جامعة الأنبار / كلية الزراعة

قسم التربة والموارد المائية – المرحلة الرابعة

أحياء التربة المجهرية محاضرة (3) د. جمال صالح حمود الكبيسي

Soil Microbiology

فطريات التربة (Soil Fungi)

تعد الفطريات (fungi) كائنات حقيقية النوى، تصنف ضمن مملكة خاصة بها تُعرف باسم مملكة الفطريات، ويضم الجدار الخلوي لها مادة الكايتين (chitin)، ولا تحتوي الفطريات على مادة الكلوروفيل كالنباتات لذلك فهي غير قادرة على صنع غذائها بنفسها.

قد تكون بعض الفطريات وحيدة الخلية كالخميرة والعفن، وفي المقابل قد يكون بعضها الآخر عبارة عن كائنات متعددة الخلايا كفطر عيش الغراب الذي يضم أجساما ثمرية تُنتج الأبواغ للتكاثر.

تتكون الفطريات من خيوط ريشية يطلق عليها اسم الخيوط الفطرية أو الهايفات(hyphae) وهي تتجمع مع بعضها لإنتاج الغزل الفطري (Mycelium) ويمكن ملاحظة الملمس الإسفنجي لفطر المشروم عند قطعه لأنه يتكوّن من كتلة من الخيوط الفطرية المتراصة على بعضها بشكل كبير.

توجد الفطريات في كل مكان بكميات كبيرة، فهي توجد في التربة وفي الهواء والأنهار والبحيرات والبحار وعلى وداخل النباتات والحيوانات وفي الطعام والملابس وفي جسم الإنسان، وهي مسؤولة مع البكتيريا عن تحلل المواد العضوية وإطلاق الأكسجين والكربون والنيتروجين والفسفور إلى التربة والغلاف الجوي.

تلعب الفطريات مع باقي الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا والطحالب والفيروسات وبعض الحيوانات والنباتات دورا مهما ورئيسا في خصوبة التربة، وبالمقارنة بين الفطريات ورفيقاتها في التربة نجد أن الفطريات لا تكون الجزء الأكبر من محتوى التربة من الكائنات

الحية إلا أنها تكون جزءا كبيرا من الكتلة الحية الموجودة في كثير من الأراضي الزراعية الجيدة التهوية، وترجع القلة النسبية لعددها وفي نفس الوقت تمثيلها لجزء أكبر من الكتلة الحية إلى غزارة نموها على صورة خيوط فطرية سميكة ومتماسكة ومتشابكة وإنتاجها لبعض التراكيب الثمرية الكبيرة كما هو الحال في الكمأة maganatum Tuber أو (Trufles) حيث تنتج الفطريات كيلوجرامات عديدة من الأجسام الثمرية الأرضية. وتسود الفطريات بقية الكائنات الحية في المخلفات النباتية بالأراضي الغنية بالمواد العضوية خاصة في الأوساط الحامضية، حيث تعتبر الفطريات مهمة والعامل الأول والرئيس المسئول عن تحلل المواد العضوية في الأوساط الحامضية بما وهبها الله سبحانه وتعالى من قوة إنزيمية قادرة على تحلل المواد العضوية في التربة.

ولكل نبات من النباتات النامية والحية مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة – وخاصة الفطريات – تعيش في محيطه الجذري في منطقة تسمى المحيط الجذري (Rhizosphere) أو توجد على سطح الجذر وتسمى (Rhizoplane) وهي المسئولة عن العديد من الأمراض الفطرية التي تصيب النباتات الزهرية، ومسئولة أيضا عن خصوبة التربة والإنتاج النباتي المرتفع لبعض النباتات.

تصنيف الفطريات

تصنف فطريات التربة التي تضم الاعفان والخمائر الى ثمانية صفوف (classes)على أساس طريقة التكاثر الجنسي ونوع السبورات الجنسية ، وهذه الصفوف هي:

1- الفطريات البيضية Oomycetes

وتتكاثر بوساطة السبورات جنسية تسمى السبورات البيضية (Oospores) بإتحاد بويضة ذكرية واخرى أنثوية، هذا النوع من الفطريات يعيش على بواقي المواد العضوية في الماء والتربة وبعضها قد تتعايش متطفلاً على النبات مما يسبب ذلك لها على العديد من الأمراض، تتميز الفطريات البيضية على أنها تحتوي على جدار خلوي بها مادة السليولوز. من أمثلتها الفطر Pythium.

2- الفطريات الزايكَوتية Zygomycetes

التكاثر الجنسي فيها يتم من خلال تكوين سبورات زايكَوتية (Zygospores) الناتجة من إتحاد إثنين من الهايفات أحدهما ذكري والآخر انثوي، كما أنها تتكاثر لاجنسيا من خلال القيام بتكوين الجراثيم الكونيدية، ومن أمثلتها فطر Mucor ، وعفن الخبز (Rhizopus)، تتميز بقدرتها على المقاومة مع البيئة غير ملائمة لأنها تمتلك جدار سميك.

3- الفطريات الكيسية Ascomycetes

تعد الفطريات الكيسية من الفطريات التي تعيش في جميع البيئات سواء كانت جبلية أو صحراوية، وكما أن بعضها تتطفل على أنسجة العائل بشكل إجباري، وبعضها اختياري، وتقسم الفطريات الكيسية الى قسمين :

أ- الفطريات الكيسية الحقيقية: التي تتكاثر جنسيا بتكوين السبورات الكيسية ascospores وكل ثمانية منها داخل كيس ascus ، كما يمكن ان تتكاثر لاجنسيا بالكونيديات ، ومن أمثلتها الكمأة وفطر Sordaria .

ب- الفطريات الكيسية الشبيهة أو الخمائر: وتتكاثر جنسيا بتكوين الاكياس السبورية والتي لا تتكون داخل كيس ، كما تتكاثر لاجنسيا بالتبرعم أو الإنقسام، ومن امثلتها Cndida .

4- الفطريات البازيدية Basidiomycetes

تتكاثر جنسيا بتكوين سبورات جنسية بتركيبة خاصة تعرف باسم الدعامة أو البازيدة basidiospores كل أربعة منها تكون محمولة على تراكيب متخصصة تسمى باسيديوم، كما تتكاثر لاجنسيا بتكوين الكونيديات ومن أمثلتها فطريات المايكورايزا مثل جنس Glomus ، والفطر الأبيض المشروم Agaricus ، تعد هذه الأنواع من أنواع الفطريات الأكثر تعقيداً والأكبر حجما ، وتعيش معيشة رمية في التربة التي

تكون غنية بالمواد العضوية أو تعيش على بقايا الجذور للأشجار، كما تعيش قسما منها أيضًا متطفلة.

5- الفطريات الناقصة Hyphomycetes

وتضم مجموعة الفطريات الناقصة حوالي 3000 نوع تقريباً، وتتميز بأنها تحتوي على غزل فطري مقسم، وتتكاثر لا جنسياً فقط بتكوين الكونيديات المحمولة على حامل الكونيديا ، وتعيش بطريقة رمية في التربة أو فوق بعض بقايا النباتات، وكثير من فطريات التربة تابعة لهذا الصف، ومن أمثلتها Aspergillus .

6- الفطريات السوطية Chytridiomycetes

وتتكاثر بوساطة السبورات جنسية تسمى السبورات البيضية (Oospores) بإتحاد بويضة ذكرية واخرى أنثوية ، وهي بذلك تشابه الفطريات البيضية عدا أنها تتحرك بوساطة سوط واحد فقط ومن امثلتها فطر Oipidium .

7- الأعفان اللزجة Myxomycetes

وتسمى احيانا الأعفان الخليطة وهي كائنات حية رمية التغذية لها طوران من الحياة، الاول عبارة عن خلايا أميبية عديمة الجدران تتغذى بنفس طريقة تغذية الأميبان وعندما يقل المصدر الغذائي تنتقل الى الطور الثاني الذي تتجمع فيه الخلايا الأميبية لتكوين تراكيب شبيهة بالسبورانجيوم ، تعيش هذه الفطريات على سطوح الترب الرطبة أو المسطحات الخضراء او على اشجار الغابات وأي مكان تتوفر فيه المواد العضوية المتحللة، من أمثلتها Acrasis .

تأثير العوامل البيئية على فطريات التربة

يختلف انتشار الفطريات ونشاطها الفيزيولوجي باختلاف المواقع، بل إن الموقع الواحد تحدث فيه ذبذبة واضحة في إعداد الفطريات ونشاطها الكيميائي الحيوي وهذا باختلاف الأوقات.
إضافة إلى ذلك يؤدي اختلاف نوع التربة وخواصها الكيميائية والطبيعية إلى اختلاف كثافة

الميكروبات والأجناس السائدة فيها، وتعتمد مقدرة أي فطر على البقاء ومدى تأقلمه واستقراره في وسط ما على الظروف البيئية المحيطة ومن أهمها: المادة العضوية، الأس الهيدروجيني (pH) التسميد العضوي والمعدني ،نسبة الرطوبة ، التهوية ، الحرارة ، الموقع من قطاع التربة ، فصول السنة ، نوعية الزراعة القائمة.

1- المادة العضوية

تعتمد الفطريات في توزيعها على مدى توفر المواد العضوية القابلة للأكسدة وذلك لأنّها من الكائنات عضوية التغذية. وعموما تختلف أعداد الفطريات بإختلاف محتوى التربة من المادة العضوية.

تؤدي إضافة بقايا المحاصيل أو أي مادة كربونية أخرى للتربة إلى زيادة ملحوظة في أعداد و كثافة الفطريات والتي تعتبر الأنواع السائدة حيث تنتشر على وجه الخصوص أجناس: Mucor ، Penicillium ، Trichoderma ، Apergillus ، Fusarium ويبلغ التأثير المنشط للمادة العضوية على الفطريات أشده خلال الفترة الأولى لتحلل المادة العضوية التي غالبا ما تتخللها شبكة الهيفات الفطرية وتتميز بعض الأنواع بكثافة أعدادها فور إضافة المادة العضوية ثم تأخذ في النقصان السريع بعد ذلك، بينما نجد أنواع أخرى تحافظ على الزيادة في أعدادها لفترة أطول نسبيا بعد إضافة البقايا النباتية، كما يختلف تأثير المادة العضوية باختلاف التركيب الكيماوي للمادة العضوية ذاتها وباختلاف الظروف البيئية المحيطة حيث نجد أن الفطريات تسود المجاميع الميكروبية على الخصوص عقب إضافة المادة العضوية إلى أوساط بيئية حامضية ومزودة بمصادر نيتروجين كافية.

2- الأس الهيدروجيني(pH)

تؤثر درجة الأس الهيدروجيني على ذوبان العناصر المعدنية في محلول التربة، حيث يزداد تحررها مع انخفاض الأس الهيدروجيني بينما يقل تيسرها عند ارتفاع الأس الهيدروجيني بسب دخولها في تكوين معقدات غير قابلة للذوبان، ويؤثر بالتالي على

النشاط الأنزيمي الذي يحتاج إلى الأوساط المعدنية، وتتأثر النفاذية الغشائية للخلايا بسبب الاختلال بين التركيز الداخلي والتركيز الخارجي.

يختلف الأس الهيدروجيني الملائم لنمو الفطريات باختلاف الأجناس والأنواع والسلالات. وكثير من الأنواع تنمو في نطاق أس هيدروجيني واسع ينحصر بين الحموضة الشديدة والقاعدية الزائدة وكثيرا ما يوجد بعض الأنواع لها القدرة على النمو عند أس هيدروجيني من 2 – 3 بينما العديد من الأنواع تحافظ على نشاطها عند أس هيدروجيني 9 أو أكثر والقليل ينمو عند أس هيدروجيني أكبر من 9 ، وتسود الفطريات في الأوساط الحامضية وتلعب دورا أساسيا في التحولات الكيميائية الحيوية ولا يرجع ذلك إلى أن الحموضة تمثل الظروف المثلى لنمو الفطر ولكن يرجع ذلك إلى أنه في الوسط الحامض لا يوجد تنافس على المواد الغذائية حيث أن الفطريات يمكنها تحمل الحموضة في حين أن البكتيريا و الإكتنوميسات تكون حساسة لهذه الحموضة ولذلك تتوفر الظروف لسيادة الفطريات.

3- الرطوبة

عموما تتطلب الفطريات نسبة عالية من الرطوبة لنموها ومعظمها يفضل درجة رطوبة أكبر من 95% ، وينخفض نموها عند رطوبة اقل من 80% ، ويصل نشاط الفطريات الحد الأدنى عند الانخفاض الملحوظ في درجة الرطوبة. وإن التحسن في مستوى الرطوبة يؤدي إلى زيادة في أعدادها التي تتناسب مع كمية الرطوبة، بعض الفطريات تقاوم وتصمد في الظروف شبه الجاف، إلا أن زيادة الرطوبة إلى درجة كبيرة له تأثير معاكس لأنه يحد من انتشار الأوكسجين داخل التربة وبذلك يقل التمثيل الغذائي للفطريات وخصوصا الهوائية، غير أن بعض الفطريات مثل *Mucor* تناسبها هذه الظروف فتزيد أعدادها.

4- التهوية

تعتبر الفطريات كائنات دقيقة هوائية إجبارية عموما بالرغم من وجود بعض الشواذ التي تستطيع النمو بدرجة بسيطة في غياب الأوكسيجين حتى إنّه بالنسبة لبعض الأنواع الهوائية إجباريا نجد أن جزءا من الغزل الفطري قد يتغلغل في بعض المناطق الخالية من الـ

O_2 ولكن غالبية كتلة الغزل الفطري تتواجد في المناطق المتوفرة بها الـ O_2 وقد يفسر اعتماد الفطريات على الأوكسيجين تمركزها في الطبقة السطحية من التربة وغياب هذه الكائنات الحية في الطبقات العميقة في الأراضي العضوية من أصل نباتي وفي أراضي المستنقعات. وبالمثل في الأراضي المعدنية الغدقة تقل أعداد الفطريات لدرجة يكون فيها النشاط الحيوي متوقفا. وبعض الفطريات يمكنها مقاومة هذه الظروف غير الملائمة لفترة طويلة بتكوينها أبواغ (سبورات) مقاومة.

5- الحرارة

معظم الفطريات وسطية الحرارة و توجد سلالات قليلة أليفة للحرارة في الأراضي العادية وهي توجد في الأسمدة العضوية حيث يزيد عددها بارتفاع درجة الحرارة أثناء عملية التخمر حيث يمكنها أن تتكاثر على درجة 50°م وأحيانا 55°م، والفطريات التي تنمو على درجة 37°م تتمركز على سطح التربة حيث تتوفر الحرارة المناسبة خاصة خلال فصل الصيف. من الفطريات أليفة الحرارة والمنتشرة في التربة بعض الأنواع التابعة لأجناس Mucor ، Aspergillus وقد تظهر نمو فطريات في درجة حرارة 6°م والتي يزداد انتشارها في التربة بازدياد عمق قطاع التربة.

6- عمق التربة

تنتشر الفطريات بأعداد كبيرة في الطبقة السطحية للتربة المزروعة في حين توجد أكبر كثافة عددية غالبا في الأفق B لأراضي المراعي وتحتفظ الفطريات بأعدادها الكبيرة في طبقات ما تحت التربة وإلى عمق قد يصل إلى الأكثر من متر وتزداد أنواع الفطريات الموجودة في الطبقة السطحية من القطاع، كما أن النوع السائد يختلف من طبقة إلى أخرى وتعزى الزيادة في أعداد الفطريات بدرجة ملحوظة في الطبقة العليا من القطاع في معظمها إلى تواجد المواد العضوية بكمية كافية. أما الاختلاف في الأنواع السائدة فقد يتعلق بتأقلمها على النمو في وجود تراكيز منخفضة من O_2 أو تراكيز عالية من CO_2 في المناطق العميقة.

7-العناصر والأسمدة المعدنية

تحتاج الفطريات الى جميع العناصر الغذائية المعدنية التي يحتاجها أي كائن حي آخر وخاصة النتروجين حيث ان إضافة أملاح الامونيوم الى وسط تواجد الفطريات يزيد من اعدادها في التربة ولسببين : اولهما أن النتروجين عنصر ضروري لبناء الخلية ، وثانيهما أن أكسدة الامونيوم تزيد من حموضة التربة وبالتالي توفر ظروفا ملائمة لنمو الفطريات .

8- فصول السنة

تزداد أعداد فطريات التربة في فصلي الربيع والخريف وذلك لإعتدال درجة الحرارة في هذين الفصلين التي تلائم أغلب الفطريات وكذلك زيادة المادة العضوية فيهما بسبب كثرة المحاصيل التي تقلب في التربة، وتقل الأعداد في فصلي الشتاء البارد والصيف الحار.

9- العمليات الزراعية

إن اي عملية زراعية تزيد من تهوية التربة وتوفر غذاءا جيدا سوف تزيد من اعداد الفطريات في التربة ، كذلك فإن قسما من الفطريات تتاثر بنوع المحصول المزروع فمثلا وجد ان الحقول المزروعة بالشوفان تحوي اعدادا أكبر من الفطريات مقارنة بالحقول المزروعة بالذرة او الحنطة بصورة مستمرة، وقد تتغلب بعض الانواع من الفطريات على أنواع أخرى بحسب نوع المحصول ، وقد يعود سبب ذلك الى إفرازات معينة من جذور بعض النباتات التي تشجع نمو انواع معينة دون انواع أخرى.