

الميكوريزا وأهميتها للنباتات

الدكتور محمد عبد الخالق الحمداني/ رئيس باحثين-دائرة البحوث والبيولوجية
وزارة العلوم والتكنولوجيا

الميكوريزا Mycorrhizae عبارة عن مركب ثنائي أو تركيب رابط، يعكس علاقة تعايشية إجبارية بين أنواع معينة من الفطريات وبين خلايا قشرة الجذور. وعلى الرغم من المنفعة المتبادلة في هذه العلاقة، إلا أنها تميل وبشكل واضح لمصلحة النبات من خلال زيادة كفاءة إمتصاص الغذاء، وتحمل أو مقاومة الإجهادات الحية وغير الحية التي تتعرض لها النباتات. ويمكن القول، بأن تكون الميكوريزا على جذور النباتات هو القاعدة وعدم وجودها يمثل الإستثناء.

وعلى العكس من الفطريات الممرضة على النباتات التي نالت قسطا وافرا من الدراسات ومنذ فترة طويلة، فإن الإهتمام بالفطريات النافعة والتي لا تسبب الأمراض قد بدأ متأخرا. فجميع أنواع الأشجار النامية تحت ظروف تربة طبيعية تمثل في حقيقتها حالة ثنائية، بينما تبدو ظاهريا كحالة أحادية. والحالة الثنائية التي نقصدها، تنعكس في أن هناك جزء من الشجرة (أنظمة الإمتصاص) تشترك بعلاقة تعايشية ذات منافع متبادلة مع فطريات معينة، يطلق عليها فطريات الميكوريزا.

وهذه العلاقة لا تسبب أمراضا، كما أعتدنا أن نسمع عند الحديث عن العلاقة بين الفطريات وجذور النباتات، وما يرافق تلك العلاقة من أمراض الذبول وتعفن الجذور. لذلك، فهي علاقة طفيلية في طبيعتها مما يجعلها إيجابية في تأثيراتها على النبات. وتصيب هذه الفطريات المحددة المغذية Feeder Roots لتتكون حالة جديدة يطلق عليها الميكوريزا.

وبذلك، فإن الميكوريزا عبارة عن جذور مغذية إعتيادية لكل أشجار الغابات ولمدى واسع من الأنواع النباتية كالمحاصيل الحقلية والبستانية والزينة، إضافة إلى المحاصيل العشبية. وقد لوحظ أن معظم أنواع الأشجار، تعتمد على الميكوريزا في عمليات بدء ودعم النمو، بينما تتأثر سلبا القدرة على البقاء عند غيابها.

عائدية أطراف الميكوريزا :

تتكون الميكوريزا الخارجية بواسطة عدة أنواع من الفطريات البازيدية Basidiomycotina والفطريات الكيسية Ascomycotina، يقابلها عدة أعضاء من العوائل النباتية التالية :

Pinaceae, Betulaceae, Fagaceae, Salicaceae, and Myrataceae -
وإن لبعض الفطريات القابلة للإشتراك مع عوائل نباتية في تكوين النوع الواسطي من الميكوريزا Ectendomycorrhizae إضافة إلى دورها في تكوين النوع الخارجي، وبخاصة مع أنواع تعود إلى العائلة النباتية Ericaceae. كما قد تنتج بعض الأنواع الداخلي من العلاقة التعايشية Ectendomycorrhizae، مع عدد محدد من الفطريات التالية :

الفطريات الكيسية
Hymenoscyphus(=Pezizella)

الفطريات الناقصة Oidi dendron

الفطريات البازيدية Clavaria

أما أطراف الميكوريزا الداخلية، فإن معظم النباتات الموجودة على الكرة الأرضية تنتج ميكوريزا داخلية على جذورها بالتعاون مع أعضاء من العائلة الفطرية الشهيرة Endogonaceae . ومن بين أهم الأجناس التي تشترك في الميكوريزا الداخلية ما يلي :

Glomus, Gigaspora, Sclerocystis, Acaulospora and Entrophospora
ويتميز الجنس الأخير بتكوين كل من Vesicles و arbuscules داخل خلايا قشرة الجذور ولهذا تدعى فطريات هذا النوع ب VB type .

أنواع الميكوريزا :

تنقسم الميكوريزا إلى ثلاثة أنواع اعتمادا على العلاقة التداخلية بين الفطر وبين خلايا الجذور، وذلك على النحو التالي :

1- الميكوريزا الخارجية Ectomycorrhizae

ويطلق عليها أحيانا الجذور الخارجية، حيث تحدث بشكل طبيعي على جذور العديد من الأشجار مثل: Hickory, Birch, Oak, Spruce, Larch, Fir, Pine, Beech, Eucalyptus وتتكون الجذور الخارجية بعد التماس الذي يحدث بين الأبواغ أو الخيوط الفطرية للفطر التعايشي مع جذور الأشجار وتحديد الجذور الحديثة الخاصة بالإمتصاص يتبعها غزو خلايا تلك الجذور. ولقد وجد بأن أغلب الفطريات التي تكون الميكوريزا الخارجية تعود إلى مجموعتي عش الغراب Mushrooms والكراث النافثة Puff Balls وبأعداد كبيرة تتجاوز 3000 نوع، يمكن ملاحظة أجسامها الثمرية على سطح التربة تحت الأشجار.



شكل رقم (1) أشكال الميكوريزا الخارجية على جذور Pinus taeda

ويمكن تمييز الميكوريزا الخارجية من خلال الإنتفاخات والتفرعات الظاهرة على الجذور Forking Habit . يبدأ تطور العلاقة عند تماس الخيط الفطري Hypha مع الجذور الحديثة، حيث تسبب العناصر الغذائية التي تمتصها الجذور تحفيز سريع لنمو الخيوط مما يؤدي إلى تغطية جميع أطراف الجذور بكتلة تدعى الحجاب أو العباءة Hyphal Mantle . تنتشعب خيوط عديدة خارج الجذور، حيث التربة المحيطة بالجذور Rhizosphere . ومن خلال إنقسام الخلايا المرستيمية المصحوبة بإستطالة تلك الجذور، فإن الفطر وبواسطة إفراز أنزيمات محددة سوف يدخل وينمو بين خلايا الجذور.

وبذلك فإن خلايا الجذور سوف تحاط كلياً بالخيوط الفطرية لتتكون لدينا شبكة تدعى HARTING NET ومما تجدر الإشارة إليه أن الغزو الفطري للجذور محددة بالطبقة الخارجية للجذور مما يعني أن كلا من الفطر وخلايا الجذور يحتفظان بمواصفاتها الحيوية بدون ظهور أية أعراض مرضية ومنتجة لإنقسام خلايا الجذور المصابة وإستطالتها فإن المواد والإفرازات الخاصة بالفطر ستسبب إختزال طول الجذور مقارنة بالجذور الخالية من الميكوريزا . كما أن الجذور المصابة بالميكوريزا الخارجية تميل للتفرغ بغزارة مع ندرة تطور الشعيرات الجذرية .

ويبين الفحص المجهرى إمكانية ملاحظة الخيوط الفطرية وهي تنمو بينيا فقط حول خلايا قشرة الجذور والذي يسمى انها بالشبكة Hartig net وهذا ما يكافئ مصطلح Ecto . فالشبكة تبدو وكأنها بديلا للصفحة الوسطى Middle Lamella والتي تحتوي عادة على البكتين ومواد لاصقة لخلايا البشرة . أما الحجاب أو العباءة الفطرية فقد يتراوح سمكها من قطر خيط فطري واحد الى أضعاف ذلك واخيرا فإن لون الميكوريزا الخارجية يتراوح بين الابيض الى البني او الاصفر أو الاسود أو الازرق كما قد يكون خليطا من كل من الالوان المذكورة اعتمادا على لون الخيوط الفطرية .

2- الميكوريزا الداخلية ENDOMYCORRHIZAE

يحدث هذا النوع من الميكوريزا على جذور الاشجار التالية :

Apple, Olive, Cedar, Cypress, Walnut, Sweet, Gum, Ash, Sycamore, Maple. إضافة الى الذرة الصفراء والحنطة والبرسيم وفول الصويا والقطن والتبغ والتفاح والحمضيات . وعلى خلاف النوع الخارجي لا يمكن تمييزه بدون الاستعانة بالفحص المجهرى فإصابة هذا النوع الداخلي للجذور , لاتحدث أي تغييرات في الصفات الفيزيائية لها . كما ان الفطريات المشتركة بتكوين النوع الداخلي لا تكون تراكيب أو أجسام ثمرية فوق سطح التربة كما هو الحال في فطريات النوع الخارجي وتنتج فطريات النوع الداخلي من الميكوريزا أبواغ (سبورات) مجهرية في التربة وعند إنباتها تنتج الخيوط الفطرية التي لا تلبث أن تنمو على سطوح الشعيرات الجذرية كخيوط فردية Hypha أو كتلة مفككة من الخيوط خلايا الاصابة . وتعود معظم فطريات الميكوريزا الداخلية في اشجار الغابات الى الجنس Endogone Spp حيث تم تشخيص عشرات الانواع فالغزل الفطري للانواع الداخلية بالميكوريزا الداخلية يلاحظ ناميا داخل الخلايا قشرة الجذور مكونا تراكيب شجيرية تدعى Arbuscules والتي تمثل هايفات إمتصاص متخصصة او ماصات Haustoria لهذه العلاقة التعايشية كما وان هناك حويصلات كبيرة LARG VESICALES عبارة عن هايفات منتفخة يمكن رؤيتها في الجذور الحاوية على الميكوريزا الداخلية لذلك فإذا كان النوعيين من التراكيب موجودا فإن الميكوريزا الداخلية يطلق عليها الميكوريزا الشجيرية الحويصلية

Vesicular- Arbuscular Mycorrhizae

تنتج فطريات الميكوريزا الداخلية كميات من الابواغ (السبورات) والتي عادة ما تكون من نوع Chlamyospores أو Zygosporos تتكون هذه الابواغ على الهايفات الملامسة للجذور الحاوية على العلاقة التعايشية الداخلية 0.



شكل رقم (4) ابواغ الميكوريزا الداخلية (Endomycorrhiza) والخيوط الفطرية (Hyphae) على سطح جذور Sweetgum

ويعتبر وجود مثل هذه الابواغ على سطوح الجذور والتي يمكن ملاحظتها تحت قوة كبيرة منخفضة هي الدليل الواضح على اصابة تلك الجذور بالميكوريزا الداخلية وتدخل الفطريات التي تشترك في تكوين الميكوريزا الداخلية الى الشعيرات الجذرية Root Hairs وغيرها من خلايا البشرة للمنطقة الواقعة خلف منطقة أطراف النمو عن طريقة فتحات صغيرة في جدران الخلايا فالفطر ومن خلال افراز بعض المواد القادرة على إذابة مواقع التماس على الجدران وبالتالي

النمو وداخل الخلايا وفي داخل خلايا الجذور فإن الهيافات تكون تراكيب منتفخة وتراكيب إمتصاصية متشعبة (VA) .

3- الميكوريزا المختلطة (الوسطية) ECTENDOMYCORRHIZAE

يمثل هذا النوع من الميكوريزا الحالة المختلطة او في بعض الاحيان تدعى الانواع الوسطية وتنمو فطريات هذا النوع في خلايا القشرة الخاصة بالجذور اضافة الى نموها حول خلايا القشرة مكونة الشبكة كما قد يتطور الحجاب أو العباءة على سطوح الجذور المغذية . ويتصف هذا النوع من الميكوريزا بمداه الضيق – حيث يتواجد على الجذور انواع معينة من بدارات الأشجار في المشاتل ومما تجدر الإشارة اليه أن النسبة الكبيرة تعود الى النوع الداخلي .

النظرة العامة للميكوريزا :

أفرزت العديد من الدراسات عن الميكوريزا أبعادا مهمة لابد وان تؤخذ في الاعتبار عند العمل مع هذه العلاقة التعايشية التبادلية بين الفطريات المحددة , وبين عموم جذور النباتات – وبين هذه الأبعاد ما يلي :

- 1- ان النوع الواحد من الأشجار قد يشترك في علاقة تعايشية مع نوع واحد أو عدة أنواع فطرية في وقت معين .
- 2- لبعض الأنواع الفطرية الخاصة بهذه العلاقة مدى عائلي واسع من الأشجار بينما هناك مدى عائلي ضيق للبعض الآخر .
- 3- تختلف الأنواع الفطرية في قدرتها على بقاء ونمو الأشجار من خلال العلاقة التعايشية .
- 4- لبعض الأنواع الفطرية الخاصة بهذه العلاقة مدى عائلي واسع من الأشجار بينما هناك مدى عائلي ضيق للبعض الآخر .
- 3- تختلف الأنواع الفطرية في قدرتها على بقاء ونمو الأشجار من خلال العلاقة التعايشية .

4- لبعض الأشجار وبخاصة تلك العائدة الى الجنس *Pinus spp* حاجة إجبارية للميكوريزا لضمان البقاء والنمو وهذه الحقيقة قد لاتكون صحيحة لأنواع أخرى من الأشجار حتى لو تكونت العلاقة التعايشية في جذورها .

5- تملك بعض الأنواع الفطرية ميزة التطبع في مواقع بيئية معينة لذلك يكون نمو الأشجار في تلك البقعة أفضل من نمو نفس الأشجار في بقعة تحوي فطريات غير متطبعة (مدخلة حديثا الى الموقع حتى وان كانت من نفس الأنواع) .

6- تنتج أبواغ (سبورات) فطريات النوع الخارجي فوق سطح التربة- لذلك فهي عرضة للإنتشار بواسطة الرياح على العكس من فطريات النوع الداخلي التي تنتج أبواغها داخل التربة

7- أغلب الأنواع الفطرية للنوع الخارجي يمكن تنميته على هيئة مزارع نقية أو على بيئة اصطناعية , بينما يتطلب الأمر وجود العائل عند تنمية مزرعة لفطريات النوع الداخلي .

8- ان فطريات الميكوريزا نادرا ما تتواجد بحالة فسلجية فعالة في التربة في غياب العوائل ومع هذا فإنها قد تبقى بحالة ساكنة سواء كأبواغ أو خيوط فطرية مقاومة في التربة ولعدة سنوات .

9- على الرغم من ان معظم الفطريات الخاصة بالنوع الخارجي تتبع مجموعتي عش الغراب – Mush room والكرات النافثة Puff balls الا أن أنواع هاتين المجموعتين قادرة على الاشتراك بتكوين الميكوريزا لأن العديد منها ذات طبيعة رمية وقدرة عالية على تحليل المواد العضوية .

* فوائد الميكوريزا للنباتات:

العلاقة التعايشية بين الفطريات غير الممرضة (فطريات الميكوريزا) وبين جذور النباتات فوائد عديدة لا بد معرفتها لزيادة المعلومات التي قد نحتاجها في توظيف هذه العلاقة لخدمة النباتات ويمكن تلخيص تلك الفوائد فيما يلي :

1- إطالة الحياة : لقد وجد من خلال العمل مع الميكوريزا من ان النوع الخارجي Actomycorrhizae يساهم في إطالة حياة الجذور المغذية مما يجعلها عنصرا فعالا في ديمومة حركة العناصر الغذائية .

2- زيادة مساحة الامتصاص :

يساهم وجود الحجاب الفطري او العباءة والخيوط الخارجة منها الى التربة المحيطة بالجذر في امتصاص كميات جيدة من العناصر الغذائية فقد وجد أن الامتصاص يبدأ من تلك الخيوط الفطرية باتجاه العباءة ثم الخلايا الجذرية , حيث تم تأكيد ذلك بواسطة الفسفور المعلم .

3- زيادة جاهزية العناصر الغذائية :

تستطيع الميكوريزا وبكفاءة عالية إمتصاص وتجميع الماء والعناصر الغذائية سواءا الثابتة من الفسفور (P) والزنك (Zn) والنحاس (Cu) الايونات المتحركة مثل الكبريت (S) والكالسيوم (Ca) والحديد (Fe) والمغنيسيوم (Mg) والمنغنيز (Mn) والكلور (Cl) والبورون (Br) والنيتروجين (N) , ففي الترب التي يعاني من نقص حاد في هذه العناصر أو تكون أقل جاهزية فإن فطريات الميكوريزا سوف تزيد من كفاءة إمتصاص العناصر مما يقود الى تشجيع النمو .

4- إمتصاص وتجميع أيونات منتخبة :

لوحظ أن وجود الميكوريزا على جذور النباتات يوازن حالة النقص الشديد للفسفور في التربة .

5- زيادة نمو الجذور :

تقوم الميكوريزا بإستحداث عمليات تعويضية في المجموعة الجذرية للتغلب على أية خسارة في الكتلة الجذرية نتيجة لعدة عوامل . وفي الحقيقة يعزى أكبر تحمل للنباتات التي تحوي جذورها الميكوريزا الى زيادة نمو الجذور والى حالة الفسفور .

6- زيادة كفاءة تثبيت النتروجين :

تم تأكيد ذلك من خلال المقارنة بين نباتات بقولية تحوي ميكوريزا داخلية في جذورها وبين نباتات خالية من الميكوريزا .

7- زيادة تحمل النباتات للإجهادات غير الاحيائية :

تعمل الميكوريزا على زيادة كفاءة أخذ الماء من قبل الجذور مما يؤدي الى إختزال إستجابة النبات لإجهاد جفاف التربة . كما لوحظ ان فطريات الميكوريزا تختزل استجابة النبات الى مستويات ملحية عالية والى السموم المتعلقة بالعديد من الفعاليات كالمعادن الثقيلة او العناصر الصغيرة غير المتوازنة كسمية المنغنيز (Mn) وسمية التربة الناتجة عن المواد العضوية وغير العضوية .

8- زيادة تحمل النبات لإجهادات الأحيائية :

تستطيع فطريات الميكوريزا أن تشجع إمتصاص العديد من العناصر الغذائية ومن ضمنها الفسفور . ومما تجدر الاشارة اليه أن حساسية النباتات لإصابة بالسميات الممرضة وتحمل المرض قد يتأثران بكل من تغذية العائل وبخصوبة التربة . فعلى سبيل المثال ان النباتات المتضررة من قبل نيماتودا النبات يبدو عليها نقص البورن والنتروجين والحديد والزنك , كما قد يولد التسميد الفوسفاتي العالي بغياب السيكوريزا الداخلية تداخل مع العناصر الغذائية الصغرى لخلق حالة من نقص عناصر التربة وسف يؤدي خلق مثل هذه الحالة الى زيادة إستعداد النباتات للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور Root Kont Nematodes لذلك فإن فطريات الميكوريزا تزيد من تحمل العائل للمسيبات الممرضة من خلال زيادة امتصاص العناصر الغذائية الاخرى غير

الفسفور مما يباعد النباتات عن حالة الاستعداد للإصابة سواء من قبل النيما تودا أو المسببات الممرضة الأخرى التي تهاجم النباتات المجعدة .

التداخل بين الميكوريزا وبين المسببات الممرضة :

1- فطريات أمراض الجذور :

تختزل إستجابة العائل Host response للإصابة بالمسببات الممرضة بشكل واضح بواسطة الميكوريزا الداخلية VAM . فقط لوحظ في القطن ان مستويات تحجيم نمو النباتات وتلون الحزم الوعائية واعداد الوحدات اللقاحية للفطر الممرض *Vericillium spp* (أجسام حجرية صغيرة) في غرام واحد من انسجة حوامل الاوراق كانت متماثلة على نباتات ذات ميكوريزا نامية تحت ظروف 20 ملغرام فسفور/كغم تربة , ونباتات خالية من الميكوريزا نامية في تربة تحوي 300ملغم فسفور/ كغم تربة .

وفيما يتعلق بالحمضيات فإن تحمل العائل لمرض تعفن الجذور الناتج عن الفطر الممرض - *Phytophthora Spp*. لم يتأثر بفطريات الميكوريزا الداخلية VAM عند تواجد النباتات في تربة حاوية على 6ملغم فسفور /كغم تربة , بينما كانت النباتات الحاوية على VAM ونامية في تربة تحوي 56-600ملغرام فسفور/كغم تربة أقل تحملا للمرض مقارنة بالنباتات غير الحاوية على الميكوريزا وقد تعود زيادة تحمل المرض عند وجود تسميد فوسفاتي لنباتات لا تحوي ميكوريزا الى تثبيط تحرر الابواغ السابحة *Zoopres* للفطر الممرض وقد تم تأكيد هذه الحقيقة في عدد من التجارب المختبرية . فقد وجد أن تحرر الابواغ قد تثبط عندما إزداد مستوى الفسفور في الزراعة *Soiless Culltrue* عن 1.6ملغرام لكل لتر وبالنسبة للحنطة وجد أن زيادة مستوى مقاومة العائل الحاوي على ميكوريزا لمرض *Take-all* قد عزي الى تحسين التغذية بعنصر الفسفور , علما بأن هذا المرض يناسبه مستوى غير كامل من التغذية وبخاصة نقص الفسفور فالمستويات العالية من استعمار فطريات لجذور نباتات نامية في تربة تعاني من نقص الفسفور 0.5mgP/K soil , أو عند إضافة 50ملغرام فسفور لكل كغم تربة ذات تأثيرات متماثلة في تحجيم شدة المرض وقد عزي هذا المستوى من التحجيم الى تحسين حالة الفسفور في الجذور بجانب إنخفاض افرازات الجذور . إن تتخر جذور الطماطم *Root Necrosis* وكثافة الفطر *Fusarium oxysporum f.sp radi cis-lycopersisi* على الجذور الحاوية على ميكوريزا قد أختزلت تحت كل المستويات الفسفور حتى وان إختلفت نسب استعمار الخلايا بفطريات الميكوريزا من 8-65% وبشكل عام فإن وجود مستويات الحد الحرج *Threshold Level* من الميكوريزا الداخلية على الجذور (إضافة 1-5 أبواغ من الفطريات VAM لكل غم تربة) لا بد منه , وذلك للتأثير على إستجابات النمو في النباتات أولا وعلى نشاطات الفطريات الممرضة ثانيا ولما كانت إصابات الجذور بواسطة الفطريات الممرضة تبدأ قبل حدوث الميكوريزا على الجذور فإن الفاصلة الزمنية بين الحالتين قد تؤثر على التداخل . وللتغلب على هذه المشكلة يفضل إضافة فطريات الميكوريزا مبكرا (2-4 أسبوع) قبل التلويث بالفطريات الممرضة لإفساح المجال أمام فطريات الميكوريزا بتكوين العلاقة التعايشية مع الجذور قبل مواجهة تحدي الفطريات الممرضة اما الميكوريزا الخارجية *Fungal Mntle* التي تتكون حول الجذور يمثل حاجزا جيدا يمنع دخول الفطريات للجذور . كما أن خلايا قشرة الجذور الواقعة تحت الشبكة غالبا ما تكون مقاومة للإصابة ومن خلال دراسة بيئة الجذور الحاوية على الميكوريزا الخارجية في أشجار الغابات لوحظ أن هناك إختلافا كبيرا في سكان الاحياء المجهرية حول الجذور كما ونوعا مقارنة بالسكان الموجود حول الجذور الخالية من الميكوريزا وقد تنافس الاعداد الكبيرة من الاحياء المجهرية التي تحيط بالجذور الحاوية على ميكوريزا مع فطريات أمراض الجذور أو تعمل على تثبيط فعاليتها , والجدير بالذكر ان دور الميكوريزا الخارجية في منع إصابة جذور بادرات الصنوبر بالفطر الممرض *Phytophthora cinnamomi* قد استعرض بشكل واضح في دراسات عديدة . وأخيرا فإن امتصاص الفسفور الموجود في التربة من قبل الخيوط الفطرية للميكوريزا سيؤدي الى زيادة مستواه في الجذور وبالتالي إختزال نفاذية الاغشية الخلوية مما يؤدي في

الغالب الى توزيع كميات كبيرة من الكربون الى الفطر التعايشي وبذلك تنخفض مستويات إفراز الجذور وبالتالي اختزال في شدة الامراض الناتجة عن فطريات التربة .

2- نيماتودا النبات :

ان فهمنا للدور الذي تلعبه تغذية الفسفور في تداخل الميكوريزا ونيماتودا النبات قد توسع من خلال الدراسات العديدة سواء كانت تحت ظروف البيت الزجاجي او الحقل وبخاصة على النيماتودا ذات التطفل الداخلي الساكن كنيماتودا تعقد الجذور . فقد لوحظ في النباتات الحساسة ان تأثير السيادة المبكرة على الميكوريزا الداخلية انعكس في زيادة تحمل تلك النباتات للنيماتودا ويتضاعف هذا التأثير في الترب المدعومة بالفسفور . ففي القطن تزداد شدة الضرر عند وجود التسميد الفوسفاتي وغياب الميكوريزا مقارنة بالنباتات الحاوية على الميكوريزا وتحت مستوى تسميد فوسفاتي ملائم لأعلى انتاج في المحصول وقد يعود هذا التأثير الى نقص الزنك المستحدث بواسطة إصابة النيماتودا والمستوى العالي من الفسفور ولما كان المستوى العالي من الفسفور يمنع امتصاص الزنك فإن فطريات الميكوريزا قد تخفف من دور الفسفور في استحداث النقص وهذا بدوره قد يؤدي الى زيادة تحمل النبات لتطفل النيماتودا .

وقد تم استعراض الاختزال الواضح في اصابات النيماتودا وفي تكاثرها بواسطة فطريات الميكوريزا الداخلية من خلال الكثافة السكانية للنيماتودا او البيوض في الجذور , كما لوحظ أن تطور النيماتودا على جذور حاوية على الميكوريزا قد تثبط بشكل واضح النباتات نامية في تربة تعاني من نقص حاد في الفسفور .

إدارة الميكوريزا في التربة :

ان فطريات الميكوريزا الخارجية إما أن تكون غائبة أو في حالة إنتشار غير متوازن مع فقدان الفعالية للترب الجرداء وترب المناطق التي يسبق زراعتها بالاشجار لفترة طويلة لذلك فإن زراعة بادرات بدون الميكوريزا في مثل هذه الترب , فإن البادرات إما ان تموت أو قد تبقى متفرقة لفترة طويلة طالما لم تتطور علاقة تعايشية متبادلة بين جذور تلك البادرات وفطريات الميكوريزا فقد وجد أن أقصى مستوى لبقاء تلك البادرات سوف يعتمد على اصابتها بالفطريات المناسبة سواء في المشاتل أو بعد زراعتها في الترب الجرداء ففي أحد التجارب التي أقيمت في نوعيين من الترب لوحظ ان بادرات الصنوبر المزروعة في تربة خالية من فطريات الميكوريزا الخارجية وبعد ثلاث سنوات لم يزيد طولها عن 30سم وتكون أوراقها الابرية على هيئة كتل صغيرة على أطراف الاغصان وعلى العكس من ذلك فإن البادرات المزروعة في تربة تحوي على فطريات الميكوريزا كانت بطول 250سم وذات نضارة جيدة مع غزارة واضحة في أعداد الاوراق الابرية ولقد ركزت الدراسات المكثفة على زراعة الأشجار في تربة إعتيادية مضافا اليها الطبقة السطحية لتربة الغابات المحتوية على فطريات الميكوريزا . فالطبقة السطحية تحتوي على مواد عضوية غير متحللة كليا وهي الكم الهائل من الاوراق المتساقطة والمطمورة جزئيا في الغابة . وقد أفرزت هذه الدراسات النتائج التالية :

- 1- تأكيد حاجة أشجار الصنوبر للميكوريزا الخارجية .
- 2- ندرة تواجد فطريات الميكوريزا في ترب الاعشاب مقارنة بترب الغابات .
- 3- فقدان التوزيع المتمائل لفطريات الميكوريزا في الترب .
- 4- يفضل تعديل خصوبة وحموضة التربة لضمان الحصول على تطور ناجح للميكوريزا .
- 5- إضافة التربة السطحية للغابات القديمة Soil Duff الى ترب الحشائش Grassland Soil شجع على تطور الميكوريزا على البادرات الزراعية .
- 6- أدت إضافة تربة الغابات أيضا الى منع حدوث ظاهرة الاصفرار الشديد على البادرات المزروعة في ترب الحشائش .
- 7- مراعاة مخاطر اخال فطريات ممرضة أو نيماتودا مع تربة الغابات الى الموقع الجديد .

لقد عانت مشاتل الغابات من مشاكل موت البادرات بعد زراعتها على الرغم من أن الحاويات الخاصة بأوساط النمو لتلك البادرات غنية بالعناصر الغذائية (خليط البيموس , قلف الأشجار , رمل) وقد لا تحتوي البادرات المنتجة تحت هذه الظروف على فطريات الميكوريزا . لذلك فإن فرصة بقائها ونموها عند زراعتها في الترب الجرداء قد تكون ضئيلة ولغرض التغلب على هذا النقص الكبير في تطور ناجح للميكوريزا داخل حاويات انتاج البادرات في المشاتل لابد من تعديل كل من حموضة وخصوبة التربة قبل اضافة فطريات الميكوريزا لها .

ان قدرة البقاء ونمو بادرات الأشجار في الحاويات الخاصة قد ساعدت في تحسينها بعد تلوين الوسط الزراعي بفطريات الميكوريزا الخارجية حيث ازادت نسب بقاء بادرات الصنوبر للنوعين Scots & Ponderosa والتي تم ترتيبها لمدة سنة واحدة في البيت الزجاجي على وسط زراعي ملوث إصطناعيا بفطريات الميكوريزا سواء عن طريق اضافة القشرة السطحية لترب الغابات او بإضافة مزارع نقيه من الفطريات بمقدار 65 و 47% على التوالي بعد سنة من نقل تلك البادرات للخارج مقارنة ب 20 و 24% للبادرات المزروعة في تربة غير ملوثة على التوالي . لقد أصبح الانتاج التجاري لبعض فطريات الميكوريزا الخارجية وبخاصة النوع *Pisolithus tinctorius* في مشاتل انتاج بادرات الصنوبريات ضرورة ملحة وواسع الانتشار حيث يتم استخدام مزارع نقيه لتلوين الوسط الزراعي Vermaculate ومن ثم نثر ذلك الوسط الملوث على التربة وفي المنطقة الزراعة بواقع 200غم لكل متر مربع , حيث يخلط الوسط الملوث جيدا مع التربة وبعمق 15سم قبل زراعة البذور سوف يوفر وقتا كافيا لتطور الميكوريزا مما يحسن نمو البادرة خلال السنة الاولى في المشتل ويوفر حماية لتلك البادرات ضد المسببات الممرضة في الخارج وقد تقدم لنا الميكوريزا وبخاصة النوع الداخلي الحلول الجيدة للكثير من المشاكل الزراعية في الوطن العربي , والتي تؤثر سلبا على الكفاءة الانتاجية لمدى واسع من المحاصيل الزراعية فجميع الترب تعاني من نقص او عدم جاهزية الفسفور للنبات إضافة الى العناصر الغذائية الصغرى كما ان هذه العلاقة التعايشية قد توفر حولا مناسبة للتغلب على مشاكل الاجهاد التي تواجه معظم المحاصيل الزراعية بدءا من اجهاد الجفاف والملوحة وانتهاءا بالمسببات الممرضة لذلك لابد من ان يأخذ هذا الموضوع الاهتمام الكافي لنتمكن من ادارة العلاقات التعايشية بين جذور النباتات وبين فطريات الميكوريزا وقطع الطريق على أي تطور للعلاقات التطفلية (أمراض المجموع الجذري) التي تكاد أن تكون هي السائدة .

المصدر مجلة الزراعة والتنمية / العدد الثاني 2000 / المنطقة العربية للتنمية الزراعية