4_1 البكتيريا (Bacteria)

البكتيريا من أصغر المجاميع التي توجد في التربة حيث نادرا ما يتجاوز طولها عدة ميكرومترات ولايزيد وزنها عن 10^{-12} جم. وتنتمي البكتيريا لمجموعة البروكاريوتس (Prokaryotes) التي تشمل الايوباكتريا (Eubacteria) والأثريات (Archae) بينما تنتمي بقية الكائنات الحية باستثناء الفيروسات لمجموعة الايوكاريوتس (Eukaryotes). وتحتوي التربة على أعداد كبيرة من البكتيريا وتختلف الأجناس والأنواع من حيث الكثافة والسيادة تبعاً للظروف البيئية السائدة في التربة. ولكل من هذه الأجناس والأنواع شكله الخاص وتركيبه الخاص وعلاقته الخاصة بالمواد الأخرى من حيث النمو والنشاط. تسود البكتيريا في التربة على بقية الكائنات الدقيقة الأخرى، عندما تتوفر ظروف مناسبة من التهوية، أما تحت ظروف نقص أو إنعدام الأكسجين فإن البكتيريا تكون هي المسئولة عن التغييرات الكيميائية والحيوية. تتميز البكتيريا عن باقي مجاميع الكائنات الدقيقة التي تشترك معها في نفس العمليات الحيوية في التربة بسرعة تكاثر خلاياها وقدرتها الفائقة في تحليل أنواع كثيرة من المواد الطبيعية والمواد العضوية.

توجد البكتيريا والبكتريوفاج الذي يهاجمها متعايشين في مجتمع واحد ومثال ذلك *Escherichia coli* KI2 والفاج TZ. ويُعزى وجود الكائنات الحية المفترسة ووجود الكائن الذي يتم افتراسه في مجتمع واحد دون أن يخلو المجتمع من أحدهما نهائيا للآتي: (1) التداخل بين المفترسات ، (2) المفترسات نفسها تتأثر بمفترسات أخرى، (3) حدوث الطفرات وظهور أجيال مقاومة للافتراس، (4) اللجوء إلى مناطق وجيوب حيث تتم حمايتها، (5) الانتقال لافتراس كائن آخر، (6) الاعتماد على الكثافة وزيادة معدل التكاثر لتفادي الهلاك.

1-4-1 تصنيف البكتيريا

لتسهيل دراسة علم البكتيريا يمكن تصنيفها لعدة أقسام من حيث الموطن، وتفاعلها مع صبغ جرام، وسرعة استجابتها للمواد الغذائية، والتهوية، والحرارة، وتركيب الخلية، وطرق التغذية، بالإضافة لطرق التقسيم الجزيئية.

1-1-4-1 الموطن

يمكن وضع أنواع البكتيريا في التربة في قسمين رئيسيين :

أ. القسم الأول :البكتيريا المستوطنة أو الأصيلة :

تضم الأنواع المتأصلة في الموطن (Indigenous, Autochthonous). تسكن في التربة بصفة دائمة وتتكاثر فيها وتساهم في النشاط الكيميائي الحيوي بها. وتتميز هذه الكائنات بمقدرتها على تحمل ومقاومة الظروف غير الملائمة حيث يمكن أن تظل ساكنة دون نشاط لفترات زمنية طويلة.

ب. القسم الثاني : البكتيريا الدخيلة :

تضم الأنواع الدخيلة على التربة (Invaders, Allochthonous) وتصل هذه الأنواع إلى التربة مع مياه الأمطار أو عن طريق دخول الأنسجة المريضة أو مخلفات الإنسان أو اللقاحات. وتظل هذه الأنواع حية لفترة من الوقت كما إنها لاتشارك بصورة فاعلة في التحولات الكيميائية الحيوية في التربة.

1-4-1-2 صبغ جرام (Gram stain)

يمكن تقسيم البكتيريا إلى قسمين من حيث تفاعلها مع صبغ جرام والتي تعتمد على مكونات الأنسجة الخارجية للخلايا البكتيرية :

أ. موجبة جرام (G+) وتشمل أجناس البكتيريا التي لها المقدرة على الاحتفاظ بصبغة جرام (جدول 1-6).

ب. سالبة جرام (G-) وتشمل أجناس البكتيريا التي لاتستطيع أن تحتفظ بصبغة جرام.

جدول 1-6: أمثلة بعض أجناس البكتيريا موجبة جرام (G+) وسالبة جرام (G-)

موجبة جرام (G+)	سالبة جرام (G-)
• *Arthrobacter*	• *Azotobacter*
• *Bacillus*	• *Thiobacillus*
• *Clostridium*	• *Nitrosomonas*
• *Micrococcus*	• *Pseudomonas*
• *Corynebacterium*	• *Rhizobium*

1-4-1-3 الاستجابة للمواد الغذائية :

يمكن تقسيم البكتيريا حســـب سرعة استجابتها للمواد الغذائية المضافة كالأتي:

أ. بطيئة الاستجابة: (Oligotrophic, Autochthonous). تتكاثر هذه المجموعة ببطء وتظل أعدادها ثابتة في التربة وذلك لأنها تعيش على حساب المادة العضوية الأصلية في التربة أو على بعض المكونات النباتية صعبة التحلل أو على خلايا كائنات ميتة. تمكث هذه المجموعة وتبقى في التربة لفترات طويلة.

ب. سريعة الاستجابة : (Copiotrophic, Zymogenous) تستجيب هذه المجموعة بسرعة للمواد الغذائية المضافة. وتنشط في عمليات التحول الغذائي وتحتاج لمصدر إمداد غذائي لضمان استمرار معدل نموها السريع. وتستجيب هذه البكتيريا لعمليات تخصيب التربة بإضافة المواد العضوية فتزيد أعدادها ثم تبدأ في التناقص عند نفاد مصدر الغذاء من التربة (شكل 1-3).

1-4-1-4 التهـــوية :

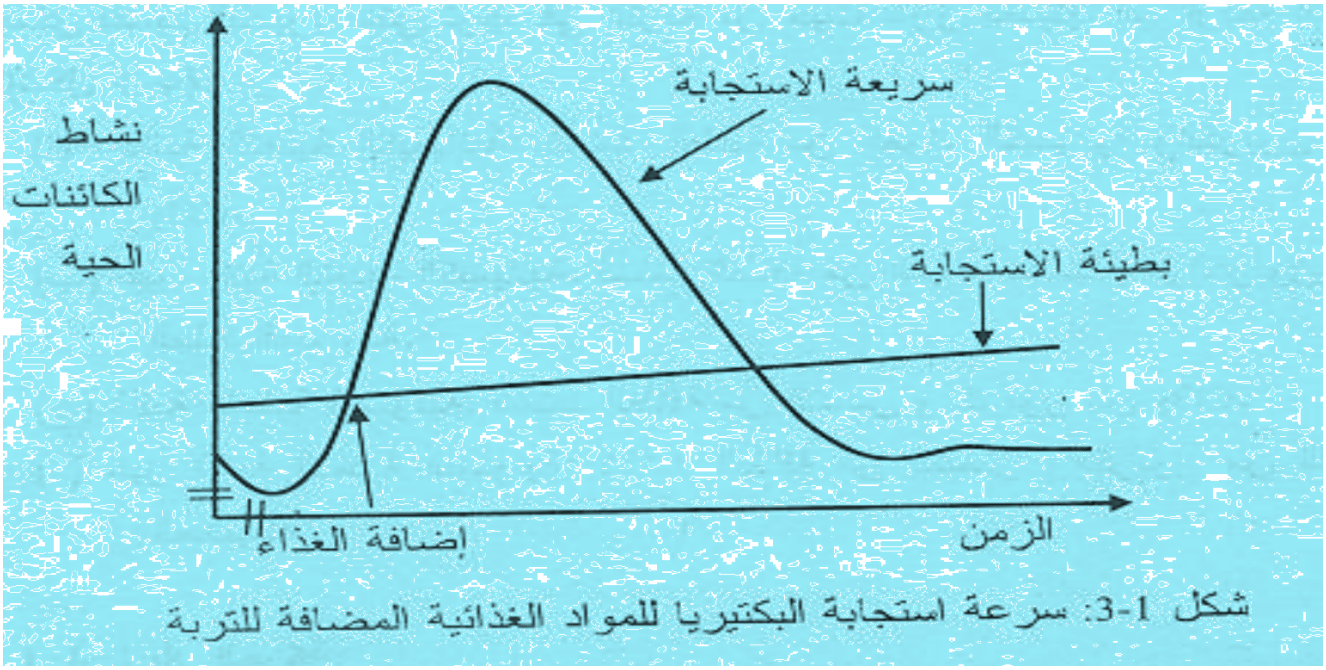
تنقسم البكتيريا إلى أربع مجموعات من حيث احتياجها للأكسجين :

(أ) البكتيريا الهوائية (Aerobes) ولاتنمو إلا في وجود الأكسجين.

(ب) البكتيريا اللاهوائية (Anaerobes) ولا تنمو إلا في انعدام الأكسجين.

(ج) البكتيريا اللاهوائية اختيارا (Facultative anaerobes) وهي التي تنمو في وجود الأكسجين أو عدمه على حد سواء.

(د) الهوائية الشحيحة الحاجة للأكسجين (Microaerophilic) وهي تحتاج لكميات ضئيلة من الأكسجين.



شكل 1-3: سرعة استجابة البكتيريا للمواد الغذائية المضافة للتربة

1-4-1-5 درجة الحرارة :

تتباين أجناس البكتيريا في درجات الحرارة التي يزاد فيه نموها وتكاثرها ونشاطها. ويمكن تقسيم البكتيريا من حيث تحملها لدرجة الحرارة إلى الآتي :

(أ) محبة البرودة (Psychrophiles): درجة حرارة نموها المثلى أقل من 20°م.

(ب) متوسطة الحرارة (Mesophiles): درجة حرارة نموها المثلى 37°م .

(ج) محبة الحرارة (Thermophiles): درجة حرارة نموها المثلى 55°م

(د) محبة الحرارة العالية (Hyperthermophiles): وتفضل درجة حرارة 80° م.

1-4-1-6 تركيب الخلية :

يمكن تقسيم البكتيريا التي توجد في التربة من حيث أشكالها إلى ثلاثة أنماط:

(أ) البكتيريا العصويه (Bacilli) وهي من أكثر الأنواع انتشاراً وتتميز بعض الأنواع بتكوين أبواغ داخلية ويتراوح قطرها بين 1-3 ميكرومتر.

(ب) البكتيريا الكرويه (Cocci) يبلغ قطرها 0.5 ميكرومتر.

(ج) البكتيريا الحلزونيه (Spirilla) يتراوح قطرها بين 2-10 ميكرومتر.

1-4-1-7 طرق التغذية :

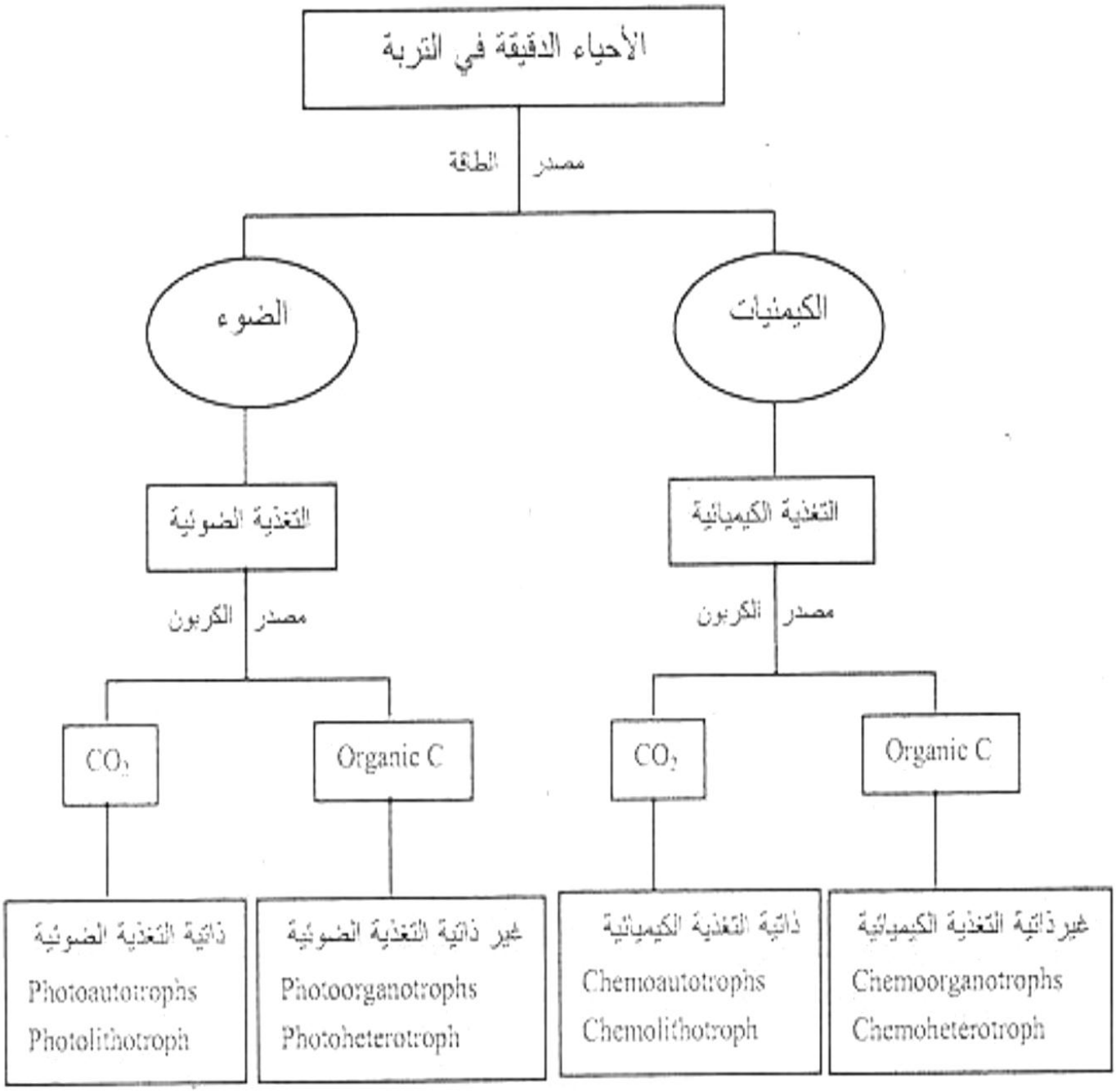
يمكن تقسيم البكتيريا التي توجد في التربة من حيث طرق تغذيتها إلى أربعة أنماط (شكل 1-4):

(أ) ذاتية التغذية الكيميائية: تستمد الطاقة من المواد الكيميائية والكربون من CO_2.

(ب) غير ذاتية التغذية الكيميائية: تستمد الطاقة من المواد الكيميائية والكربون من المادة العضوية.

(ج) ذاتية التغذية الضوئية: تستمد الطاقة من الشمس والكربون من CO_2.

(د) غير ذاتية التغذية الضوئية: تستمد الطاقة من الشمس والكربون من المادة العضوية.



شكل 1-4: تصنيف البكتيريا حسب طرق التغذية

1-4-1-8 الحركة:

تتحرك البكتيريا في الأوساط السائلة بأسواط توجد على سطحها. ويختلف عدد الأسواط ووضعها باختلاف الأنواع البكتيرية. ويتراوح عدد الأسواط من سوط واحد إلى عدة أسواط . تنقسم البكتيريا على أساس عدد الأسواط إلى الآتي:

- وحيدة السوط (Monotrichous) ولها سوط واحد يخرج من أحد الأطراف.
- سوطية الطرف (Lophotrichous) ولها عدة أسواط تخرج من أحد طرفيها.
- سوطية الطرفين (Amphitrichous) ولها سوط أو عدة أسواط في كل طرف.
- محيطية الأسواط (Peritrichous) تتوزع الأسواط فيها على محيط الخلية.

لا يعني وجود الأسواط على سطح الخلايا البكتيريا أنها في حركة مستمرة بل يعني أنها قادرة على الحركة في الأوساط السائلة . أما البكتيريا التي لا تحوي على أسواط، فهي تتحرك بواسطة حركة الهواء أو حركة السوائل أو بواسطة الحركة الميكانيكية ملتصقة بالأجسام. كما أن هنالك أنواع من البكتيريا مثل : Cyanobacteria و Myxobacteria تتحرك بالانزلاق (Gliding) أي من خلال انقباض و انبساط الخيوط المحورية محدثة حركة دورية على الأسطح الصلبة أو على الأجسام الملتصقة بها. ويمكن دراسة الحركة في البكتيريا بطريقتين: (أ) الطريقة المباشرة: صبغ أسواط البكتيريا (Staining the flagella of bacteria) (ب) الطريقة غير المباشرة: طريقة النقطة المعلقة (Hanging drop preparation).

1-4-2 توزيع وانتشار البكتيريا :

تعتبر البكتيريا من أوسع الكائنات الحية الدقيقة انتشارا في التربة. وتختلف أعداد البكتيريا المتحصل عليها في الجرام الواحد من التربة باختلاف الطريقة المتبعة في التقدير وعادة ما تكون بين 10^{2}-10^{9} خلية لكل جرام. وعندما تصل أعداد البكتيريا إلى 8×10^{6} خلية في الجرام فإنها تمثل 0.03-0.28% من الوزن الكلي للتربة. وتوجد البكتيريا عادة على شكل مستعمرات صغيرة ملتصقة بمصادر المواد العضوية (مثل جذور النباتات) مما يدل على أن البكتيريا لا تتوزع بالتساوي في التربة. ومن الأسباب التي تؤدي إلى انخفاض تقدير البكتيريا في التربة وجود هذه المستعمرات ملتصقة بحبيبات الطين.

اختلاف أعداد البكتيريا في التربة يجب أن ينظر إليه من واقـــع تأثير الجيوب والمواقع الصغـــيرة في داخل البيئة أكثر منه بتأثير العوامل الأساسية عليها وذلك لاختلاف مستوى الرطوبة والتهوية ودرجة الحرارة والمادة العضوية والكيميائية أو غيرها. ومن النادر أن توجد البكتيريا حرة في محلول التربة، لأن معظم الخلايا تلتصق على سطح حبيبات الطين والدبال. ومن المحتمل أن يكون جزء كبير من كائنات التربة موجوداً على هيئة مجموعات منفصلة تتكاثر في المواقع الدقيقة المناسبة لها من التربة، كما يمكن أيضا أن توجد على حالة كتل متميزة مصاحبة لافرازات البكتيريا. وتنجذب كل من الخلايا البكتيرية وحبيبات الطين إلى بعضها بعضا بتأثير التجاذب الإلكتروستاتي للتربة على خلايا البكتيريا، وهذا يؤدي إلى احتجاز معظم الخلايا البكتيرية في التربة ويقلل من الأعداد التي تنتقل مع الماء إلى أسفل.

وتؤثر العوامل البيئية على تركيب المجموعة البكتيرية وكثافة الأعداد في التربة. وتؤدي العوامل غير الإحيائية إلى تغيير في المجتمع الميكروبي وفي نشاطه الحيوي. فالعوامل البيئية الرئيسية من رطوبة وتهوية وحرارة ومادة عضوية ومعدل الإمداد بالمواد والعناصر الغذائية وغيرها، تؤثر على بكتيريا التربة، كما أن هناك عوامل أخرى مثل الزراعة والعوامل الموسمية وعمق التربة لها أيضا أثر على وجود وتكاثر البكتيريا في التربة (الباب الثاني).

جدول 1-7: بعض أنواع البكتيريا المحللة لبقايا النبات في التربة

البروتينات	اللجنين	الهيميسيليلوز	السيليلوز
Clostridium	*Pseudomonas*	*Bacillus*	*Pseudomonas*
Proteus	*Micrococcus*	*Vibrio*	*Cytophaya*
Pseudomonas	*Flavobacteriumm*	*Pseudomonas*	*Spirillum*
Bacillus	*Xanthomonas*	*Erwinia*	*Cellulomonas*

تُوجد أنواع جنس *Pseudomonas* منتشرة بأعداد كبيرة في الترب المزروعة وغير المزروعة، كما تُوجد أنواع جنس *Arthrobacter* بأعداد وفيرة أيضا ، بينما تُوجد أنواع أخرى مثل *Mycobacterium* بأعداد قليلة في التربة. كما تُوجد بالتربة بعض

أنواع البكتيريا التي تسبب أمراضا للحيوان والإنسان مثل *Clostridium* التي تسبب التتنس (Tetanus) و *Bacillus* التي تسبب مرض الجمرة الخبيثة (Anthrax). أما الأجناس التي تسبب أمراض النبات تشمل *Agrobacterium* و *Pseudomonas*.

ومن أهم الأجناس التي توجد في التربة على سبيل المثال لا الحصر: *Xanthomonas* و *Flavobacterium* و *Pseudomonas* و *Rhizobium* و *Bacillus* و *Arthrobacter* و *Agrobacterium* و *Mycobacterium*.

1-5 الفطريات (Fungi)

تُوجد الفطريات في التربة بأعداد كبيرة حيث تعتبر التربة الوسط والعائل الأول لها. وتُوجد الفطريات في أشكال مختلفة فقد تكون وحيدة الخلية مثل الخمائر (Yeasts)، وقد تُوجد على شكل خيط فطري (Hypha) كما هو الحال في الأعفان (Molds). وتمتد الفطريات على شكل خيط فطري مقسما إلى خلايا صغيرة وقد يتكون الخيط من خلايا ممتدة ليس لها فواصل مكونة ما يسمى بالنسيج الفطري (Mycelium). تتكون في نهاية الخيوط الفطرية عادة الأبواغ الجنسية أواللاجنسية على حسب نوع الفطر.

2-5-1 توزيع الفطريات وانتشارها

تنتشر الفطريات في الترب جيدة التهوية وجيدة التصريف متعادلة إلى حامضية. وتوجد في التربة في شكل خيوط فطرية أو جذور فطرية أو في شكل أبواغ. وتتباين أعدادها بين الف إلى عدة ملايين في الجرام الواحد. وتمتاز الفطريات بأنها هوائية وغير ذاتية التغذية وتقوم بدور فاعل في تحليل المادة العضوية.

للفطريات مقدرة كبيرة على تشكيل تركيب جديد للتربة وذلك لوجود خيوط فطرية عريضة وإفرازها لمواد عضوية متباينة ولذلك توجد عادة ملتصقة ببقايا النباتات. تستطيع الفطريات تكوين أبواغا كلاميدية (Chlamidospores) (طور ساكن للفطريات) وبعض أنواع الأوعية (Vesicles) التي تحتوي على مواد زيتية. وتعتبر الفطريات الزقية من أهم الفطريات التي تنتج الأبواغ تليها الفطريات الدعامية. تؤدي قلة الفطريات أو انعدامها من التربة للمخاطر التالية:

- نقص في تحليل المادة العضوية في التربة.
- نقص المواد الغذائية للنباتات وإن وجدت لا تكون في صورة متاحة .
- تقل احجام النباتات والأشجار من صورتها الطبيعية واحجامها الحقيقية.
- نقص في جودة التربة.
- عدم كفاية الغذاء المتاح للكائنات الحية بالتربة.
- يقل التنوع الحيوي.
- تزداد الكائنات المسببة للأمراض في التربة.

تمتاز الفطريات بتعدد الأشكال كما تمتاز بعدم تعدد طرق التغذية وذلك لأن الفطريات هوائية غير ذاتية التغذية. تنتشر الفطريات بسرعة عند توافر المصادر الغذائية وتمتد الخيوط الفطرية لتحمل في أطرافها الأبواغ اللاجنسية (الأبواغ التي لاتتحد فيها الأنوية) وعندما يكبر الفطر أو يتعرض لظروف قاسية مثل شح المصادر الغذائية تنتج الفطريات أبواغا جنسية (الأبواغ التي تتحد فيها الأنوية).

وتؤثر عوامل عديدة على وجود وانتشار الفطريات في التربة منها: محتوى رطوبة التربة وعمقها ورقم pH والملوحة والحرارة وتوافر المصادر الغذائية وإضافة الأسمدة والمبيدات (الباب الثاني). وتختلف استجابة الفطريات لهذه العوامل باختلاف الأجناس والأنواع والسلالات. ويمكن القول عموما بأن الفطريات مقاومة للحموضة والملوحة وتفضل درجات الحراة المعتدلة كما أنها لاتحتاج إلى كميات كبيرة من النيتروجين.

3-5-1 أهمية الفطريات في التربة :

تأتي الفطريات بعد البكتيريا من حيث أهميتها في خصوبة التربة. وتعيش بعض أنواع الفطريات متطفلة بينما تعيش أفراد أخرى متكافلة. تفترس بعض الفطريات كائنات حية دقيقة أخرى كما أنها قد تتسبب في أمراض النباتات. وتظهر أهمية الفطريات من فعالياتها المتعددة في التربة فهي تقوم بالآتي:

(1) تحليل المادة العضوية.

(2) تجهيز العناصر الغذائية للنبات.

(3) تسريع عملية النشدرة (Ammonification) عند تحلل المواد العضوية.

(4) تساعد في تكوين الدبال من المخلفات العضوية الحديثة خصوصاً جنسيّ *Alternaria* و *Aspergillus*.

(5) تحسين بناء وتركيب التربة بالخيوط الفطرية والمواد العضوية اللاصقة والمواد الصمغية التي تفرزها الفطريات.

(6) تسبب بعض الفطريات أمراضاً للنبات مما يؤثر على الإنتاج الزراعي؛ ومن أمثلة هذه الأجناس *Fusarium* و *Armilaria* و *Pythium* .

(7) ترافق بعض الفطريات جذور النباتات الراقية وتعيش مع النبات نوعاً من الحياة التكافلية مثل فطريات الميكوريزا (Mycorrhiza)، فالنبات يمد الفطر بالفيتامينات والأحماض الأمينية التي لا يستطيع تصنيعها، أما الفطر فيساعد النبات ويحفز الجذور على امتصاص العناصر الغذائية.

(8) تفرز بعض الفطريات مثل *Aspergillus nidulans* المضادات الحيوية .

(9) تستخدم كغذاء للإنسان مثل فطر عش الغراب *Agaricus compestris* .

(10) تستخدم في المكافحة الحيوية والمعالجات الحيوية.

(11) تؤثر الفطريات على مجاميع التربة بافتراسها لبعض الكائنات الأخرى مثل البروتوزوا والنيماتودا، ولها أهمية في التوازن البيئي الطبيعي للأحياء الدقيقة في التربة. وتهاجم الفطريات كائنات أخرى فتخترقها ثم تهضم محتوياتها الداخلية وتمثيل المواد الناتجة. ومن أهم أجناس الفطريات التي تفترس النيماتودا: *Harposporium* و *Dactylaria*.

6ـ1 الطحالب (Algae)

الطحالب نباتات بسيطة معظمها وحيد الخلية أو من ذوات الخيوط القصيرة. تعيش الطحالب منفردة أو في شكل خيوط وتتحصل على الطاقة من صنع غذائها بنفسها مثل النباتات. تستهلك الطحالب CO_2 والماء في وجود الضوء لإنتاج السكريات وذلك لأنها تحمل مادة اليخضور (الكلوروفيل Chlorophyll). وتتراوح الطحالب في التركيب والحجم بين وحيدة الخلية التي يبلغ طولها 5-10 مرات قطر البكتيريا إلى حجم بعض الطحالب الذي قد يزيد طوله على 60 مترا. يميل مجتمع الطحالب للتجمع على سطح التربة أو في الطبقة التي تليها مباشرة (15-20 سم تحت السطح) لتقوم بعملية البناء الضوئي مستخدمة أشعة الشمس. وتنتشر الطحالب في سطح التربة كما تنتشر أيضا على الصخور وعلى أوراق النباتات وسيقانها وعلى جذوع الأشجار. وتنتشر الطحالب بسرعة شديدة في الترب ذات الرطوبة العالية والمعرضة لضوء الشمس. وتنمو الطحالب بسرعة أكبر في الترب الخصبة ذات المصادر الغذائية الوفيرة وتقل أعدادها في الترب قليلة الخصوبة خصوصا الترب الحامضية. تختلف كمية الطحالب على سطح التربة باختلاف العوامل البيئية مثل الضوء والحرارة والرطوبة والتهوية (الباب الثاني). وتتراوح أعدادها بين الصفر إلى الملايين في الجرام الواحد من التربة.

الدياتومات (Diatoms) طحالب وحيدة الخلية؛ وقد تنمو في مجموعات طحلبية محاطة من الخارج بطبقة سليكونية. وتنتشر تقريباً في كل مكان رطب يصل اليه ضوء الشمس. يتركب جدار الخلية من نصفين متفصلين حيث يمتد النصف الأول فوق النصف الثاني. تتكاثر الدياتومات لاجنسيا بانشطارها إلى نصفين بحيث ينمو كل نصف ويكمّل نفسة لخلية كاملة. وتلجأ الدياتومات للتكاثر جنسياً في بعض الأحيان وحسب الظروف البيئية المحيطة. إن الدايتومات الموجودة في التربة عموما أصغر حجما من نظيراتها المائية، وهذا الاختلاف في الحجم لايكون بين الأنواع فقط بل قد يكون بين سلالات النوع الواحد. تتميز الدياتومات ذات الحجم الصغير بقدرتها على امتصاص قدر كبير من الماء والأملاح وذلك لسهولة

وصولها للمصادر الغذائية. و تعتبر الدياتومات من الأغذية المفضلة للكائنات المائية. وتنتج الدياتومات الأحماض الدهنية (Omega-3 fatty acids) التي تعتبر أساسية لنمو الجهاز العصبي للفقاريات بما فيها الإنسان.

1-6-2 أهمية الطحالب واستخداماتها:

تظهر أهمية الطحالب واستخداماتها في الآتي:

(1) للطحالب دور مهم في سلسلة التعاقب النبتي في المناطق التي تتعرض للجرف الشديد. وتعتبر الكائنات ذاتية التغذية وكائنات البناء الضوئي، من أوائل الكائنات التي توجد في الأوساط المتأثرة بالعوامل الطبيعية.

(2) تقلل الطحالب من ظاهرة الاحتباس الحراري، وذلك باستهلاكها لغاز ثاني أكسيد الكربون وإطلاقها لغاز الأكسجين، وذلك لقيامها بعملية البناء الضوئي حيث تحول غاز ثاني أكسيد الكربون إلى مواد عضوية. وتعتبر الطحالب مسئولة عن زيادة الكربون العضوي في البيئة التي تعيش فيها.

(3) تحصل بعض أنواع الطحالب على الطاقة اللازمة لها من أكسدة المادة العضوية بدلاً عن ضوء الشمس، ويُطلق عليها "ذاتية التغذية الضوئية اختياريا". ونظرا لأن الطحالب تستنفذ جزءا كبيرا من المواد المعدنية خاصة النيتروجين والفسفور وتحجبها عن بقية الكائنات الحية الأخرى فإن التحلل الكامل لخلاياها يؤدي إلى خروج تلك العناصر مرة ثانية للوسط المحيط مما يفيد بقية أفراد الكائنات الأخرى.

(4) تُحافظ الطحالب على تركيب وبناء التربة وذلك بفرزها لبعض العصارات التي تعمل على إلتصاق وتجميع حبيبات التربة فتقلل من عمليات الانجراف. كما تساعد الطحالب في تهوية مناطق زراعة الأرز المغدقة بالماء وذلك لأنها تفرز الأكسجين أثناء عملية البناء الضوئي.

(5) الاستخدامات الطبية : تُستخدم طحالب كثيرة لاستخلاص بعض الأدوية. كما تم استخلاص مادة الأجار (Agar) التي تستخدم في المعامل لتزريع البكتيريا والفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة. كما تستخدم الطحالب الحمراء في إذابة الشحوم الزائدة في جسم الإنسان وتحفظ توازن الهرمونات وتُنشط الغدة الدرقية وذلك لانها تحتوي على كميات عالية من اليود. وقد اثبتت الأبحاث أن الطحالب الحمراء تزيد المناعة ضد الأمراض.

(6) الأسمدة: يمكن استخدام الطحالب كسماد للتربة وكمخصب لها. ويتم إنتاجها في أحواض مائية كبيرة ويمكن اضافتها جافة أو رطبة للتربة. تستطيع غالبية الطحالب في التربة تجميع البوتاسيوم (عادة في صورة كلوريد البوتاسيوم) بداخلها بتركيز يبلغ 20-30 مرة مقارنة بالطحالب البحرية،

ونظرا لوفرة أملاح البوتاسيوم في كثير من الطحالب البنية فإنها تستغل لتخصيب التربة.

(7) تقليل أخطار التلوث : يمكن استخدام الطحالب لتقليل التلوث كالآتي: (أ) في معالجة مياه المجاري وبالتالي تقلل من استخدام المواد الكيميائية (ب) في تجميع الأسمدة التي تنجرف مع المياه ويمكن إعادة استخدام هذه الطحالب في التسميد بعد أن أصبحت مخزنا للأسمدة (ج) يتم ضخ CO_2 من المصانع في أحواض مائية كبيرة تنمو فيها الطحالب مما يقلل من كميات CO_2 المنبعثة في الجو.

(8) الطاقة: يمكن استخدام الطحالب لإنتاج الآتي: (أ) البيوديزل (Biodiesel) والبيوإثانول (Bioethanol) (ب) الطاقة الحرارية والكهربية إذا تم حرقها (ج) ويُستخدم طحلب *Chlamydomonas* لإنتاج الهايدروجين.

(9) غذاء للإنسان : يمكن استخدام بعض الطحالب كغذاء للإنسان مثل طحلب *Chlorella sp* إذ يحتوي على كميات كبيرة من البروتينات والفيتامينات. عموما تمتاز الطحالب بالآتي:

- تحتوي على البروتينات والأحماض الأمينية الأساسية.
- تحتوي على كميات كبيرة من النشويات البسيطة والمعقدة.
- تحتوي على كميات مقدرة من الفيتامينات والأملاح والمعادن.
- بعضها يعمل كمواد مثبتة (Stablizing) ويدخل في الصناعات كمنتجات الحليب والمراهم.

(10) يمكن استغلال الطحالب في كثير من المجالات العلمية مثل :

(أ) مصدرا لليود : يُجمع الطحلب *Laminaria* مادة اليود بداخل خلاياه (900-2100 جزء من المليون) ويمكن استخلاص اليود منه.

(ب)مادة دابغة (Tannery material) : تظهر بعض الطحالب البنية استجابة لونية قوية مع أملاح الحديد مما يدل على وجود مواد دابغة. وقد استخدم الطحلب *Sargassum* لاستخلاص مواد دابغة للجلود.