حيوية التربة

بقلم الدكتور فهمي خليل
الاخصائي الأول بقسم الكيمياء

مقدمة :

ينظر المرء عادة إلى التربة كأنها كتلة جامدة عديمة الحياة ، وإذا تأمل فيها فإنه يعدها مصدراً للقوة وانتاج المجهود ، وإذا دقق فى فحصها ودراستها اعتبرها وسطا لمعيشة أحياء مختلفة لاعداد لها ، على أنه لا يعد مبالغا إذا اعتبرها نظاماً حيا رائع التكوين . والواقع أن هذا هو النظار الصحيح الذى يجب أن ينظر به إلى الأرض بالنسبة للدور الهام الذى لعبته الأحياء النباتية والحيوانية كبرت أم صغرت فى انحلال وتكوين الأراضى سواء أكان ذلك الدور مباشراً أم غير مباشر ، كما أن تكون وتجمع المادة الدبالية فى الأراضى وهى من أهم مركبات التربة يرجع إلى نشاط تلك الأحياء — وأهم دليل على حيوية التربة هو أنها وسط لمعيشة أحياء نباتية وحيوانية لا تدخل تحت حصر ، ويتدرج حجمها من أدق أنواع البكتيريا إلى الحيوانات التى تعيش فى الجحور ومن الفطر والطحالب التى لاتكاد ترى بالعين المجردة إلى الجذور الضخمة للأشجار المعمرة . ولكننا إذا استثنينا النباتات الراقية التى تجد فى التربة دعامتها ومنها تستمد معظم غذائها ، وإذا استبعدنا الحيوانات والديدان والحشرات التى تعيش دائما فى التربة أو تمضى بها طوراً من أطوار حياتها فإننا نجد فيها عددا يفوق الحصر من الأحياء الدقيقة التى قلما تعيش بنشاط في أى وسط آخر ، تلك الكائنات التى يعزى لنشاطها تكون وتجمع الغذاء النباتى ، وهى التى تجعل التربة وسطا ملائما لنمو النباتات . وليس أدل على عظم شأن الدور الذى تقوم به تلك الأحياء الدقيقة الأرضية من التأمل فى مصير البقايا النباتية والفضلات الحيوانية وحالة الكون لو بقيت دون انحلال تلك الأجزاء النباتية من أوراق وسوق وجذور ، وتلك الأجسام البشرية والحيوانية وفضلاتها دون تحلل وانعدام كذلك . إن سلسلة التغيرات العظيمة التى تحدث المادة العضوية بالتربة وتجعلها وسطا ملائما لنمو وتغذية النبات يرجع الفضل فيها لنشاط تلك الكائنات الدقيقة ، وهى التى تجعلنا نعتبر التربة نظاماً حياً لا كتلة جامدة عديمة الحياة .

أنواع الكائنات الأرضية

إذا كان من الجائز أن نعد التربة وسطاً لمعيشة أنواع مختلفة من الكائنات الدقيقة تتشابه مهما اختلفت التربة فانه يجب الاعتراف بأن هذه الكائنات قد تتباين تبايناً عظيماً من حيث النوع والعدد تبعاً لطبيعة تباين التربة وطرق معاملتها وظروف البيئة الأخرى المختلفة ، مثل الرطوبة أو الجفاف والحموضة أو القلوية والبرودة أو الحرارة .

وتوجد هذه الكائنات المختلفة ، فى الطبيعة دائماً فى حالة توازن من حيث عددها النسبى غير أن هذا التوازن عرضة للاختلال تبعاً لمعاملة الأرض معاملة خاصة قد تؤدى إلى زيادة نوع دون آخر ، وإن استمرار هذا الاختلال فى التوازن الذى حدث يتوقف بطبيعة الحال على نوع تلك المعاملة فإن كانت دائمة الأثر استمر التوازن الجديد على ذلك الأساس وإلا عاد التوازن الأصلى بين تلك الكائنات إلى حاله .

والكائنات الدقيقة الموجودة بالتربة هى من أنواع الطحلب والفطر والأكتينومايستيس والبروتوزوا والبكتريا ، وقد اتبع هذا الترتيب حتى يترك المجال واسعاً للتكلم عن البكتريا حيث إن عددها وشأنها فى النشاط الحيوى للتربة وفى عداد الغذاء النباتى يكبر الأنواع الأخرى مجتمعة أضعاف المرات .

الطحلب

تنمو أنواع من الطحالب المختلفة فى جميع الأراضى وتحت الظروف المتباينة للتربة . ويلوح أنها تتشابه كثيراً فى أراضى الأقطار المتباعدة كما يلاحظ أن معيشتها وتكاثرها فى التربة يحصلان فى حالتين مختلفتين تمام الاختلاف :

(١) على سطح التربة حيث تتعرض الطحالب للضوء ، وبواسطة مادة الكلوروفيل الموجودة فى أجسامها يمكنها بالاستعانة بالمجهود المستمد من ضوء الشمس أن تثبت ثانى أوكسيد الكربون من الجو ، وبهذا تنتج مادة عضوية معقدة التركيب ، وفى هذه الحالة تشابه الطحالب النباتات الراقية فى إنتاجها للمجهود بالتربة وفى امتصاص النترات والمواد الغذائية الأخرى منها .

(٢) فى أعماق التربة ، حيث لا يمكن أن يصل الضوء ، تعيش الطحالب رغم عدم زوال مادة الكلوروفيل من أجسامها معيشة رمية على المواد العضوية الموجودة بالتربة من قبل ، مستمدة حاجتها الكربونية منها ، وهى إذا ما تعرضت لضوء الشمس أمكنها أن تعود لمعيشتها الأولى حيث يبدأ الكلوروفيل الكامن فى تأدية وظيفته .

وتنحصر أهمية نشاط هذا النوع من الكائنات الأرضية فيما يأتى :

١ — زيادة المادة العضوية بالتربة فى حالة نموها على سطح الأرض .

٢ — تثبيت الأزوت الجوى فى قليل من الحالات .

٣ — تثبيت بعض المواد الكربونية السهلة الأكسدة مثل السكرات حيث إنها تستعين بها على بناء أجسامها .

٤ — المساعدة على تهوية الأراضى المغمورة بالمياه ، وذلك بتحليل غاز ثانى أكسيد الكربون المذاب بالماء وحلول غاز الأكسجين بدلا منه ، وذلك مما يساعد على إمداد النباتات التى تعيش فى تلك البيئة بالاكسجين .

وتشاهد الطحالب الخضراء نامية على سطح التربة بمصر فى بعض الحالات ولا سيما عند تشبع الأرض بالمياه ، وقد وجد بالصحراء الغربية نوع من الطحالب يعيش بالاشتراك مع الفطر على بعض الصخور الصحراوية عقب موسم الأمطار .

الفطر

توجد أنواع كثيرة من الفطر بالتربات المختلفة ، والغالب منها يعيش معيشة رمية فى حين أن بعضها يعيش متطفلا على جذور بعض النباتات مسبباً الكثير من الأمراض النباتية ، وبعضها يعيش معيشة اشتراكية على جذور أنواع خاصة من النباتات ، ويعرف هذا النوع بالمايكوريزا .

ويكثر الفطر عادة على سطح التربة ويقل وجوده تدريجاً كلما بعد العمق ، كما أنه يكثر فى الأراضى الغنية بالمادة العضوية عنه فى الأراضى الفقيرة فى الدبال ، ويتحمل حموضة التربة أكثر من البكتريا وإذا ما عولجت تلك الحموضة باضافة مادة الجير فإنه يشاهد عادة نقص فى عدد الفطر مصحوباً بزيادة بالغة فى عدد البكتريا .

ويعتبر الفطر من الأحياء الهامة التى تعمل على انحلال المادة العضوية مع حفظ جانب كبير من مركباتها الكربونية أو البروتينية فى أجسامها ، كما أن بعضه يعمل على انحلال المواد السليولوزية . ويستطيع الفطر أن يحصل على حاجته من الأزوت فى صور مختلفة مثل النترات والنشادر والأحماض الأمينية والمواد البروتينية ، وإذا كان فى مقدور الفطر أن يمتص النوشادر ويحولها فى جسمه إلى مواد بروتينية فانه يعجز عن القيام بعمليتين التأزت أو تثبيت الأزوت الجوى إلا فى حالة خاصة من أحوال الميكوريزا .

وعلى ذلك تنحصر أهمية الفطر فى المحافظة على خصوبة التربة فيما يأتى :

١ — يقوم بعمليات انحلال المواد العضوية فى الأحوال التى لا تسمح فيها حموضة التربة بنشاط الاكتينوما بسيتس والبكتريا .

٢ — يساعد على انحلال المواد السليولوزية .

٣ — يساعد على تكوين مادة الدبال بالتربة .

الاكتينوما بسيتس

كان يعتبر هذا النوع من الكائنات الدقيقة ضمن البكتيريا إلى أن وجهت إليه عناية خاصة فى بداية هذا القرن فرئى أن أوجه الشبه بينه وبين الفطر ترجع كافة الشبه بينه وبين البكتيريا ، ولذا رئى وضعه فى قسم خاص به .

وتوجد منه أنواع كثيرة فى التربة ، وهى تخالف الفطر فى عدم تحمل الحموضة الأرضية ، ولذا يزداد نشاطها فى الأرض التى تقرب من التعادل أو تميل إلى ناحية القلوية ، وتساعد على انحلال المواد الكربوايدراتية والبروتينية للحصول على المجهود اللازم لها والغذاء الضرورى لبناء أجسامها وبعضها يساعد على انحلال السيليولوز والدبال والليجنين والكيراتين ، ولمعظمها القدرة على اختزال الأزوتات إلى أزوتيت تحت شروط معلومة كما أن أنواعاً خاصة منها تحدث أمراضاً خطيرة لبعض المحاصيل الجذرية وليس فى مقدور هذه الكائنات أن تثبت الأزوت الجوى وتعزى الرائحة الخاصة بالتربة لنشاط هذا النوع من الكائنات الأرضية الدقيقة .

البروتوزوا

تعيش أنواع كثيرة من البروتوزوا فى التربة كحيوانات دقيقة أحادية الخلية ، وهى متشابهة فى الأرض والبيئات المختلفة ، ويتباين عددها تبايناً عظيماً بين يوم وآخر ،

فقد يتضاعف هذا العدد مائة مرة فى يوم ثم يقل بنفس السرعة إلى الحد الأول .

ومن العوامل التى تساعد على نشاط البروتوزوا فى التربة وفرة المادة العضوية ، وقد لوحظ أن عددها يزداد كثيراً في موسمى الربيع والخريف ويقل فى فصلى الشتاء والصيف ، وتلائم بعضها الأوساط الحمضية كما أن البعض الآخر يقف نشاطه إذا وصلت الحموضة إلى حد مخصوص .

وتتغذى البروتوزوا على الأملاح والأجزاء العضوية الدقيقة التى تقابلها بالتربة ، كما لوحظ أنها تلتهم البكتيريا التى تقل عنها كثيراً فى الحجم ، ومن ثم نشأت فكرة تعقيم التربة تعقيما جزئيا بإضافة المطهرات أو بالحرارة أو بالتجفيف لقتل البروتوزوا حيث إنه قد شوهد أن عدد البكتيريا يتضاعف بسرعة عقب إجراء هذه العملية فى حين أن عدد البروتوزوا يبقى قليلا بعض الوقت . والغرض من عملية التعقيم هو إدخال تعديل وقتى على الكائنات الأرضية يراد به الحد من عدد الكائنات الضارة أو القليلة النفع وإعطاء الفرصة للكائنات النافعة التى تعمل على انحلال المادة العضوية وإعداد الغذاء النباتى ، إلا أنه بولغ فى أهمية هذه النظرية وأمكن الكاتب أن يثبت أن نشاط التربة الحيوى عقب التعقيم الجزئى سواء أكان ذلك باستعمال المطهرات أم بالتجفيف لا يرجع إلى تحسين فى نوع الكائنات الأرضية بل يرجع إلى تغيير كيميائى فى المادة العضوية بالتربة مما يجعلها كوسط للنشاط البكتريولوجى أكثر ملاءمة من التربة التى لم تعامل بتلك المعاملات .

هذا وليست للبروتوزوا أية أهمية من ناحية المساعدة على إعداد الغذاء النباتى أو المحافظة على خصب التربة .

البكتيريا

كما توجد جميع الكائنات الأرضية الدقيقة فى حالة توازن بعضها بالنسبة لبعض وأن هذا التوازن يتأثر بتغاير عوامل البيئة كذلك توجد نفس العلاقة بين أنواع البكتريا المختلفة ، كما أنها عرضة للاختلال تبعا للتطورات المتنوعة التى تحدث بالتربة فاذا أضيفت مادة سليولوزية مثل القش إلى الأرض سبب ذلك نشاط الكائنات الخاصة بانحلال السليولوز وترتبت عليه زيادة عظمى فى عددها بالنسبة للأنواع الأخرى من الكائنات التى لا تختص بهذا العمل ، وإذا أضيفت مادة عضوية أخرى مثل السماد البلدى القديم أو الدم المجفف نشطت البكتريا المختصة بانحلال المواد

البروتينية وبدأ الأزوت العضوى فى الظهور على صورة نشادر كما تنشط فى نفس الوقت ميكروبات التأزت التى تحول النشادر إلى نترات ، وإذا تعرضت التربة للتشبع الشديد أو للرى الغزير وأصبحت فى حالة غدقة مدة من الزمن يقل أو ينعدم فيها تسرب الهواء لها نشطت الكائنات التى تعمل فى غيبة الأوكسجين ووقف نشاط أنواع البكتيريا الهوائية الأخرى .

وهكذا يرى أنه قد يدخل على التوازن الكائن بين أنواع البكتريا المختلفة شىء من الاختلال أو التحوير — قل أو كثر — تبعاً لمعاملة التربة معاملة خاصة أو وفقاً لتغير ظروف البيئة ، وقد يستمر ذلك التوازن الجديد أو يعود إلى حالته الأولى تبعاً لطبيعة تلك المعاملات .

غذاؤها :

تحتاج البكتريا كغيرها من الكائنات إلى الغذاء والمجهود للقيام بوظائفها ولتكاثر أنواعها ، فهى تحصل على الكربون من عملها فى انحلال المواد البروتينية أو الكربوايدراتية المختلفة أو بعض الكحولات ، كما أن بعضها يمكنه تمثيل الكربون الموجود فى غازات أول وثانى أكسيد الكربون أو غاز الميثان . أما الأزوت فان البكتيريا تفضل عادة المواد البروتينية كمصدر لهذا العنصر عن بقية المواد الأخرى ، على أن ذلك لا يمنع من انتفاع بعضها بالأزوت الموجود فى الأميدات أو الأحماض الأمينية أو البولينا ، وانتفاع البعض الآخر بالأزوت المعدنى مثل أملاح النشادر أو النترات ، على أن القليل منها يستطيع تمثل غاز الأزوت الجوى . وحاجة البكتريا للأملاح المعدنية لا تقل عن حاجة الحيوانات أو النباتات لها ، فهى تحصل عليها من التربة على صورة ذائبة فى الرطوبة الأرضية كما أن القليل من بعض العناصر أو المواد الخاصة يحدث فيها تنبيها فيزيد فى نشاطها الحيوى .

أما حاجة البكتريا للماء فظاهرة حيث إن نشاطها يقف إذا تعرضت التربة للجفاف غير أن وجود ١٠ — ١٢ ٪ من الرطوبة بالتربة يساعد على استمرار عملها .

وتفضل البكتريا عادة البيئة المتعادلة أو القلوية قليلا ولكنها تتأثر بالحموضة أكثر من تأثرها بالقلوية ، وهى فى ذلك على عكس الفطر وارتفاع درجات الحرارة يساعد على نشاطها الحيوى فان ذلك النشاط يزداد فى الصيف عنه فى الشتاء وفى الأرض الدافئة عنه فى المناطق الباردة .

تقسيمها :

وتتبع وسائل متعددة فى دراسة وتقسيم أنواع البكتريا ، فهى تقسم تقسيما نظامياً تبعاً لأشكالها بغض النظر عن وظائفها إلى ميكروبات كروية قد توجد فردية أو زوجية أو فى سلاسل أو مكعبات وميكروبات عضوية قصيرة أو طويلة فردية أو فى سلاسل متجرثمة أو غير متجرثمة وميكروبات ملتوية الشكل أو مستدقة الطرفين . ويستعان فى هذا التقسيم على التفرقة بين أنواع البكتريا المتشابهة شكلا بدراسة طرق نموها على البيئات الصناعية المختلفة وما تحدثه فيها من أثر ظاهر كما يستعان بأصباغ مختلفة ووسائل أخرى لتميز بعضها عن بعض ، وهى تقسم من حيث حاجتها للأكسيجين إلى هوائية ولا هوائية ، فالقسم الأول يتطلب وجود الهواء حتما إلا أن بعضاً منه قد يعمل فى غيبة الهواء أو قلته ، ولذا يطلق على تلك الميكروبات اصطلاح «لاهوائية اختيارا » والقسم الثانى يتحتم لنشاطه عدم وجود الهواء ، ولذا يحصل أفراده على الاكسيجين من انحلال مواد معدنية مثل النترات والكبريتات ، على أن لبعض أفراده القدرة على العمل فى وجود حيز محدود من الهواء ، ولذا تعرف بالبكتريا « الهوائية اختيارا » وتقسم أيضاً من حيث ضرورة حاجتها إلى المادة العضوية كمصدر للمجهود اللازم لها إلى قسمين : قسم يأخذ مجهوده عادة من أكسدة المواد المعدنية ، وهو يشمل جملة أنواع ، منها البكتريا التى تقوم بأكسدة النشادر والأزوتيت والكبريت والأيدروجين ومركبات الحديد ، وقسم يأخذ مجهوده فى العادة من انحلال المواد العضوية مثل الكائنات الخاصة بعمليات انحلال السليولوز والنشدرة وتثبيت الأزوت الجوى ، وقد تقسم على حسب وظائفها الكيميائية الحيوية والفسيولوجية ، وفى هذه الحالة تجد أنواعا مختلفة فى الشكل متفقة فى الوظيفة وأنواعا متفقة فى الوظيفة مختلفة فى الشكل ، وتعمل تحت ظروف متعاكسة ، فهناك مثلا ميكروبات كروية وأخرى عضوية متجرثمة ، وكلها تقوم بعملية انحلال البولينا وتحويلها إلى نشادر كما أن الميكروبات التى تؤدى عملية النشدرة تختلف فى الشكل الخارجى كما تختلف من حيث حاجتها للاكسيجين ؛ فبعضها يعمل تحت شروط هوائية والبعض الآخر ينشط تحت الظروف اللاهوائية ولكنها كلها تعمل على انحلال البروتين وتحويل الأزوت العضوى إلى نشادر .

وقد تقدمت دراسة هذه الكائنات الدقيقة تبعاً لتقدم صناعة المجهر والعدسات

كما اتبعت طرق التحليل الكيميائى فى تقدير المنتوجات الناشئة عن النشاط البكتريولوجى لدراسة وظائفها وقياس مبلغ نشاطها والظروف التى تؤثر فى مدى ذلك النشاط وجاء هذا التوسع فى دراسة تلك الكائنات بطبيعة الحالة كنتيجة للشعور بأهمية ما تقوم به تلك الميكروبات الأرضية من حيث العمل على انحلال المواد العضوية المختلفة فى تجهيز الغذاء النباتى وحفظ خصوبة التربة .

طرق دراسة حيوية التربية :

وهناك طرق متعددة ووسائل متباينة لقياس حيوية التربة ودراسة التغيرات المختلفة التى تحصل فى المادة العضوية منها ما يأتى :

١ — إحصاء عدد الميكروبات الأرضية بطرق مختلفة يمكن بها تقدير عدد البكتريا الموجودة فى الجرام الواحد من التربة ، وأن هذا العدد قد يتراوح بين بضع الملايين ومئات الملايين لكل جرام واحد ، وأن زيادة أو قلة العدد تعطى فكرة عن مبلغ نشاط التربة الحيوى ، ذلك مع العلم بأن هناك عوامل كثيرة تؤثر فى عدد البكتريا الأرضية فإذا جفت الأرض قل العدد تبعاً لذلك ، كما أنه يزداد بسرعة وبنسبة عالية بعد ريها وإضافة المواد العضوية تسبب زيادة عظيمة فى عدد البكتريا .

٢ — قياس قوة الأرض على إنتاج غاز ثانى أوكسيد الكربون ، ويعتبر ذلك دليلا على مبلغ نشاطها الحيوى ووجود هذا الغاز ذائباً فى المحلول الأرضى مما يساعد على زيادة مقدار الغذاء النباتى المجهز .

٣ — قياس قدرة الأرض على انحلال السليولوز بواسطة إضافة قدر معلوم منه وتقدير الجزء الباقى دون انحلال بعد فترات من الزمن .

٤ — قياس نشاطها من حيث سرعة انحلال مادة عضوية أزوتية تضاف للتربة ثم تقدر مادتا النشادر والنترات ، فتعتبران دليلا على قدرة الأرض على تحليل المواد البروتينية .

٥ — قياس نشاطها من حيث تثبيت الأزوت الجوى .

٦ — تقدير سرعة انحلال البولينا وغيرها من المواد المختلفة التركيب .

وبطبيعة الحال تستخدم كل من هذه الطرق الأخيرة لقياس نشاط التربة بالنسبة لنوع خاص من أنواع البكتريا الأرضية .

انحلال المادة العضوية بالتربة

تتركب المادة العضوية حيوانية كانت أم نباتية من جملة عناصر أساسها الكربون والا يدروجين والا كسجين ، وقد يدخل فى تكوينهـــا الأزوت والفسفور والكبريت وغيرها من العناصر المعدنية ، وعند تمام انحلالها بواسطة الكائنات الدقيقة يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون فى الجو ويبقى الماء فى الأرض وتتحول بقية العناصر إلى مركبات معدنية فى التربة ، وسير هذا الانحلال يتوقف على نسبة الكربون إلى الأزوت فى تلك المواد ، فإن كانت النسبة واسعة كما هو الحال فى أنواع القش وجذور النبات نشطت الكائنات التى تعمل على انحلال المواد السليولوزية حتى تضيق تلك النسبة ،ومن ثم تنشط الكائنات التى تعمل على انحلال المواد الأزوتية فتبدأ مادة النشادر فى التكوين وتعمل بكتريا التأزت فى تحويلها إلى نترات . وقد دلت الأبحاث الميكروبيولوجية على أنه اذا زادت هـذه النسبة فى المادة العضوية عن ١٥ : ١ وقد تصل إلى ٤٠ : ١ فى حالة إضافة قش حديث فإن النشاط الحيوى للتربة يكون من جانب الميكروبات التى تعمل على انحلال السليولوز فإذا قلت عن ذلك فإنه يكون فى ناحية عمليات النشدرة والتأزت .

ونسبة الكربون إلى الأزوت فى الأرض الزراعية هى حوالى ١٠ : ١ وتتدرج هذه النسبة فى النقصان مع العمق ، وقد وجد أنهـا فى الأرض المصرية على العكس تتدرج فى الزيادة مع العمق ، وذلك راجع إلى طبيعة الأراضى المصرية ووفرة كربونات الجير بها وطرق الزراعة وحالة الجومن ناحية ارتفاع الحرارة وقلة الأمطار وتضمن هذه النسبة اتجاه العمليات الميكروبيولوجية فى ناحية تحول الأزوت العضوى إلى الصورة المعدنية الذائبة التى تصلح لتغذية النبات ، وتتكون المادة العضوية التى هى من أصل حيوانى غالباً من البروتين . أما المادة العضوية النباتية التى تصل إلى التربة إما عن طريق التسميد الأخضر أو السماد البلدى أو عن طريق بقايا جذور المحاصيل الزراعية أو حشائش الحقل فيتكون معظمها من السليولوز والبنتوزان ومشتقاتهما ومن النشا والسكريات المختلفة ومن اللجنين والمواد البروتينية ثم من الاحماض العضوية والدهون والزيوت والصمغ والمادة المعدنية .

وتنحصر أهم العمليات البكتريولوجية فى التربة فيما يأتى :

١ — المواد الكربوايدراتية

(١) انحلال السكريات والنشاوالبنتوزان : هـذه المركبات هي أسهل المواد العضوية وأسرعها انحلالا بالتربة ، وتوجـد أنواع متعددة من البكتريا التى تعمل على هدمها فى ظروف هوائيـة إما طمعا فى الاستفادة من المجهود أو لمجرد تخميرها ، وفى كلتا الحـالتين ينتهى الأمر بها إلى تصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء :

وقد تتكون بعض الأحماض العضوية كنواتج لعمليات الانحلال فتتحد بقاعدة الجير الموجودة بالتربة مكونة أملاحا عضوية ولكنها تستمر فى الانحـلال حتى يتم تحولها الى نفس الغاز وبخار الماء ، على أن وجود السكر والنشا فى بقايا المواد النباتية قليل ، ولذا فأن العمليـات التى تنتهى بأكسدتها قليلة الأهميـة بالتربة على عكس البنتوزان فإنهـا أكثر وجودا بالمواد النباتيـة الأصل ، وقد استرعت دراسة طرق انحلالها اهتمام عدد من الباحثين فى السنوات الأخيرة وأمكن عزل ودراسـة أنواع عن الميكروبات المختصة بانحلال بعض مركبات البنتوزان .

(٢) انحلال اللجنين : يعتبر اللجنين من أهم المركبات المكونة لجسم النبات وهو مادة معقدة من ناحية التركيب الكيميائى ، ولا يمكن التعبير عنه برمز ثابت ، إذ أن تركيبه يختلف بين نبات وآخر ،أو بين نباتات من صنف واحد متفاوتة في العمر ، كذلك إذا قورنت مادة اللجنين الموجودة فى القشرة بالمادة الموجودة فى الخشب من نفس النبات فإن تركيبها يتباين من الناحية الكيميائية ويختلف انحلال هذه المادة فى التربة عن انحلال السكريات والنشا من حيث إن الميكروبات المختصة بها محدودة وثابتة وينتهى الأمر بانحلالها دائما الى ظهور مادة الدبال بالتربة كما تنشأ تلك المادة أيضا عن انحلال السليولوزا .ويختلف الدبال المتكون من كلا المصدرين بعض الاختلاف وإن تشابها فى كثير من الصفات الطبيعية والكيميائية الطبيعية .

وليست مادة الدبال من مركبات التربة الثابتة ، فكما أنها دائمة التكوين فهى كذلك مستمرة فى الانحلال ،فقد تتحور حالات التربة بحيث تسبب تأخر أو وقوف عمليات انحلال الدبال البكتريولوجية فى حين أن الظروف تلائم استمرار عمليات انحلال اللجنين والسليولوزا فيستمر تراكم الدبال ، وقد يحصل العكس بأن تلائم

الظروف سرعة انحلال الدبال فتقل نسبته فى التربة سما إذا صادف ذلك تحديدا فى إضافة المواد الأصليـــة المكونة للدبال كما هو الحال دائما عند قلب الأراضى التي خصصت للمراعى زمنا طويلا وتحويلهـا إلى أراض زراعية فإن نسبة الدبال فيها تأخذ فى القلة تدريجا كما أنها تأخذ فى الزيادة عند تحويل أرض زراعية إلى مرعى مستديم للماشية .

(٣) انحـلال السليولوز : لقـد وجه الجانب الاكبر من البحوث الخاصة بانحلال المواد الكربوايدراتية الى مادة السليولوز ، وبدىء فى ذلك بدراسة انحلال ورق الترشيح ثم تعداه تدريجا إلى بحث وسائل أنواع القش وفضـلات النبات المختلفة وينقسم انحلال السليولوز تبعا لوجود الهواء أو عدمه إلى قسمين :

(ا) الانحلال فى الظروف اللاهوائية:

يوجد نوعان من البكتريا يعملان على انحـلال السليولوز فى حالة عدم وجود الاكسجين بشرط أن يتوفر مصدر الأزوت ويلائم أحدهما الظروف الحمضية فى البيئة وينشأ عن نشاطه انبعاث غاز الايدروجين، أما الآخر فتلائمه الشروط المتعادلة وينتج عن نشاطه ظهور غاز الميثان بوفرة. ولاشك أن ذلك مما يساعد على ضمان استمرار عمليات الانحلال مهما تغيرت ظروف البيئة .

(ب) الانحلال فى الظروف الهوائية : فى حالة توفر الهواء يسهـــل انحلال السليولوز بواسطة الفطر والبكتريا على حد سواء وتتفاوت قدرة الكائنات المختلفة على القيام بتلك العملية فبعضها ببطىء والآخر سريع ، وكانت أولى الميكروبات التى درست بتوسع كبير هى Spirochaeta cytophaga وهى كثيرة الانتشار بالتربة محبة للهواء ولا تعمـل إلا على انحـلال السليولوز ، والواقع أن وجود السكريات ولاسيما المختزلة منها يحدّ من نشاطها وهى تأخذ حاجتها الأزوتية من أملاح النشادر أو النترات أو الأحواض الأمينية ولاتناسبها المركبات الأزوتيـة الأكثر تعقيدا ، ويوجد غير هذا النوع ميكروبات أخرى كثيرة تتفق معه فى تأدية انحلال السليولوز. وقد تختلف فى بعض الخواص الفسيولوجية الأخرى وقد يتفوق الفطر والأكتينومايسيتس على البكتريا فى سرعة انحلال السليولوز ولاسيما فى أكوام السماد . ونظرا لارتفاع الحرارة فى مثل هذه البيئة فانه توجد أنواع من الكائنات الدقيقة المختلفـة المحبة للحرارة العاليـة التى تنشط بين درجتى ٤٣° س ، ٦٥° س وهي تتحمل الحرارة لغاية درجة ٧١° س

وينشأ عن انحلال السليولوز بالتربة جانب من مادة الدبال كما سبقت الإشارة إلى ذلك. وتحتاج الكائنات التى تقوم بهذه العملية إلى مدد من الأزوت وتتناسب سرعة الانحـــلال مع مقدار الأزوت الموجود ، وقد أمكن الانتفـاع من هذه العمليـة الميكروبيلوجية فى تحضير مادة دبالية من الانحلال المباشر للمواد السليولوزية المختلفة مثل جميع أنواع القش ومتخلفات الحقل أو الحديقة . وذلك بواسطة وضعها فى أكوام وإمدادها بالقدر اللازم من مادة أزوتية سهلة الذوبان وحفظ الكومة مبللة بالقدر الكافى من الرطوبة اللازمة لاستمرار عملية الانحـــلال . وبما أن بعض الاحماض العضوية الطيارة هى إحدى نواتج الانحلال الأولى ، وبما أن حموضة البيئة قد تؤخر سير الانحلال فيحسن إضافة كمية من مادة قاعدية مثل مسحوق كربونات الجير بين طبقات الكومة أثناء بنائها مخلوطة مع المادة الأزوتية المستعملة .

وبما أن الكائنات التى تقوم بانحلال هذه المواد الكربوايدراتية فى التربة تحتاج لقدر مناسب من الأزوت الذائب فهى تأخذ حاجتها من النترات المتجمعة بالتربة ، ولذا فإن النترات الذائبة والصالحة لغذاء النبات حالا تتحول إلى صورة بروتوبلازمية غير ذائبـة فى أجسـام تلك الكائنات (وتعرف تلك العملية بتمثيل النـترات) ولا يستفيد النبات من ذلك الأزوت إلا بعد موت تلك الكائنات وانحـلال أجسامها بالتربة كبقية المواد البروتينية. وكثيراً ماشوهد ضعف واصفرار النباتات عند تسميدها بالأسمدة العضوية الحديثة مثل السبلة .

٢ — المواد الأزوتية

(١) انحلال البروتين ، عمليـة تكوين النشادر « النشدره » : يختلف مصدر هذه المادة فى التربة ، فهى إما أن تكون من أصل حيوانى مثل أجسام الحيوانات ومتخلفاتها أو الأسماك وبقاياها أو الديدان الارضية أو الحشرات أو غيرها أو تكون من أصل نباتى مثل جذور النباتات وبقـايا سوقها وأوراقها أو ما يضاف للتربة فى صورة أسمدة عضوية مثل السماد البلدى أو السـبلة أو غيرها ، ومهما اختلف مصدر المواد البروتينية فهى قابلة للانحلال بواسطة الكائنات الأرضية سواء أكانت من البروتوزوا أو من الفطر أو الخمائر أو البكتريا ، أو بعض الانزيمات .

وكان يقسم انحلال البروتين إلى نوعين هما «التعفن» المقرون بانبعاث الروائح الكريهة ولا يحصل الا تحت الشروط اللاهوائية «والانحلال» الذى يحصل مع عدم

ظهور روائح غير مقبولة وفى شروط هوائية إلا أن مثل هذا التقسيم لا يستند إلى أساس علمى صحيح .

والأنواع البكتيرية التى تؤدى عملية انحلال البروتين كثيرة والظروف التى تلائمها متنوعة فمنها أنواع هوائية وأخرى لاهوائية ، وفى كلا القسمين أنواع متجرثمة وأخرى غير متجرثمة ، كما أن بعضها محب للحرارة والبعض الآخر محب للبرودة ، فكأن المواد البروتينية أينما وجدت وتحت أى شروط كانت لا تعدم الكائنات التى تعمل على انحلالها ، وهذا الانحلال يؤدى دائما إلى ظهور الأحماض الأمينية وتكون النشادر فى النهاية. وتقوم الكائنات بذلك العمل رغبة فى الحصول على احتياجاتها الأولية وعلى غذائها والمجهود اللازم لها ، غير أنه يبقى دائماً جانب من النشادر الزائدة يستفيد منها النبات ، على أنه إذا أضيفت للتربة مادة كربوايدراتية أو استعملتها تلك الكائنات كمصدر لمجهودها فلا تعمل على انحلال المادة البروتينية الأصلية إلا بقدر ما يلزمها من الأزوت فيقف بذلك ظهور النوشادر نظراً لتوقف عملية النشدرة الأصلية ولتحول تلك الكائنات الدقيقة من منتجة للنشادر إلى متغذية عليها شأنها فى ذلك شأن النباتات الراقية وهى تنافسها فى ذلك فعلا أشد منافسة .

(ب) تحول النشادر إلى أزوتات (التأزت) :

تتحول النشادر فى التربة إلى أزوتات (نترات) على درجتين بواسطة نوعين مختصين من البكتيريا ، فالدرجة الأولى هى أكسدة النشادر إلى أزوتيت ، ويقوم بها ميكروب خاص بيضى الشكل صغير الحجم اسمه Nitrosomonas والثانية أكسدة الأزوتيت إلى أزوتات ويقوم بها ميكروب آخر عضوى أصغر حجماً من الأول اسمه Nitrobacter وبما أن النشادر توجد فى التربة بكميات محسوسة فى حين أن أملاح الأزوتيت لا توجد عادة فى الأراضى الجيدة الصرف وإن وجدت فلا يكون ذلك إلا على حالة آثار ضئيلة ، وبما ان الأزوتات هى الصورة التى يوجد عليها معظم الأزوت المعدنى بالتربة فيستدل من ذلك على أن ميكروب Nitrobacter أكثر نشاطاً من الـ Nitrosomonas وأن البكتريا التى تقوم بعملية النشدرة هى أبطأ منهما فى عملها .

وكان يظن أن سير عمليتى التأزت لا يتم إلا إذا كانت النشادر على صورة

كربونات ، ولكنه ثبت أن التأزت يحصل فى أيونات الأمونيوم ، فإذا كانت المادة على صورة كربونات أو كبريتات أو كلورور أو نترات أو ادرات النوشادر فإن عملية التأزت تحصل فى جميعها على حد سواء وينتج عن عملية التأزت تكون مادة حمضية ، وبما أن حموضة البيئة لا تلائم نشاطها وسرعة سيرها فيتحتم إذاً وجود مواد قاعدية مثل كربونات الجير لتتحد مع ذلك الحمض الناتج مكونة نترات الجير . وبما أن البكتريا التى تؤدى هذا العمل هى من الأنواع الهوائية فان تشبع الأرض بالماء يعيق نشاطها ، وهى تقف وقوفا تاما عن العمل إذا تعرضت التربة للجفاف . وانخفاض الحرارة يقلل من نشاط تلك الكائنات لدرجة أن مقدار النشادر فى التربة يزداد عن المعتاد كثيراً كلما انخفضت درجات الحرارة شتاء .

(ج) اختزال النترات وعكس التأزت :

كما أن تهوية التربة تشجع عمليات الأكسدة فإن عدم توفر الشروط الهوائية يساعد نشاط عمليات الاختزال ، فإذا تعرضت التربة للرشح أو النشع أو الرى الغزير مدة من الزمن بحيث يقل أو ينعدم وجود الهواء بها نشطت الكائنات اللاهوائية فى عملها ، وبما أن كل الكائنات تحتاج حتما إلى جانب من الأكسجين فإنها تحصل عليه في هذه الحالة من اختزال الأملاح المعدنية وتحليل بعض المواد العضوية الموجودة بالتربة ، وفى حالة الاختزال تتحول الأزوتات إلى أزوتيت أو نشادر ، أما فى حالة عكس التأزت فإن النترات تتحول إلى أكاسيد أزوتية أو أزوت غازى ، وفى الحالة الأولى لا يحصل فقد مادى فى مقدار الأزوت ، وكل ما هنالك ان النترات القابلة للامتصاص المباشر تتحول تحولا وقتياً إلى صورة أخرى ولكنها سرعان ماتعود إلى حالتها الأولى عند تحسن ظروف التربة وتعرضها للتهوية . أما فى الحالة الثانية فإن الأزوت يفقد فعلاً بتسرب تلك الغازات إلى الجو .

ولا تحصل عملية الاختزال فى التربات الجيدة عادة نظراً لعدم توفر الشروط الملائمة لها ، وهى عدم وجود الهواء الجوى ووجود مواد عضوية سهلة الانحلال مع وفرة فى النترات وهى عين الشروط التى يفرضها تعرض التربة للتشبع بالماء .

ويلاحظ الفقد فى الأزوت غالباً فى أكوام السماد ، وفى الأراضى الغنية بالمواد العضوية ، أو عند تشبع الأراضى الزراعية بالماء . ويحصل ذلك الفقد عادة عن طريق

تحويل النترات إلى أكاسيد أزوتية أو إلى أزوت غازى ، وهو يلاحظ أيضاً إذا سمدت الأرض بمقادير وفيرة من المواد العضوية والنترات معاً فى وقت واحد ، ولكن فقد الأزوت من الأراضى الزراعية العادية على هذه الصورة بعيد الاحتمال.

٣ — تثبيت الأزوت الجوي فى التربة

قد أمكن أخيراً تثبيت الأزوت الجوى بالطرق الكيميائية الصناعية على صور مختلفة مثل النترات والنشادر والسيناميد والبولينا ، ولكن تثبيت الأزوت الجوى بواسطة الكائنات الأرضية الدقيقة يفوق ما يثبت بالطرق الكيميائية الصناعية من حيث المقدار المقرون بقلة نفقات الإنتاج ، فلكثير من الكائنات القدرة على تثبيت الأزوت الجوى ويحصل ذلك بطريقتين :

(١) بالبكتريا العقدية التى تعيش على جذور النباتات البقولية فى حالة تبادل النفع أو الاشتراك ، وقد عرفت علاقة العقد الجذرية بالمحاصيل البقولية منذ القدم ، كما عرف أثر زراعة تلك المحاصيل في زيادة الخصب وانتفاع ما يليها من المزروعات بالأزوت الذى خلفته بالتربة . ومن المعلوم ان لكل جنس من النباتات البقولية جنساً يقابله من البكتريا العقدية ويختص بالمعيشة على جذوره ، فالبكتيريا العقدية التى تعيش بالاشتراك مع جذور البرسيم لا تهاجم جذور الفول كما أن جذور الترمس لا تلائم معيشة البكتيريا العقدية الخاصة بالبسلة أو الفاصوليا مثلاً ، وقد شوهد أن زراعة محصول بقولى بأرض ما لأول مرة لا تصادف النجاح المنتظر عادة ، ولذا تتبع بعض الوسائل لعدوى تلك البذور بالبكتيريا الخاصة قبل زراعتها كأن تستعمل مستحضرات بكتيرية خاصة لإحداث تلك العدوى ، أو تنقل مقادير ملائمة من تربة عرفت بنجاح نمو ذلك المحصول فيها وتنثر على أرض الحقل المرادة زراعته ، فإذا ما نبتت تلك البذور هاجمت البكتريا المختصة شعيراتها الجذرية وكونت عليها العقد .

ولقد درست حياة ذلك الميكروب دراسة مستفيضة ، ومما هو معروف أنه يعيش فى التربة على حالة كروية ساكنة فإذا ما أحس بوجود الشعيرات الجذرية للنبات البقولى الملائم تكونت على جسمه أهداب تساعده على الحركة فى اتجاه تلك الجذيرات فيهاجم خلايا القشرة التى تبدأ بالانقسام السريع كما يتكاثر هو بداخلها وينشأ عن عمليتى تكاثر البكتيريا السريع فى داخل الخلايا وتعدد انقسام تلك الخلايا

تكون العقدة الجذرية ولكن الفائدة لاتتم إلا بعد إحاطة العقدة بأوعية جذرية دقيقه تنقل الغذاء الضرورى الذائب من أوعية النبات إلى البكتيريا كما تؤخذ من العقد الجانب الأكبر من الأزوت الجوى الذى سبق أن ثبتته البكتيريا فى أجسامها على صورة عضوية بسيطة التركيب .

وينتقل الجانب الاكبر من الأزوت الجوى المثبت على هذه الصورة فى النهاية إلى الحبوب إلا أن جزءاً منه يبقى فى السوق والاوراق ، وتستفيد الارض عادة من الجانب الباقى فى العقد الجذرية نفسها بعد انحلال تلك المادة البروتينية وتحول الازوت العضوى إلى نشادر فنترات ، بفعل البكتيريا الأرضية كما سبق .

(٢) بالكائنات التى تعيش معيشة حرة بالتربة :

يثبت الازوت الجوى بطريقة أخرى أقل وضوحاً للعيان من السابقة ، ولكنها تعم جميع الارض الزراعية وتستمر فى كل الازمان ويحصل ذلك بواسطة أنواع محدودة من الطحلب والفطر ، ولكن الانواع البكتيرية التى تؤدى ذلك العمل كثيرة منها :

(ا) أنواع تثبيت الأزوت فى الشروط غير الهوائية أهمها Clostridium Paa وهو لا يختلف كثيراً عن : B, amylobacter

(ب) وأخرى تحتاج لوفرة من الهواء أهمها : B, azotobacter

(ج) وقد درست أنواع أخرى كثيرة وجد أن لها القدرة على تثبيت الازوت الجوى بمقادير متفاوتة . ويقاس مقدار الأزوت الجوى المثبت عادة على أساس ما يضاف إلى البيئة من السكريات كمصدر للمجهود اللازم لتلك الكائنات ، ففى الحالة الأولى مثلا يتراوح مقدار ما ثبت من الأزوت من ٢ — ٦ ملليجرامات من الأزوت لكل جرام من السكر ، وفى الحالة الثانية وهى الأهم من ١٠ — ١٥ ملليجراما من الأزوت لكل جرام من السكر ، أما فى الحالات الأخرى فإن المقادير قليلة ومتفاوتة .

وقد لوحظ أن زيادة حموضة التربة أو قلويتها تؤدى إلى وقف نشاط تلك الكائنات التى تفضل مثل غيرها الشروط المتعادلة أو التى تقرب من التعادل .

ويثبت الأزوت الجوى فى أجسام تلك الكائنات على صورة بروتينية فلاتستفيد

منه النباتات إلا بعد موت تلك الكائنات وتحلل أجسامها بالتربة كأى مادة عضوية تستعمل فى التسميد .

٤ — التغيرات الخاصة بمركبات الكبريت :

يوجد الكبريت بالتربة على صور مختلفة ، فهو إما أن يكون على صورة عضوية داخلا فى تكون المركبات البروتينية نباتية كانت أم حيوانية ، وإما أن يكون على صورة معدنية مثل الكبريتات وكبريتور الايدروجين أو على صورة كبريت ويتحول الكبريت الموجود على صورة عضوية أثناء انحلال المركبات البروتينية إلى كبريتور الكربون .أما التغيرات البكتريولوجية التى تحصل فى المركبات المعدنية أو فى الكبريت عينه فتتوقف على نوعها وعلى الظروف السائدة فى التربة وهى إما أن تكون عمليات أكسدة أو عمليات اختزال .

(١) عمليات الأكسدة : هناك كائنات دقيقة لها القدرة على أكسدة كبريتور الإيدروجين الى كبريت ، وأخرى تؤكسد الكبريت إلى حامض الكبريت أهمها Thiobacillus thio-oxidans وتحمل هذا الميكروب للحموضة يدعو إلى شديد الدهشة حيث ظهر أنه يتحمل درجة تركيز حامض الكبريتيك التى توجد عادة فى محلول تقدر قوته بأكثر من عشر أساسى ويستفاد من نشاط هذه الميكروبات فى إصلاح الاراضى القلوية فى بعض الجهات خصوصا الولايات المتحدة الامريكية بإضافة مسحوق الكبريت لها حيث إن حامض الكبريتيك الناتج يعادل جانبا من تلك القلوية .

(٢) عمليات الاختزال : تختزل الكبريتات بواسطة بعض أنواع من البكتيريا أهمها :

Microspira desulphuricans ويحصل ذلك فى التربة غالبا تحت شروط غير هوائية ويعزى أكبر الفضل فى المعلومات التى جمعت عن هذا الموضوع للأبحاث التى عملت فى هولندا ، وذلك لأهميته بالنسبة لجانب كبير من أراضى تلك البلاد التى أصلحت .

وتتحول الكبريتات بالاختزال الى كبريتور ، وهذا يتحد مع مركبات الحديد مكونا كبريتور الحديدوز والذى يكسب التربة لونا أزرق مائلا للسواد ، وتشاهد تلك

الظاهرة دائما فى الاراضى الغدقة عند شق المصارف بها أو عند حفر الترع أو الآبار وتتميز بانبعاث الرائحة الكريهة الخاصة بكبريتور الإيدروجين .

ولهذه الظاهرة علاقة بتكون كربونات الصودا بالأراضى الزراعية حيث إنه عند اختزال الكبريتات الموجودة على صورة كبريتات الصودا التى توجد عادة فى مياه الرى تتحول الى كبريتور إيدروجين وتتحد بالحديد ، أما ايونات الصودا فتتحد مع ثانى أوكسيد الكربون الناتج عن النشاط البكتريولوجى الذى تلائمه تلك الشروط غير الهوائية مثل انحلال المواد العضوية واختزال النترات والكبريتات وغيرها فينشأ عن ذلك الاتحاد تكون كربونات الصودا بالتربة ولاشك أن لهذه العملية شأناً فى تكوين الأراضى القلوية بمصر .

٥ — تغيرات أخرى ثانوية

هناك تغيرات أخرى ثانوية تحصل بفعل البكتريا الأرضية مثل أكسدة أملاح كربونات الحديدوز والمنجنيز ، وانحلال البروتين النووى الذى ينشأ عنه تحول الفسفور العضوى إلى فسفات معدنية .

أثر بعض العمليات الزراعية فى حيوية التربة

١ — التسميد : الغرض الأساسى من استعمال الأسمدة الكيميائية هو امداد النباتات بالغذاء اللازم لها ، إلا أنه تشاهد دائماً زيادة كبرى فى عدد الكائنات الأرضية الدقيقة عقب التسميد .

وكذلك تسبب الأسمدة العضوية زيادة عامة فى عدد تلك الكائنات ، ولكن بما أن المواد العضوية ستتحلل بالتربة فإن سير انحلالها يتوقف على تركيبها وعلى نسبة الكربون إلى الأزوت فيها فإن كانت تلك النسبة واسعة شجع ذلك عمليات انحلال السليولوز أولا فيزداد عدد الفطر والبكتيريا التى تؤدى ذلك العمل حتى تضيق النسبة فتنشط من ثم عمليات النشدرة والتأزت ، أما إذا كانت النسبة ضيقة مبدئيا فتقوم البكتريا فورا بتحويل الأزوت العضوى إلى نشادر وتتحول هذه إلى نترات بفعل بكتيريا التأزت .

٢ — الخدمة الزراعية : أهمها عمليات الحرث والعزق ، وهى تساعد على

التهوية فتنشط عمليات الأكسدة المختلفة التى تعمل على سرعة تحلل المادة العضوية بالتربة فتزداد قدرة الأرض على إنتاج النترات .

٣ — الرى : كما يحتاج النبات للماء كذلك تحتاج الكائنات الدقيقة لنسبة خاصة من الرطوبة ، ولذلك يساعد الرى على زيادة النشاط الحيوى بالتربة .

٤ — الصرف : بما أن غدق التربة يسبب نشاط عمليات الاختزال وهى فى مجموعها تعد ضارة بالنبات كما هى ضارة بالصفات الطبيعية الكيميائية للتربة فإن الصرف يزيل ذلك الأثر الضار ويشجع العمليات البكتريولوجية التى تؤدي إلى زيادة الغذاء النباتى وتحسن الخواص الطبيعية للتربة .

٥ — الشراقى : تتعرض التربة للجفاف مدة الصيف فترة من الزمن تعرف بالشراقى كما تتعرض للجفاف أيضاً عندما تترك الأرض بورا بين محصول وآخر . وفى أثناء ذلك تقل نسبة الرطوبة بالتربة إلى حد كبير ويحصل انكماش فى أجزائها تنشأ عنه شقوق قد تكون غائرة كما هو الحال فى أرض الحياض صيفاً أو قليلة الغور فى غيرها ، ولكنها تساعد على التهوية وأكسدة بعض مركبات التربة العضوية والمعدنية ، مما يحسن من خواص التربة الطبيعية الكيميائية ويزيد فى قدرتها على إنتاج الغذاء الصالح للنبات ، وتشاهد دائماً زيادة مطردة فى مقادير الأزوت الموجود بالتربة على صورة نشادر ونترات أثناء تعرض التربة للجفاف سواء أكان ذلك بالحقل أم عند تجفيف التربة صناعيا بالمعمل ، وبما أنه لا يمكن أن تكون هذه الزيادة نتيجة لنشاط بكتريولوجى بالنسبة لقلة الرطوبة عن الحد الملائم لنشاط تلك الكائنات ولا سيما أن عددها ينقص إلى ٥ — ١٠ ٪ من العدد الموجود فلا بد أن يكون تجمع الأزوت على تلك الصورة راجعاً لعمليات كيميائية لا دخل للكائنات الأرضية فيها .

وقد حاول كثير من المشتغلين بالأبحاث الميكروبيولوجية التفرقة بين الوسيلتين اللتين تنشأ عنهما تلك الزيادة فى مقادير الأزوت الصالح وهما :

١ — عملية التأزت البكتيريولوجى وتقوم بها البكتريا الأرضية .

٢ — العمليات الكيميائية التى تحصل أثناء الجفاف — وقد أراد بعضهم أن يفسرها على أساس نظرية ضوئية اطلقوا عليها اسم « التأزت الكيميائى الضوئى »

ولكن الحقائق العملية لا تؤيد تلك النظرية الضوئية (النشرة الفنية رقم ٢٢٢)

ولقد أجريت تجارب زراعية لقياس أثر تعرض الأرض للشراقي أو الجفاف قبل الزراعة ، ودلت تلك التجارب الحقلية على زيادة كبرى فى الأزوت الصالح قدرت بأكثر من شوال من النترات للفدان ، وكذلك قدر الأزوت فى قطعتين من الأرض بمزرعة الجيزة على فترات أسبوعية مدة الصيف وكانت إحداها مزروعة برسيما والأخرى قمحا وشوهدت زيادة مطردة فى مقادير الأزوت فى كلتا الحالتين ولكنها كانت فى حالة الأرض عقب البرسيم ضعفها فى نظيرتها بعد القمح ولا شك أن ذلك راجع إلى طبيعة بقايا العقد الجذرية ومتخلفات جذور البرسيم الغنية فى المواد البروتينية (راجع النشرتين الفنيتين ١٥٢ ، ٢٢٢) .

وهناك جزء من الأزوت الأرضى سمى « بالأزوت القابل للانحلال المائى » وهو ما يستخلص من التربة عند معالجتها بحامض الكبريتيك المخفف (عشر أساسى) وبالحرارة تحت ضغط جوى واحد لمدة نصف ساعة ، وهو يشمل المركبات الأزوتية العضوية البسيطة التركيب مثل الامينات والأحماض الامينية وغيرها ، وقد وجد أن هـذا الجزء يتزايد تحت تأثير تعرض التربة للشراقى أو للجفاف ، وهو أول المركبات الأزوتية وأسرعها ، فى التحول إلى نترات بفعل بكتيريا التأزت عند عودة النشاط الحيوى للتربة بعد إمدادها بالرطوبة الكافية ، ولاشك أن ذلك هو أهم أسباب زيادة قدرة الأرض المجففة على سرعة إنتاج النترات بعد ترطيبها بالماء .

وتظهر بالأسواق بين آن وآخر مستحضرات بكتيريولوجية تحت أسماء متنوعة ويدعى مروجوها أن لها القدرة على زيادة غلة الأرض إذا نثر منها قدر ضئيل فوق سطح التربة أو خلط بماء الرى أو إذا نقعت البذور فى محلولها قبل الزراعة أو غمست فيها جذور الشتلات قبل وضعها فى الأرض ، غير أن هـذه الادعاءات لا تستند إلى أساس صحيح ولا يؤيدها المشتغلون بالأبحاث البكتيريولوجية الزراعية ولعل فى هذا الكفاية لتحذير الزراع من الانفاق فيما لا نفع فيه .

والمستحضرات الوحيدة التى تعد نافعة هى مزارع بكتيريا العقد الجذرية ، وهذه تحضر خصيصاً لإحداث العدوى على جذور أصناف خاصة من المحاصيل البقولية.