

المحاضرة العاشرة

الخواص البيولوجية للتربة

تعتمد الخواص الحيوية للتربة على الجزء العضوي الذي تتراوح نسبته بين (٠,٥-٦٪) من مكونات التربة في الطبقة السطحية ويتكون الجزء العضوي من التربة من:

- (١) المواد العضوية الميتة: وتشمل بقايا النباتات والحيوانات المتحللة.
- (٢) الكائنات الحية: وتشمل:

أ- الأحياء المجهرية: البكتيريا وبعض الفطريات.

ب- الأحياء غير المجهرية: الديدان الأرضية والحشرات والجرذان وغيرها.

أحياء التربة: احد فروع علم المايكروبيولوجي، ويهتم بدراسة أحياء التربة المجهرية وغير المجهرية ودورها في التحولات التي تحدث في التربة وتأثيرها على خصوبة التربة والإنتاج الزراعي، ويمكن تعريف التربة بيولوجيا بأنها الطبقة العلوية الهشة من القشرة الأرضية التي توجد فيها كائنات حية مختلفة.

تقسيم أحياء التربة: يمكن وضع أحياء التربة في ثلاث مجموعات رئيسية:

(١) الفيروسات Viruses.

(٢) الأحياء النباتية Flora: وتشمل (البكتيريا والفطريات والطحالب).

(٣) الأحياء الحيوانية Fauna وتشمل:

أ- الحيوانات الكبيرة Macrofauna: مثل الديدان الأرضية والنمل والحشرات والجرذان.

ب- الحيوانات الصغيرة Microfauna: مثل البروتوزوا.

تقسيم أحياء التربة اعتماداً على متطلبات الطاقة والغذاء

تقسم أحياء التربة استناداً إلى احتياجاتها من الطاقة إلى مجموعتين رئيسيتين:

(١) أحياء مجهرية متباينة التغذية Heterotrophs: تحصل على الطاقة والكربون اللازم لفعاليتها

من المركبات العضوية والعناصر الغذائية مما يتوفر في التربة وتضم الفطريات ومعظم بكتيريا

التربة .

٢) أحياء مجهرية ذاتية التغذية Autotrophs: تحصل على الكربون من ثاني أوكسيد الكربون، أما الطاقة فتحصل عليها إما من ضوء الشمس (Photoautotrophs) أو من أكسدة بعض المركبات (Chemoautotrophs).

المجاميع الرئيسية لأحياء التربة

هنالك خمسة مجاميع رئيسية مهمة من هذه الأحياء والتي تشمل:

١) البكتريا: وهي كائنات مايكروسكوبية الحجم وحيدة الخلية تتكاثر بالانشطار البسيط وتتراوح أحجامها بين (٤ - ٥ مايكرون).

٢) الفطريات: كائنات غير كلوروفيلية متباينة التغذية تختلف فيما بينها بالحجم والتركيب وتكون معظم الفطريات المتعددة الخلايا خيوطاً (هايفات) تسمى بالمايسليوم.

٣) الفطريات الشعاعية: تشبه البكتريا في كونها وحيدة الخلية ولها نفس قطر البكتريا وكذلك تشبه الفطريات الخيطية لان مستعمراتها تتكون من شبكة متفرعة من الخيوط وتتكاثر معظمها بالспورات.

٤) الطحالب: هي عبارة عن نباتات بسيطة معظمها كلوروفيلية تتراوح بين وحيدة الخلية قطرها (٥-١٠) مرات قطر البكتريا الى عشب البحر الذي قد يزيد طوله على (٣٠) متر.

٥) البروتوزوا: حيوانات وحيدة الخلية بسيطة تعيش أنواع منها في الماء وأنواع أخرى في التربة، أحجام البروتوزوا التي تعيش في التربة مايكروسكوبية ويوجد منها ما يزيد عن ٢٥٠ نوعاً وهي ثلاث مجموعات اعتماداً على أشكال أعضائها:

- السوطيات: وتحمل إما سوط واحد أو أكثر.
- كاذبات الأرجل: ومنها الاميبا، ولها أرجل كاذبة تستعمل في الحركة والحصول على الغذاء.
- الهدبيات: تحمل أهداب قصيرة ودقيقة مثل البراميسيوم المغطاة بأهداب تستخدم للحركة.

المادة العضوية في التربة

يتكون الجزء العضوي في التربة من مخلفات النباتات والحيوانات التي وصلت إلى مرحلة النسخ والتحلل التام، أما مصادر المادة العضوية فهي الجذور والأوراق والأغصان والسيقان ومخلفات الأسمدة الحيوانية المتحللة وتعتمد سرعة تحلل المادة العضوية المضافة إلى التربة على (الرطوبة ودرجة الحرارة ودرجة تفاعل التربة والتركيب الكيميائي للمادة العضوية وخاصة نسبة

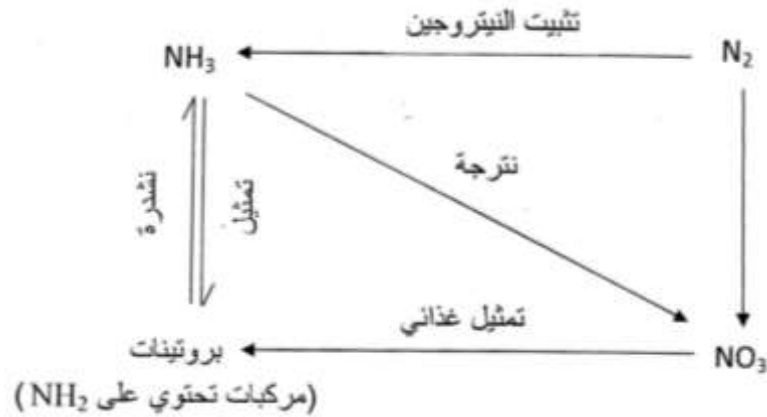
الكربون إلى النتروجين فيها). نسبة C:N في المادة العضوية تختلف من مادة عضوية إلى أخرى حسب مصادرها ودرجة تحللها.

المصدر	نسبة الكربون:النتروجين C:N
نشارة الخشب	٤٠٠:١
سعف النخيل	٨٠:١
القمامة (مخلفات الحيوانات)	٦٠:١
نبات الجت	٢٠:١

وتتوقف سرعة تحلل المادة العضوية على هذه النسبة، حيث كلما زادت نسبة (الكربون: النتروجين) كلما كان التحلل بطيئاً. لذلك فعندما يضيف الفلاح المخلفات النباتية أو السماد الحيواني لتحسين خواص التربة وخصوبتها يجب عليه تعريض تلك المواد إلى عملية تحلل ميكروبي عن طريق (الكمز) لأجل خفض نسبة (الكربون: النتروجين) إلى ما يقارب (١٠:١) وعملية الكمز عبارة عن خزن المواد العضوية بشكل كومة مع المحافظة على نسبة مناسبة من الرطوبة والتهوية ودرجة حرارة ملائمة لتشجيع الانحلال الميكروبي والكيميائي للمواد العضوية. وقد تضاف بعض المواد السكرية كمصدر للطاقة السريعة للأحياء المجهرية لتعجيل عملية الانحلال.

تحولات النتروجين بواسطة الأحياء

يعد عنصر النتروجين الحجر الأساس لبناء جزيئات البروتين الذي تتوقف عليه جميع صور الحياة. ويتعرض هذا العنصر في صورته العضوية والمعدنية إلى تحولات متعددة كما في المخطط الآتي وتكون هذه التحولات تلقائية وتحدث بعضها بصورة عكسية.



يتضح من المخطط أن جزءاً من غاز N_2 (يكون حوالي ٧٩٪ من الهواء الجوي) يتحول إلى مواد عضوية قد تتحول بدورها إلى مواد غير عضوية أو مواد متطايرة بفعل الأحياء المجهرية.

أنواع التحولات

(١) **معدنة النتروجين Nitrogen Mineralization**: يتحول النتروجين العضوي الموجود في المركبات البروتينية والأحماض الأمينية إلى غاز الأمونيا (NH_3) بواسطة عملية النشطرة Ammonification، وتحدث هذه العملية بفعل العديد من الأحياء المجهرية، وتتحول الأمونيا إلى نترت (NO_2^-) عند تعرضها للأكسدة الحيوية بواسطة بكتريا Nitrosomonas، وقد يتحول النترت إلى نترات (NO_3^-) بفعل بكتريا Nitrobacter.

(٢) **عكس عملية النترجة Denitrification**: تحدث عملية عكس النترجة تحت الظروف اللاهوائية حيث تختزل نترات التربة إلى عنصر النتروجين أو أحد أكاسيده الغازية (NO و N_2O) التي تتطاير إلى خارج التربة، وتتم هذه العملية بواسطة بكتريا متباينة التغذية لا هوائية أو هوائية اختيارية تحصل على الطاقة عن طريق أكسدة المادة العضوية في التربة، هنالك عدة ظروف تساعد على حدوث عملية عكس النترجة وهي:

- رداءة التهوية (ظروف التهوية رديئة) خصوصاً عند استمرارها لفترات طويلة.
- درجة الحرارة الملائمة لهذه العملية قريبة من ($25^{\circ}C$) وتتوقف العملية تحت درجة حرارة ($2^{\circ}C$) وفوق ($60 - 70^{\circ}C$).
- زيادة محتوى التربة من المادة العضوية.
- درجة تفاعل التربة الملائمة (< 5) لأن الميكروبات تكون حساسة لزيادة تركيز H_2 .

تثبيت النتروجين Nitrogen Fixation

لغرض إعادة النتروجين إلى التربة (لتعويض ما تفقده منه عن طريق الغسل والتمثيل والتطاير) يتم تثبيت النتروجين الحيوي بواسطة بعض أحياء التربة بمساعدة إنزيم Nitrogenase، وهنالك العديد من الأحياء التي تقوم بتثبيت النتروجين في التربة يمكن وضعها في المجاميع الآتية:

(١) مثبتات النتروجين التكافلية: وتشمل:

أ- بكتريا العقد الجذرية التابعة لجنس الرايزوبيوم Rhizobium والتي تعيش تكافلياً على جذور البقوليات. تعتبر بكتريا العقد الجذرية التي تعيش بصورة تكافلية مع البقوليات أهم مثبتات

النتروجين الجوي، فعندما تنمو البقوليات في التربة يلاحظ بعد فترة من النمو تكون عقد بارزة على جذورها تسمى بالعقد الجذرية (Root Nodules)، وتعمل هذه العقد على تثبيت النتروجين بواسطة البكتريا الخاصة بالنبات ألبقولية، إذ أن لكل مجموعة من المحاصيل البقولية نوع واحد من البكتريا الخاصة بها دون سواها.

ب- كائنات حية تعيش بصورة تكافلية مع بعض النباتات غير البقولية.

٢) مثبتات النتروجين الحرة المعيشة (غير التكافلية): وتشمل الطحالب الخضراء المزرقمة وبعض الخمائر وبعض أنواع البكتريا الهوائية مثل الـ *Azotobacter* واللاهوائية الاختيارية مثل الـ *Bacillus*.