دراسة الفطريات الجذرية الحويصلية الشجيرية (Vesicular Arbuscular Mycorrhizas) لدى بعض الأنواع النباتية في ترب سورية

كمال الأشقر و محمد حسين علي

قسم علم الحياة النباتية ــ كلية العلوم ــ جامعة دمشق ــ سورية

تاريــخ الإيداع 2006/08/31
قبل للنشــر في 2007/02/04

الملخص

أصبحت أهمية الفطريات الجذرية الحويصلية الشجيرية (Vesicular Arbuscular Mycorrhizas) بالنسبة للنبات المضيف أمراً لا يقبل الجدل. ونظراً لأن مثل هذه الدراسات نادرة في سورية، فقد حاولنا متابعة ما سبق من دراسات، فدرسنا الواقع الميكوريزي لـ 51 نوعاً نباتياً ذات أهمية اقتصادية في مناطق وترب مختلفة. وركزنا في دراستنا على بعض النباتات المائية والمحبة للرطوبة التي يصعب فهم أهمية مكرزتها، وعلى بعض النباتات البريوية والتريدية، ونباتات تعود للفصيلة الوزية والملفوفية التي مازال الشك كبيراً في إقامتها لمثل هذه العلاقة التعايشية، وحاولنا تفسير النتائج الملاحظة ومقارنتها بما توصل إليه باحثون آخرون.

الكلمات المفتاحية: الفطريات الجذرية الحويصلية الشجيرية، الأبواغ، العلاقة التعايشية، نسبة المكرزة، ترب سورية.

Études des mycorhizes à vésicules et à arbuscules chez certaines espèces en Syriens sols

Kamal Al-Achkar et Mohamed Hosen Ali

Département de Plant Biology-Facultè des Sciences-Université de Damas-Damas

Received 31/08/2006
Accepted 04/02/2007

RÉSUMÉ

L'importance des mycorhizes à vésicules et à arbuscules pour la plant hôte est devenue indiscutable. Comme ces études des mycorhizes sont rares en Syrie, nous avons essayé, de continuer les recherches précédantes, et d'étudier l'état mycorhizien de 51 éspèces des plants qui possèdent une importance économique, dans différents endroîts et sols. Dans cet étude, nous nous somme interessé sur des plants aquatiques et hydrophiles, dont l'importance de la mycorhization est defficille à comprendre, ainsi que aux plants de Bryophyta, de Pteridophyta, de Chenopodiaceae et de Brassicaceae, cependant, la doute concernante cette symbiotique relation, est grande. Nous avons aussi, essayé d'expliquer nos résultats et les comparés avec les résultats d'autres chercheurs.

Mots clés: Mycorhizes à vésicules et à arbuscules, Spores, Symbiotic relation, Pourcentage de mycorhization, Syriens sols.

المقـــدمـــة

تعدُّ الفطريات الجذرية نوعاً من أنواع التعايش القائم بين جذور معظم النباتات وكثيـــر من فطريات التربة. ولم تعد أهميتها بالنسبة للنباتات المضيفة أمراً يقبل الجـــدل، فهـــي تحسن من تغذية النباتات المضيفة بالماء والعناصر المعدنية وخاصة قليلة الحركـــة فـــي التربة كالفوسفور والنُحـــاس (Alexander, C. et al. 1984; Jakobsen, I. 1994)، كمـــا أنها تحمي الجذور من العوامل الممرضة في التربة (Borowicz, V.A.2001)، وتحـــسن من البنية الفيزيائية والكيميائية للتربة، وتشجع على تشكيل العقد الآزوتية عنـــد النباتـــات البقولية ومن ثم (وبشكل غير مباشر) تثبت الآزوت الجـــوي (Azcon, R., El-Atrash, F.,1997). كما أنها تزيد من مقاومة النباتات المضيفة للظروف البيئية القاسية كالجفـــاف (Ruiz-Lozano et al.1995; Morte, A. et al.2000)، والملوحـــــة العاليـــــة (Allen, E.B., Cunningham, G.L.,1983)، والتـــرب الملوثـــة بالعناصـــر الثقيلـــة (Del Val, C. et al. 1999). كما أظهر كثير من البحوث أهميتها في المكافحة الحيويـــة وخاصة ضد الديدان الخيطية Nematode فـــي التربـــة (Williamson, V.M., Hussey, R.S. 1996). وفضلاً عن كل ذلك فإن الثمار الفطرية التابعة للفطريات الزقية والدعاميـــة الممكرزة، التي تشجع العلاقة الميكوريزية على تشكلها، تعدُّ ذات أهمية اقتصادية للإنسان وخصوصاً عندما تكون صالحةً للاستهلاك الغذائي أو الدوائي.

تعدُّ الدراسات المتعلقة بالميكوريزا في سورية متواضعة جداً (وحدة التنوع الحيـــوي، 1988؛ الأشقر والقاضي، 2000). لذلك هدفنا من خلال هذا البحث إلى:

1- تسليط الضوء على مدى وجود مثل هذا التعايش لدى عدد كبير من الأنواع النباتيـــة في سورية (في مناطق مختلفة) وخاصةً الاقتصادية منها.

2- دراسة الواقع الميكوريزي لدى بعض أنواع النباتات المائية والمحبة للرطوبة والتـــي يصعب فهم أهمية مكرزتها كنباتـــات تعـــود إلـــى الفـــصيلة الأســـيلية Juncaceae والبوتامية Butomaceae واللامية Lamiaceae، وكذلك بعض النباتات البريويـــة Bryophytaوالتريدية Pteridophyta.

3- دراسة الواقع الميكوريزي لدى أنواع بعض الفصائل النباتية الذي يشير عدد كبيـــر من البحوث إلى عـــدم قابليتهـــا للمكـــرزة كالفـــصيلة الوزيـــة Chenopodiaceae والملفوفية Brassicaceae.

مواد البحث وطرائقه

المواقع والعينات النباتية المدروسة

تتبع معظم العينات النباتية المدروسة لنباتات مزروعة أو حولية، شجيرية أو على شكل جنبات ونادراً شجرية. وقد تم تركيز الاهتمام على نباتات الفصائل النباتية ذات الأهمية الاقتصادية كالفصيلة الفولية Fabaceae والكلئية Poaceae والملفوفية Brassicaceae والخبازية Malvaceae وفصائل أخرى (الجدول1و2). كما جُمعت عينات نباتية تستوطن البيئات والأوساط عالية الرطوبة والمائية التي لم تدرس إطلاقاً في سورية من الناحية الميكوريزية، وكذلك بعض العينات النباتية التي تتبع البريويات Bryophyta والتريديات Pteridophyta حيث الاهتمام بها قليل أو شبه معدوم، فيما يتعلق بإمكانية تعايش الفطريات معها .

وكان مجموع الأنواع النباتية المدروسة 51 نوعاً نباتياً، جُمعت من بيئات مختلفة ومتنوعة ومن مناطق متباعدة (غوطة دمشق، داريا، كناكر في المنطقة الجنوبية، العتيبة، ونجها شرقاً ومنطقة شين في محافظة حمص شمالاً، والزبداني غرباً). فكانت هذه البيئات متنوعة فمنها ما هو جاف وشبه جاف ورطب وعالي الرطوبة ومائي. حتى إن بعض المواقع التي أخذت منها العينات كانت شديدة التلوث. وقد جرت الدراسة خلال عام 2004.

جمع العينات

لجمع عينات نوع نباتي في منطقة معينة، تم اختيار خمسة نباتات للنوع نفسه من أماكن متباعدة عن بعضها بعضاً، ووضعت العينات في أكياس بلاستيكية مع تربتها الريزوسفيرية، وسجل على الكيس المعلومات الضرورية عن العينة ونقلت هذه العينات إلى المخبر حيث وضعت بدرجة 4م حتى تتم دراستها وفحصها.

تلوين الجذور

لونت عينات الجذوربأزرق التريبان أو بحمض الفوكسين حسب طريقة Kormanik and Mc Graw 1982 وذلك للكشف عن وجود الحويصلات والشجيرات الفطرية ضمن خلايا قشرة الجذور حيث تأخذ الأجزاء التابعة للفطر اللون الأزرق أو الأحمر، وصُورت العينات بواسطة آلة تصوير ديجيتال مركبة على المجهر الضوئي.

دراسة الأبواغ الموجودة في التربة الريزوسفيرية

عُزلت الأبواغ ودُرست بطريقة المناخل (Gerdemann and Nicolson 1963) حيث مررت عينة التربة المدروسة (200-250غ تربة) عبر سلسلة من المناخل ذات فتحات تتراوح بين 100-400 ميكروميتر باستخدام صنبور ماء عادي ثم أخذ ما علق في كل

منخل ووضع ضمن معلق ماء داخل طبق بتري ودرست تحت عدسة المكبرة. كما عزلت الأبواغ الملاحظة بواسطة ملقط خاص مصنوع من معدن لا يخرب الأبواغ أو الأنسجة، ووضعت على شريحة زجاجية ضمن قطرة من الغليسيرين وسترت بساترة بغية دراستها لاحقاً بالمجهر الضوئي. صنفت الفطريات الجذرية الحويصلية الشجيرية بالرجوع إلى Powell,C. L.,P.and Bagyaraj, D.J., 1984 بالاعتماد على خصائص الأبواغ .

حساب نسبة المكرزة

حُسبت نسبة المكرزة باستخدام صفيحة عد خاصة مربعة الشكل طول ضلعها 10سم، مقسمة إلى مربعات أصغر طول ضلع كل مربع 1.3 سم حيث فرشت الجذور المدروسة المقطعة والملونة على هذه الصفيحة، وحُسبت نسبة المكرزة بعد فحصها وعدها بالمكبرة وفق العلاقة الآتية:

$$\text{نسبة المكرزة} = \frac{\text{عدد الجذور الممكرزة}}{\text{عدد الجذور الكلي}} \times 100$$

قياس درجة الحموضة pH

تم من خلال أخذ 25 غراماً من عينة التربة المرافقة لعينة النبات، وخلطها مع 100 مل ماء مقطراً وتحريكها جيداً، ترقد بعد ذلك ثم تقاس درجة الحموضة بواسطة أوراق قياس خاصة (Panpeha).

النتائج والمناقشة

تنطلق أي دراسة تطبيقية تتعلق بالتعايش الميكوريزي من فهم واقع هذا التعايش، على جذور الأنواع النباتية في منطقة ما. وقد قطعت الدراسات المتعلقة بهذا الواقع أشواطاً واسعة في كثير من الدول. إلا أن مثل هذه الدراسات في سورية ما زالت محدودة جداً إن لم نقل إنها نادرة (الأشقر والقاضي، 2000). لذلك حاولنا في هذا البحث تسليط الضوء على هذا النمط من التعايش في مناطق عديدة من سورية ودرسناه على جمل جذرية تعود لأنواع نباتية عديدة معظمها لم يتم التطرق إليه سابقاً.

يوضح الجدولان (1و2) الأنواع النباتية المدروسة والفصائل التي تنتمي إليها ومكان جمع العينات وتاريخ إجراء الدراسة ونمط الميكوريزا الملاحظة على الجذور ونوع الفطر الممكرز في حال تحديده، ونسبة المكرزة ودرجة حموضة التربة ثم السمات الواضحة التي تميز التعايش الميكوريزي.

مكان الجدول (1)

تتمة الجدول (1)

تتمة الجدول (1)

مكان الجدول (2)

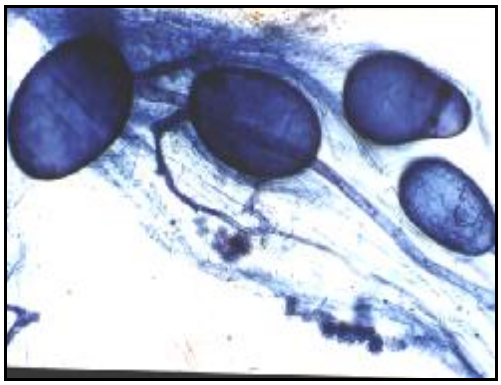
ومن خلال هذه الدراسة يمكن أن نستنتج ما يأتي:

دُرس 51 نوعاً نباتياً تنتمي إلى 28 فصيلة. وكان عدد الأنواع النباتية التي أبدت وجود ميكوريزا داخلية حويصلية شجيرية VAM 45 نوعاً. ويمكن عندئذ تقدير معدل الإصابة بالميكوريزا لدى النباتات المدروسة هو 45/51 x 100 = 88%، وهي نسبة جيدة تعطي فكرة واضحة عن مدى انتشار هذا التعايش بالنسبة للنباتات المدروسة في مواقع وترب سورية مختلفة، وضمن درجات حموضة pH تتراوح بين 6.0- 7.5 .

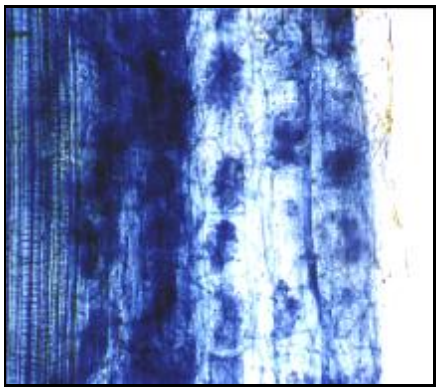
تتمثل النباتات التي لم يلاحظ عندها هذا التعايش بستة أنواع هي: القصب والدخن من الفصيلة الكلئية، الفجل والجرجير من الفصيلة الملفوفية، الثوم من الفصيلة الزنبقية، نعنع الماء من الفصيلة الشفوية وهو نبات محب للرطوبة. الأمر الذي يدفعنا للقول: إن حالة المكرزة لدى النباتات داخلية المكرزة في سورية هي حالة عامة، إلا أن نباتات بعض الفصائل كالملفوفية ونباتات البيئات المحبة للرطوبة تحتاج إلى مزيد من الدراسة لأن بعضها أبرز وجود ميكوريزا وبعضها لم يظهر.

إن ملاحظة وجود الميكوريزا لدى نباتات من الفصيلة الملفوفية والسرمقية (الشكل 1 و2) وبنسبة عالية أحياناً يخالف رأي بعض العلماء الذين أشاروا إلى عدم قابلية هذه النباتات للمكرزة (Glenn et al., 1985)، ويتفق مع (Hirrel et al. 1978)، (الأشقر والقاضي، 2000) الذين أشاروا إلى إمكانية مكرزة مثل هذه النباتات ولكن ذلك يتعلق بالظروف البيئية للمنطقة التي توجد فيها هذه النباتات، كما يتعلق بالنوع النباتي المضيف والفطر الممكرز.

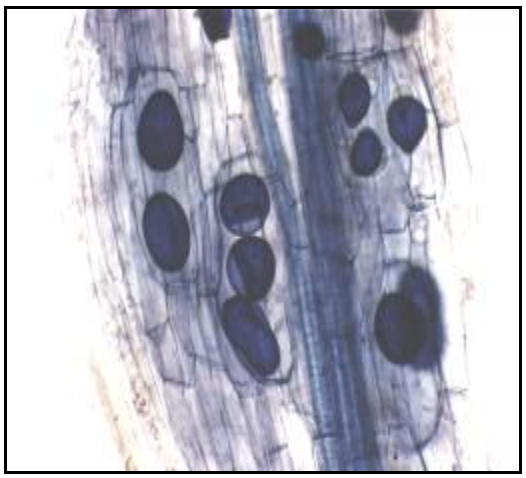
كشفت هذه الدراسة عن وجود ميكوريزا واضحة لدى بعض النباتات المحبة للرطوبة العالية أمثال الحوذان المائي (كناكر) والتيفا (شكل 3) وعدس الماء والقرة والأسيل حيث سجلت عينات التيفا نسبة مكرزة عالية بلغت 65% في الوقت الذي أشير فيه إلى غياب الميكوريزا لدى هذا النبات من قبل Cornwell et al. 2001, Silva Gladstone Alves et al.2001) da). فقد كان وجود الميكوريزا لدى هذه النباتات مستبعداً تماماً من قبل بعض العلماء، ولم يعطَ أهمية كبيرة في البحث والدراسة (Cornwell et al.2001; Turner et al.2000)، حيث اعتقد بأن نباتات الفصيلة السعدية قد نجحت بالتخلص من الإصابة بأي أشكال ممكرزة. وقد كشفت دراستنا عن أن الحوذان المائي المأخوذ من منطقة كناكر بتاريخ 2004/2/12 كان ممكرزاً في حين أنه لم يكن كذلك عندما جمع من منطقة الطبية في 2004/4/21، وربما يعود ذلك إلى اختلاف الظروف البيئية المحيطة بالزمان والمكان ويبدو من الصعب الجزم بأن نباتاً ما هو غير ممكرز. إلا أن ذلك دفعنا لدراسة حركية المكرزة على بعض الأنواع النباتية خلال عام كامل (نتائج لم تنشر).



الشكل (1) حويصلات فطرية داخل خلايا جذر نبات الخبيزة *Malva sylvestris*
(400X)



الشكل (2) شجيرات فطرية داخل خلايا جذر نبات الأقحوان *Calendula officinalis*
(200X)



الشكل (3) حويصلات فطرية داخل خلايا جذر نبات التيفا *Typha sp.* (200X)

يتوافق وجود الميكوريزا AM لدى بعض النباتات المحبة للرطوبة والمائية، مع نتائج باحثين آخرين (Beck-Nielsen, D., Madsen, T.V., 2001; Rickerl, D.H. et al. 1994) إن وجود الميكوريزا في النباتات المائية والمحبة للأوساط الرطبة ربما يتناقض مع ما هو معروف عن الميكوريزا بأنها تزيد من سطح امتصاص الجذور، ومن ثم تزيد من امتصاص الماء والمغذيات الأخرى. إلا أن وجود الـ VAM لدى بعض النباتات

المدروسة في منطقة معينة وعدم وجودها في نباتات منطقة أخرى ربما يوحي بأن هذه الفطريات تؤدي وظائف محددة وخاصة لكل حالة على حدة. وأغلب التفاسير عن وجود الميكوريزا في النباتات المائية والمحبة للرطوبة والذي تأكد في النباتات المدروسة في هذا البحث، يدور حول تركيز الفوسفور في التربة الرطبة وكمية الأوكسجين المنحل فيها. فقد وجد (Kasper and Kaj,1998)، أن نبات *Lobelia dortmanna* يقوم بطرح كمية كبيرة من الأوكسجين عبر مجموعه الجذري إلى الطمي مما يؤدي إلى زيادة احتمالية تفاعلات الأكسدة والإرجاع، فعندما يكون الطمي غنياً بعنصري الحديد والمنغنيز المؤكسدين، فإن ذلك يتيح للميكوريزا دوراً في تزويد هذا النبات بما يحتاجه من عنصر الفوسفور الذي لا يكون عندها هذا العنصر مدمصاً على الصفائح المتشكلة في الطمي حول الجذور ومن ثم غير قابل للاستخدام.

يمكن تفسير اختلاف نسبة المكرزة بين الأنواع النباتية أو لدى النوع النباتي نفسه في مناطق مختلفة، أو بمراحل فيزيولوجية مختلفة، بوساطة فرضيات. فطبيعة النبات المضيف تختلف من نوع نباتي إلى آخر بنيوياً وفيزيولوجياً، فجذور بعض النباتات تمتاز بخلايا قشرية ذات ترسبات سيلولوزية سميكة تحول دون اختراقها من قبل الخيوط الفطرية، فجذور نبات الفول مثلاً، الذي أبدى نسبة مكرزة عالية، ذات خلايا محاطة بطبقة رقيقة جداً من السيلولوز، في حين أن نباتي القمح والشعير قد أظهرا نسبة مكرزة منخفضة نسبياً لأن خلايا قشرة الجذر فيهما ذات طبقة سيلولوزية سميكة وترتصف بشكل مستطيلات ضيقة ومتوازية.

فضلاً عن ذلك فإن لبعض الجذور القدرة على إفراز بعض المواد المفككة والمحللة للخيوط الفطرية (فينولية) كنتيجة ورد فعل على اختراقها للقشرة الجذرية، أو قد تفرز هذه النباتات بعض المضادات التي يمكن أن تعيق نمو الفطريات والجراثيم كما في الثوم (والذي تبين من خلال دراستنا أنه غير ممكرز) الغني بمادة Allicine والهندباء البرية الغنية بمادة الـ Intybin المضادة للفطور والجراثيم. ومع ذلك، لا يمكن لما سبق أن يفسر سبب مكرزة بعض النباتات في وقت ما وعدم مكرزتها في وقت آخر، فنبات البصل المزروع في منطقة داريا لم يكن ممكرزاً على الإطلاق في شهر كانون الثاني ولكن بعد شهر لوحظت الخيوط الفطرية الداخلية وارتفعت نسبة مكرزته إلى 15%. وهذا يدل على أن شدة المكرزة قد تتعلق بشكل كبير بعمر النبات المضيف أو مرحلة نموه فالأمر الذي يؤدي إلى زيادة الإنتاج التمثيلي في عملية التركيب الضوئي، يمكن أن يزيد من نصيب الفطر الممكرز من الكربوهيدرات ومن ثم يزيد المكرزة، أو إن ازدياد عمر الجذر ومن ثم الخلايا الجذرية يجعلها أكثر تهشماً وضعفاً ومن ثم أكثر قابلية للمكرزة. وتؤدي التربة، موطن الجذر والفطر الممكرز، من حيث طبيعتها، ومساميتها، ودرجة حرارتها، ودرجة الـ pH، وجود أو عدم وجود الملوثات والأسمدة الآزوتية والفوسفورية بتراكيز عالية

وتركيز العناصر المغذية ورطوبة التربة دوراً كبيراً في تحديد مدى الإصابة بالميكوريزا. وهنا نشير إلى أن نبات البصل المزروع في منطقة العسالي والمروي بمياه نقية لم يبدِ أي بوادر للمكرزة على حين أن البصل المزروع في داريا والمروي بمياه ملوثة قد وصلت فيه نسبة المكرزة إلى 15%، كذلك الحال بالنسبة لنبات القمح الذي لم يبدِ أي مكرزة عندما كان مروياً بمياه نقية في منطقة كناكر، أما في منطقة العتيبة حيث كان يروى بمياه ملوثة فقد كانت نسبة مكرزته 12%، الأمر الذي يشير إلى وجود فطريات ممكرزة مقاومة للتلوث، مما يفسح أمامنا الأفق لاستخدام هذه الخاصية في إنتاج لقاحات ميكوريزية مقاومة لظروف صعبة كالتلوث مثلاً، وهذا ما شجع عليه باحثون آخرون في استخدام الميكوريزا في استصلاح الأراضي الملوثة (Joner and Leyval 2003). ويحتاج هذا الأمر للمزيد من الدراسة والتعمق لتحديد هذه الملوثات وتحليلها واستخدامها بتراكيز مختلفة على نوع أو أنواع نباتية تزرع في المختبر وملاحظة نسبة المكرزة في تلك النباتات.

تشير بعض النتائج في هذا البحث بالمقارنة مع النتائج التي توصل إليها باحثون آخرون في سورية ولكن في مواقع أخرى (الأشقر والقاضي، 2000) إلى توافق كبير فيما يتعلق بنباتات: الفصة، الفول، القصب، الخس، الشيح العشبي، الفجل، الكزبرة، النعناع البري، الفوناريا وكزبرة البئر ويختلف بالنسبة لنباتات السبانخ من الفصيلة السرمقية (الوزية) حيث حصلنا على نسبة مكرزة عالية في دراستنا هذه وصلت إلى 62%، في حين أشار باحثون آخرون إلى نسبة مكرزة منخفضة جداً في مناطق أخرى.

فقد أوضحت نتائج الدراسة أن أبواغ الفطريات الممكرزة والمعزولة، تعود في أغلبيتها إلى جنسي *Glomus* و*Gigaspora* وهذا يؤكد أن هذه الأجناس هي، الأكثر انتشاراً، والمسؤولة عن معظم حالات المكرزة لدى النباتات المدروسة في سورية.

REFERENCES

1- Alexander, C., Alexander, I. J., and Hadley, G. (1984). Phosphate uptake by *Goodyera repens* in relation to mycorrhizal infection New Phytol. 97:401-411.

2- Allen, E. B., Cunningham, G. L. (1983). Effect of vesicular- arbuscular mycorrhizae on *Distichlis spicata* under three salinity levels. New Phytol.93:227-236.

3- Azcon, R., El-Atrash, F. (1997). Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth,nodulation and N^2 fixation (15N) in *Medicago sativa* at four salinity leveles.Biol.fertil.soils,24(1):81-86.

4- Beck-Nielsen, D., Madsen, T. V. (2001). Occurrence of vesicular-rbuscular mycorrhiza in aquatic macrophytes from lakes and streams.Aquatic Botany, 71(2):141-148.

5- Borowicz, V. A. (2001). Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relation? Ecology. 82(11): 3057-3068.

6- Cornwell, W. K., Bedford, B. L., and Chapin, C. T. (2001). Occurrence of Arbuscular mycorrhizal fungi in a phosphorus –poor wetland and mycorrhizal response to phosphorus fertilization.American Journal of Botany, 88, 1824-1829.

7- Del Val, C., Barea, J. M., and Azcn- Aguilar, C. (1999). Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungus Populations in Heavy – Metal - Contaminated Soils. Applied and Environmental Microbiology, 65(2),718-723.

8- Gerdemann, J. W. and Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc.46: 235-244.

9- Glenn, M. G.,Chew, F. S., and Williams. (1985). Hyphal penetration of Brassica (Cruciferae) roots by a vesicular – arbuscular Mycorrhizal Fungus. New phytol.99. 463-472.

10-Hirrel, M. C., Mehravaran, H., and Gerdemann, J. W. (1978). Vesicular – arbuscular mycorrhizae in the Chenopodiaceae and Cruciferae: Do they occur ? Can. J. Bot. 56, 2813.

11-Jakobsen, I. (1994). Research approaches to study the functioning of vesicular-arbuscular Mycorrhizas in the field. Plant and Soil. 159(1):141-147.

12-Joner, E. J., and Leyval, C. (2003). Phytoremediation of organic pollutants using mycorrhizal plants: a new aspect of rhizosphere interactions. Agronomie. (23) 495-502.

13-Kasper, K. C., and Kaj, Sand-Jensen. (1998). Presipitated iron and manganese plaques restrict root uptake of phosphorus in *Lobelia. Dortmanna.*. Can.J.Bot, 76(12) 2158-2163

14-Kormanik, P. P., and Mc Graw, A. C. (1982). Quntification of vesicular arbuscular mycorrhizae in plant roots. In methods and principles of mycorrhizal research. Edited by N. C.Schenck, The American Phytopathological Society, St.Paul,37-45.

15- Morte, A., Lovisolo, C., Schubert, A. (2000). Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense-Terfezia* Mycorrhiza *clavery* Mycorrhiza- (2000)10:115-119..

16- Powell,C. L., P. and Bagyaraj, D. J. (1984). VA CRC Press. Florida- 234p.

17-Rickerl, D. H., Sancho F. o., Ananth, S. (1994). Vesicular- arbuscular endomycorrhizal colonization of wetland plants.Journal of Environmetal Quality, 23:913-916.

18-Ruiz-Lozano, J. M., Azcon, R., Gomez, M. (1995). Effects of arbuscular mycorrhizal Glomus species on drought tolerance: Physiological and nutritional plant responses.Applied and environmental microbiology, 16(2), 456-460.

19-Silva Gladstone Alves da, Santos Bartolomeu Acioli dos, Alves Marccus Vinicius, Maia Leonor Costa (2001). Arbuscular Mycorrhiza in Species of Commelinidae (Liliopsida) in The State of Pernambuco (Brazil). Acta Bot. Bras. vol. 15(2),155-165.

20-Turner, S.D.,Amon,J.P.,Schneble, C.F.Friese (2000). Mycorrhizal fungi associated with plants in groundwater fed wetlands. Wetlands 20:200-204.

21-Williamson, V. M., Hussey, R. S. (1996). Nematode pathogenesis and resistance in plant.Plant Cell 8:1735-1745.

22- وحدة التنوع الحيوي. (1988). الدراسة الوطنية للتنوع الحيوي في الجمهورية العربية السورية، وزارة الدولة لشؤون البيئة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP.

23- كمال الأشقر وعماد القاضي. (2000). دراسة أولية للفطريات الجذرية (Mycorrhizas) في سورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية – المجلد (16) العدد الثاني.

الجدول (1) الميكوريزا لدى الأنواع النباتية المدروسة

الفصيلة النباتية	نوع النبات المضيف	تاريخ الجمع عام 2004	مكان الجمع	نمط الميكوريزا	صفاتها ودلائلها	النسبة المئوية للمكرزة	pH التربة	نوع الفطر الممكرز	ملاحظات
الفولية Fabaceae	الفصة المزروعة *Medicago sativa*	1/16	دمشق(داريا)	AM	حويصلات قليلة + شجيرات	60	6.5	*Glomus sp.*	مياه ملوثة
	الفول *Vicia faba*	1/16	دمشق(داريا)	AM	حويصلات قليلة + خيوط فطرية داخلية	63	6.5		مياه ملوثة – عمر النباتات شهر
	البازلاء *Pisum sativum*	2/21	دمشق(كناكر)	AM	حويصلات + خيوط	43	7.0	*Gigaspora sp.*	تربة غضارية بركانية
	الحمص *Cicer arietinum*	2/21	دمشق(كناكر)	AM	حويصلات قليلة + خيوط فطرية داخلية	20	7.0		
	الجلبان *Lathyrus sp.*	3/31	زرزر	AM	حويصلات فقط	53			
	البيقية *Vicia sp.*	4/2	كناكر	AM	خيوط فطرية+ حويصلات	28	6.5		
الكلئية Poaceae	الشعير المزروع *Hordeum vulgare*	2/21	كناكر	AM	حويصلات	30	7.0		
	القمح *Triticum sp.*	4/2	كناكر	لم يلاحظ		----	7.0		مياه ري نقية
	القمح *Triticum sp.*	5/21	العتيبة	AM	حويصلات+خيوط	12	7.0		تربة ملوثة بالصرف الصحي
	البرومي *Bromus sp.*	5/6	حمص(شين)	AM	حويصلات	38	7.0		
	ذيل الثعلب *Alopecurus* sp.	5/21	العتيبة	AM	حويصلات+خيوط	20	7.5		قرب بركة ماء
	القصب *Arund donax*	5/21	العتيبة	لم يلاحظ		-----			
	الدخن *Panicum sp.*	5/21	غوطة دمشق	لم يلاحظ	خيوط	-----			
	الذرة الصفراء *Zea mays*	5/21	غوطة دمشق	AM	حويصلات+خيوط	14	6.5		
النجمية Asteraceae	الأقحوان *Calendula officinales*	1/28	عسالي	AM	شجيرات+خيوط فطرية غزيرة	85	6.5		مياه ري نقية انظر شكل (1)
	الخس العادي *Lactuca sativa*	1/10	داريا	AM	حويصلات+شجيرات	32		*Glomus sp.*	
	الخس العادي *Lactuca sativa*	4/16	داريا	AM	حويصلات+خيوط	38	7.0		بعد قطاف المحصول
	الشيح العشبي الأبيض *Arthemisia herba alba*	3/7	نجها	AM	حويصلات+خيوط	35			نبات جفافي
	الأربيان *Anthemis hylina*	5/21	العتيبة	AM	حويصلات نادرة	2		*Glomus sp.*	
	الهندباء البرية *Cichorium intybus*	5/21	غوطة دمشق	AM	حويصلات نادرة	5	7.5		غني بالمواد العفصية والـ Intybin

الملفوفية Brassicaceae	الفجل *Raphanus sativus*	1/16	داريا	لم يلاحظ	خيوط قليلة جدا	----	6.5		مياه ري ملوثة
	الرشاد *Lepidium sativum*	1/28	عسالي	AM	خيوط فطرية +حويصلات	63	6.5		
	الجرجير *Eruca sativa*	2/21	كناكر	لم يلاحظ	خيوط فطرية داخلية	----	6.5		
	الزهرة (القرنبيط) *Brassica olerancea* var. *botrytis*	2/21	كناكر	AM	حويصلات+خيوط	33	6.5		بعد قطاف المحصول
	الملفوف العادي *Brassica olerancea* var. *capitata*	3/12	داريا	AM	حويصلات+خيوط+أبواغ كامنة	60	6.5	*Glomus sp.*	مياه ري ملوثة
الوزية/السرمقية/ Chenopodiaceae	السبانخ *Spinacia oleracea*	2/21	سبينة	AM	حويصلات+خيوط+أبواغ كامنة	62	7.5		تسميد كيميائي
	السرمق *Chenopodium sp.*	5/21	غوطة دمشق	AM	حويصلات +أبواغ كامنة	25			
الزنبقية Liliaceae	البصل *Allium cepa*	1/28	عسالي	لم يلاحظ		----			مياه ري نقية
	البصل*Allium cepa*	2/10	داريا	AM	شجيرات نادرة	15	6.5		مياه ري ملوثة
	الثوم*Allium sativum*	2/10	داريا	لم يلاحظ	خيوط قليلة	----	6.5		مياه ري ملوثة
	حليب الطائر *Ornithogalum*	2/21	كناكر	AM	حويصلات	67		*Glomus sp.*	
	الثوم*Allium sativum*	4/16	داريا	AM	حويصلات	21	6.5		مياه ري ملوثة
الخبازية Malvaceae	الخبيزة البرية *Malva sylvestris*	1/16	داريا	AM	حويصلات غزيرة وأكثر من واحدة في كل خلية	20	7.0	*Glomus sp.*	منطقة ملوثة بالصرف الصحي انظر شكل(2)
	الختمية الطبية *Althaea officinalis.*	1/26	حديقة كلية العلوم	AM	حويصلات+خيوط	25			مياه ملوثة
	الختمية الطبية *Althaea officinalis.*	4/16	داريا	AM	حويصلات قليلة	18		*Gigaspora sp.*	
	الختمية الطبية *Althaea officinalis*	5/13	حديقة كلية العلوم	AM	حويصلات+خيوط	60	7.5	*Gigaspora sp.*	مياه نقية
الخيمية Umbelliferae	الكزبرة *Coriandrum sativum*	1/28	عسالي	AM	شجيرات+خيوط	60	6.0		
المفرقة Apocynaceae	الدفلة *Nerium oleander*	2/7	سبينة	AM	حويصلات+خيوط	60	7.0		
الأريكية Arecaceae	النخيل *Phoenix*	2/7	حديقة كلية العلوم	AM	حويصلات+خيوط	51	6.0		

القراصية Urticaceae	القريص *Urtica urens*	1/16	داريا	AM	خيوط فطرية +أبواغ كامنة	25	6.0	*Glomus sp.*	تربة كلسية
الزيتونية Oleaceae	التمرحنة الشجري *Ligustrum japonicum*	2/7	حديقة كلية العلوم	AM	حويصلات+خيوط	58			
الشفوية (اللامية) Lamiaceae	الحبق – *الريحان* *Ocimum basilicum*	2/21	كناكر	AM	حويصلات+خيوط+ أبواغ كامنة	40	7.0		
	النعناع الفلفلي *Mentha piperita*	4/2	كناكر	AM	حويصلات+خيوط+ شجيرات	27		*Gigaspora sp.*	مياه ري نقية
اللوفية Araceae	اللوف *Arum sp.*	2/21	كناكر	AM	حويصلات+خيوط+ أبواغ كامنة	62	7.0		عينات بين الصخور
العقدية Polygonaceae	الحميض *Rumex ocetosa*	2/21	كناكر	AM	حويصلات+خيوط	51	6.0		
الربيعية Primulaceae	بخور مريم *Cyclamen purpurascens*	5/6	حمص(عيون الوادي)	AM	حويصلات+خيوط	61			
الكنية Cannaceae	الكنا الهندية *Canna indica*	6/1	حديقة جامعة دمشق	AM	حويصلات+خيوط	27			
السعدية Cyperaceae	السعد *Cyperus sp.*	3/31	زرزر	AM	خيوط فطرية +حويصلات	46			
	السعد *Cyperus sp.*	5/21	العتيبة	AM	خيوط فطرية+ حويصلات	11			مياه ملوثة
الحوذانية Ranunculaceae	الحوذان المائي *Ranunculus sp.*	2/21	كناكر	AM	حويصلات+أبواغ كامنة	10			
	الحوذان المائي *Ranunculus sp.*	4/21	طبيبية	لم يلاحظ		----			
الملفوفية Brassicaceae	القرة *Nastaurtium officinalis*	2/21	كناكر	AM	خيوط فطرية+حويصلات	56			مياه نقية
التيفية Thyphaceae	التيفا *Typha sp.*	2/21	كناكر	AM	خيوط فطرية+ حويصلات ضخمة	65			انظر شكل (3)
الأسيلية Juncaceae	الأسيل *Juncus sp.*	5/21	بحيرة زرزر	AM	خيوط فطرية+حويصلات	30			
البوتامية Butomaceae	بوتاموس *Butomus sp.*	5/6	حمص(شين)	AM	حويصلات+أبواغ كامنة	32			
الشفوية(اللامية) Lamiaceae	نعنع الماء *Mentha aquatica*	4/21	طبيبية	لم يلاحظ		----			
Lemnaceae	عدس الماء *Lemna minor*	7/9	سهل الزبداني	AM	خيوط فطرية+حويصلات	8			

الجدول (2) الميكوريزا لدى بعض النباتات البريوية والتريدية

المجموعة النباتية	نوع النبات المضيف	تاريخ الجمع عام 2004	مكان الجمع	نوع الميكوريزا	صفاتها ودلائلها	نسبة المكرزة	ملاحظات
Funariaceae	*Funaria hygrometrica*	2/21	كناكر	AM	شجيرات	8	أوبار جذرية
Polypodiaceae كثيرات الأرجل	حشيشة الذهب *Ceterach officinocium*	5/6	حمص	AM	حويصلات+خيوط	62	أشباه جذور كثيفة
Polypodiaceae كثيرات الأرجل	كزبرة البئر *Adianthum pedatum*	5/28	حديقة كلية العلوم	AM	حويصلات + شجيرات+ خيوط كثيفة	25	