د. سعد عناد الدليمي

الخواص البايولوجية والكيموحيوية للتربة
Biological & Biochemical Properties of soil

كان يطلق على موضوع نشاط الاحياء ولاسيما الاحياء المجهرية في التربة باحياء مجهرية التربة Soil Microbiology الا ان الموضوع حالياً اشمل وأعم ويشمل الخواص الحيوية للتربة والفعاليات الكيموحيوية لهذه الاحياء، وتعتمد الخواص البايولوجية للتربة على الجزء العضوي فيها والنشاط البايولوجي والذي غالباً ما يكون على الجزء العضوي او مرتبطاً به.

الترب المعدنية وكما بينا سابقاً تحوي على مواد عضوية بنسب تتراوح بين 0.5 – 6% بشكل عام، اما الترب العضوية فالنسب بها مرتفعة تصل الى اكثر من 80% احياناً.

يتكون الجزء العضوي في التربة من جزئين اساسيين:

1- المواد العضوية الميتة: وهي عبارة عن بقايا عضوية من اصل نباتي او حيواني وافرازاتها ونواتجها.

2- الكائنات الحية: وهي تشمل الاحياء المجهرية في التربة كالبكتريا والفطريات والاكتينومايسيت والاحياء غير المجهرية او الكبيرة كدودة الارض.

تعرف التربة بايولوجياً بانها الطبقة العلوية الهشة من القشرة الأرضية التي تحتوي على الالاف من الكائنات الحية المختلفة، وهذه الاحياء لها دور مهم في معظم تحولات ودورات العناصر الغذائية في التربة وتحلل المادة وبالتالي لها أهمية خاصة في خصوبة التربة وتغذية النبات.

اهم المجموعات الرئيسية للاحياء في التربة:

1- الاحياء النباتية Flora

2- الاحياء الحيوانية Fauna

3- الفايروسات Viruses

التفاصيل الخاصة بتقسيم هذه المجموعات

1- الاحياء النباتية:

1-1 البكتريا Bacteria ومنها:

أ- بكتريا النترجة Nitrobacter

ب – بكتريا اكسدة الكبريت Thiobacillus

جـ - بكتريا العقد الجذرية Rhizobium

د- البكتريا المحللة للسليلوز Cellulomonas

2-1 الفطريات Fungi

أ- فطر عفن الخبز Rhizopus

ب – فطر عش الغراب Mashrooms

جـ - الفطريات المسببة للذبول Pythium, Fusarium, Phytophthora

3-1 الفطريات الشعاعية Actinomycetes مثل Stroptomyces

1- 4 الطحالب Algea

أ- الطحالب الخضراء المزرقة Blue green Algea

ب – الازولا Azola

2- الاحياء الحيوانية:

أ- الاحياء الكبيرة: مثل دودة الأرض والنمل و.....

ب -الاحياء الصغيرة: مثل البروتوزوا

3- الفايروسات:

أ- الباكتريوفاج: الفايروسات التي تصيب البكتريا.

ب – الاكتينوفاج: الفايروسات التي تصيب الاكتينومايسيت.

وبشكل عام الاحياء في التربة قسم منها مفيد وهو الجزء الاكبر وقسم منها مرضي ويؤثر في الاحياء المجهرية الاخرى وحتى في النبات.

تصنيف الاحياء المجهرية

1- التصيف البيئي Ecological classification

أ- الاحياء المجهرية الاصلية او المستقرة Indigenous: وهي الاحياء التي تكون نوعاً ما ثابتة وقليلة التغير ولاتتاثر بمعاملات التربة.

ب – الاحياء الانتقالية او غير المستقرة Transient: وهي الاحياء التي تضاف الى التربة لغاية معينة كبكتريا العقد الجذرية (الرايزوبيا).

جـ - الاحياء المجهرية المتذبذبة الاعداد Zymogenous: وهي الاحياء التي تتأثر بمعاملات التربة.

2- التصنيف المعتمد على الاوكسجين:

أ- الاحياء المجهرية الهوائية الاجبارية Aerobic: وهي الاحياء التي تعيش بوجود الاوكسجين ولاتعيش من دونه وتحتاج الى نسبة اوكسجين تقارب نسبته في المحيط الجوي.

ب – الاحياء المجهرية اللاهوائية الاجبارية Anaerobic: وهي الاحياء المجهرية التي تعيش في ظروف لاهوائية ويكون ضغط الاوكسجين الجزيئي واطئاً او معدوماً.

جـ - الاحياء ذات المعيشة الاختيارية: وهي التي تعيش بوجود او عدم وجود الاوكسجين.

3- التصنيف المعتمد على التغذية:

أ- الاحياء ذاتية التغذية Autotrophs: تصنع غذائها بالاعتماد على الكاربون من ثاني اوكسيد الكاربون والطاقة من ضوء الشمس وتسمى في هذه الحالة autotrophs او تعتمد في غذائها على اكسدة النتروجين والكبريت والحديد Chemo autotrophs والمجموعة الاخيرة مهمة جداً في خصوبة التربة لانها تحول العناصر الغذائية من شكل الى شكل اخر اكثر تيسراً للامتصاص من قبل النبات.

ب – الاحياء متعددة التغذية Heterotrophs: تستطيع الحصول على الكاربون من المادة العضوية في التربة والعناصر الغذائية من الايونات الذائبة في التربة، وهذه المجموعة مهمة جداً في تحلل المواد العضوية ودورات العناصر الغذائية في التربة.

3- التصنيف المعتمد على الحرارة:

أ- الاحياء المحبة للحرارة Thermophiles: الحرارة المثلى بين 55 – 60°م والمدى بين 40 - 80°م.

ب – الاحياء المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles: الحرارة المثلى بين 25 – 35°م والمدى بين 15 - 45°م.

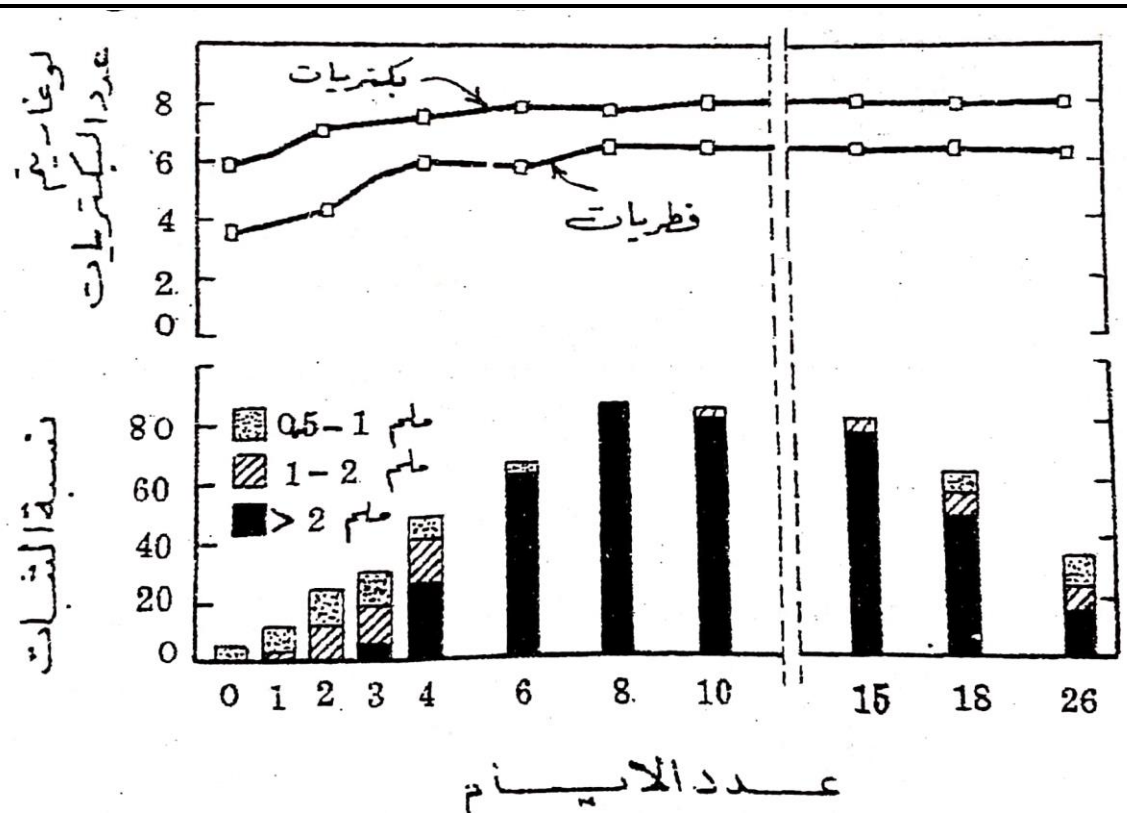
جـ - الاحياء المحبة للبرودة Psychrophils: الحرارة المثلى بين 10 – 15°م والمدى بين 5 - 30°م.

الفعاليات والادوار التي تقوم بها فعاليات التربة المختلفة لاسيما المجهرية منها يمكن تلخيصها بما يلي:

1- بكتريا التربة:

أ- تقوم بدور مهم في تحولات العناصر الغذائية وتحلل المادة العضوية مثل بكتريا النترجة واكسدة الكبريت وتثبيت النايتروجين كما الشكل التالي:

ب – لها دور مهم في تثبيت مجاميع التربة وجعل بناء التربة جيداً ومثالياً، وتؤدي المركبات العضوية التي تنتجها الاحياء المجهرية بصورة عامة والبكتريا المتباينة التغذية بصورة خاصة الى زيادة ثبات مجاميع التربة وقد تساعد خيوط الفطريات والفطريات الشعاعية في هذه العملية.



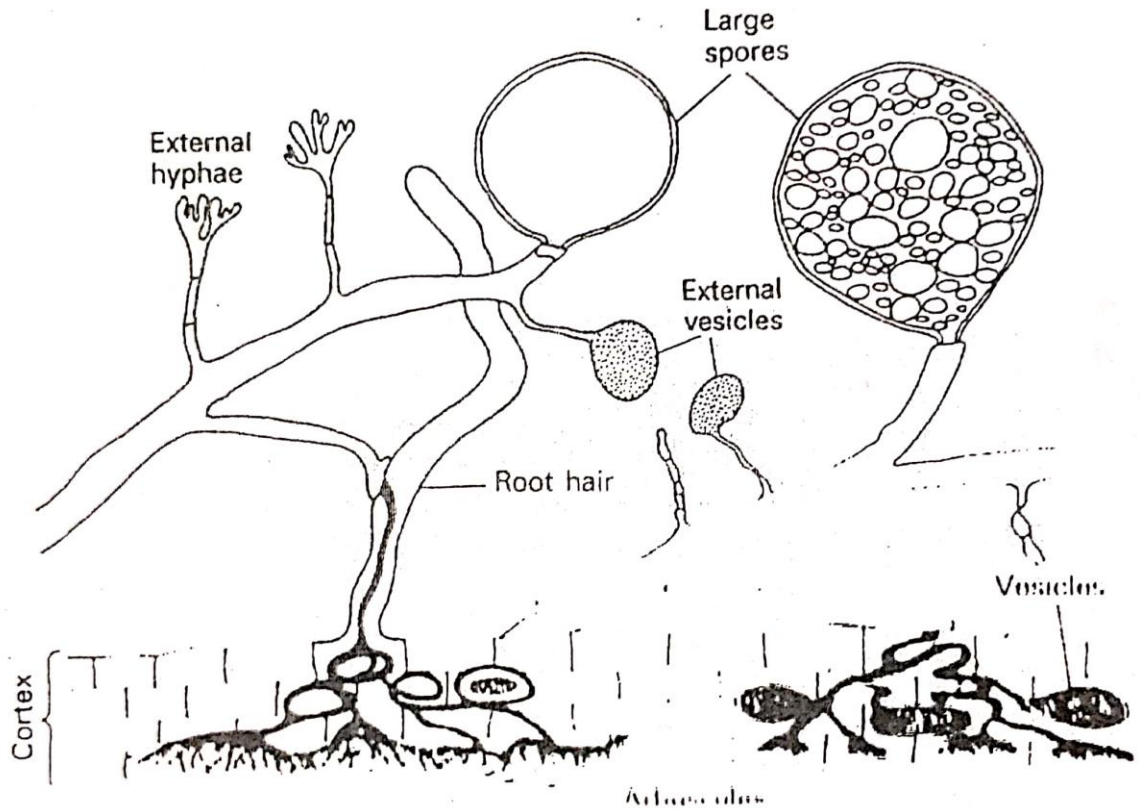
شكل 1. يبين تاثير زيادة اعداد البكتريا في تربة معاملة بالسكروز على ثبات مجاميع التربة بالماء. تم التعبير عن ثبات التجمعات كنسبة مئوية من الوزن الكلي للتربة.

جـ - بعض البكتريا تكون مرضية وتصيب جذور النباتات.

2- فطريات التربة:

أ- لها دور مهم في تحلل المواد العضوية.

ب – لها دور مهم في امتصاص العناصر الغذائية ومثال ذلك المايكورايزا Mycorrhizae التي تقوم بعلاقة تعاونية مع جذور النباتات وتمتص الفسفور وتزيد من جاهزيته للنبات.



شكل 2. يبين المايكور[illegible] م بعلاقة تعاونية مع جذور النباتات.

جـ - بعض الفطريات لها دور سلبي ومرضي ومنها الـ Fusarium التي تصيب جذور النباتات وتسبب ذبول النبات.

3- الفطريات الشعاعية:

أ- لها دور مهم في تحلل المواد العضوية لاسيما اكوام السماد الحيواني لتحملها الحرارة.

ب – لها دور مهم في استخلاص المضادات الحيوية (الانتي بايتكس) مثل الستربتومايسين.

جـ - قسم منها مضرة للحاصل مثل الفطريات الخاصة بجرب البطاطا التي تنشط في pH اعلى 5.5.

4- الطحالب: مهمة جداً في تثبيت النتروجين الجوي لاتكافلياً مثل الطحالب الخضراء المزرقة والازولا.

وبشكل عام لكافة الاحياء دور مهم في المادة الحيوية والمادة العضوية للتربة بعد تحللها، ومن الأمثلة المهمة على دور الاحياء المجهرية في التربة وعلاقتها بخصوبتها وتغذية النبات هي دورة النتروجين ودورة الفسفور ودورة الكبريت .....

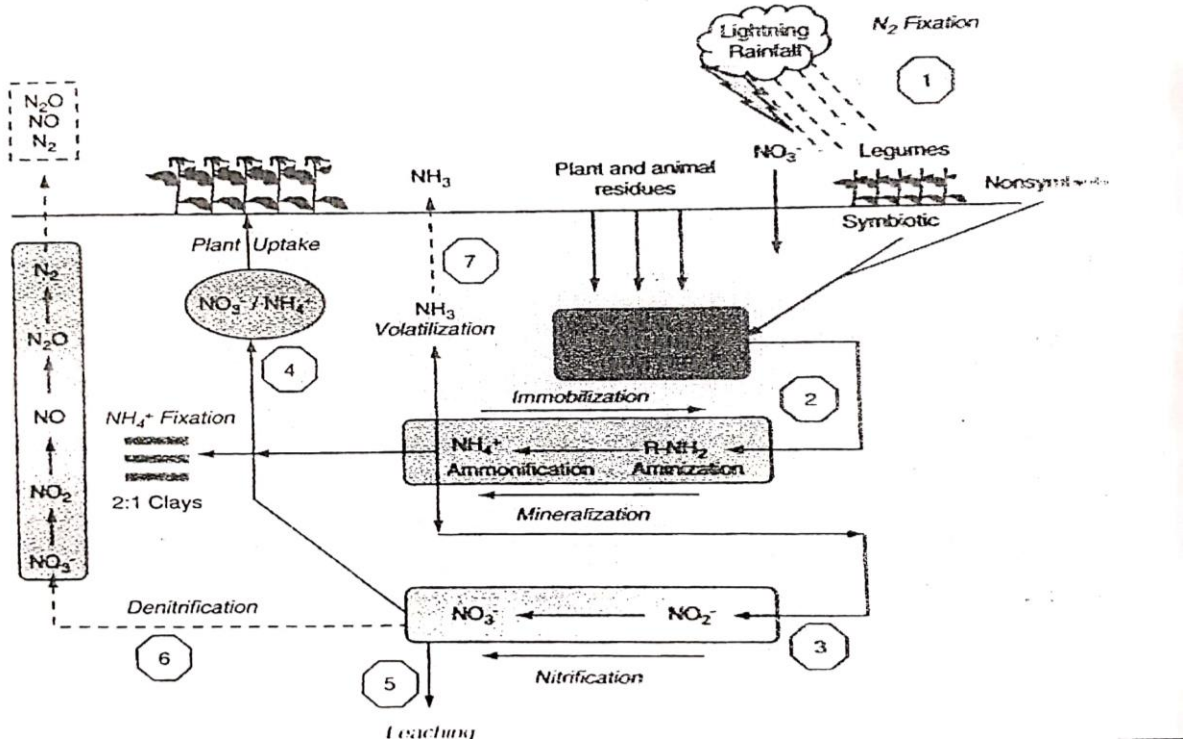
وللتوضيح سنشرح دورة النتروجين:

دورة النتروجين يطلق عليها دورة كيموحيوية لأنها عبارة عن تحولات كيميائية للنيتروجين من صورة الى صورة اخرى بوساطة الاحياء المجهرية المختلفة في التربة.

فالنتروجين بالتربة يتكون من جزئين عضوي ومعدني والجزء العضوي يشكل النسبة الكبرى التي تتجاوز 90% من النتروجين الكلي. النبات لا يستطيع الاستفادة من النتروجين العضوي الا بعد تحوله الى نيتروجين معدني بعملية المعدنة Mineralization والتي تعني تحول النتروجين العضوي الى نيتروجين معدني وهذه العملية تتم بمساعدة الاحياء المجهرية في التربة.

الجزء المعدني للنيتروجين يكون على عدد من الصور منها الامونيوم NH_4^+ والنترات NO_3^- والنتريت NO_2^- والتحول من الامونيوم الى النترات يتم باحياء النايتروزوموناس النايتروباكتر وهي احياء هوائية اجبارية تقوم باكسدة الامونيوم الى النترات بعملية تسمى النترجة Nitrification

وهي جزء من عملية المعدنة، كما ان النتروجين في التربة يتعرض الى عمليات فقدان مختلفة همها عمليات الفقدان بالغسل والتطاير وعكس النترجة. ان عملية عكس النترجة تتحول فيها النترات NO_3^- الى غازات N_2 و$N2O$ و NO وهي عملية تقوم بها احياء لاهوائية اجبارية في الظروف اللاهوائية للتربة مؤدية الى خسارة النترات والى تلوث البيئة لان غازات النتروجين المنبعثة الى المحيط الجوي تؤثر في طبقة الاوزون.
يضاف الى ما تقدم فان النتروجين الجوي والذي نسبته في الهواء الجوي بحدود 79 % لا تستطيع النباتات الاستفادة منه الا بعد تثبيته من قبل البكتريا التي تعيش اما بشكل تعايشي مع جذور البقوليات (الرايزوبيا) او بشكل غير تعايشي مثل الطحالب، ولذا يتضح دور الاحياء المجهرية في دورة النتروجين.



شكل 3. يبين دورة النتروجين الكيموحيوية.

الخطوة الاولى (1): يضاف النتروجين الى التربة من بقايا النباتات والحيوانات وعمليات البرق والعمليات الصناعية (النتروجين يتحد مع الهيدروجين او الاوكسجين).

الخطوة الثانية (2): عملية تحول النتروجين العضوي الى الامونيوم NH_4^+ بعملية تسمى المعدنة Mineralization وتتم بمساعدة احياء التربة المجهرية.

الخطوة الثالثة (3): يتم تحويل الامونيوم الى نترات بعملية تسمى النترجة(Nitrification) وتتم بمساعدة بكتريا النترجة (النتروزوموناس Nitrossomonas والنايتروباكتر Nitrobacter).

الخطوة الرابعة (4): امتصاص الامونيوم والنترات من قبل جذور النباتات، اذ يستخدم النتروجين الممتص في انتاج البروتين بالمحاصيل والتي تؤكل من قبل الانسان او الحيوان.

الخطوة الخامسة (5): يفقد جزء كبير من النتروجين من خلال عملية الغسل مع الامطار ومياه الري لاسيما في الترب خشنة النسجة.

الخطوة السادسة (6): يفقد جزء من النتروجين الى الجو بشك غازات N_2 و$N2O$ وNO بعملية تسمى عكس النترجة (Denitrification) تحت ظروف التغدق وبمساعدة بكتريا عكس النترجة.

الخطوة السابعة (7): فقدان جزء من الامونيوم بشكل امونيا بعملية تسمى التطاير (Volatillzation) تحت ظروف الترب الكلسية والقاعدية.

المادة العضوية في التربة Soil Organic Matter (SOM)

ان سرعة تحلل المواد العضوية في التربة تعتمد على: الرطوبة، درجة الحرارة، حموضة التربة pH والتركيب الكيميائي للمادة العضوية ولاسيما نسبة الكاربون الى النتروجين والتي يطلق عليها C/N Ratio. وان نسبة الكاربون الى النتروجين مهمة جداً لان الاحياء المجهرية التي تقوم بتحلل المواد العضوية تحتاج الى عناصر غذائية ومنها النتروجين فاذا كانت نسبته في المادة العضوية جيدة (اي نسبة C/N واطئة) يحدث التحلل دون التأثير على نيتروجين التربة الاصلي،

اما إذا كانت عالية اي نيتروجين قليل وكاربون عالي فتقوم الاحياء بأخذ النتروجين من التربة ويحدث نقص وقتي للنيتروجين نتيجة تثبيته في داخل اجسام الاحياء ويعود هذا النتروجين للتربة بعد تحلل هذه الاحياء والمادة العضوية. عموماً ان نسبة C/N بحدود 20 تكون جيدة ويحدث التحلل من دون نقص اما اذا كانت اكثر او اعلى من 30 فيحدث نقص وقتي للنيتروجين في التربة، ولذا يفضل اضافة النتروجين والفسفور مع السماد الحيواني او السماد العضوي بشكل عام لتشجيع الاحياء المجهرية للقيام بعملها ودورها في تحلل المواد العضوية. وهناك طرائق حسابية لحساب كمية النتروجين المطلوب اضافته، والشيء نفسه يحدث عند عمل البيتموس او الدهان والتي تتطلب توفير ظروف بيئية وتغذوية للاحياء للقيام بعملها في تحلل المواد العضوية (للمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع راجع المراجع ذات العلاقة بالمواد العضوية والاحياء المجهرية مثل:

الكسندر، مارتن. 1982. مقدمة في ميكروبيولوجيا التربة. جون وايلي واولاده، نيويورك.