthemum violaceum* (L.) Mill. بفطر الكماة الصحراوية *Terfezia claveryi*، في وقايتها من بعض الممرضات الفطرية

حجازي محمد حسين مندو<sup>1</sup>، بسام بياعة<sup>2</sup> وفهد البيسي<sup>3</sup>

(1) الهيئة العامة للثقافة الحيوية، ص.ب. 301902، دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: hijaz.mando@gmail.com؛ (2) قسم وقاية النبات،

كلية الزراعة، جامعة حلب. البريد الإلكتروني: bbayaa@gmail.com؛ الهيئة العامة للثقافة الحيوية، دمشق، سورية

### الملخص

مندو، حجازي محمد حسين، بسام بياعة وفهد البيسي. 2018. تأثير مكرزة جذور نوعين معمرين من نبات الأجرد *Helianthemum almeriense* (L.) Mill. و *Helianthemum violaceum* (L.) Mill. بفطر الكماة الصحراوية *Terfezia claveryi*، في وقايتها من بعض الممرضات الفطرية. مجلة وقاية النبات العربية، 36(3): 213-222.

نُفذَ البحث في مختبرات الهيئة العامة للثقافة الحيوية، دمشق، سورية، خلال الفترة 2016-2017. جُمعت عينات برية من الكماة الصحراوية، وعينات من نبات الأجرد الكماة، من منطقة ريف دمشق. عُرِفَت عينات الكماة على مستوى النوع، واستخدم النوع *Terfezia claveryi* منها في هذه الدراسة. عُرِلَت الفطور الممرضة المرافقة لجذور عينات نبات الأجرد، وعُرِفَت، ثم اختُبرت قدرتها الإراضية على نُبَيْتَات في الأنابيب بعمر شهر واحد، منتجة بالإكثار الخضري الدقيق لنوعين من عوائل الكماة الصحراوية: أجرد ألميريا *H. almeriense* والأجرد البنفسجي *H. violaceum*، ثم اختُبر تأثير هذه الفطور في نباتات من هذين النوعين مقساة بالأصص ومُعذاة بفطر الكماة الصحراوية *Terfezia claveryi*. أُخِذَت القراءات التالية بعد شهر من الإعداء بالفطور الممرضة: مساحة المسطح الورقي، طول النبات، عدد الأوراق، أعراض الإصابة المرضية الظاهرة على النُبَيْتَات أو النباتات. أظهرت النتائج أن الفطور المعزولة كانت: *F. oxysporum*، *F. equisti*، *F. roseum*، *Fusarium* sp. و *Rhizoctonia* sp. أُبْدَت نُبَيْتَات أجرد ألميريا في الأنابيب قابلة عالية للإصابة بالفطر *F. equisti* حيث ظهرت أعراض موت القمة والذبول، بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل، مصحوباً بموت الأوراق وبياسها وتساقط بعضها وانتهى بموت كامل النُبَيْتَات، بالإضافة إلى نقصٍ حاد في كل من مساحة المسطح الورقي وطول النُبَيْتَات وعدد الأوراق (297.3 مم<sup>2</sup>، 70.7 مم، 28 ورقة، على التوالي) مقارنةً بالشاهد (1204 مم<sup>2</sup>، 135.8 مم، 38.5 ورقة، على التوالي). أما نُبَيْتَات الأجرد البنفسجي في الأنابيب فقد أُبْدَت قابلة عالية للإصابة بالفطر *F. roseum* حيث ظهرت الأعراض بموت القمة وذبول بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل مصحوباً بموت الأوراق وبياسها وتساقط بعضها وانتهى بموت كامل النُبَيْتَات؛ بالإضافة إلى نقصٍ حاد في كل من مساحة المسطح الورقي وطول النُبَيْتَات، ونقص طفيف في عدد الأوراق (370.7 مم<sup>2</sup>، 65.2 مم، 44.5 ورقة، على التوالي) مقارنةً بالشاهد (718 مم<sup>2</sup>، 86.5 مم، 49 ورقة، على التوالي). وتراوح تأثير باقي الفطور في نوعي الأجرد من عالي الشراسة حتى غير الممرض كالفطر *Fusarium* sp. الذي لم يكن ممرضاً لكل من النوعين. في حين بقيت النباتات المُمَكَّرَزَة بفطر الكماة *Terfezia claveryi* بحالة صحية ممتازة بعد شهر من الإعداء بالفطور الممرضة المدروسة، ولم تُظهِر عليها أية أعراض للإصابة، كما أن النقص في مساحة المسطح الورقي وطول النباتات، وعدد الأوراق كان طفيفاً وغير معنوي مقارنةً بالشاهد لدى كل من نوعي الأجرد المدروسين إزاء كل الفطور الممرضة المدروسة. أثبتت هذه الدراسة الأثر الواضح والكبير لعلاقة التعايش بين نوعي أجرد الكماة *H. almeriense* و *H. violaceum* من جهة وفطر الكماة الصحراوية *Terfezia claveryi* من جهة ثانية، في وقايتها من الممرضات الفطرية التي تصيب مجموعهما الجذري *F. roseum*، *F. equisti*، *F. oxysporum* و *Rhizoctonia* sp. كلمات مفتاحية: أجرد الكماة، *Helianthemum almeriense*، *Helianthemum violaceum*، *Terfezia claveryi*، *Fusarium* sp.، *Fusarium roseum*، *Fusarium equisti*، *Fusarium oxysporum*، *Rhizoctonia* sp.، التعايش، المقاومة المُسْتَحَقَّة، ميكوريزا.

### المقدمة

مكافحة ممرضات النبات من قاطنات التربة، فقد خفض الميكوريزا *Glomus fasciculatum* الإصابة بمرض ذبول الهليون *Asparagus officinalis* L. الذي يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* في ظروف البيت الزجاجي (Matsubara et al., 2001).

تسهم الميكوريزا دور مهم في الحد من الإصابات التي تحدثها ممرضات النبات (Whipps, 2004). وُجِدَ أن العديد من أنواع الميكوريزا دور في

كما أشار عديد من الباحثين إلى التأثير التضادي للميكوريزا إزاء ممرضات نبات عديدة مثل الفطر *Fusarium oxysporum* (Caron et al., 1986؛ St-Arnaud et al., 1997). كما خفض الميكوريزا *Glomus clarum* الإصابة بمرض التعفن الرطب لجذور اللوبياء *Vigna unguiculata* L. الذي يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* (Abdel-Fattah & Shabana, 2002). تغير بعض حالات التعايش فيزيولوجيا النبات، الأمر الذي يؤدي إلى تغذية معدنية أفضل وزيادة مقاومة/تحمل الإجهادات الأحيائية واللا أحيائية. وقد سُخِّلت حالات كثيرة جداً لتحسن مقاومة/تحمل النباتات المُمَكَّرَزة إزاء الممرضات قاطنات التربة (Whipps, 2004). وأدت الدراسات الحديثة إلى إطلاق مصطلح جديد هو المقاومة المُستحثة من الميكوريزا (Pozo et al., 2009). سُجِلت معظم الأبحاث التي درست مقاومة النبات التي تحدثها الميكوريزا إزاء الممرضات من قاطنات التربة انخفاضاً في كل من حدوث و/أو شدة تعفن الجذور أو الذبول الذي تسببه بعض الفطور مثل *Rhizoctonia* أو *Fusarium* أو *Verticillium*، وتعفن الجذور الذي تسببه الفطور البيضية oomycetes بما فيها *Phytophthora*، *Pythium* و *Aphanomyces* (Whipps, 2004). وتبدو النباتات المُمَكَّرَزة أفضل تحملاً للإصابة بالممرضات بالإضافة إلى زيادة كتلتها وغلتها (Whipps, 2004؛ Germns et al., 2001). تشمل الميكوريزا الكمأة الزقية والتي تضم دورها عدة أجناس، أهمها الجنس *Terfezia* و *Tuber*. زُرِعَ حتى الآن القليل من أنواع الجنس *Tuber* على نطاق تجاري، كما طُوِّرت مؤخراً تقنيات جديدة لزراعة بعض أنواع الجنس *Terfezia* (Morte et al., 2008). تسمى الكمأة التي تنتمي للجنس *Terfezia* بالكمأة الصحراوية، وتنتشر في البلدان والمناطق ذات المناخات الجافة وشبه الجافة (Hall et al., 2007). أُسِّست أول مزرعة للكمأة الصحراوية الاصطناعية في محافظة مورتيا في إسبانيا عام 1999، حيث تمكنوا من الحصول على إثمار للكمأة في غضون 12 شهراً. وانتخب لهذه الزراعة أجرد ألميريا *Helianthemum almeriense* (L.) Mill كعائل نباتي مُمَكَّرَز بالكمأة *Terfezia clavaryi* (Morte et al., 2009). وهناك تجارب متقدمة لزراعة أنواع كمأة أخرى من الجنس *Terfezia* في كل من إسبانيا وفلسطين المحتلة (Renowden, 2005)، وتونس والجزائر والأرجنتين مؤخراً (Kagan-Zur et al., 2014). تنتمي أنواع الأجرد إلى الجنس *Helianthemum* والفصيلة اللانثية *Cistaceae*، وقد ذكر الكثير من الباحثين انتشار عديد من أنواعه في سورية والتي بلغت نحو 15 نوعاً (أكساد، 2008؛ سنكري، 1977؛ AI-Oudat et al., 2005؛ Mouterde, 1966). ومن أهم أنواع الأجرد المستخدمة كعوائل نباتية في زراعة الكمأة اصطناعياً على نطاق عالمي نوعان هما: (أ) أجرد ألميريا

*H. almeriense* من أكثر الأنواع انتشاراً في المناطق شبه الجافة في إسبانيا، وله أهمية كبيرة في التحريج، كونه يقيم علاقة تعايش مع فطور الكمأة من الجنسين *Terfezia* و *Picoa*. وهو أول نوع من الأجرد العائل للكمأة الصحراوية، والذي نجح إكثاره الدقيق (Morte & Honrubia, 1992؛ Morte et al., 2009). وينحصر انتشاره الطبيعي في جنوب إسبانيا وشمال أفريقيا (المغرب) (Zamora et al., 2006). (ب) الأجرد البنفسجي *H. violaceum* (L.) Mill وهو من الأنواع العائلة للكمأة الصحراوية، وينتشر في موئل أوسع من موئل النوع السابق، ليس في إسبانيا فحسب بل في جنوب أوروبا وشمال أفريقيا (Zamora et al., 2006).

يصاب نبات الأجرد بالعديد من الفطور والأمراض أهمها: عفن الجذور الذي يسببه أحد الفطور *Pythium* (Kanuga Conference 2006)، أو *Rhizoctonia* sp.، أو *Phytophthora taxon* (Center, 2006)، ولفحة *niederhauserii* (Cacciola et al., 2009)، ولفحة *Botrytis* (Hong, 2007). هدف هذا البحث إلى (أ) عزل الفطور الممرضة لنباتات الأجرد، واختبار قدرتها الإمراضية في الأنابيب، (ب) مكرزة جذور بعض أنواع الأجرد *Helianthemum* بمعلق بوعي من فطر الكمأة السورية من الجنس *Terfezia* لإنتاج نباتات أجرد مُمَكَّرَزة، (ج) دراسة أثر مُمَكَّرَزة جذور نبات الأجرد بفطر الكمأة الصحراوية في وقايتها من الإصابة بالممرضات الفطرية المعزولة من سورية.

## مواد البحث وطرائقه

**جمع العينات والمادة النباتية والفطرية المستخدمة في هذه الدراسة**  
تم الحصول على عينات من بذور نبات الأجرد للنوعين المستخدمين في إنشاء مزارع الكمأة الصحراوية الاصطناعية: أجرد ألميريا *H. almeriense* والأجرد البنفسجي *H. violaceum* من قسم بيولوجيا النبات في كلية البيولوجيا بجامعة مورتيا بإسبانيا. جُمِعَت 7 عينات من الكمأة الصحراوية من منطقة ريف دمشق، وحفظت في علب مناسبة مع كمية من الرمل، وأرسلت إلى قسم بيولوجيا النبات في كلية البيولوجيا بجامعة مورتيا بإسبانيا لتعريفها، حيث عُرِفَت بوساطة تحليل الـ DNA باستخدام تقنية تتابع الفاصل المستسخ الداخلي (ITS sequences)، واستخدمت العينات من النوع *Terfezia clavaryi* في هذه الدراسة. جُمِعَت عينات من نباتات الأجرد خلال جولات أُجريت في بعض مناطق ريف دمشق.

## عزل الفطور الممرضة من منطقة جذور نباتات الأجرد وتعريفها

غُسِلَت جذور عينات نباتات الأجرد تحت الماء الجاري لمدة 5 دقائق. طُهِّرَت سطحياً بمحلول من هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 0.5 % لمدة 5 دقائق مع التحريك المستمر بواسطة محرك مغناطيسي، ثم شُطِّفَت الجذور بالماء المقطر المعقم ثلاث مرات لمدة 5 دقائق في كل مرة. جُفِّفَت الجذور على ورق نشاف معقم، قُطِعَت إلى أجزاء بطول حوالي 1 سم، ثم نُقِلَت إلى أطباق بتري تحوي مستنبت بطاطا دكستروز آغار PDA، وحُصِنَت الأطباق عند  $24 \pm 0.2$  °س لمدة 3-7 أيام، حيث غُزِلَت الفطور من أجزاء الجذور، ثم أُجريت عملية تنقية لهذه العزلات. حُفِّظَت العزلات بعد تنقيتها على أطباق بتري تحوي مستنبت PDA في البراد عند حرارة  $4 \pm 1$  °س لاستخدامها لاحقاً. صُنِّفَت العزلات الفطرية التي بلغ عددها 37 عزلة حسب الشكل المظهري للمستعمرة إلى 5 مجموعات متشابهة مظهرياً، وانتُخِبَت عزلة ممثلة عن كل مجموعة وأعطيت الرموز التالية: H1.1، H3.2، H4.2، H6.2، H15.1، ثم عُرِّفَت هذه العزلات على مستوى الجنس والنوع، وذلك بزراعة قرص بقطر 5 مم من كل عزلة على طبق بتري يحوي 25 مل من مستنبت PDA، ثم حُصِنَت الأطباق في الحاضنة عند حرارة  $24 \pm 0.2$  °س مع إضاءة شدتها 3000 لوكس لمدة 12 ساعة (تحاكي ظروف النهار)، بالتناوب مع حرارة قدرها  $12 \pm 0.2$  °س مع ظلام لمدة 12 ساعة (تحاكي ظروف الليل)، وذلك لمدة 15 يوماً، تخلل ذلك تقطيع المشيخة على الأطباق بعد الأسبوع الأول من بداية التحضين، وتعريض الأطباق في الأسبوع الثاني لجرعة من الأشعة فوق البنفسجية UV لمدة ساعة يومياً خلال الأسبوع الثاني من التحضين، وذلك لتحريض التبوغ، حيث عُرِّفَت العزلات بالاعتماد على لون المستعمرة ومواصفات الأبواغ (Booth, 1970, 1971).

## إنتاج نُبَيْتَات ونباتات الأجرد بإدخال البذور والإكثار الخضري الدقيق والتقسية

أُخِذَت كمية من بذور نوعي الأجرد: ألميريا *H. almeriense* والبنفسجي *H. violaceum*، وحُفَّت هذه البذور ميكانيكياً بورق زجاجي، ثم طُهِّرَت سطحياً كما يلي: غُمِسَت في الكحول الإيثيلي 70% لمدة دقيقة واحدة مع التحريك المستمر، نُقِلَت إلى محلول من هيبوكلوريت الصوديوم 1% Tween 20 + لمدة 20 دقيقة مع التحريك المستمر، نُقِلَت بعدها إلى الماء المقطر المعقم ثلاث مرات متتالية لمدة 5 دقائق في كل مرة، ثم نُعِثَت في الماء المقطر المعقم، وحُصِنَت طوال الليل في الظلام عند حرارة 20 °س لتحفيز الإنبات. نُقِلَت البذور في اليوم التالي، إلى ورق نشاف معقم، وثرُكَّت لتجف، ثم زُرِعَت في أنابيب اختبار زجاجية بأبعاد  $20 \times 2.5$  سم تحوي 15 مل من مستنبت Murashige and Skoog

(MS) (Murashige & Skoog, 1962) بمعدل بذرة واحدة للأنبوب. حُصِنَت الأنابيب في غرفة النمو لمدة شهر، ونُقِلَت النُبَيْتَات إلى مستنبتات جديدة كل 30 يوم. اسْتُخْدِمَت النُبَيْتَات بعد نموها لطول 10 إلى 15 سم لإجراء الزراعات الثانوية (Subcultures)، إذ قُطِعَت النُبَيْتَات إلى عُقْل مفردة وزُرِعَ كل منها في أنبوب جديد بهدف الإكثار الكمي للنُبَيْتَات، ثم حُصِنَت الأنابيب في غرفة النمو عند حرارة  $24 \pm 2$  °س، وفترة إضاءة 16 ساعة و8 ساعات ظلام، وشدة ضوئية قدرها 3000-4000 لوكس، ورطوبة نسبية قدرها  $70\% \pm 10\%$  (مندو وآخرون، 2017؛ Morte & Honrubia, 1992؛ Perez-Garcia & Gonzalez-Benito, 2006).

زُرِعَت العُقْل النباتية المفردة في أنابيب اختبار زجاجية جديدة بأبعاد  $20 \times 2.5$  سم تحتوي على 15 مل من المستنبت Murashige and Skoog (Murashige & Skoog, 1962) الخالي من الهرمونات النباتية، والذي يحوي: 1 مغ.ل<sup>-1</sup> ثيامين و100 مغ.ل<sup>-1</sup> ميوانوزيتول و30 غ.ل<sup>-1</sup> سكروروز و5.8 غ.ل<sup>-1</sup> آغار عالي النقاوة. وُعِدَّت حموضة المستنبت إلى pH=5.8 قبل التعقيم بالأوتوكلاف، وأُجريت عملية التقسية لجزء من هذه النُبَيْتَات لإنتاج نباتات مُقَسَّاة كما يلي: غُسِلَت جذور النُبَيْتَات المجذرة بالماء المقطر لإزالة الأغار، ثم غُمِسَت الجذور من المبيد الفطري كاربندازيم (3 غ.ل<sup>-1</sup>) لمدة 5 دقائق (Lopez et al., 2006)، ثم نُقِلَت إلى أصص بقطر 11 سم تحوي على خليط معقم من التربة والبيتموس والرمل بنسب 1:1:2 (حجم/حجم/حجم)، على التوالي. أُضيف 50 مل من الماء المقطر إلى كل أصيص والذي احتوى حوالي 600 مل من الخليط السابق، ثم غُطِّي كل أصيص بكيس من البولي إيثيلين PE الشفاف للمحافظة على رطوبة عالية، وحُصِنَت الأصص في غرفة النمو عند  $24 \pm 2$  °س، وفترة إضاءة 8 ساعات ظلام، بشدة ضوئية قدرها 3000-4000 لوكس، ورطوبة نسبية قدرها  $70\% \pm 10\%$ ، مع ري النباتات مرة أسبوعياً بمحلول  $\frac{1}{4}$  MS، لمدة أربعة أسابيع. بعد ثلاثة أيام أُحدث ثقبان في كل كيس بقص زاويتي الكيس بالمقص، وأضيفت ثقب جديدة لكل كيس كل يومين حتى أزيلت الأكياس بشكل كامل بعد حوالي 4 أسابيع، للحصول على نباتات مُقَسَّاة في الأصص وجاهزة لإجراء المَكْرَزَة عليها (Hamza et al., 2012؛ Lopez et al., 2006؛ Morte & Honrubia, 1992).

اختبار القدرة الإراضية للعزلات الفطرية على نُبَيْتَات الأجرد في الأنابيب أُخِذَ طبق بعمر أسبوع من كل عزلة من العزلات المدروسة: H1.1، H3.2، H4.2، H6.2، H15.1، وقُطِعَ إلى مكعبات بأبعاد  $5 \times 5$  مم. نُقِلَ مكعب واحد إلى كل أنبوب يحوي نُبَيْتَ أجرد بعمر شهر، ووضع على سطح المستنبت عند مستوى تاج النُبَيْتَ وبعيداً عن ساقه، وحُصِنَ لكل معاملة 12 أنبوباً واعتُبرَ كل أنبوب مكرراً. أُغْلِقَت الأنابيب من جديد

لوكس، ورطوبة نسبية قدرها  $70 \pm 10\%$ . أُخِذَت قراءة القدرة الإمبراضية بعد 4 أسابيع من الإعداد. سُجِّلَت الأعراض على النباتات كل أسبوع لمدة شهرين، وأخذت صور لكل نبات مع مسطرة مدرجة بالمم وعُولِجَت الصور باستخدام البرنامج Image J حيث أُخِذَت بوساطته القياسات التالية: مساحة المسطح الورقي لكل نبات (سم<sup>2</sup>)، طول كل نبات (سم)، عدد الأوراق على كل نبات.

### تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

صُمِّمَت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل (RCD) بمعدل 12 مكرراً لكل معاملة، واغْتَبِرَ كل أنبوب أو نبات مكرراً، واستخدم برنامج التحليل الإحصائي GenStat12 لحساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5% حسب اختبار Fisher، وكل القيم المعروضة في جداول النتائج هي عبارة عن المتوسطات  $\pm$  الخطأ القياسي (Mean  $\pm$  SE).

### النتائج

#### تعريف العزلات الفطرية

عُرِفَت العزلات الفطرية المستخدمة في التجربة على مستنبت PDA فكانت كما يلي: العزلة H1.1 تعريفها: *Fusarium roseum*، العزلة H3.2 تعريفها: *Fusarium sp.*، العزلة H4.2 تعريفها: *F. oxysporum*، العزلة H6.2 تعريفها: *Rhizoctonia sp.*، العزلة H15.1 تعريفها: *F. equisti*، وهذا يؤيد ما سجلته دراسات سابقة على أنواع أخرى من نبات الأجرد (Washington Congress diseases, 2009).

#### القدرة الإمبراضية للفطور على أجرد الميريا في الأنابيب

تباينت الفطور المدروسة في تأثيرها في نُبَيْتَات أجرد الميريا في الأنابيب بشكل معنوي، فقد كان الفطر *F. equisti* الأكثر تأثيراً في مساحة المسطح الورقي بمتوسط بلغ 297.3 مم<sup>2</sup> بفروق معنوية مقارنةً بالشاهد 1204.0 مم<sup>2</sup>، تلاه الفطور *Rhizoctonia sp.*، *F. roseum* و *F. Oxysporum* بمتوسطات بلغت 338.4، 425.7 و 448.5 مم<sup>2</sup>، على التوالي، وبفروق معنوية مقارنةً بالشاهد، في حين كان الفطر *Fusarium sp.* الأقل تأثيراً في مساحة المسطح الورقي بمتوسط بلغ 1054.2 مم<sup>2</sup> وبفروق غير معنوية مقارنةً بالشاهد. وكان الفطر *Rhizoctonia sp.* الأكثر تأثيراً في طول النُبَيْت بمتوسط بلغ 69.1 مم، تلاه الفطور: *F. equisti*، *F. roseum* و *F. oxysporum* بمتوسطات بلغت 70.7، 77.2 و 89.0 مم، على التوالي، في حين كان الفطر *Fusarium sp.* الأقل تأثيراً بمتوسط بلغ 102.8 مم وبفروق معنوية لجميع الفطور مقارنةً بالشاهد غير المُعْدِي 135.8 مم. في حين كان

بالقطن وأُعِيدَت إلى غرفة النمو، حُصِنَت الأنابيب في غرفة النمو عند حرارة  $24 \pm 2$ °س، وفترة 16 ساعة إضاءة/8 ساعات ظلام، بشدة ضوئية قدرها 3000-4000 لوكس، ورطوبة نسبية قدرها  $70 \pm 10\%$ . أُخِذَت قراءات القدرة الإمبراضية بعد شهر وسُجِّلَت الأعراض الظاهرية على النُبَيْتَات المُغْدَاة، وأُخِذَت صور لجميع النُبَيْتَات مع مسطرة قياسية مدرجة بالمم، حيث حُلَّت هذه الصور باستخدام البرنامج Image J وحُسِبَت بوساطته القياسات التالية: مساحة المسطح الورقي لكل نُبَيْت (مم<sup>2</sup>)، طول كل نُبَيْت (مم)، عدد الأوراق على كل نُبَيْت.

#### إنتاج نباتات الأجرد المُمَكَّرَة

استُخِذَت نباتات مُقساة ناتجة عن الإكثار الخضري الدقيق لنوعي الأجرد: ألميريا والبنفسجي من أجل إنشاء علاقة التعايش مع الميكورايذا *T. claveryi* في المختبر، بعد 3 أشهر من الإكثار والتقسية، حيث امتلكت هذه النباتات مجموعاً جذرياً قوياً وفعالاً مناسباً لعملية المُكَّرَة. حُصِرَ المعلق البوغي للكأه بطحن جسم ثمري ناضج ومجفف من النوع *T. claveryi* بهاون من السيراميك نظيف ومعقم، وُزِنَ 10 غ من مسحوق الجسم الثمري وأُضِيفَ إلى 1 لتر ماء مقطر معقم في دورق زجاجي معقم، سُدَّ الدورق بالقطن الطبي، ثم حُصِنَ على الهزاز طوال الليل عند حرارة  $24 \pm 0.2$ °س، وفي اليوم الثاني لُقِّحَت جذور النباتات المُقساة والمُعَطَّشَة لمدة 5 أيام بحقن 25 مل من المعلق البوغي للكأه في جو الجذور بوساطة محقن طبي ببيطري معقم (Morte et al., 2012)، ثم أُعِيدَت الأصص إلى غرفة النمو وحُصِنَت عند حرارة  $24 \pm 2$ °س، وفترة 16 ساعة إضاءة/8 ساعات ظلام، بشدة ضوئية قدرها 3000-4000 لوكس، ورطوبة نسبية قدرها  $70 \pm 10\%$ ، وفُجِصَت جذور النباتات للتحقق من نجاح عملية المُكَّرَة بعد 4 أسابيع من عملية الإلقاح (Morte et al., 2009).

#### اختبار تأثير مُكَّرَة جذور نباتات أجرد الميريا والأجرد البنفسجي في

##### إصابتها بالفطور الممرضة

بعد الحصول على نباتات نوعي الأجرد المُمَكَّرَة في أصص بلاستيكية، أُجْرِبَت العدوى بالعزلات الفطرية على النباتات المُمَكَّرَة كما يلي: أُخِذَ طبق مكتمل النمو بعمر أسبوع تقريباً من كل عزلة من العزلات الفطرية المدروسة وأُضِيفَ إلى 500 مل ماء مقطر معقم في الخلاط وُحِلِّطَ لمدة 30 ثانية حتى الحصول على معلق بوغي أو مشيجي، ثم طُبِّقَت العدوى على النباتات المُمَكَّرَة بري النباتات المعطشة لمدة 5 أيام بمعدل 25 مل من المعلق البوغي/المشيجي لكل أصيص، حيث أُعْدِي كل 12 نبات مُمَكَّرَ بعزلة من عزلات الفطور المدروسة، واغْتَبِرَ كل نبات مكرراً، ثم أُعِيدَت الأصص إلى غرفة النمو وحُصِنَت عند حرارة  $24 \pm 2$ °س، وفترة 16 ساعة إضاءة/8 ساعات ظلام، بشدة ضوئية قدرها 3000-4000

أحدث الفطر *F. oxysporum* تَدْنِي مساحة المسطح الورقي وتَقْرُم النُبَيْتَات مع ذبول القمة وبياس الأوراق من الأعلى باتجاه الأسفل انتهت بموت حوالي 50% من النُبَيْتَات.

أحدث الفطر *Rhizoctonia* sp. تَدْنِي حاد بمساحة المسطح الورقي وتَقْرُم النُبَيْتَات وظهور تقرحات على منطقة التاج وموت القمة وذبول النُبَيْت الذي بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل مصحوباً بموت وبياس الأوراق بموت حوالي 50% من النُبَيْتَات.

### تأثير مكرزة نباتات أجرد ألميريا بفطر الكمأة الصحراوية في الإصابة بالفطور الممرضة

لم تتباين الفطور المدروسة في تأثيرها في نباتات أجرد ألميريا المُقساة والمُكْرَزَة بفطر الكمأة الصحراوية *Terfezia claveryi* في الأصص، ولم تتأثر مساحة المسطح الورقي ومتوسط طول وعدد أوراق النباتات بشكل معنوي مقارنةً بالشاهد، وإنما بقيت جميع النباتات بحالة صحية ممتازة بعد شهر من الإعداء بالفطور المدروسة، ويتوافق هذا مع دراسات سابقة على تأثير مَكْرَزَة أنواع نباتية أخرى في وقايتها من الممرضات الفطرية (Matsubara et al., 2001) (جدول 2).

تأثير الفطور محدوداً في عدد الأوراق حيث تراوح عدد الأوراق بين 26.5 ورقة عند معاملة الفطر *F. roseum* و41.5 ورقة عند معاملة الفطر *Fusarium* sp. مقارنةً بالشاهد 38.5 ورقة (جدول 1).

أعراض إصابة نُبَيْتَات أجرد ألميريا في الأنابيب بالفطور المدروسة أحدثت الفطر *Fusarium* sp. انخفاضاً طفيفاً بطول النُبَيْتَات مع تَدْنٍ طفيف في مساحة المسطح الورقي، وظهور جميع النُبَيْتَات بصحة جيدة دون أية أعراض ظاهرة للإصابة.

أحدثت الفطر *F. roseum* تَدْنٍ لمساحة المسطح الورقي بشكل حاد وتَقْرُم النُبَيْتَات، إضافةً إلى موت القمة وذبول النُبَيْت الذي بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل مصحوباً بموت وبياس الأوراق وتساقط بعضها، وانتهى بموت جميع النُبَيْتَات.

أحدثت الفطر *F. equisti* تَدْنٍ حاد لمساحة المسطح الورقي وتَقْرُم النُبَيْتَات، إضافةً إلى موت القمة وذبول بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل مصحوباً بموت وبياس الأوراق وتساقط بعضها، وانتهى بموت جميع النُبَيْتَات.

**جدول 1.** تأثير الفطور المدروسة في نُبَيْتَات أجرد ألميريا *H. almierense* المزروعة في الأنابيب (القيم في الجدول هي المتوسطات  $\pm$  الخطأ القياسي (SE).

**Table 1.** Effect of studied fungi on *in vitro* grown *H. almierense* plantlets (values are means  $\pm$  standard error).

عدد الأوراق Number of leaves	طول النبات (مم) Plant length (mm)	مساحة المسطح الورقي (مم <sup>2</sup> ) Leaf surface area (mm <sup>2</sup> )	التعريف Identification	العزلة Isolate
38.50 $\pm$ 2.630 a	135.8 $\pm$ 6.314 a	1204.0 $\pm$ 64.75 a		شاهد Control
41.50 $\pm$ 2.986 a	102.8 $\pm$ 4.621 b	1054.2 $\pm$ 59.78 a	<i>Fusarium</i> sp.	H3.2
35.00 $\pm$ 2.517 ab	89.0 $\pm$ 3.756 bc	448.5 $\pm$ 40.01 b	<i>F. oxysporum</i>	H4.2
26.50 $\pm$ 3.403 b	77.2 $\pm$ 4.595 c	425.7 $\pm$ 20.26 b	<i>F. roseum</i>	H1.1
35.50 $\pm$ 5.058 ab	69.1 $\pm$ 9.09 c	338.4 $\pm$ 48.38 b	<i>Rhizoctonia</i> sp.	H6.2
28.00 $\pm$ 2.449 b	70.7 $\pm$ 9.26 c	297.3 $\pm$ 44.54 b	<i>F. equisti</i>	H15.1
10.48 (ورقة)	21.16 (مم)	155.9 (مم <sup>2</sup> )		LSD <sub>0.05</sub>

المتوسطات التي يتبعها الأحرف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

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

**جدول 2.** تأثير الفطور المدروسة في نباتات أجرد ألميريا *H. almierense* المُكْرَزَة والمُقساة بفطر الكمأة الصحراوية *Terfezia claveryi* في الأصص (القيم في الجدول هي المتوسطات  $\pm$  الخطأ القياسي).

**Table 2.** Effect of studied fungi on acclimatized and mycorrhized *H. almierense* plants (values are means  $\pm$  standard error).

عدد الأوراق Number of leaves	طول النبات (سم) Plant length (cm)	مساحة المسطح الورقي (سم <sup>2</sup> ) Leaf surface area (cm <sup>2</sup> )	التعريف Identification	العزلة Isolate
240.5 $\pm$ 22.08 a	25.83 $\pm$ 1.519a	58.80 $\pm$ 2.894 a		شاهد Control
234.0 $\pm$ 13.04 a	24.88 $\pm$ 1.342 a	57.16 $\pm$ 3.211 a	<i>Fusarium</i> sp.	H3.2
230.5 $\pm$ 20.32 a	23.62 $\pm$ 2.225 a	56.12 $\pm$ 3.902 a	<i>F. roseum</i>	H1.1
225.0 $\pm$ 16.62 a	22.70 $\pm$ 1.085 a	55.06 $\pm$ 3.532 a	<i>F. oxysporum</i>	H4.2
224.5 $\pm$ 25.20 a	21.75 $\pm$ 1.600 a	54.70 $\pm$ 4.232 a	<i>Rhizoctonia</i> sp.	H6.2
218.0 $\pm$ 17.07 a	22.43 $\pm$ 0.889 a	53.02 $\pm$ 2.805 a	<i>F. equisti</i>	H15.1
54.50 (ورقة)	4.355 (سم)	9.74 (سم <sup>2</sup> )		LSD <sub>0.05</sub>

المتوسطات التي يتبعها الأحرف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

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

### القدرة الإراضية للفطور في الأنابيب على الأجرد البنفسجي

تباينت الفطور المدروسة في تأثيرها في نُبَيْتَات الأجرد البنفسجي في الأنابيب بشكل معنوي، فقد كان الفطر *F. roseum* الأكثر تأثيراً في مساحة المسطح الورقي للنُبَيْتَات بمتوسط بلغ 370.7 مم<sup>2</sup> وبفروق معنوية مقارنةً بالشاهد 718.0 مم<sup>2</sup>، تلاه الفطور *F. oxysporum* و *Rhizoctonia* sp. بمتوسطات بلغت 426.1، 432.0 و 438.4 مم<sup>2</sup>، على التوالي، في حين كان الفطر *Fusarium* sp. الأقل تأثيراً في مساحة المسطح الورقي للنُبَيْتَات بمتوسط بلغ 518.7 مم<sup>2</sup> وبفروق غير معنوية مقارنةً بالشاهد. وكان الفطر *F. roseum* الأكثر تأثيراً في طول النُبَيْتَات بمتوسط بلغ 65.2 مم وبفروق معنوية مقارنةً بالشاهد 86.5 مم، تلاه الفطور *F. oxysporum*، *F. equisti* و *Rhizoctonia* sp. بمتوسطات بلغت 69.1، 69.6 و 72.0 مم على التوالي، في حين كان الفطر *Fusarium* sp. الأقل تأثيراً في طول النُبَيْتَات بمتوسط بلغ 82.1 مم وبفروق غير معنوية مقارنةً بالشاهد. وكان تأثير الفطور جميعها في عدد الأوراق محدوداً، حيث تدنى عدد الأوراق بشكل غير معنوي مقارنةً بالشاهد، وتراوح عدد الأوراق من 38.5 ورقة في أسوأ معاملة حتى 49.0 ورقة عند الشاهد (جدول 3).

**أعراض إصابة نُبَيْتَات الأجرد البنفسجي في الأنابيب بالفطور المدروسة**  
أحدث الفطر *Fusarium* sp. تَدْيِي طفيف بمساحة المسطح الورقي مع انخفاض طفيف بطول النُبَيْتَات، وظهور أغلب النُبَيْتَات بصحة جيدة دون أي أعراض ظاهرية لأي إصابة، حيث بقيت النُبَيْتَات حية وبصحة ممتازة بعد شهر من العدوى.

أحدث الفطر *F. roseum* تَدْيِي حاد بمساحة المسطح الورقي وتَقَرُّم النُبَيْتَات إضافةً إلى موت القمة وذبول بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل

مصحوباً بموت ويباس الأوراق وتساقط بعضها وانتهى بموت جميع النُبَيْتَات.

أحدث الفطر *F. equisti* تَدْيِي حاد بمساحة المسطح الورقي وتَقَرُّم النُبَيْتَات وانحناء وموت القمة وذبول بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل مصحوباً بموت ويباس الأوراق وتساقط بعضها وانتهى بموت جميع النُبَيْتَات.

أحدث الفطر *F. oxysporum* تَدْيِي حاد بمساحة المسطح الورقي وتَقَرُّم النُبَيْتَات وانحناء وذبول القمة ويباس الأوراق وتساقط بعضها، انتهت بموت حوالي 25% من النُبَيْتَات.

أحدث الفطر *Rhizoctonia* sp. تَدْيِي بمساحة المسطح الورقي وتَقَرُّم النُبَيْتَات، مع ظهور تقرحات على منطقة التاج وانحناء وموت القمة وذبول بدأ من الأعلى باتجاه الأسفل مصحوباً بموت ويباس الأوراق وتساقط بعضها، وانتهى بموت حوالي 25% من النُبَيْتَات.

### تأثير مَكْرَزَة نباتات الأجرد البنفسجي بفطر الكمأة الصحراوية في الإصابة بالفطور الممرضة

لم تتباين الفطور المدروسة في تأثيرها في نباتات الأجرد البنفسجي المُقساة والمُكْرَزَة بفطر الكمأة الصحراوية *Terfezia clavaryi* في الأصص، ولم تتأثر مساحة المسطح الورقي ومتوسط طول وعدد أوراق النباتات بشكل معنوي مقارنةً بالشاهد، وإنما بقيت جميع النباتات بحالة صحية ممتازة بعد شهر من الإعداء بالفطور المدروسة، ويتوافق هذا مع دراسات سابقة عن تأثير مَكْرَزَة أنواع نباتية أخرى في وقايتها من الممرضات الفطرية (Matsubara et al., 2001) (جدول 4).

**جدول 3.** تأثير الفطور المدروسة في نُبَيْتَات الأجرد البنفسجي *H. violaceum* في الأنابيب (القيم في الجدول هي المتوسطات ± الخطأ القياسي).  
**Table 3.** Effect of studied fungi on *in vitro* *H. violaceum* plantlets (values are means ± standard error).

عدد الأوراق Number of leaves	طول النبات (مم) Plant length (mm)	مساحة المسطح الورقي (مم <sup>2</sup> ) Leaf surface area (mm <sup>2</sup> )	التعريف Identification	العزلة Isolate
49.00±8.27 a	86.5±8.88 a	718.0±33.49 a		شاهد Control
46.50±3.304 a	82.1±6.311 ab	518.7±68.5 ab	<i>Fusarium</i> sp.	H3.2
43.50±4.856 a	72.0±3.230 bc	438.4±92.9 b	<i>Rhizoctonia</i> sp.	H6.2
38.50±2.754 a	69.1±5.574 c	432.0±73.7 b	<i>F. oxysporum</i>	H4.2
38.50±6.076 a	69.6±7.82 c	426.1±64.76 b	<i>F. equisti</i>	H15.1
44.50±3.403 a	65.2±6.79 c	370.7±64.51 b	<i>F. roseum</i>	H1.1
14.86 (ورقة)	12.29 (مم)	211.5 (مم <sup>2</sup> )		LSD <sub>0.05</sub>

المتوسطات التي يتبعها الأحرف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

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

**جدول 4.** تأثير الفطور المدروسة في نباتات الأجرد البنفسجي *H. violaceum* المُقسّاة والمُكْرَزَة بفطر الكمأة الصحراوية *Terfezia claveryi* في الأوص (القيم في الجدول هي المتوسطات  $\pm$  الخطأ القياسي).

**Table 4.** Effect of studied fungi on acclimatized and mycorrhized *H. violaceum* plants (values are means  $\pm$  standard error).

عدد الأوراق Number of leaves	طول النبات (سم) Plant length (cm)	مساحة المسطح الورقي (سم <sup>2</sup> ) Leaf surface area (cm <sup>2</sup> )	التعريف Identification	العزلة Isolate
175.0 $\pm$ 13.23 a	13.17 $\pm$ 1.067a	37.06 $\pm$ 4.345 a		شاهد Control
170.5 $\pm$ 10.44 a	12.27 $\pm$ 0.449 a	36.04 $\pm$ 1.651 a	<i>Fusarium</i> sp.	H3.2
168.5 $\pm$ 15.69 a	12.06 $\pm$ 0.718 a	35.48 $\pm$ 2.221 a	<i>Rhizoctonia</i> sp.	H6.2
162.0 $\pm$ 13.11 a	11.40 $\pm$ 0.850 a	34.10 $\pm$ 2.397 a	<i>F. equisti</i>	H15.1
161.5 $\pm$ 11.73 a	11.11 $\pm$ 1.179 a	34.10 $\pm$ 2.650 a	<i>F. oxysporum</i>	H4.2
149.0 $\pm$ 7.19 a	10.32 $\pm$ 1.303 a	31.37 $\pm$ 2.777 a	<i>F. roseum</i>	H1.1
38.76 (ورقة)	3.023 (سم)	8.91 (سم <sup>2</sup> )		LSD <sub>0.05</sub>

المتوسطات التي يتبعها الأحرف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

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

كما أظهرت النتائج أن الفطر *Fusarium* sp. الذي كان مرافقاً لجذور نباتات الأجرد في منطقة ريف دمشق لم يكن ممرضاً لأجرد الميريا وذلك لعدم ظهور أية أعراض على النبتات في الأنابيب، وبقيتها بحالة صحية ممتازة بعد شهر من الإعداء، وهذا هو المؤشر الأهم في الحكم على مقدرة الفطر الإمرضية إزاء العائل النباتي، وبالرغم من نمو الفطر بشكل كبير على سطح المستنبت في الأنابيب لم يؤثر في متوسط مساحة المسطح الورقي للنبتات بشكل معنوي، وهذا مؤشر آخر في الدلالة على أن هذا الفطر غير ممرض لأجرد الميريا، بالرغم من تخفيضه لمتوسط طول النبتات بشكل معنوي، الأمر الذي قد يُعزى لتأثير منافسة الفطر للنبتات على التغذية المحدودة التي يؤمنها المستنبت في الأنبوب، فهذا لا يعني أن الفطر ممرض لأجرد الميريا طالما أن النبتات لم تظهر عليها أية أعراض للإصابة ولم يتأثر متوسط المسطح الورقي لها. كذلك أظهرت النتائج أن الفطر *Fusarium* sp. غير ممرض للأجرد البنفسجي، حيث بقيت النبتات في الأنابيب بحالة صحية ممتازة بعد شهر من الإعداء، ولم يتأثر كل من مساحة المسطح الورقي وطول النبتات وعدد أوراقها بشكل معنوي. في حين كانت الفطور *F. roseum*، *F. oxysporum*، *F. equisti* و *Rhizoctonia* sp. ممرضة لكل من أجرد الميريا والأجرد البنفسجي بدرجات متفاوتة من الشراسة، وذلك بسبب ظهور أعراض الإصابة المختلفة على النبتات والنقص الحاد في مساحة المسطح الورقي وبياس نسب مختلفة من الأوراق وتساقطها، بالإضافة إلى موت نسب مختلفة من النبتات تراوحت من 25% حتى 100% حسب نوع الفطر الممرض ونوع الأجرد، ويتوافق هذا مع دراسات سابقة والتي سجلت ممرضات فطرية لأنواع أخرى من الأجرد من الجنس *Rhizoctonia* (Kanuga Conference Center, 2006)، ويعتبر هذا التسجيل الأول لممرضات فطرية من الجنس *Fusarium* على النوعين *H. violaceum* و *H. almeriense*.

أظهرت النتائج وجود عدد من الفطور الممرضة وغير الممرضة مرافقة لجذور نباتات الأجرد في منطقة ريف دمشق ومنها: *Fusarium* sp.، *F. roseum*، *F. oxysporum*، *F. equisti* و *Rhizoctonia* sp. كما أظهرت النتائج أن الفطر *Fusarium* sp. غير ممرض لكل من أجرد الميريا والأجرد البنفسجي، أما بقية الفطور فهي ممرضة لكلا النوعين ولكن بدرجات متفاوتة من الشراسة لكل فطر إزاء كل نوع من الأجرد المدروس. كما أظهرت النتائج الأثر الكبير والواضح لمكْرَزَة جذور نباتات كل من أجرد الميريا *H. almeriense* والأجرد البنفسجي *H. violaceum* بفطر الكمأة الصحراوية *Terfezia claveryi* في وقاية هذين النوعين إزاء الإصابة بالفطور الممرضة لهما موضوع الدراسة، ويتوافق هذا مع دراسات سابقة (Whipps, 2004).

## المناقشة

أظهرت النتائج أن الفطر *Fusarium* sp. غير ممرض لأجرد الميريا وذلك لعدم ظهور أية أعراض على النبتات في الأنابيب وبقيتها بصحة ممتازة بعد شهر من الإعداء، بالرغم من نمو الفطر بشكل كبير على سطح المستنبت في الأنابيب، وبالرغم من تخفيضه لمتوسط طول النبتات بشكل معنوي وخفضه لمتوسط مساحة المسطح الورقي بشكل غير معنوي مقارنةً بالشاهد، الأمر الذي يُعزى لمنافسة الفطر للنبتات على التغذية المحدودة التي يؤمنها المستنبت في الأنبوب. كما أظهرت النتائج أن الفطور *F. roseum*، *F. oxysporum*، *F. equisti* و *Rhizoctonia* sp. ممرضة لأجرد الميريا وذلك بسبب ظهور أعراض الإصابة المختلفة على النبتات والنقص الحاد في مساحة المسطح الورقي وبياس نسب مختلفة من الأوراق بالإضافة إلى موت نسب مختلفة من النبتات بسبب هذه الفطور.

*F. equisti* و *Rhizoctonia* sp. والتي تُبَيِّنُ مقدرتها الإمراضية وشراستها إزاء هذين النوعين من الأجرد. يضاف إلى ذلك نقل تقنية مُكْرَزَة جذور نباتات الأجرد إلى سورية، وهي تقنية ناشئة وواعدة وتُعد خطوة متقدمة في إنتاج نباتات مُكْرَزَة، تسهم بدورٍ مهمٍ في زراعة الكمأة الصحراوية.

### شكر وتقدير

يتقدم فريق البحث بجزيل الشكر للأستاذة الدكتورة Maria Asunción Morte، من كلية البيولوجيا بجامعة مورثيا (إسبانيا) لتقديمها بذور أنواع الأجرد المختبرة، بالإضافة لتعريف عينات الكمأة بتقنيات تحليل الـ DNA. كما نشكر الأستاذ الدكتور محمد فواز العظمة من كلية الزراعة بجامعة دمشق لما قدمه من دعم وتعاون لإنجاح هذا العمل.

### Acknowledgements

The authors are grateful to Prof. Maria Asunción Morte from Faculty of Biology, University of Murcia (Spain) for providing rockrose seeds, and identifying desert truffle samples by DNA analysis. Also we are grateful to Prof. Mohammed Fawaz Alazmeh from the Faculty of Agriculture, University of Damascus for his valuable help and cooperation.

بينت هذه الدراسة أن مُكْرَزَة جذور نباتات كل من أجرد ألميريا والأجرد البنفسجي بميكوريزا الكمأة الصحراوية *Terfezia claveryi* منحه مقاومة مكتسبة عالية وفعالة إزاء الممرضات: *F. roseum*، *F. oxysporum*، *Rhizoctonia* sp. على اختلاف درجات شراستها، ويتوافق هذا مع دراسات أخرى أجريت على مُكْرَزَة نباتات أخرى مثل: الهليون الذي حماه الميكوريزا *Glomus fasciculatum* و *Gigaspora margarita* من الإصابة بمرض ذبول الهليون الذي يسببه الممرض *Fusarium oxysporum* (Matsubara et al., 2001)، وأشارت دراسات أخرى إلى التأثير الإيجابي للميكوريزا في مقاومة أنواع نباتية عدة إزاء الممرض *Fusarium oxysporum* (Caron et al., 1986؛ St-Arnaud et al., 1997)، وكذلك فعل الميكوريزا *Glomus clarum* إزاء الإصابة بمرض تماوت جذور اللوبياء *Vigna unguiculata* L. الذي يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* (Abdel-Fattah & Shabana, 2002)، كما أشارت دراسة أخرى إلى تأثير الميكوريزا الإيجابي في مقاومة نبات البطاطا إزاء الممرض *Rhizoctonia solani* (Yao et al., 2002).

وتُعد هذه الدراسة هي الأولى التي بينت أن مُكْرَزَة جذور نباتي الأجرد: ألميريا *H. almeriense* والبنفسجي *H. violaceum* بفطر الكمأة الصحراوية *Terfezia claveryi* قد استحثت في هذين النوعين مقاومةً فعالةً إزاء الإصابة بالممرضات الفطرية: *F. roseum*، *F. oxysporum*.

### Abstract

**Mando, H.M.H., B. Bayaa and F. Albiski. 2018. Effect of roots' mycorrhization of two rockrose plant species: *Helianthemum almeriense* (L.) Mill. and *Helianthemum violaceum* (L.) Mill., with the mycorrhiza fungus *Terfezia claveryi*, to protect them against some fungal pathogens. Arab Journal of Plant Protection, 36(3): 213-222.**

This study was conducted in the laboratories of the National Commission for Biotechnology (NCBT), Damascus, Syria, during 2016-2017. Samples of wild rockrose plant and desert truffle were collected from Damascus countryside. The desert truffle samples were identified at the species level, and the fungi in the rhizosphere were isolated, purified, identified, and then tested for their pathogenicity on one month old plantlets, micro-propagated *in vitro*, of two species of desert truffles plant hosts *H. almeriense* and *H. violaceum*. The effect of the fungi was then tested on plants of these two species, acclimatized in pots and inoculated with the mycorrhizae fungus *Terfezia claveryi*. One month after inoculation, the following parameters were measured: leaves' surface area, plant length, number of leaves, and disease symptoms on plants or plantlets. Results revealed that the isolated fungi were: *Fusarium* sp., *F. roseum*, *F. equisti*, *F. oxysporum*, and *Rhizoctonia* sp. The species *H. almeriense* showed high susceptibility to *F. equisti* as the following symptoms were observed: top necrosis, damping off from top to bottom accompanied with leaf dryness, partial leaf drop, with final death of all plantlets. In addition, there was a sharp decrease in the leaves' surface area, plantlets' length and leaves' number (297.3 mm<sup>2</sup>, 70.7 mm, 28 leaves, respectively) compared to the control (1204 mm<sup>2</sup>, 135.8 mm, 38.5 leaves, respectively). *H. violaceum* plantlets showed high susceptibility to *F. roseum* as they produced the above mentioned symptoms. In addition, there was a sharp decrease in the leaves' surface area, plantlets' length, and leaves' number (370.7 mm<sup>2</sup>, 65.2 mm, 44.5 leaves, respectively) compared to the control (718 mm<sup>2</sup>, 86.5 mm, 49 leaves, respectively). The rest of fungal pathogens showed different pathogenicity levels on both *Helianthemum* species which varied from aggressive to nonpathogenic. The fungus *Fusarium* sp., was nonpathogenic on both *Helianthemum* species. On the other hand, the mycorrhized plants with the truffle fungus *Terfezia claveryi*, were in excellent health conditions one month after inoculation with the studied pathogenic fungi and showed no disease symptoms. The decrease in plant's length, leaves' surface area, and leaves' number was small and insignificant compared to that in the control for each of the two studied rockrose species, and for each of the studied pathogenic fungi. This study demonstrated the clear and significant effect of symbiosis between the two species of rockrose plants: *H. almeriense* and *H. violaceum* with the fungus *Terfezia claveryi* which led to a mycorrhiza induced resistance against the following pathogenic fungi: *Fusarium* sp., *F. roseum*, *F. equisti*, *F. oxysporum* and *Rhizoctonia* sp., which infect these plants root system.

**Key words:** Desert truffle, *Terfezia claveryi*, rockrose, symbiosis, *Helianthemum almeriense*, *Helianthemum violaceum*, *Fusarium* sp., *Fusarium roseum*, *Fusarium equisti*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia* sp.

**Corresponding author:** Hijazi Mohammed Husein Mando, National Commission for Biotechnology (NCBT), P.O. Box 301902, Damascus, Syria, Email: hijaz.mando@gmail.com

## References

- Kanuga Conference Center.** 2006. New host plants and their pathogens. 15<sup>th</sup> Ornamental Workshop on Diseases and Insects. Hendersonville, NC, U.S.A. 12 pp.
- López, I.S., F.V. González and J.C. Luis.** 2006. Micropropagation of *Helianthemum inaguae*, a rare and endangered species from the Canary Islands. Bot. Macaronésica, 26: 55-64.
- Matsubara, Y., N. Ohba and H. Fukui.** 2001. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus infection on the incidence of Fusarium root rot in Asparagus seedlings. Journal of Japanese Society of Horticultural Sciences, 70: 202-206. <https://doi.org/10.2503/jjshs.70.202>
- Morte, A., A. Andriano, M. Honrubia and A. Navarro-Ródenas.** 2012. *Terfezia* cultivation in arid and semiarid soil. In: Edible ectomycorrhizal mushrooms. Zambonelli A., Bonito G.M. (eds). Soil Biology, vol 34. Springer, Heidelberg, Berlin. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33823-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33823-6_14)
- Morte, A., M. Honrubia and A. Gutiérrez.** 2008. Biotechnology and cultivation of desert truffles. Pages 467-483. In: Mycorrhiza. Varma, A. (ed). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-78826-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78826-3_23)
- Morte, A., M. Zamora, A. Gutiérrez and M. Honrubia.** 2009. Desert truffle cultivation in semiarid Mediterranean areas. Pages 221-223. In: Mycorrhizas - Functional Processes and Ecological Impact. C. Azcón-Aguilar, J. Barea, S. Gianinazzi and V. Gianinazzi-Pearson (eds.). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-87978-7\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-540-87978-7_15)
- Morte, M.A. and M. Honrubia.** 1992. *In vitro* propagation of *Helianthemum almeriense* Pau (*Cistaceae*). Agronomie, 12: 807-809.
- Mouterde, P.** 1966. Nouvelle flore du Liban et de la Syrie. 3 Tome + Atlas: DAR El Mashreq, Beyrouth, Liban. 563 pp.
- Murashige, T. and F. Skoog.** 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15: 473-497.
- Pérez-García, F. and M.E. González-Benito.** 2006. Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and pre-sowing treatment. Journal of Arid Environment, 65: 688-693.
- Pozo, M.J., A. Verhage, J. García-Andrade, J.M. García and C. Azcón-Aguilar.** 2009. Priming plant defence against pathogens by arbuscular mycorrhizal fungi. Pages 123-136. In: Mycorrhizas-functional processes and ecological Impact. C. Azcón-Aguilar, J.M. Barea, S. Gianinazzi and V. Gianinazzi-Pearson (eds.), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-87978-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-87978-7_9)
- Renowden, G.** 2005. The truffle book, Limestone Hills Publishing, a division of Limestone Hills Ltd. RD2 Amberley 8251, New Zealand. 148 pp.
- أكساد.** 2008. أطلس نباتات البادية السورية، منشورات المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دمشق، سورية. 513 ص.
- سنكري، م. ن.** 1977. بيئات ونباتات ومراعي المناطق الجافة وشديدة الجفاف السورية حمايتها وتطويرها، منشورات جامعة حلب، حلب، سوريا. 793 صفحة.
- مندو، حجازي، بسام بياعة، محمد موفق يبرق، فهد البيسكي ومحمد فواز العظمة.** 2017. تحسين نسبة إنبات بذور أربعة أنواع من أجرد الكمأة *Helianthemum* باستخدام بعض معاملات البذور. المجلة العربية للبيئات الجافة، 10(1-2): 48-58.
- Abdel-Fattah, G.M. and Y.M. Shabana.** 2002. Efficacy of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus clarum* in protecting cowpea plants against root rot pathogen *Rhizoctonia solani*. Journal of Plant Diseases and Protection, 109: 207-215.
- Al-Oudat, M., A. Khatib Salkini and J. Tiedemen.** 2005. Major native plant species in Khanasser area, Syria (Al- Hass and Shbeith Mountains). ICARDA, Aleppo, Syria. 16 pages.
- Booth, C.** 1970. *Fusarium oxysporum*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Vol: 211.
- Booth, C.** 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Kew Surrey, England. 237 pp.
- Cacciola, S.O., S. Scibetta, A. Pane, R. Faedda and C. Rizza.** 2009. *Callistemon citrinus* and *Cistus salvifolius*, two new hosts of *Phytophthora* taxon *niederhauserii* in Italy. Plant Disease, 93: 1075. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-10-1075A>
- Caron, M., C. Richard and J.A. Fortin.** 1986. Effect of preinfestation of the soil by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus intraradices*, on *Fusarium* crown and root rot of tomatoes. Phytoprotection, 67: 15-19.
- Gernns, H., H. von Alten and H.M. Poehlig.** 2001. Arbuscular mycorrhiza increased the activity of a biotrophic leaf pathogen- is a compensation possible? Mycorrhiza, 11: 237-243.
- Hall, I.R., G.T. Brown and A. Zambonilli,** 2007. Taming the truffle, the history, lore, and science of the ultimate mushroom. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, U.S.A. 304 pp.
- Hamza, A., L. Hamrouni, M. Hanana, F. Hamza, G. Maher and M. Neffati.** 2012. *In vitro* Micropropagation of *Helianthemum lippii* L.var *sessiliflorum* (*Cistaceae*): A Valuable Pastoral Plant. Middle-East Journal of Scientific Research, 11: 652-655.
- Hong, C.X.** 2007. Control of Ornamental Diseases. Extension Plant Pathologist, Hampton Roads AREC. 60 pp.
- Kagan-Zur, V., N. Roth-Bejerano, Y. Sitrit and A. Morte (eds).** 2014. Desert Truffles: Phylogeny, Physiology, Distribution and domestication. Soil Biology, Vol 38, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 391 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40096-4>

**Yao, M.K., R.J. Tweddell and H. Desilets.** 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by *Rhizoctonia solani*. *Mycorrhiza*, 12: 235-245.

<https://doi.org/10.1007/s00572-002-0176-7>

**Zamora, M., A. Morte, A. Gutiérrez and M. Honrubia** 2006. *Helianthemum violaceum* Pers., a new host plant for mycorrhizal desert truffle plant production. 5<sup>th</sup> International Conference on Mycorrhiza, Granada, Spain, 223 pp.

**St-Arnaud, M., B. Vimard, J.A. Fortin, C. Hamel and M. Caron.** 1997. Inhibition of *Fusarium oxysporum* f-sp. *dianthi* in the non-VAM species *Dianthus caryophyllus* by the co-culture with *Tagetes patula* companion plants colonized by *Glomus intraradices*. *Canadian Journal of Botany*, 75: 998-1005.

<https://doi.org/10.1139/b97-110>

**Whipps, J.M.** 2004. Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. *Canadian Journal of Botany*, 82: 1198-1227.

<https://doi.org/10.1139/b04-082>

Received: May 17, 2018; Accepted: July 26, 2018

تاريخ الاستلام: 2018/5/17؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2018/7/26