خيوط فطرية سميكة ومتماسكة ومتشابكة وإنتاجها لبعض التراكيب الثمرية الكبيرة كما هو الحال في الفقع أو الكمأة maganatum Tuber أو (Trufles) حيث تنتج الفطريات كيلوجرامات عديدة من الأجسام الثمرية الأرضية. وتسود الفطريات بقية الكائنات الحية في المخلفات النباتية بالأراضي الغنية بالمواد العضوية، حيث تعتبر الفطريات مهمة والعامل الأول والرئيس المسئول عن تحلل المواد العضوية في الأوساط الحامضية بما وهبها الله سبحانه وتعالى من قوة إنزيمية قادرة على تحلل المواد العضوية في التربة.

صور لفطر الكمأة

ولكل نبات من النباتات النامية والحية مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة – وخاصة الفطريات – تعيش في محيطه الجذري في منطقة تسمى الجذر محيطية أو المحيط الجذري (RhizosPHere) أو توجد على سطح الجذر وتسمى (Rhizoplane) وهي المسئولة عن العديد من الأمراض الفطرية التي تصيب النباتات الزهرية، ومسئولة أيضا عن خصوبة التربة والإنتاج النباتي المرتفع لبعض النباتات.

وتقسم الفطريات في التربة بحسب تقسيم برجي (Burges) سنة ١٩٥٨م إلى:

- المتطفلات الإجبارية (Oblig ate parasites): وهي تتطفل إجباريا على النباتات والحيوانات في التربة، وتعمل على موت النبات والحيوان وتحللهما، وإضافة محتواهما العضوي إلى التربة وزيادة خصوبتها.

- المتطفلات الإختيارية: (Facultative parasites): وهي الفطريات التي تتطفل على عائلها في وجوده وتتحول إلى التغذية الرمية في غيابه.

- فطريات التربة الحقيقية (True soil fungi): وهي تقوم بدور مهم في التربة من حيث هدم أجسام الحيوان والنبات ومخلفاتهما في التربة، وإتمام العديد من الدورات الحيوية فيها، وقد فصلنا ذلك في موضوع (وما تحت الثرى) في كتابنا (آيات معجزات من القرآن الكريم وعالم النبات).

- الفطريات المرتبطة بالجذور: (Root-inhabiting fungi): وهي فطريات تتعايش مع الجذور سواء على سطحها أو في محيطها الموجود حولها (RhizosPHere) وبعضها يتعايش

مع جذور النباتات البذرية مكونا الفطر – جذريات (ميكورايزا)(mycorrhiza) ومنها الميكورايزا الداخلية، والميكورايزا الخارجية. وتلعب هذه الفطريات دورا مهما في حيوية النبات، وتحلل المواد السامة المتعايشة معها، مع العلم أن لكل نبات فلورا (Flora) خاصة به من الفطريات سواء في محيطه الجذري أو في الميكورايزا المرتبطه به أم على سطحه كما سبق. والميكورايزا تتكافل مع بعض الأشجار الضخمة وتقوم مقام الشعيرات الجذرية في إمداد النبات بالماء،ويقوم النبات بإمداد الفطر بالغذاء الجاهز، كما يقوم الفطر بتحليل المواد السامة في التربة وحماية النبات منها.

- الفطريات العائشة على اللجنين (Lignicolous Fungi): كما نعلم فإن اللجنين مادة كيماوية معقدة التركيب، تستعصي على العديد من الفطريات والبكتيريا والنمل الأبيض، ولكن يوجد بعض أنواع من الفطريات تستطيع أن تحلل الليجنين وتعيش عليه بما وهبها الله سبحانه وتعالى من إنزيمات محللة له وهذا النوع من الفطريات يسبب تعفن جذور الأشجار وتحللها بعد موتها في الحقول والغابات، وتأتي العدوى للخشب (بضم الخاء والشين) بهذه الفطريات عن طريق الجراثيم المحمولة بالهواء أو عن طريق أجزاء من الخيوط الفطرية (الغزل الفطري) التي تتنتقل مع التربة عندما تسقط عليها الأشجار.

- الفطريات المحللة للسليلوز (Cellulose Decomposing Fungi):

السليلوز(Cellulose) كما نعلم عبارة عن كربوهيدرات معقدة، يتركب من وحدات عديدة من الجلوكوز مرتبط بعضها ببعض في سلسلة طويلة معقدة ترتبط برابطة جليكوسيدية (١-٤) في الوضع بيتا.

ويوجد العديد من الفطريات في البيئة تحلل السليلوز وتعيش عليه، مثل سليلوز أوراق النبات وألياف القطن والكتان والتيل، وهذه الفطريات تخترق الجدر السليلوزية وتحطم الملابس والمقتنيات السليلوزية كالبرديات والكتب والمستندات الورقية، وللحماية من فعل هذه الفطريات المدمر للوثائق والمخطوطات النادرة يلزم معاملة هذه الوثائق والمخطوطات بمركبات النحاس والزئبق والكبريت المقاومة للفطريات.

- فطريات الروث والغائط (CoporPHilous Fungi): روث الحيوانات وغائط (براز) الإنسان يكونان مادة غذائية للعديد من الفطريات لأنهما يحتويان على العديد من المواد الغذائية التي لم يتم هضمها أو امتصاصها في القناة الهضمية، ويحتويان على المواد النيتروجينية اللازمة

لنمو العديد من الكائنات الحية الدقيقة، كما أنهما يحتويان على بقايا الكرات الدموية المتحللة، وأصباغ الصفراء وجدر القناة الهضمية المتحللة، وهذه المواد تمد الكائنات الحية الدقيقة بالعديد من عوامل النمو اللازمة لها.

وبدراسة الفطريات التي تظهر على الروث وجد أن هناك تتابعا منظما لظهور هذه الفطريات على الروث، ففي البداية تنمو على الروث الفطريات التابعة لرتبة الميوكرات Order mucorales ومنها عفن الخبز Rhizopus sp وفطر الميوكر Mucor sp وهي من الفطريات التزاوجية (zogomucota) يتبعها بعد ذلك أفراد الفطريات الزقية (Ascomycota) وأخيرا تظهر الفطريات البازيدية (Basidiomycota) وهذا التتابع الفطري على الروث يبين التقدير الإلهي في الخلق ، وأنه لا مكان للمصادفة والعشوائية، ففي البداية يحتوى الروث على السكريات والهيميسليلوز (Hemicellulose) والنيتروجين وهذا ينشط وجود أفراد رتبة الميوكورات order mucorales من الفطريات التزاوجية (zygomycota).

ثم بعد ذلك يسود السليلوز، وهذا يؤدي إلى ظهور الفطريات الزقية (Ascomycota) وفي النهاية يتبقى الليجنين وهذا يؤدي إلى نمو الفطريات البازيدية (Basidiomycota) فهل رأيتم إعجازاً ونظاماً أعظم من هذين الإعجاز والنظام في الخلق؟

- الفطريات المائية (Aquatic Fungi): الفطريات عامة كائنات حية دقيقة أرضية ، ولكن توجد منها الأنواع المائية ، ويتبع معظمها الفطريات البيضية (Oomycota) وهي موجودة في المياه العذبة والمالحة والمختلطة ومعظمها يعيش على بيض الكائنات الحية البحرية وأجسادها وأجنتها وتسبب الأمراض للعديد من هذه الكائنات الحية.

ثالثاً- طحالب التربة Soil Algae

تشكل الطحالب أكثر الأحياء المجهرية التي تقوم بعملية التركيب الضوئي تغلبا في التربة وأعدادها اقل من أعداد البكتريا والبكتريا الخيطية أو الفطريات وتوجد كذلك على سطوح مياه انهار والبحار ولكن هناك أنواع كثيرة لاتوجد إلا في التربة ومنها الأجناس Oedogonium و Botrydium وChlorococcum وهناك أجناس أخرى توجد في التربة والمياه منها Protococcus وOscillatoria وNostoc وAnabaena وStichococcus. توجد الطحالب دائما قريبة من سطح التربة لأنها تقوم بعملية التركيب الضوئي فهي تأخذ ثاني اوكسيد

الكربون من الجو والعناصر الغذائية مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت والحديد من التربة. تصنف الطحالب بالنسبة لمصدر الكربون والطاقة ذاتية التغذية ضوئية PHotoautotroPHs ألا أن هناك بعض الحالات الشاذة حيث وجد الكثير من الباحثين طحالب بعيدة عن سطح التربة وحتى على عمق ١ متر في ظلام تام ، أن وجود هذا النوع من الطحالب داخل هذا العمق مازال موضوع نقاش حيث أن قسما من الباحثين يؤكد أنها ضمن الطحالب الاختيارية بالنسبة لمصدر الكربون والطاقة فهي ذاتية التغذية ضوئية اختياريا Facultative PHotoautotroPHs أي يمكنها عند عدم توفر ضوء الشمس وثاني اوكسيد الكربون إن تعيش على المادة العضوية كالفطريات والبكتريا. والقسم الأخر من العلماء يؤكد أنها انتقلت من سطح التربة مع ماء الري أو بواسطة الحشرات أو في أثناء العمليات الزراعية إلى أعماق التربة وأنها توجد بحالة سكون تام لعدم تمكنها من منافسة الأحياء الأخرى على الغذاء عند نقل مثل هذه الطحالب إلى سطح التربة تتكاثر وتنمو بصورة طبيعية.

العوامل التي تؤثر في وجود طحالب التربة

١. **المادة العضوية** : يكون لها تأثير غير مباشر لكون تحللها في التربة يعطي غاز ثاني اوكسيد الكربون الذي تستعمله طحالب التربة في عملية التركيب الضوئي كما أن قسم من الطحالب يحتمل أن تعيش على المادة العضوية كمصدر للكاربون والطاقة.

٢. **العناصر الغذائية (المعدنية)**

أن توفر العناصر الغذائية في التربة ضروري لنمو طحالب التربة وتكاثرها فالصوديوم والكوبالت ضروريان لبعض الأنواع والسليكون ضروري لتكاثر الدايتومات Diatoms (الدايتومات من الطحالب وحيدة الخلية أو تنمو في مجموعات طحلبية محاطة من الخارج بطبقة سليكونية).

٣. **الجفاف (رطوبة وتهوية التربة)**

تعد الدايتومات أكثر الطحالب تأثرا في جفاف التربة مقارنة بالطحالب الخضراء أو الخضراء المزرقة التي يمكن إن تبقى ساكنة لفترة ١٠ سنوات وتعد الرطوبة من أكثر العوامل البيئية المحددة لنمو الطحالب فيزيد نموها بزيادة مصادر المياه.

٤. **درجة تفاعل التربة**

لدرجة تفاعل التربة تأثير في مجاميع الطحالب ويمكن إن تعيش قسم من الطحالب في الترب الحامضية والقسم الأخر يعيش في الترب القاعدية أو المتعادلة ولهذا فمعظم طحالب التربة توجد في مدى واسع من درجة تفاعل التربة.

٥. المبيدات

تؤثر المبيدات بصورة مباشرة على الأدغال والحشائش ولكنها يمكن إن تؤثر بصورة غير مباشرة في طحالب التربة لكونها نباتات خضراء أيضا.

٦. الأحياء الأخرى

في المزارع السائلة والبيئات المائية كالبحيرات يمكن أن تتكاثر الطحالب بسرعة بوجود البكتريا والابتدائيات (البروتوزوا) لان البروتوزوا تحتاج إلى مصدر عضوي للتكاثر وفي أو أثناء استعمالها وتحليلها لهذا المصدر العضوي سوف يتحرر غاز ثاني اوكسيد الكربون الضروري لتكاثر الطحالب. أما التأثيرات السلبية فهو أن بعض البكتريا والبكتريا الخيطية والفطريات يحتمل أن تفرز أنزيمات تحلل الجدران الخلوية للطحالب وتحليل خلايا الطحالب الميتة يجهز عناصر معدنية مختلفة للنباتات والأحياء الأخرى . كما أن العديد من البروتوزوا والنيماتودا وديدان الأرض تتغذى على بعض الأجناس من الطحالب وان أية مادة تقضي على هذه الأحياء يمكنها أن تؤدي بصورة مباشرة في زيادة الطحالب في التربة.

رابعاً. مجموعة فيروسات التربة Soil Viruses

الفيروسات : كائنات حية صغيرة لاترى ألا بالمجهر الالكتروني والفيروس أو جزئية الفيروس عبارة عن طفيليات إجبارية داخلية لايتجاوز قطر الكبيرة منها على ٠.٣ مايكرون والصغيرة تصل إلى ٠.٠٣ مايكرون. يتكون الفيروس من حامض نووي واحد DNA أو RNA محاط بطبقة بروتينية تسمى Capside تتكون من وحدات بروتينية تسمى Capsosomers وأحيانا تكون الطبقة البروتينية محاطة بغلاف يسمى Envelop. تعتمد الفيروسات في نموها وتكاثرها على العائل الذي تصيبه كأن يكون نباتا أو حيوانا أو بكتريا أو فطرا أو طحلبا وبصورة عامة لايحتوي الفيروس على أنزيمات لأنه يعتمد اعتمادا كليا على الأنزيمات المنتجة من قبل النسيج الحي الذي يصيبه. الفيروس المهم في لتربة هو ما يسمى بالبكتريوفاج BacterioPHage الذي يصيب الخلايا البكترية ولكل جنس بكتريا بل لكل نوع بكتريا يوجد

بكتريوفاج خاص به. يتركب البكتريوفاج من الرأس الذي يتراوح قطره بين ٠.١٥ – ٠.٥ مايكرون وذنب قد يصل طوله ٠.٢ مايكرون وهناك نوعان من البكتريوفاج في التربة هما

١. Lytic bacterioPHage

٢. LysogenicbacterioPHage

ثامناً ـ تصنيف التربة

لا يوجد إجماع دولي على تصنيف التربة. فقد وضعت معظم البلدان نظم التصنيف الخاصة بها تبعًا لاختلافات في تربتها. ووضعت منظمة الأغذية والزراعة، التابعة للأمم المتحدة (الفاو) نظامًا تصنيفيًا. وتستخدم نظام الفاو، بصفة عامة، الدول النامية التي لم تطور بعد نظم تصنيفها. وكانت المحاولة الأولى لتصنيف التربة في روسيا في ثمانينيات القرن التاسع عشر. وقد اعتمد هذا التقسيم على الاعتقاد بأن نوع التربة يحدده، بشكل كبير، المناخ. يعرف هذا النوع من التصنيف بالتصنيف النموذجي، وقد تطور خلال الخمسين عامًا الأولى من القرن العشرين. ولكن بعض العلماء اليوم يعتقد أن عوامل أخرى كثيرة تكون مسؤولة عن تكوين التربة واختلافاتها. وأدى هذا إلى أن يستبدل بالتصنيف النموذجي تصنيفات تعريفية تبنى على وصف التربة. وفي التصنيف التعريفي تجمع الترب المتشابهة لحد كبير معًا بدون وصف طريقة تشكيلها.

تُعدّ عملية تصنيف التربة من الأمور الصعبة اذ ان الترب يجب أن تصنف إلى مجموعات متشابهة تبعاً لخصائصها المميزة وهذا من غير شك يُعدّ من المشاكل المعقدة في حالة عدم دراستها من مختلف العوامل المتعددة والمتشابكة المكونة لها كالصخور والمناخ والنبات التي تنتج من تفاعلها مجموعة كبيرة من أنواع التربة.

ومن الاتجاهات الحديثة لتصنيف التربة نذكر ما يلي:

١ـ تصنيف التربة حسب قابليتها الإنتاجية.

٢ـ تصنيف التربة حسب الأغراض الهندسية.

٣ـ تصنيف التربة على أساس مورفولوجيتها ومراحل تطورها.

والتصنيف الأخير ينظر إلى التربة باعتبارها كتلة لها صفاتها الكيمياوية والفيزياوية والبيولوجية المتأثرة بالبيئة الجغرافية الموجودة فيها وذلك يجعل من تصنيف التربة دراسة جغرافية كما انه لا ينظر الى التربة باعتبارها ظاهرة منفردة متكونة من مقد له بعدان (ارتفاع وعرض)، بل

باعتبارها جسماً يمثل مساحة معينة (البيدون) وهذا الجسم يمثل نظاماً تتم فيه عمليات هيدرولوجية وبايولوجية تؤدي الى تكوين صفات جديدة فيه (عملية، استجابة) وهذه العمليات والاستجابات تمارس دورها باتجاه عمودي من سطح الأرض، ولكنها على منحدرات الجبال والمرتفعات مسببة تكون ترب ذات أشكال وصفات مختلفة (ترب المرتفعات). ان التصنيف الأخير يجعل من التربة وحدة جغرافية تتشكل فوق جزء من سطح الأرض لها خصائصها المرتبطة بالبيئة المتواجدة فيها( ). ويعتبر هذا التصنيف من اكثر التصانيف صلة بالجغرافية وهو تطوير للتصنيف الذي وضعه العالم الروسي دوكوجيف الذي يؤكد فيه على العلاقة المتبادلة بين الظروف المناخية والنبات الطبيعي والخصائص الكيمياوية والبايولوجية وقد قام عالم التربة الامريكي ماربت (Marbut) بتطوير تصنيف دوكوجيف وقسم التربة الى ثلاث مجموعات رئيسة هي:

١- التربة النطاقية Zonal Solls.

٢- التربة المتداخلة Intrazonal Solls.

٣- التربة المنقولة او الهاشمية غير المتطورة Azonal Solls.

وفيما يلي وصف لكل نوع من هذه الانواع الرئيسة:

اولاً-- **التربة النطاقية Zonal Solls**

الترب النطاقية ترب مكتملة النمو (ناضجة) تتمثل في مقطعها طبقات تختلف كل منها عن الأخرى في خصائصها ومميزاتها، وتطورات نتيجة لتأثير المناخ والعوامل الحيوية الأخرى.

يرتبط توزيع هذه الترب جغرافياً ارتباطاً وثيقاً مع توزيع الأقاليم المناخية والنباتية في العالم بشكل نطاقات رغم وجود بعض الاختلافات فيما بينها.

لذلك تقسم التربة النطاقية الى قسمين رئيسين:

١- تربة البيدوكال Pedocal Soll

توجد هذه الانواع من الترب في مناطق نمو الحشائش حيث تقل كمية الرطوبة عن حاجة الاشجار وتلائم نمو الحشائش اذ تكون خالية منها لذا تكون هذه الترب غنية بالمواد العضوية والكالسيوم أيضاً واستمدت اسمها من تراكم الكالسيوم فيها (أرض Ped و Cal كالسيوم). اما في المناطق الجافة فتكون نسبة المواد العضوية قليلة جداً.