نشوء وتطور علم أحياء التربة المجهرية:

تعرف التربة من قبل المختصين في بايولوجية التربة بأنها الجزء العلوي للقشرة الأرضية والذي تكون بفعل مجموعة من العوامل والعمليات الخاصة أطلق عليها عوامل وعمليات تكوين التربة وقد حددت تلك العوامل بخمسة عوامل هي مادة الأصل والمناخ والأحياء والطوبوغرافية والزمن. إن تفاعل هذه العوامل مع بعضها إضافة إلى مجموعة من العمليات الأخرى بمرور الزمن ينتج عنها ترب تختلف في صفاتها من موقع إلى آخر ومن عمق إلى آخر. وبصورة عامة جميع الترب تتكون من جزء معدني وجزء عضوي وماء وهواء وأحياء دقيقة، هذه المكونات الخمسة التي تشتمل عليها أية تربة تكون في حالة تغير ديناميكي مستمر. وعلى الرغم من أن نسبة ما تشغله الأحياء المجهرية من حجم التربة يعتبر ضئيلا)1%(إلا أن دورها يعتبر أساسي ا في معظم التحولات التي تجري داخل التربة. وتعد التربة مكان ا وبيئة ملائمة لنمو وتكاثر أنواع مختلفة من الأحياء الدقيقة)مثل البكتريا والأكتينومايسيتات والفطريات والطحالب والابتدائيات(، كذلك للأحياء الأخرى الأكبر حجما مثل النباتات الخضراء والحيوانات.

لقد لاحظ الإنسان من خلال تجاربه أن زراعة البقوليات تزيد خصوبة التربة، كما أن إضافة المادة العضوية للتربة)المخلفات الحيوانية والنباتية(في الأوقات المناسبة تسبب زيادة في خصوبة التربة، كما لاحظ أن حراثة التربة بالشكل الصحيح والسيطرة على كميات مياه الري تعطي نتائج إيجابية تنعكس في زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية ،فكل هذه الأمور جذبت إنتباه الإنسان. وبتطور المعرفة، وفي نهاية القرن السابع عشر إزداد اختلاف وجهات النظر بين الباحثين، حيث إعتقد المختصين في علم الكيمياء أن عمليات تحول المركبات الكيميائية داخل التربة هي عمليات كيميائية بحتة وليس للأحياء)المجهرية(أي دور في عمليات التحول، في حين كانت آراء البعض الآخر على العكس من ذلك ،فمع إختراع المجهر ونشوء علم الأحياء الدقيقة بدأت تظهر مفاهيم جديدة فسرت عمليات التحول التي تجري في التربة على أنها عمليات تحول لا تتم بمعزل عن الأحياء الدقيقة وأن قسم ا منها لا يمكن أن تتم بدون وجود تلك الأحياء.

يعتبرالعالم لويس باستور) 1822- 1895(من أوائل العلماء الذين أشاروا إلى دور الأحياء الدقيقة في عمليات التحول التي تجري داخل التربة وقد ركز على عمليات تحلل المادة العضوية في التربة و بشكل خاص على عمليات التخمر والتعفن والإنحلال وذكر أن هذه العمليات تتم بوجود الأحياء الدقيقة، كما بين أن عمليات التحلل لا تعتمد على طبيعة الأحياء المجهرية فحسب وإنما أيض ا على طبيعة الظروف البيئية المحيطة.

وفي عام 1877 أجرى كل من العالمين Schloesing و Muntz تجربة أثبتا من خلالها أن عملية النترجة Nitrification)أكسدة الأمونيوم إلى نترات(هي عملية حيوية تتم بوساطة الأحياء المجهرية وأن هذه العملية تتوقف إذا تم قتل تلك الأحياء.

ويعد العالم Fleming (1929) أول من إكتشف البنسلين، الذي ينتج حيوي ا من قبل الفطر *Penicillium notatum* الذي أمكن عزله من التربة.

كما إهتم العالم Lockhead بدراسة طرق تغذية بكتريا التربة إضاف ة إلى إهتمامه بدراسة الأحياء المجهرية في منطقة الرايزوسفير Rhizosphere) منطقة إنتشار الجذور(.

أما العالم Thom (1872– 1951) فقد إهتم بدراسة فطريات التربة وتصنيفها ،ومنذ ذلك الحين يشهد علم أحياء التربة المجهرية كغيره من العلوم تطورات مستمرة.

مكونات التربة:

1- المادة المعدنية: وتشمل الحبيبات الصخرية المفتتة بالإضافة إلى العناصر المعدنية مثل الكاربون والبوتاسيوم والفوسفور والحديد وغيرها.
2- المادة العضوية: الناتجة من تحلل المواد العضوية.
3- هواء التربة: وهو الفراغات البينية بين حبيبات التربة.
4- مياه التربة بأنواعها.
5- الأحياء الدقيقة: وهي تزيد في الأراضي الزراعية مقارنة بالأراضي البور، لأنها تحتوي على نسب عالية من المواد العضوية. ومن أمثلة الكائنات الحية الدقيقة الفطريات والبكتيريا والنيماتودا .

الكائنات الحية الدقيقة في التربة:

تشتمل مجاميع أحياء التربة المجهرية مايأتي: البكتريا)والتي تمتاز بتنوعها وتنوع متطلباتها لذلك فهي تحتل مكانة مميزة بين بقية أحياء التربة المجهرية(والأكتينومايسيتات والفطريات والطحالب والبروتوزوا والفيروسات . وتختلف هذه المجاميع في أعدادها وفي أشكالها وتركيبها وتوزيعها، كما تختلف في متطلباتها الحياتية .وقد تحتوي التربة على أعداد كبيرة من البكتريا تصل إلى ملايين الخلايا في الغرام الواحد من التربة، وتشمل:

أولاً: البروتوزوا)الإبتدائيات(Protozoa:

البروتوزوا هي أبسط الحيوانات التي تتميز بكونها حيوانات بدائية وحيدة الخلية يتراوح حجم العديد من أنواعها بين عدة مايكرومترات إلى سنتمتر أو أكثر، وبصورة عامة تكون الأنواع التي تعيش في التربة أصغر حجم ا من الأنواع المنتشرة في المياه .وتعتبر هذه الحيوانات حقيقية النواة Eukaryote، أما بالنسبة إلى تغذيتها فهي متغايرة التغذية الكيميائية Chemo-heterotrophs باستثناء بعض الأجناس الحاوية على الكلوروفيل ،وتتضمن دورة حياة العديد من البروتوزوا مرحلتين تكون الأولى نشطة)Trophozoite(حيث تتغذى وتتكاثر أثنائها، والثانية مرحلة سكون Cyst يتكون فيها غلاف سميك يحيط بخلاياها ،ويتمكن الطور الساكن من مقاومة الظروف البيئية غير المناسبة لسنوات في بعض الأحيان .وتتكاثر البروتوزوا عادة لاجنسي ا بإنقسام الخلية الأم طوليا أو عرضي ا إلى خليتين متشابهتين وتتبادلان الصفات الوراثية وفي النهاية تتكون خليتان جديدتان ،وتنتشر هذه الحيوانات في جميع الترب .

تقسيم إبتدائيات التربة:

توجد في التربة ثلاث مجاميع رئيسية من الإبتدائيات، وهذه المجاميع الثلاث تصنف حسب حركتها إلى:

1- **مجموعة السوطيات Mastigophora أو الـ Flagellates:**

تعتبر أكثر المجاميع في التربة وتشمل الأجناس التي تتحرك بوساطة سوط واحد أو أكثر)1-4(وتقسم سوطيات التربة الى قسمين:

أ- سوطيات نباتية Phytomastigophora:

وهي تمتاز بإحتوائها على الكلوروفيل لذلك فهي تمتلك القدرة على التمثيل الضوئي مثل مجموعة Euglena والتي تعرف بالسوطيات الشبيهة بالطحالب.

UNIVERSITY OF ANBAR

ب- سوطيات حيوانية Zoomastigophora:

وتمتاز بعدم إحتوائها على الكلوروفيل وتتغذى عادة تغذية عضوية إما على المواد العضوية أو بالإفتراس. ومن أشهر الأجناس الشائعة في التربة *Euglena* و *Tetramitus* و *Cercoboda*.

2- الأميبات Sarcodina أو Amoebae:

أجناس هذه المجموعة تتحرك بوساطة الأقدام الكاذبة، وهي بروزات بروتوبلازمية مؤقتة تمتد من الخلية، لذلك فإن أشكال أفراد هذه المجموعة دائمة التغير لعدم وجود جدار خارجي صلب ولإنبساط وإنكماش الأقدام الكاذبة ،ومن أهم الأجناس السائدة في التربة *Euglypha* و *Naegleria* و *Biomyxa*.

3- مجموعة الهدبيات Ciliates أو Ciliphora:

تتحرك أفراد هذه المجموعة نتيجة إهتزاز الشعيرات المحيطة بخلاياها والتي تعرف بالأهداب والتي عادة تكون قصيرة وكثيرة العدد قد تصل إلى الآلاف، ومن أشهر الأجناس التابعة لهذه المجموعة *Uroleptus* و*Balantiophorus* و *Colpoda* وتعتبر من أقل المجاميع إنتشارا في التربة.

التغذية:

تحصل بعض الأنواع المحدودة على الطاقة اللازمة لنموها من خلال تصنيعها عن طريق التمثيل الضوئي وهي بذلك تعتبر ذاتية التغذية الضوئية، أما الغالبية العظمى من البروتوزوا فهي تتغذى على المادة العضوية التي تكون بهيئة مواد عضوية ذائبة في بعض الأحيان، أما النوع الأكثر شيوع ا فهو التغذية بعملية الإفتراس حيث تقوم البروتوزوا بإلتهام الخلايا البكتيرية والطحالب والخمائر حيث تعتبر البكتريا أهم الفرائس المفضلة ،إذ تحيط البروتوزوا بالفريسة داخل فجوات لتتم عملية هضمها داخل الجسم.

تنتشر البروتوزوا في الطبقة السطحية من التربة بحدود 15 سم الأولى ،وتستطيع البروتوزوا إلتهام أعداد كبيرة جد ا من البكتريا تصل إلى عشرات الآلاف لكي تتم إنقساما واحدا ،وتساعد إضافة المادة العضوية للتربة بشكل مباشر على زيادة أعداد البروتوزوا، وتعتبر رطوبة التربة عاملا مهم ا خصوص ا بالنسبة للطور النشط - حيث تلجأ البروتوزوا إلى السكون في حالة إنخفاض الرطوبة. وأكثر المجاميع تأثر ا هي الهدبيات في حين تعتبر السوطيات أكثر المجاميع تحم لا ، كما تستطيع البروتوزوا المعيشة ضمن مدى واسع من pH التربة ،وتعتبر البروتوزوا مهمة للحفاظ على التوازن الميكروبي والتقليل من أعداد البكتيريا السائدة وبذلك تعطي فرصة أفضل للبكتيريا الأقل قدرة على التنافس، كما تمتاز بعض الأجناس بأن لها القدرة على إحداث إصابات مرضية للنبات والحيوان والانسان.

ثانياً: الطحالب Algae:

تنتشر الطحالب في جميع أنواع الترب ولكن أعدادها أقل من أعداد البكتيريا والفطريات، ونظر ا لقلة أعدادها بالدرجة الأساسية فانها لم تنل إهتماما كبير ا من قبل علماء الميكروبايولوجيا الأوائل. تتميز الطحالب عن بقية الأحياء الدقيقة بكونها أحياء ذاتية التغذية تستطيع القيام بعملية التمثيل الضوئي ومنها تستطيع الحصول على الطاقة .ويكثر إنتشار الطحالب في المناطق الرطبة المعرضة للضوء، كما وجد أن بعض السلالات تستطيع التواجد تحت سطح التربة .وبصورة عامة فإن الطحالب الموجودة في التربة إما أن تكون وحيدة الخلية أو تكون شريطية وهي عموم ا أبسط تركيب ا وأصغر حجما من الطحالب المائية، وأشهر مجموعات الطحالب الرئيسية المنتشرة في التربة تتضمن:

1- الطحالب الخضر Chlorophyta.

2- الدايتومات (Bacillariophyta) Diatoms.

3- الطحالب الخضر المصفرة Xanthophyta.

4- الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta.

تسود عادة الطحالب الخضر والدايتومات على باقي الطحالب الأخرى في ترب المناطق المعتدلة، بينما تسود الطحالب الخضر المزرقة في ترب المناطق الحارة .وتمتاز الطحالب بقدرتها على التغذية الذاتية التي تعود لإمتلاكها صبغة الكلوروفيل، وتحتاج الطحالب إلى النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت والحديد وبعض العناصر النادرة، أما الكاربون فتحصل عليه من الجو بصورة CO_2، كما تمتلك بعض الطحالب القدرة على التغذية غير الذاتية عندما تعيش تحت سطح التربة بعيد ا عن الضوء، حيث تلجأ إلى تحليل المواد العضوية، ولكن حتى هذه الطحالب يكون نشاطها قليل في غياب الضوء ويزداد نشاطها بوجود الضوء وتعود للتغذية الذاتية.

تنتشر الطحالب في الطبقة السطحية للتربة والصخور، وعلى الرغم من وجود بعض أنواع الطحالب التي تستطيع التواجد على أعماق 50 - 100 سم تحت سطح التربة ،إلا أن أعدادها تتأثر برطوبة التربة حيث يمكن مشاهدتها بأعداد كبيرة في الترب الرطبة والغدقة.

تتأثر بعض مجاميع الطحالب بدرجة كبيرة بـ pH التربة، فمثلا يقل وجود الدايتومات في الترب الحامضية في حين تزداد في الترب المتعادلة والقاعدية ،ويعتبر pH = 6 عاملا محدد ا لإنتشارها تقريبا . وفي حالة الطحالب الخضر المزرقة فيعتبر pH 7-10 أفضل مدى لنموها، أما الطحالب الخضر فأقل تأثر ا بـ pH التربة .

تعتبر درجات الحرارة المعتدلة أفضل درجة حرارة ملائمة لنمو الطحالب، لذلك تزداد أعدادها في الربيع بالدرجة الأساسية ، ويحد التجمد من نمو هذه الأحياء ،كما تتأثر الطحالب بالمبيدات التي تستخدم لقتل الحشائش ،ويمكن أن ت هاجم الطحالب من قبل البكتريا والفطريات والأكتينومايسيتات والبروتوزوا والنيماتودا وديدان الأرض.

<u>الطحالب الخضر Chlorophyta:</u> تمتاز الطحالب الخضر بالمميزات الآتية:

1- تحتوي حوامل الصبغات التي تعرف بـ Chromatophores التي تحمل اللون الأخضر المميز.

2- تحتوي على صبغة الزانثوفيل والكاروتين.

3- تتواجد على شكل كائنات وحيدة الخلية أو خيطية بسيطة التركيب.

4- تعتبر أكثر مجاميع الطحالب إنتشارا في التربة.

5- بعضها يمتلك تراكيب حركية كالأسواط كما في الكلاميدوموناس.

6- من أشهر الأجناس الموجودة في التربة *Chlamydomonas* و *Chlorella* و *Chlorococcum*.

7- بعض الأجناس الموجودة في التربة تستطيع التكاثر بالإنشطار أو بطريقة جنسية.

<u>الدايتومات (Bacillariophyta) Diatoms:</u> وتمتاز بما يأتي:

1- توجد بشكل كائنات وحيدة الخلية أو في مستعمرات.

2- تحاط بطبقة خارجية من السليكا والبكتين وجدرانها تتكون من مصراعين.

3- يكثر وجودها في الترب المتعادلة والقلوية في المناطق معتدلة الحرارة.

4- يمكن أن تتكاثر جنسي ا ولاجنسي ا .

5- معظمها غير متحرك.

6- أكثر الأجناس شيوع ا هما الـ *Cymbell* و *Surirella*.

1987 1408
UNIVERSITY OF ANBAR

الطحالب الخضر المصفرة Xanthophyta: وتتميز بـ:

1- تعتبر أقل مجاميع الطحالب أهمي ة في التربة وأقلها تواجد ا .
2- تحتوي خلاياها على تراكيب حاملة للصبغات عدسية أو قرصية الشكل.
3- التكاثر الجنسي نادر الحدوث في هذه الطحالب.
4- أكثر الأجناس شيوع ا *Heterothrix* و *Heterococcus*. هو

الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta:

تعتبر الطحالب الخضر المزرقة حلقة الوصل بين البكتيريا والنباتات الخضر، وتصنف ضمن البكتيريا ذاتية التغذية الضوئية، وتعد حسب تصنيف بيرجي Bergey ضمن البكتيريا الممثلة للضوء المنتجة للأوكسجين Oxygen Phototrophic Bacteria، وتقدر أنواعها بحوالي 2000 نوع، منها ماهو وحيد الخلية ومنها الذي يعيش على شكل مستعمرات خيطية غالب ا ، ويتميز بعض أنواعها بقدرته على تثبيت النتروجين الجوي.

تعتبر الطحالب الخضر المزرقة أكبر حجم ا من البكتيريا وهي هوائية وبعضها يستطيع تحمل ظروف لاهوائية، أما أهم ما تمتاز به الطحالب الخضر المزرقة فهو:

1- تعتبر غير حقيقية النواة.
2- خلوها من الأسواط وحركتها إنزلاقية.
3- إحتوائها على صبغة الـ Phycocyanin الزرقاء فضلا عن صبغة الكلوروفيل)أ(وصبغات أخرى مثل Phycoerythrin إضافة إلى صبغة الكاروتين والزانثوفيل.
4- وجود مواد غذائية مخزنة على شكل بروتين تعرف بـ Cyanophycin.
5- تستطيع التكاثر بعدة طرق خضرية وجنسية ولاجنسية.
6- أشهر الأجناس الشائعة في التربة *Anabaena* و *Nostoc* و *Calothrix*.

أهمية الطحالب:

1- تلعب الطحالب دور ا مهم ا في عملية التجوية الحيوية للصخور، فهي أول أنواع النباتات التي تستطيع النمو على الصخور وعند موتها وتحللها من قبل البكتيريا والفطريات فإن الأحماض الناتجة يمكن أن تساهم في تجوية الصخور وكذلك فإن حامض الكاربونيك الناتج عن ثاني أوكسيد الكاربون بفعل تنفسها يمكن أن يساهم في تحلل الصخور.
2- تساهم في زيادة محتوى التربة من المادة العضوية فهي تستطيع تحويل المركبات غير العضوية إلى مركبات عضوية.
3- يمكن أن تساهم في تثبيت مجاميع التربة السطحية وتقلل من إحتمالات تعرية التربة.
4- تساهم الطحالب الخضر المزرقة المنتشرة في حقول الرز بدرجة كبيرة في توفير الأوكسجين اللازم لتنفس نبات الرز.
5- تساهم بعض أجناس الطحالب الخضر المزرقة في تثبيت النتروجين الجوي خصوص ا في مزارع الرز حيث يتم تلقيح هذه المزارع في كثير من بلدان جنوب شرق آسيا ببعض أجناس تلك الطحالب، فعلى سبيل المثال أمكن

UNIVERSITY OF ANBAR

زيادة إنتاج الرز في العديد من تلك البلدان بنسب تتراوح بين 14 - 20 % بعد تلقيح المزارع ببعض أجناس الطحالب الخضر المزرقة.

6- تعتبر الطحالب غذاء ا للعديد من الأحياء مثل البكتيريا والفطريات والنيماتودا وديدان الأرض.

1987 1408
UNIVERSITY OF ANBAR