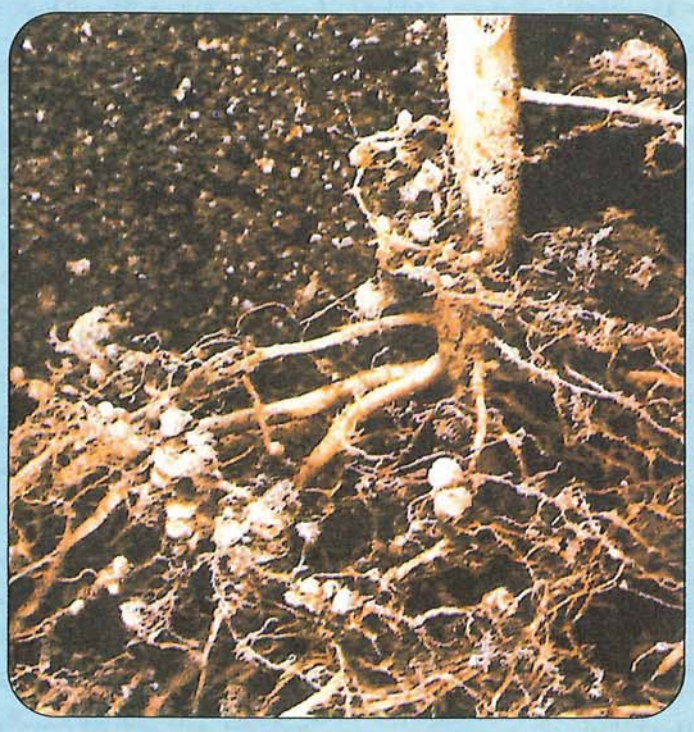


تشكل التربة عالماً آخر غير العالم الذي نراه . وقد لايعلم الكثيرون أن التربة بيئة حية متقلبة تستقبل في كل دقيقة بل في بضع ثوان ملايين الكائنات الجديدة بمختلف أنواعها مثلما تودع غيرها . وبما أن عدد الكائنات الدقيقة وأنواعها لايعلمه إلا الله ـ جلت قدرته ـ إلا أن ماوصل إليه الإنسان من علم متواضع يذكر أرقاماً تبدو خيالية للشخص العادي، إذ قد يصل تعداد نوع واحد من تلك الأنواع إلى بليون للجرام الواحد من التربة ، ومن البديهي أن تكون أغلب تلك الكائنات دقيقة بحيث لايمكن رؤيتها بالعين المجردة ، ويغلب على هذه الكائنات وجود الأنواع ذوات الخلية الواحدة مثل البكتيريا والأكتينوماسيت والفطريات والطحالب والفيروسات وغيرها.

الكائنات الدقيقة في التربة

د/ يوسف حسن يوسف

أما الأنواع الأخرى وهي الأكبر حجماً والأقل عدداً ، فمتعددة الخلايا وتشمل الديدان الخيطية والحشرات وغيرها . وتتفاوت أعداد هذه الكائنات حسب خصائص التربة والعوامل البيئية المؤثرة عليها ، ويوضح الجدول (١) أنواع الكائنات الدقيقة الهامة في التربة وأعدادها .

أهمية الكائنات الدقيقة

رغم ماتسببه الكائنات الحية الدقيقة من أمراض كثيرة للإنسان والحيوان والنبات ، إلا أنها تعد مصدراً لكثير من الأدوية والصناعات مثل المضادات الحيوية والأمصال والخمائر المصنعة، وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دوراً هاماً بالنسبة للتربة كما أن لها فوائد عدة يمكن ذكر بعضها فيما يلي :ـ

١ـ تحليل المواد العضوية الموجودة في التربة إلى مواد بسيطة يمكن أن تساعد على زيادة خصوبة التربة إضافة إلى إنتاج الطاقة حيث تستطيع بعض الكائنات الدقيقة إنتاج غاز الميثان أو إنتاج الكحول بأنواعه ، وتعد هذه الخاصية من أهم خصائص الكائنات الدقيقة حيث أنها تساهم مساهمة فعالة في إزالة المخلفات بأنواعها وتحويلها إلى مواد يمكن الإستفادة منها .

٢ـ تعمل الكائنات الدقيقة على تكسير المواد السامة من النباتات أو المبيدات الكيميائية بأنواعها إلى إجزاء صغيرة .

٣ـ تفرز الكائنات الدقيقة مواد عضوية

الكائن	العدد / جرام	
	الحد الأدنى	الحد الأعلى
بكتيريا (Bacteria)	٥ مليون	١٠٠٠ مليون
أكتينومايسيت (Actinomycetes)	مليون	٢٠ مليون
فطريات (Fungi)	٥ آلاف	مليون
خميرة (Yeast)	ألف	١٠٠ ألف
أوليات (Protozoa)	ألف	٥٠٠ ألف
طحالب (Algae)	ألف	٥٠٠ ألف
ديدان خيطية (Nematodes)	صفر	٣٠
فيروسات (Viruses)	غير معروفة العدد	-
ملتهمات بكتيريا (Bacteriophage)	غير معروفة العدد	-

● جدول (١) أهم أنواع الكائنات الدقيقة في التربة وإعدادها .

بسيطة مثل السكريات بأنواعها والبروتينات والأحماض الأمينية والأصباغ والأصماغ التي تساعد في تحسين الصفات الطبعية للتربة ، هذا إضافة إلى أن المواد الناتجة عن تكسير المركبات العضوية وبعض أجزاء هذه الكائنات تساهم كذلك في تماسك حبيبات التربة بعضها مع بعض لتكسب التربة صفات طبعية جيدة .

٤ـ يؤدي تكسير المواد العضوية بوساطة الكائنات الدقيقة إلى تكوين الدبال في التربة وهو المادة التي يمكنها أثناء تحللها البطيء وعن طريق إطلاق أحماض عضوية مد النبات بالعناصر الغذائية .

كائنات التربة الدقيقة

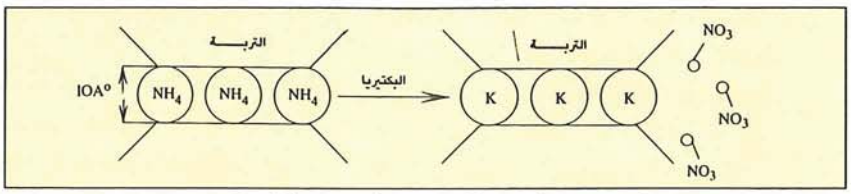
رغم تنوع الكائنات الدقيقة في التربة ، فإن أكثرها أهمية يمكن حصره في الآتي :ـ

١ـ البكتيريا : تصنف البكتيريا إلى بكتيريا موجبة الجرام وأخرى سالبة الجرام وفقاً لتجاوبها مع صبغة الجرام . وتعد التربة البيئة الأساس لنمو وتكاثر أنواع كثيرة من البكتيريا ، ويوضح الجدول (٢) أهم أنواع البكتيريا التي توجد في التربة وخصائص عملها والتفاعل الناتج عنها .

تشكل بكتيريا Desulfovibrio desulfuricans أحد العوامل المسببة لتآكل الطبقة الأسفلتية للطرق حيث تعمل عند انعدام الأكسجين على تحويل المواد الكبريتية الموجودة في الأسفلت إلى مادة الكبريت وذلك في حالة وجود المياه الراكدة في تلك الشوارع . كما أن بكتيريا Gallionella orchraceae يمكنها ترسيب أكسيد الحديد في أنابيب المياه والصرف الصحي مؤدية بذلك لانسدادها . أما بكتيريا Nitromonas و Nitrobactor فيمكنهما الدخول في فجوات صفائح الطين (الصلصال) لتعملان معاً على أكسدة إيونات الأمونيوم وتؤديان إلى تبادلها مع البوتاسيوم ، إذ أن قطر إيون النترات (NO_3) أقل من قطري الأمونيوم (NH_4)

البكتيريا	النوع	مصدر الطاقة	التفاعل
Thiobacillus thiooxidants	هوائية	الطاقة بأكسدة العناصر اللاعضوية	أكسدة الكبريت إلى كبريتات $2S + 3O_2 \xrightarrow{2H_2O} 2H_2SO_4$
Thiobacillus denitrificants	هوائية	الطاقة بأكسدة العناصر اللاعضوية	أكسدة الكبريت إلى كبريتات $2S + 2NO_3 \xrightarrow{2H_2O} 2H_2SO_4 + N_2$
Chlorobacteriaceae& Thiorhodaceae	هوائية	الطاقة من الضوء	أكسدة كبريتوز الهيدروجين $H_2S + CO_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} SO_4$
Desulfovibrio desulfuricans	هوائية	الطاقة بتحويل الكبريتات إلى كبريت	تحويل الكبريتات إلى كبريت ثم إلى كبريت الحديدوز $SO_4 \xrightarrow[H_2O]{Fe^{++}} FS + H_2$
Gallionella orchraceae	هوائية	الطاقة بتحويل الماء إلى هيدروجين	أكسدة الحديدوز $Fe^{++} + H_2O \longrightarrow Fe^{+++} + H_2$
Nitromonas	هوائية	الطاقة بأكسدة العناصر اللاعضوية	$NH_4 + O_2 \longrightarrow NO_2 + 2H_2$
Nitrobacter	هوائية	الطاقة بأكسدة العناصر اللاعضوية	$2NO_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_3$
Methanobacillus	هوائية	الطاقة بهدرجة CO_2	إنتاج غاز المثيان $4H_2 + CO_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$
Rhizobium meliloti	هوائية	الطاقة من المواد العضوية للنبات العائل	تثبت النتروجين الجوي بوساطة التكافل مع النبات (Symbiosis) $N_2 \longrightarrow NH_3$
Azotobacter chrooccum	هوائية	الطاقة من المواد العضوية	تثبيت النتروجين الجوي دون تكافل مع النبات (nonsymbiotic) $N_2 \longrightarrow NH_3$
Aspergillus niger	هوائية	الطاقة من المواد العضوية	تحويل المواد العضوية إلى مواد بسيطة
Streptoyces coelicola	هوائية	الطاقة من المواد العضوية	تحويل المواد العضوية إلى مواد بسيطة

● جدول (٢) أهم أنواع بكتيريا التربة صفاتها وتفاعلها .



● شكل يوضح أكسدة الأمونيوم في فجوات صفائح الطين .

والبوتاسيوم (K) وبذلك تنطلق إيونات النترات إلى محلول التربة وذلك حسب الشكل أعلاه .

تتأثر البكتيريا بحرارة التربة ورقمها الهيدروجيني وقوامها وكمية الأملاح والمواد العضوية فيها . ومما يجدر ذكره أن البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى التي تستخدم المواد العضوية كمواد للطاقة يمكنها أن تنافس النباتات على العناصر الغذائية خاصة النيتروجين ، وعليه يجب التأكد من عدم إضافة المواد العضوية بكميات كبيرة لئلا تتكاثر الكائنات الدقيقة بالقدر الذي يؤثر على خصوبة التربة .

٢ـ الفطريات : تأتي الفطريات بعد البكتيريا من حيث الأهمية بالنسبة للتربة ، وتتكاثر إما عن طريق التكاثر الجنسي أو اللاجنسي أو كليهما معاً حيث يمكن للأجزاء الصغيرة منها (الأبواغ) أن تكوِّن أعداداً كبيرة من الكائنات في التربة إذا توفر لها المحيط المناسب . وعلى عكس البكتيريا فإن الفطريات تعتمد فقط على المواد العضوية لإمدادها بالطاقة اللازمة لنموها ، لذلك فإنها تعد الكائن الحي الأساس في التربة في تحلل المواد العضوية إلى مواد بسيطة .

يعد فطر المايكورايزا (Mycorrhiza) من أهم أنواع الفطريات في المجال الزراعي ، حيث يمكنه الاعتماد على جذور بعض النباتات العائلة له بأن يتعايش مع النبات بطريقة تكافلية يمده بموجبها ببعض العناصر الغذائية بطريقة مباشرة أو عن طريقة إذابة بعض العناصر من التربة ، ويمد النبات الفطر في المقابل بالطاقة العضوية اللازمة لنموه . وإضافة إلى أهمية الفطريات في تحليل المواد العضوية وكمصدر لعناصر غذائية ، فإنها ذات أهمية كبرى في تحسين الصفات الطبعية للتربة ، إذ أن الأبواغ والخيوط الممتدة منها تضفي على التربة قواماً جيداً عن طريق التصاقها بحبيبات التربة مكونة حبيبات ذات حجم أكبر تجعل إنسياب المياه في التربة سهلاً ، كما أن الخيوط والأبواغ تعد في حد ذاتها مصدراً هاماً للعناصر الغذائية في التربة .

ومن الكائنات الأخرى التي تدرجها بعض التصنيفات تحت اسم الفطريات الخميرة . ومن خواصها أنها تستطيع النمو بسهولة في الوسط الحمضي (الرقم الهيدروجيني ٤) مما يمكنها من تحليل مواد التربة العضوية التي تفشل الكائنات الأخرى في تحليلها . لذلك تلعب الخميرة دوراً هاما في تحليل المواد المعقدة في التربة مثل اللجنين والدهون والسليلوز ، كما أنها من الكائنات التي تساعد في تحلل الدبال . ومما يزيد الخميرة أهمية دورها كمادة محفزة لتكاثر الفطريات .

٣ـ الاكتينومايسيت : وهي كائنات دقيقة لها صفات مشتركة بين الفطريات والبكتيريا وتنمو في التربة بكثرة عندما تنعدم مقاومة البكتيريا والفطريات لها ، لذلك تبدو قليلة العدد في البداية ، وفي اللحظة المناسبة وعندما يسفر الصراع بين البكتيريا والفطريات عن إنحسار أعدادها ، تبدأ هذه في التكاثر معتمدة على المواد العضوية التي فشلت البكتيريا والفطريات في تحليلها ، وتشمل تلك المواد الدبال والسليلوز والشحوم والفينول وغيرها من المواد التي لاتشكل غذاءاً للبكتيريا والفطريات . ولهذا يعد وجود الأكتينومايسيت في التربة مهم لتكملة تحليل المواد العضوية إلى مواد بسيطة .

تعد الأكتينومايسيت مصدراً رئيساً للمضادات الحيوية ، لذا يمكنها مهاجمة الفطريات والبكتيريا عند الانفراد بأحداهما ووجود السلالة المناسبة . وهناك أيضاً بعض من سلالات الأكتينومايسيت يمكنها أن تتفاعل في ظروف بيئية معينة (رطوبة ، حرارة ، مواد عضوية وغير عضوية ، كائنات أخرى ... إلخ) تفاعلاً كيموحيويا مع الأسمدة الخضراء والأعشاب ينتج عنه رفع درجة حرارة تلك المواد بحيث تصبح وسطاً ملائماً لنمو بعض الكائنات الأخرى التي تقوم بتحليل تلك المواد إلى مواد عضوية أقل تعقيداً .

٤ـ الطحالب : وهي كائنات وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا ، حقيقية النواة وذاتية التغذية ، لاتنمو إلا في وجود الضوء والماء والعناصر الغذائية اللازمة مثل الفوسفور والنتروجين والبوتاسيوم وغيرها، وهذه شروط أساس لنموها إذ أنها تكوّن من ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون ومادة اليخضور والعناصر الغذائية مواداً غذائية لنموها . وللطحالب ألوان مختلفة منها الأخضر والأصفر والأحمر والأزرق ، وحيث أن الطحالب يمكنها التأقلم على الأجواء القاسية فإنها عامل هام في زيادة خصوبة الأراضي الصحراوية والقلوية ، إذ أن نموها في هذه البيئة يمد النبات والتربة بالعناصر الغذائية اللازمة . هذا علاوة على أثرها في تحسين صفات التربة الطبعية بإنتاجها للمواد العضوية التي قد تكون في شكل مواد نباتية خضراء معقدة التركيب أو مواداً بسيطة .

٥ـ الأوليات : وهي أبسط أنواع الحيوان ، ذات خلية واحدة ، وتختلف عن الطحالب بعدم احتوائها على مادة اليخضور ، وتنبع أهميتها للتربة من أن أجسامها ومايحيط بها من أهداب وشعيرات يمكن أن تساعد في تحسين صفات التربة الطبعية ، كما أنها تعد مصدراً هاماً للعناصر الغذائية . ولايمكن إغفال الدور الذي تلعبه الأوليات في التوازن البيئي في التربة عن طريق تأثيرها على أعداد وأنواع الكائنات الأخرى .

٦ـ الكائنات الدقيقة الأخرى : تلعب الكائنات الدقيقة الأخرى مثل الديدان الخيطية والفيروسات وملتهمات البكتيريا دوراً لاغنى عنه بالنسبة للتربة ، حيث أنها يمكن أن تكون مصدراً مباشراً أو غير مباشر للعناصر الغذائية ، كما أنها تساهم في تحسين خواص التربة الطبعية عن طريق إفرازاتها ونمط حياتها ، إضافة إلى ماتقوم به من توازن بيئي لايمكن إغفاله . وهذه الكائنات مثلها مثل الكائنات الأخرى التي سبق ذكرها ، يمكنها أن تكون مصدراً لكثير من الأمراض الخاصة بالإنسان والحيوان والنبات . وفي هذا المجال لايمكن إغفال الدور الذي تلعبه الديدان الخيطية في موت كثير من النباتات والأشجار المثمرة ، كما لايمكن أيضاً إغفال أثر الفيروسات في كثير من أمراض الحيوان والإنسان والنبات .