الأحياء

الأرضية الدقيقة

ماهيتها ، طرق معيشتها ، أهميتها في الطبيعة

لرضوان محمد رضوان

حقاً ، لقد كان اختراع الميكرسكوب حدثاً هاماً وكشفاً مبيناً ، إذ أنهُ أضاف الى مملكة الأحياء عالماً جديداً ، لم يكن معروفاً من قبل ، وما كان ليخطر لأحد : ذلك هو عالم الاحياء الدقيقة ،التي لا ترى بالعين المجردة ، والتي تلعب دوراً جليل الخطر ، بعيد المدى في هذه الحياة. ولقد أبان هذا الكشف عن ناحية عجيبة ، فريدة في بابها ، تدل على عظمة هذا الكون الشاسع، فان تلك الأحياء متناهية في الصغر ، متضائلة في الحجم ، إلاّ أنها على جانب عظيم من النشاط والعمل المنتج السريع . ويطلق علم الأحياء الدقيقة (الميكروبيولوجي) على العلم الذي يشمل دراسة البكتريا عامة والفطر والخمائر وبعض أنواع البروتوزوا ، إلاّ اننا سنقصر كلامنا هنا على الكائنات الدقيقة التي توجد بالتربة وعملها

ان أغلب العمليات الكيميائية والحيوية التي تحدث في الأراضي ، ناشئة عن فعل الكائنات الحية ، كما سيتضح ذلك فيما بعد ، وتشمل الأحياء الأرضية الدقيقة ، البكتريا والفطر الدقيق وبعض الطحالب وهذه تتبع المملكة النباتية ثم البروتوزوا (الحيوانات الأولية) وتتبع المملكة الحيوانية . وهذه الكائنات لا توجد كلها بنسبة واحدة في الأراضي ، إذ ان عدد البكتريا يفوق عدد الأحياء الأخرى في الأراضي العادية ، وفي العادة أن كل ١٠٠٠٠٠٠٠ بكتريوم في التربة ، يقابلها ١٠ — ١٠٠ من الفطر و ١ — ١٠ من البروتوزوا والطحالب . وتكثر الفطريات عادة في الأراضي الحمضية ، اما البروتوزوا والطحالب فتكثر في الأراضي الرطبة

تعتبر البكتريا أهم الكائنات الحية الميكرسكوبية على الاطلاق ، إذ أن عليها تتوقف حياة النبات ، واستمرار نشأته جيلاً بعد جيل ، ولما كان أغلب كلامنا سيشمل هذا النوع من الأحياء ، لهذا لم نر بدّاً من تعريفها بكلمة موجزة

توضع البكتريا عالباً في المملكة النباتية ، تابعة للنباتات اللازهرية ، وهي تلك النباتات التي

لا يميز لها جذر أو ساق أو أوراق ، وتتركب البكتريا من خلية واحدة ، تحتوي على المادة اللازمة للحياة (البروتوبلازمة) ، ومحاط بجدار غشائي رقيق تواتمهُ مواد أزوتية ، ويسمى الخلية نواة واضحة . وما تكثر فيحدث اختلافاً بيناً ، فقد تكون كروية الشكل أو عصوية أو حلزونية وقد تأخذ شكلاً غير منتظم ، إذا ما عاشت في حالة ضغط واحتكاك شديد ، لين الملامس الوسط الذي تعيش فيه . وليس أنواع البكتريا أهداب رفيعة جداً توجد منفردة أو متجمعة ، بواسطتها تستطيع البكتريا أن تتحرك في السائل الذي تعيش فيه ، بيد ان البعض الآخر يتحرك بالتواء جسمه كالزواحف

وتعد البكتريا أصغر الأحياء الدقيقة على وجه العموم ، ونحن اذا علمنا أن البكتريا العصوية مثلاً ، يتفاوت طولها من ١ — ١٠ ميكرون وعرضها من $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ ميكرون ، وأن الميكرون عبارة عن $\frac{1}{1000}$ من المليمتر ، أدركنا دقة حجم هذه الكائنات المتناهي في الصغر ، وقلت فهي منتشرة في كل مكان ، فهي توجد في التربة والطوء والغذاء والماء وغيرها . وتكاثر البكتريا أمر من السهولة بمكان ، فان الميكروب ، وهو عبارة عن خلية واحدة ، ينقسم الى خليتين ، وكل منها ينقسم بدوره الى اثنين وهكذا ، ويسمى هذا التكاثر بالانقسام البسيط ، ويحصل في الاحوال الملائمة مرة كل ٢٠ أو ٣٠ دقيقة ، واذا استمر هذا الانقسام بدون توقف مدة يومين او اكثر ، أخلف عدداً عظيماً جداً من هذه الكائنات ، وملأ الارض جميعاً . وقد ذكر العلامة نيثر ، أنهُ اذا تكاثر بكتريوم واحد من بكتريا الكولبرا بالانقسام ، وكانت الظروف ملائمة ، بلغ عدد الميكروبات التي تنتج في ٢٤ ساعة ما يقرب من ١٦٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ مليون فرد ، أي ما يبلغ زنته نصف مليون رطل ، ولكن هناك عوامل طبيعية تقف حائلاً في وجه هذا التكاثر الذريع : منها تناقص المواد الغذائية ، كما ان هناك تخاصماً وصراعاً بين أنواع البكتريا المختلفة

الخلية البكتيرية عديمة الكلوروفيل (اليخضور) ولذا فهي تحتاج الى التغذي بأجسام الحيوانات او النباتات ، الحية او الميتة ، والانواع التي تعيش على الكائنات الحية تسمى بالبكتريا الطفيلية ، وتلك التي تتغذى بغذائها من الكائنات الميتة تعرف بالبكتريا الرمية . ويمكن لعدد قليل جداً من أنواع البكتريا ان يتغذى بمواد غير عضوية . وتمتص البكتريا غذاءها على هيئة سائل او غاز ، وهذا هو السبب في ان العلماء يعتبرونها نباتات وليست حيوانات . وتأخذ البكتريا الأزوت (النتروجين) اللازم لها من البروتين ، وهو يعتبر أحسن مصدر للازوت ، ولذا فجد ان اللحوم معرضة دائماً لغارات البكتريا ، وأما الكربون فان معظم البكتريا تحصل عليه من المواد العضوية ، في حين ان القليل منها يمكن ان يأخذه من ثاني اكسيد الكربون الجوي . وأما الاكسجين فان بعضاً من أنواع البكتريا يموت اذا ما عرض له ، وتسمى «البكتريا اللاهوائية» وهي تحصل

على المجهود اللازم لها من تحليل المواد العضوية، والبعض الآخر لا يدله . لا كسجين الحر للتنفس وتسمى « البكتريا الهوائية » . وهناك بعض انواع من البكتريا ما تستطيع ان تتحول من هوائية الى لاهوائية وبالعكس وفقاً للاحوال المحيطة بها . وتحتوي الخلية البكتيرية على ٧٥ — ٨٠ ٪ من الماء، ولذلك كانت حياة البكتريا بدون الماء مستحيلة . وهناك عوامل غريبة في حياة البكتريا، إذا ما صادفتها احوال غير مناسبة ، تلك هي ظاهرة تكوين الجراثيم . فانه اذا ما قل الغذاء مثلاً ، فان البكتريا لا تهلك مباشرة ، انما يتجمع بروتوبلازم الخلية . ويحيط نفسه بغشاء سميك يقيه المؤثرات الخارجية ، ويبقى كذلك حتى ترجع الاحوال الملائمة . وتعرف في تلك الحالة بالجرثومة ، ويكون لها القدرة في غالب الاحايين على الحياة بدون غذاء في حالة سكون عدة سنين ، كما أنها تقاوم الحرارة والافرازات السامة الى حدّ بعيد

وهناك تأثيرات طبيعية، تحدثها البكتريا منها انتاج الحرارة ويشاهد ذلك بوضوح عند تراكم مقادير كبيرة من المواد العضوية ، وقد يزداد الارتفاع في درجة الحرارة الى ٧٠ متجراد ومنها انتاج اللون ، والالوان الشائعة هي اللون الاصفر والاحمر والأرجواني . وهناك نوع من البكتريا يتسبب عن نموه نقط حمر مشابهة جداً لنقط الدم تظهر فجأة على الخبز المطهو . وبعض الانواع المقدرة على انتاج الضوء ، فقد شوهد في ماء البحر وعلى اجسام أنواع من السمك ، ضوء ناشيء عن فعل انواع معينة من هذه الميكروبات

هذا موجز لحياة البكتريا، فننتقل بعده الى الكلام على أهمية البكتريا في التربة ، ونكتفي لعطي فكرة عامة عن عددها في الاراضي المختلفة ، تثبت هنا نتائج التجارب التي أجريت في هذا الصدد. فلقد وجد ان التربة الخصبة تحتوي من ٦ — ١٠ مليون بكتريوم في الجرام الواحد . ويقل هذا العدد الى ½ مليون بكتريوم أو أقل في الجرام الواحد من الارض الرملية ، ورأى بعض الباحثين ، أن متوسط عدد البكتريا في الارض المناسبة يتفاوت بين ١ — ٦ مليون في الجرام الواحد . وفي الأراضي المسمدة حديثاً بالاسمدة العضوية يرتفع فيها عدد البكتريا حتى لقد يصل الى ٥٠ — ١٢٠ مليون فرد في الجرام الواحد. وفيما يلي تفصيل لأعمال البكتريا في الاراضي

١ — ﴿ تحليل المواد العضوية غير الازوتية ﴾ من أهم تلك المواد ، السلولوس وهو المكون لجدران الخلايا النباتية ، ثم الكربوايدرات والاحماض العضوية . والدهون المتخلفة في الارض من بقايا الاسمدة وبقايا النباتات والحيوانات . وتعتبر الميكروبات القادرة على تحليل المواد العضوية المعقدة مثل السلولوس واللجنين ، من أهم الاحياء في التربة ، اذ أن اغلب المواد الكربونية التي تضاف الى الارض وتبقى بها ، تكون على حالة سلولوس أو بكتين وما شابههما ولا يمكن أن يستفيد منها النبات اي فائدة ، اذا لم تتحلل اولاً إلى مركباتها البسيطة بواسطة البكتريا

تحص اذاً المواد العضوية غير الازوتية ، ويتوقف اختلافها على الاحوال المحيطة بها ، فان وجدت في وسط يدخله الهواء ، كان التأثير للبكتريا الهوائية ، ويكون ناتج التحليل غاز ثاني اكسيد الكربون والماء والدبال ، ويرجع اهمية غاز الكربونيك للتربة الزراعية في أن جزءاً منهُ يتفرد في الهواء ، تستفيد منهُ النباتات الخضر اثناء قيامها بعملية التمثيل الكلوروفيلي وأما الجزء الباقي فيذوب في المحلول الأرضي ، ويتكوَّن حامض الكربونيك الذي يؤثر في كثير من المواد المعدنية فيذيبها ، وبذلك يستطيع النبات أن يستعملها في غذائه بسهولة تامة

واما ان وجدت تلك المواد العضوية في احوال غير هوائية ، كأن تكون مدفونة في طبقات عميقة من التربة ، أو في ارض مغمورة بالماء ، أثرت فيها البكتريا غير الهوائية فتحولها الى مواد بسيطة ، فتتحول الكربوايدرات والسلولوس الى انواع بسيطة من الكربات مثل سكر الجلوكوز Glucose والمانوز Mannose والزيلوز (سكر الخشب) Xylose والى بعض الاحماض العضوية مثل الحمض الخليك والبوتريك واللبنيك وغيرها كما تتصاعد بعض الغازات غير التامة الأكسد مثل الايدروجين والميثان والايدروجين المكبرت

٢ — (تحليل المواد العضوية الأزوتية) تشمل هذه المواد بقايا الكائنات الحية ، ومختلف افضلاتها النتوية ، وجميعها تتأثر بالبكتريا الهوائية او غير الهوائية ، بحسب البيئة التي توجد بها ، فان كان التأثير للبكتريا الهوائية سمي بالاختلال ، ويسمى بالتعفن إذا ما أثرت عليه البكتريا اللاهوائية . وقد تحدث العمليتان معاً ، فتعمل البكتريا الهوائية في الطبقات الخارجية من المواد العضوية المعرضة للهواء ، وتعمل اللاهوائية في الطبقات الداخلية حيث ينعدم الهواء . وفي الاختلال يتحول الكربون والايدروجين الى ثاني اكسيد الكربون وماء ، ويتحول الأزوت الى نوشادر ، وحقيقة المركبات التي تتكوَّن اثناء عملية الاختلال ، غير معروفة بالضبط ، وغاية ما علم ، انهُ عند اختلال اللحم (البروتين) في مقادير كبيرة من الاكسجين ، تتكوَّن احماض منها الحمض الأوليك والسكسنيك والباليتيك . وفي عملية التعفن تتكون مركبات عديدة اكثرها سام وغير متحلة تماماً ، فاذا تعفنت البروتينات مثلاً ، تتكون مركبات اليومينية (زلالية) وأحماض أمينية ، ويتصاعد كثير من الغازات مثل الايدروجين المكبرت والميثان وثاني أكسيد الكربون والايدروجين والازوت والفوسفين

اذاً فلكي يستطيع النبات أن يستفيد من المواد العضوية الازوتية التي تضاف الى الأرض ، يجب ان تؤثر فيها الميكروبات اولاً ، والمتحصلات الناتجة هي التي تصلح لتغذية النبات ؛ وإلى أن تتحوَّل تلك المواد العضوية المعقدة ، الى مواد بسيطة ، يجب ان تجتاز عدة حالات يختص بكل حالة منها نوع معين من الميكروبات

وأول تغير يحدث تلك المواد ، هو تحويلها الى امونيا ، وتقوم بهذا العمل والانحلال البكتيريا مختلفتان تعملان تعملية تكوين النوشادر (النشدرة) ammonification وتقوم بهذه العملية عدد كبير من البكتريا الهوائية وغير الهوائية ، فمن أهم انواع البكتريا الهوائية ما هو عصوي قصير غير متجرثم مثل الانواع Proteus vulgaris ، Pfeifferea وانواع اخرى متجرثمة مثل Bacillus mycoides الخ . واما الانواع غير الهوائية فأهمها Putrificus وتذكر فيما يلي خطوات تحويل المادة العضوية الى نوشادر متخذين لذلك مثلا اليوريا (البولينا) لانها جزء كبير من المادة العضوية المضافة للارض

يوريا + ماء ← نوشادر + ثاني اكسيد الكربون

ك ا (زيد ٢) ٢ + يد ٢ ا ← ٢ زيد ٣ + ك ا ٢

او يوريا + ماء ← كربونات نوشادر ← نوشادر + ثاني اكسيد كربون + ماء

ك ا (زيد ٢) ٢ + ٢ يد ٢ ا ← (زيد ٤) ٢ ك ا ٣ ← ٢ زيد ٣ + ك ا ٢ + يد ٢ ا

والنوشادر المتكونة يمكن ان ينتفع بها النبات فان بعض الازوت اللازم له على حالة نوشادر ، وهناك بعض النباتات كالارز مثلا ، يفضل استخدام أزوت النوشادر على أزوت الأزوتات

تلي خطوة تكوين النوشادر ، تكوين الأزوتات وهذه تحدث في التربة على درجتين

١ — أكسدة النوشادر الى الحض الازوتوز بحسب المعادلة الآتية :

نوشادر + أكسجين ← حض أزوتوز + ماء

زيد ٣ + ٣ ا ← يد ز ا ٢ + يد ٢ ا

ثم يتحول الحض الأزوتوز وأملاحه (الأزوتيت) الى أزوتات كما يلي :

حض أزوتوز + أكسجين ← حض أزوتيك

يد ز ا ٢ + ا ← يد ز ا ٣

ويقوم بالدرجة الاولى من العملية بكتريا خاصة يطلق عليها اسم B. nitrosomonas وبالدرجة الثانية بكتريا خاصة تسمى Nitrobacter

وعملية « التأزت » من أهم العمليات التي تحدث في التربة على الاطلاق ، وعليها تتوقف حياة النبات ، فمن المعلوم ان عنصر الأزوت هو من أهم العناصر المكونة للبروتوبلاسمة الحية ، وبدونه يموت النبات ، كما ان النباتات الخضر لا يمكنها امتصاص الأزوت الا على حالة أزوتات . ولاتمام عملية التأزت ، لا بد من شروط خاصة يجب توافرها ، فلا بد من وجود نسبة كافية من الهواء وان تكون درجة الحرارة مناسبة ، فانها اذا ارتفعت عن ٤٥° سنتجراد فان B. Nitrosomonas يموت في خمس دقائق ، واذا زادت درجة الحرارة الى ٥٥° سنتجراد فان Nitrobacter

يثبت أيضاً ، ولا بد أيضاً من توافر النوعين كما سبق ان بينا ذلك

زيادة على تلك الخدمة الجليلة ، التي تسديها تلك الكائنات الدقيقة للنبات ، قد تجيز الأزوت من المواد العضوية المعقدة التركيب ، فان هناك أنواعاً أخرى من البكتريا قد اقتدرت على امتصاص الأزوت الجوي مباشرة بغير وساطة . ومن غريب قدرة الله تعالى ، ان تثبيت عنصر الأزوت في النسل الكيمياوي ، يستدعي مجهوداً لاقياً ، إذ أن الأزوت عنصر خامل يصعب اتحاده بغيره من العناصر ، لهذا يستعمل في الطرق الصناعية تيارات كهربائية عالية ، ومع ذلك فان مقدار الأزوت الذي يثبت في هذه الحالات ضئيل جداً لا يقاس بجانب المقدار الذي تثبته تلك الميكروبات التي لا ترى بالعين المجردة !

هذه البكتريا التي تثبت الأزوت الجوي ، على نوعين ، نوع يعيش بالاشتراك في جذور النباتات البقولية ، والنوع الثاني يعيش منفرداً . ويعرف النوع الاول ببكتريا العدية وأسم أنواعها B. Radicicola ، وهي تصيب جذور نباتات الفصيلة البقولية وتتكاثر فيها وتحدث فيها انتفاخات كثيرة تبرز الى الخارج وتكون ما يعرف بالعقد ومعيشة النباتات البقولية والبكتريا العدية هي معيشة تكافلية Symbiosis ولم يعرف بالتحقيق الحالة التي يستفيد بها النبات من الأزوت الذي يأتيها عن طريق البكتريا . فبعض العلماء يرى أن البكتريا تثبت الأزوت ثم تستعمل أولاً في بناء بروتوبلاسمها الخلية ، ثم بعد موت البكتريا وهضمها ، يمتص النبات المحصولات المهضومة ، والبعض الآخر يعتقد أن جزءاً من الأزوت المثبت تفرزه الميكروبات على حالة ذائبة وبذلك يستفيد منه النبات . تشير ذلك بعد انبات البكتريا بالكربوايدرات كمصدر لمجهودها والنباتات البقولية تفيد الأرض التي تزرع فيها بعد أن تحلل بقايا جذورها لأنها تزيد مقدار الأزوت في التربة لوجود البكتريا العقدية بها

وأما البكتريا التي تثبت الأزوت وتعيش منفردة فأهمها النوع المعروف باسم Azotobacter chroococcum وهو اكثر الميكروبات انتشاراً ، ويوجد في جميع الأراضي ماعدا الأراضي الشديدة الحموضة ، كما انه اكثر في الأراضي المزروعة منه في الأراضي البكر ، ونشاطه في الربيع اشد منه صيفاً وشتاء

ومن الأمثلة ايضاً على ما تقوم به الميكروبات في الأرض ويتصل بتكوين التربة الزراعية نفسها ، تلك الظاهرة التي كانت تعزى إلى تأثير الجير في تفكيك المواد العضوية وتحويلها إلى مركبات معدنية ، ولكن الواقع أن هذه الظاهرة هي من عمل البكتريا ، إذ انها تنشط الأراضي الحامضة إلى القلوية لوجود الجير فيها ، فتنشط في تحويل ما قد يوجد بها من المادة العضوية الى دبال ثم إلى مركبات معدنية

يتضح لنا مما سبق أن الأراضي الزراعية فقيرة جداً في عنصر الأزوت ، وان هذا العنصر

لا يوجد في صورة يسهل على النبات الاستفادة منهُ ، اذ أنهُ مركب في المادة العضوية مع الكربون والايدروجين والأكسجين وعلى صورة غير ذائبة فاذا ما تناولتها الميكروبات فعلها قابلا تكفل للنبات غذاءه . وعلى ذلك يمكننا القول أن هذه البكائات المفيدة تلي النباتات الخضراء شأناً ، لأنهُ اذا كانت هذه أساساً للحياة لأنها تكون المادة العضوية من مواد غير عضوية ، فان البكتريا تقوم بعكس هذه العملية ، فهي تحول المواد العضوية الى أخرى غير عضوية صالحة للنبات

بقي أن نذكر كلمة عن أنواع البكتريا المضرة بخصب الأراضي الزراعية ، فهي تشمل بكتريا عكس التأزت Denitrification وهذه تسبب فصل الأزوت المطلق بأن تأخذ الأكسجين من الأزوتيت والأزوتات تاركة الأزوت ينفرد ، ولا تعيش هذه البكتريا إلا في احوال غير هوائية

وفي الأراضي الرطبة المغطاة بالماء ، تحدث عملية أخرى ضارة بخصب الأراضي تعرف باختزال النترات Reduction of nitrate تقوم بها بعض أنواع الميكروبات مثل B. Coli والغرض منها الحصول على الأكسجين اللازم لحياتها وذلك عند ما تكون التهوية محدودة . وكلتا العمليتين يمكن ايقافهما نهائيًا وذلك بتحسين التهوية في الأراضي وذلك بالعناية بالصرف وخدمة الأرض جيداً

﴿ الفطريات ﴾ ننتقل بعد هذا الى الكلام عن القسم الثاني من الكائنات النباتية التي توجد بالأرض وهي الفطريات Fungi . ويتميز الفطر بكونه نبات لا يحتوي على الكلوروفيل ، فلا بدَّ لهُ اذا أمن ان يتحصل غذاءه الكربوني مجهزاً سواء من الكائنات الحية او الميتة نباتية كانت او حيوانية

ويختلف مسلك الفطر عن مسلك البكتريا ، فاذا كانت هذه تفضل الاراضي القلوية الخفيفة ترى الفطر يفضل الاراضي الحمضية ، كما ان الضوء لا يوافق البكتريا ولكنهُ يلائم الفطر ، ويشترك كل من البكتريا والفطر غالباً في طبقات الارض العليا المتفككة ، فتجد بعد عمق ٢٥ سنتمتراً يقل عدد البكتريا كثيراً حتى اذا ما وصلت الى عمق ٥٠ سنتمتراً فان نموها يقف ولكن الفطر يوجد منهُ ما يبقى على مسافات اعمق . ووجود الاكسجين شرط ضروري لنمو الفطر

يكثر وجود الفطر في الاراضي الحمضية على وجه العموم ، وأما الفطر الشعاعي Actinomyces فدائم الوجود في الارض ، وقد تقل نسبته الى ٥٠ ٪ من مجموع الفطريات النامية بالتربة ويرجع ما للفطر من الشأن في التربة الى ان كثيراً من انواعها تحلل فروع النباتات وجذوع الاشجار المتروكة في التربة فتحولها الى مواد عضوية مفيدة بأن تمتص محتويات خلايا الخشب والانسجة النخاعية وتمتد في الاوعية والالياف فتؤثر بذلك في الخشب اذ تفقد جدره اللجنين ، ويذوب الجدار الوسط فيصبح الخشب هشًا سريع التفتت . وهناك انواع مثل فطر پنيسلوم Penicillium واسبرجلس Aspergillus لها القدرة على تحليل السليولوز . وبعض الفطريات الاخرى تستطيع الحصول على غذائها من الهباد الطيني وبذلك تحلله وتساعد في جعله مفيداً للمحاصيل .

والانواع سيئة من الفطر القدرة على تحليل السكر بايدروجين اثناء تنفسها اللاهوائي فتحلها الى كحول وثاني اكسيد الكربون بواسطة انزيم الزمار، وقد سبق بيان تأثير افراز الكربونيك في التربة

على انهُ من اهم الاعمال التي يقوم بها الفطر في التربة ، وعلى الاخص الفطر الشعاعي . هو تكوين الدبال humus [1] ، وتحلل الدبال ينشأ عنه انفراد جزء من الازوت على حالة نشادر وهذه تتأزت بسرعة ، وفي الوقت نفسه تخرج كميات كبيرة من غاز ثاني اكسيد الكربون . ولا شك ان الدبال يكون جزءاً مهمًّا في التربة الزراعية ، فهو فضلاً عن كونهِ غذاء صالحاً لكائنات الدبثة حيث تستمد منه نشاطها لتأدية العمليات المفيدة ، يساعد على خصب الاراضي بما له من تأثيرات مفيدة للنبات ، فهو يمنع فقد المواد المعدنية الغذائية في الماء وترشيحها في الطبقات السفلى علاوة انهُ يزيد من قوة تحفظ الأرض للماء

يعاون البكتريا في عملية التشدرة أنواع من الفطر مثل Mucor و Penicillium فيمكننا القول اذاً ان التفاعلات المفيدة التي يحدثها البكتريا والفطر هي التي تسبب خصب الارض . ويقول في ذلك الاستاذ رامان « ان الانسان ليستطيع ان يضمن للنبات جودة النمو وسرعته بجعل الارض بيئة صالحة له وذلك بمساعدة الكائنات الحية الدبثة » . والى ذلك يشير أيضاً الاستاذ Ehrenberg « تعمل هذه الكائنات على توفير حمض الكربونيك وحمض الازوتيك في ماء التربة الزراعية باستمرار فيتكوَّن ما يقابل ذلك من املاح الكالسيوم وايضاً املاح المغنسيوم مما يضمن تجمع المواد الغروية » . بقي بعد ذلك من الكائنات الحية بالارض ، الحيوانات الاولية Protozoa وهذه قد بين الاستاذ J. Russel انها توجد ايضاً في الاراضي وتعيش على البكتريا فتنقص عددها وعلى ذلك فهي مضرة بخصب الاراضي ، ومن هذا يتضح السبب في معالجة الاراضي الجديدة والقليلة الخصوبة بالحرارة او بالتعقيم الجزئي لاتلاف البروتوزوا وبذا تصبح المجال للبكتريا فتنشط وتقوم بعملها خير قيام

وقد عوملت بعض الاراضي في روثا مستد بالحرارة فقل عدد الكائنات الميكروسكوبية من ٧ مليون في الجرام الواحد الى ٤٠٠ فرد فقط ، ووجد ان عددها بعد ترطيبها زاد زيادة عظيمة جداً ومن ثم زادت سرعة تكوين النوشادر من المركبات العضوية

الا أن البروتوزوا مع ذلك لا تخلو من فائدة للاراضي ، وذلك انه عند موتها وتحللها تكون غذاء صالحاً للاحياء الدبثة التي تؤدي مهمتها في هذه الحياة ثم تموت بدورها لتتغذى عليها الكائنات الحية الاخرى ، وهكذا دواليك

رضوان محمد رضوان

---

(١) الدبال عبارة عن مخلوط من جملة مواد عضوية ويعتقد بعض العلماء ان تركيبه هو : —
٥٠ ٪ ك و ٣٥ ـ ٤٠ ٪ ز و ٥ ٪ رماد . الا ان طبيعته الكيميائية غير معروفة بالتحديد ، ولكن الابحاث الحديثة تشير الى ان مصدره هو التغير مع التعين من مركبات خاصة ناتجة من التحويل البكتريولوجي Bacterial metabolism وهذه هي منبع الازوت في الدبال وعلى العموم يمكن ان يقال ان الدبال هو مادة عضوية نباتية وحيوانية آخذة في الانحلال