العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية الدقيقة :

تحصل بين الكائنات الحية التي تعيش في وسط بيئي واحد علاقات مختلفة تختلف حسب نوع الكائن الحي و حجمه و احتياجاته الغذائية و طريقة معيشته و افرازاته و يمكن ان تتلخص هذه العلاقات بالاتي :-

١- علاقة الحياد Neutralism : و بها يسلك كل من الكائنين مسلكا مستقلا تماما عن الاخر .
٢- علاقة التعايش Symbiosis : كل من الكائنين يعتمد على الاخر وكلاهما يستفيد من هذه العلاقة وقد تسمى تبادل المنفعة mutualism ، وقد تكون علاقة غير اجبارية مثل العلاقة التعايشية بين بكتريا العقد الجذرية Rhizobium ، و جذور النباتات البقولية ، اذ تحصل البكتريا على الكاربون الضروري لتغذيتها و تقوم بتثبيت النتروجين في العقد الجذرية الضروري لنمو النبات ، او اجبارية التطفل على النسيج الحي كما في علاقة Mycorrhiza وهي علاقة بعض الفطريات مع جذور النباتات الوعائية (جذر-فطر) ففي هذه العلاقة يحصل الفطر على احتياجه من الكاربون الضروري لبناء جسمه و يزود النبات بالكثير من العناصر المغذية للنبات ولاسيما عنصر الفسفور .

التعاون الاولي Protocooperation : علاقة منفعة متبادلة بين نوعين من الاحياء وان هذه العلاقة ليست اجبارية اي يمكن للكائنين العيش و اكمال دورة حياة كل منهما منفصل عن الاخر مثل الاشن Lichens وهي علاقة بين طحلب Algai معين او بكتريا خضراء مزرقة Cyanobacteria مع فطر fungi.

٣- علاقة منفعة من جهة واحدة Commensalism : يستفيد احد الكائنين من الاخر في حين لا يتاثر الاخر .
٤- علاقة التنشيط synergism عند افراز احد الكائنين مواد منشطة للطرف الاخر ولا يتاثر سلبيا اي منهما عند العيش معا وهي علاقة غير اجبارية مثل افراز فطرAspergullus بعض السكريات عند تحليله للمواد العضوية الذي ينشط نمو انواع من البكتريا التي تحصل على الكاربون من السليلوز .
٥- علاقة المنافسة Competition : وهي العلاقة التي ينشاء عنها ايقاف نمو احد الكائنين فيتنافسان للحصول على احتياجاتهما من المواد الغذائية او الضوء اوغيرها من الاحتياجات الضرورية لنموها مثلا عندما يكون عنصر المغنيسيوم Mg^{2+} بكمية محددة في الوسط الغذائي نلاحظ التنافس بين بكتريا

Bacillus و بكتريا Aerobacter وقد يلاحظ تغلب احدهما على الاخر في الوسط.

٦- علاقة التضاد Antagonism or Amensalism : يتوقف نمو احد الكائنين نتيجة افراز المثبطات من الكائن الاخر مثل تلقيح الاوساط التي تنمو فيها البكتريا بالفطريات الشعاعية Ectinomycetes التي تقوم بافراز مواد مثبطة Antibiotic المضادات الحيوية .

٧- علاقة التطفل Parasitism : في هذه العلاقة يعيش احد الكائنين مرتبطا بالكائن الاخر و يقوم باخذ احتياجاته قسرا و يسبب اضعاف الكائن او موته مثل تطفل فطر Trichoderma على فطر Fusarium في التربة اذ يقوم الفطر الاول بالالتفاف على الاخر و يفرز مواد تهضم هايفاته ويمتص غذاءه الى ان يسبب موته وهذه العلاقة مستغلة في المقاومة الحيوية للتخلص من فطر Fusarium الذي يسبب مرض ذبول النبات .

٨- الافتراس Predation : وبها يهاجم احد الكائنين الاخر مباشرة و يقوم بافتراسه و التغذي عليه مثل افتراس البروتوزوا Protozoa للبكتريا في التربة .

ومن اهم تطبيقات الاحياء الدقيقة في مجال بيئة التربة هي :-

الاسمدة الحيوية المخصبات الحيوية . Bio fertilizers

١- الاسمدة الحيوية التكافلية . Symbiotic bio fertilizers

وهي عبارة عن احياء مجهرية تعمل علاقة تكافلية تعايشية Symbioses مع بعض النباتات الوعائية بحيث يحصل الكائن الحي على الكاربون الضروري لبناء جسمة وغذائه و يزود النبات بما يحتاجه من العناصر المغذية مثل بكتريا العقد الجذرية Rhizobium مع النباتات البقولية التي تتبع لعائلة Rhizobiaceae وهي ميكروبات هوائية سالبة لصبغة كرام غير متجرثمة متحركة ، تكون عقداً جذرية على بعض النباتات البقولية فتاخذ البكتريا الكاربون من جذور النبات و تزود النبات بعنصر النتروجين الضروري لزيادة نموه ، و تسبب نموات غير عادية في قشرة cortex العائل النباتي و تضم عدة مجموعات من البكتريا كل منها متخصص بنبات بقولي معين ، ووجد بان عند تلقيح نبات بسلالة غير متخصصة به فانه لا يحدث الغزو البكتيري لجذور النبات حتى و ان حدث فانه لا يكون الهيموكلوبين البقولي Leghemoglobin

و تسمى العقدة الكاذبة Pseudo nodule و التي تكون غير فعالة و لا تثبت النتروجين الجوي .

و فطريات المايكورايزا VAM التي اظهرت بعض البحوث تأثيرها في نمو النبات أن النباتات الملقحة بالمايكورايزا تمتلك معدلات عالية من النمو نتيجة تشجيع امتصاص العناصر الغذائية ولاسيما الفسفور في الترب التي تعاني من نقص هذا العنصر قياساً مع غير الملقحة بالمايكورايزا .

فطريات المايكورايزا الحويصلية الشجيرية (V.A.M) Vesicular Arbuscular Mycorrhiza

ومصطلح المايكورايزا يطلق على العلاقة التكافلية بين مجموعة معينة من الفطريات و جذور كثير من النباتات الوعائية تحت الظروف الطبيعية وهي علاقة تكافلية غير مرضية يستجيب لها النبات العائل فيتحسن نموه و صفاته الفسلجية و تزداد مقاومته للأمراض والكثير من العوامل البيئية كالانجماد و الجفاف و الملوحة و حالة التعايش هذه تبقى قائمة طوال حياة النبات فحالة الإصابة بالمايكورايزا هي حالة طبيعية و ليست شاذة (مرضية) إذ يشير (Trappe ،١٩٦٢) الى ان حوالي ٩٥% من النباتات الوعائية يمكن ان تصاب بفطريات المايكورايزا .

المايكورايزا (Mycorrhiza) مصطلح لاتيني يتكون من مقطعين وهما (Mykes) ومعناه الفطر Fungus و (rhiza) ومعناه الجذر root ، ويعد العالم الألماني Frank أول من أطلق مصطلح المايكورايزا (فطر – جذر) عام 1885 ، وذلك لوصف العلاقة التكافلية بين بعض الفطريات وجذور النباتات (Harley ، 1978) وهي علاقة مفيدة لها دور هام في تغذية النبات وتحسين امتصاص المغذيات الضرورية (Mosse ،1977) فتبدو بذلك النباتات المصابة بالمايكورايزا أفضل نموا واعلى انتاجا واكثر تحمل للظروف غير الملائمة من النباتات

غير الملقحة ، وتعتمد هذه الفطريات على النبات العائل في اخذ احتياجاتها من الكاربون مقابل تزويده بما يحتاجه من العناصر المغذية ولا سيما عنصر الفسفور (Hayman ، 1982 و Harley و Smith ،1983) .

٢- أسمدة حيوية لا تكافلية Asymbiotic bio fertilizers

هي عبارة عن أحياء مجهرية دقيقة تعيش في التربة بصورة حرة تستطيع ان تنمو في التربة و تنشط و تتكاثر و تقوم بتثبيت النتروجين الجوي و بناء خلايا غنية بالنتروجين العضوي و بالتالي تزداد الكتلة الحيوية لهذه المكروبات و عند موتها و تحليلها يحدث لها نشدرة (معدنة النتروجين العضوي) بوساطة مكروبات اخرى و ينتج منها الامونيا التي يستفيد منها النبات ومن اهم اجناس هذه المكروبات , *Azospirillum* , *Beijerinckia* , *Azotobacter* و الطحالب الخضراء المزرقة و العديد من المكروبات التي يمكن ان تزود النبات ببعض العناصر الضرورية لنموه مثل البكتريا المذيبة للفسفور و الكبريت و البوتاسيوم و العناصر الصغرى .

٣- اسمدة حيوية للتخلص من بعض ملوثات التربة :-

تصل الى التربة كثير من المواد الغريبة عنها او الدخيلة عليها و التي يطلق عليها Xenobiotic و التيكون لها تاثير ضار على خواص التربة الطبيعية و الكيميائية و الحيوية و لذا يطلق عليها ملوثات التربة Soil pollutants و على سبيل المثال فان استخدام مبيدات الاعشاب او الحشرات و الامراض الفطرية ادى الى وصولها الى التربة الزراعية الى تثبيط كثير من البكتريا و المكروبات الاخرى التي تقوم بالعمليات الحيوية الهامة في التربة مثل بكتريا النترجة و البكتريا المثبتة للنتروجين الجوي و محللات المواد العضوية و معدنتها و مذيبات الفوسفات و تستطيع

بعض المكروبات تحليل بعض هذه المبيدات و التخلص منها او قد تكون مركبات اكثر سمية اثناء تحللها و لذا فانه يتم انتقاء المكروبات ذات الكفاءة العالية في التخلص من المبيدات و اكثارها مختبرياً و استخدامها في تلقيح التربة و من امثلة هذه المكروبات بكتريا *Pseudomonas , Xanthomonas* و من الفطريات *Trichoderma , Aspergillus* .

المعالجة الحيوية Bioremediation

وهي احدى التقنيات لاستغلال النشاط الحيوي لبعض الاحياء في التخلص من ملوثات التربة .

مثلا عند رش التربة بالمبيدات الحشرية pesticides و الفطرية و مبيدات الحشائش ، فتؤدي الى قتل او تثبيط انواع كثيرة من البكتريا و الفطريات التي تقوم بالعمليات الحيوية المهمة في التربة مثل البكتريا المحللة للمادة العضوية و معدنتها و مثبتات النتروجين بنوعيه التعايشي و غير التعايشي و مذيبات الفسفور ، و تستطيع بعض الميكروبات تحليل هذه المبيدات و التخلص منها او قد تكون مركبات اكثر سمية اثناء تحللها ، لذا فانه يتم انتقاء الميكروبات ذات الكفاءة العالية في التخلص من المبيدات و اكثارها مختبرياً ، و استخدامها في تلقيح التربة ومن امثلة هذه الاحياء Pseudomonas , Mucor , Trichoderma .

و قد تتلوث التربة بمخلفات المواد البترولية و للتخلص منها تستخدم سلالات خاصة من الميكروبات قادرة على اكسدة المواد الهيدروكاربونية و تحويلها الى كحول او مواد ابسط ثم الى ثاني اوكسيد كاربون و ماء :

$$R\text{-}CH_2\text{–}CH_3 \rightarrow \text{Arthrobacter} \rightarrow R\text{-}CH_2\text{–}CHO \rightarrow H_2O + CO_2$$

و قد تستخدم مياه المجاري المعالجة لري المحاصيل الزراعية و نظراً لاحتوائها على مركبات الملوثة مثل الكيل بنزيل سلفونيت (ABS) الذي يدخل في صنع المنضفات الصناعية المنزلية .

يمكن التخلص من هذه الملوثات بعمل (مرشحات مكروبية) باستخدام انواع خاصة من الاحياء التي تحلل المواد الهيدروكاربونية و مركبات (ABS) في نفس الوقت

تمتص بعض العناصر الثقيلة التي قد توجد في مياه المجاري كالرصاص و الزئبق و من هذه الاحياء .

Arthrobacter , Pseudomonas , Mucor , Xanthomonas , Cyanobacteria

و يتم اكثار هذه المكروبات مختبريا و تلقح التربة بها لغرض التخلص من هذه المركبات ،

٤- المقاومة الحيوية Biocontrol وهي مكروبات تستخدم للقضاء على مكروبات اخرى غير مرغوب فيها و تتميز هذه المكروبات بمقدرتها على افراز مضادات حيوية او مواد مثبطة لنمو كائنات حية اخرى ، مثل تلقيح التربة بفطر يطلق عليه الفطر الصائد للنيماتودا nematode trapping fungi (NTF) Arthrobotrys conoides الذي يهاجم النيماتودا و يحللها و يقلل من خطر وجودها في التربة و على جذور بعض النباتات ، واستخدام فطر Trichoderma لمقاومة فطر Fusarium الذي يسبب ذبول النباتات .