

عوامل التربة الخفية

حبيبات صلبة متفتتة وغير متفتتة . . . مواد عضوية متحللة وغير متحللة . . . ماء حر طليق وماء مقيد . . . مواد مترسبة وأخرى ذائبة وثالثة لا هي بالمترسبة ولا هي بالذائبة . . . تكون في مجموعها مهدها صالحا لانبات البذور وبدء الحياة النباتية على الأرض واستمرار نموها تحت سطح الأرض وفوقها ، كما تكون بيئة مناسبة لمعيشة أنواع من الحيوانات ، والكائنات الدقيقة التي لا نراها إلا بقوى تكبيرية تساعدنا على ذلك .

التربة الزراعية هي الطبقة السطحية المفككة من القشرة الأرضية التي أصبحت بفعل عوامل التعرية صالحة لحمل النباتات ميكانيكا ، واعالتهها غذائيا . التربة الزراعية ليست جمادا بحتا ، بل هي في الحقيقة تعول وتأوى حياة نشطة صاخبة . التربة الزراعية تتكون من خمس مكونات . . . مركبات معدنية . . . مركبات عضوية . . . مياه . . . هواء . . . تلك مكونات أربع ، عليها تعيش خامسة المكونات ؛ الكائنات الحية . تشغل الكائنات الحية حيزا صغيرا من التربة لا يتعدى الجزء من المائة من حجم التربة . ورغمما من قلة الحيز الذي تشغله الكائنات الحية في التربة إلا أن هذه الكائنات ذات أهمية بالغة ، فهي التي تحدد خصوبة التربة وإمكانياتها في إنتاج المحاصيل المختلفة ، وعموما فالترربة عالية الخصوبة تحتوى على أعداد من الكائنات الدقيقة تفوق كثيرا أعداد مثيلاتها التي توجد في التربة الأقل خصوبة .

لنتعمق قليلا فى التربة الزراعية حيث الظلام دامس . . لا فرق بين ليل أو نهار . . . السكون والهدوء هو انطباعنا الأول عن تلك البيئة الخفية عنا . . . الحياة لا نلمسها إلا فى جذور نباتات تشق طريقها بين حبيبات التربة ، إلى أسفل وجانبيا ، وفى بذور النباتات التى تثبت فيها طريقه بقوة إلى أسفل وإلى أعلى ، وفى بعض القوارض مثل الجرذان التى تحفر فى الأرض أنفاقا ، وفى بعض الحشرات والديدان التى تتجول بسهولة فى ظلام باطن التربة .

تلك حياة ظاهرة واضحة ، لسنا فى مجال الحديث عنها . . . إنما حديثنا الليلة عما خفى عنا . . . عن حياة غنية غزيرة . . . عن عوالم ضخمة صاخبة ، تعيش حول تلك الحبيبات الصلبة ، أو بين جزيئات المادة العضوية ، أو فى ماء التربة أو هوائها ، أو تعيش مع أحياء التربة الأخرى من حيوانات ونباتات ، متطفلة عليها أو مترمة على فضلاتها ومخلفاتها أو متعاونة معها . تشتمل تلك العوالم الخفية على ملايين الملايين من الأفراد ، التى قد تصنف بعضها نباتات ويصنف البعض الآخر ضمن الحيوانات ، ويقع البعض بين هذا وذاك ، البعض يعتبره نباتات والبعض يعتبره حيوانات . تتنافس تلك الأحياء الدقيقة فيما بينها . . . تتنافس على المكان . . . تتنافس على الغذاء . . . تتنافس على الهواء ، كما يتعاون البعض مع البعض الآخر فى سبيل حل مشاكل الحياة فيما بينها .

من الكائنات الخفية التي تعيش بالتربة ما تتصف بالانطواء ، فهي
فى عزلة عن غيرها . . . ترضى بالقليل من الرزق وتبتعد عن
المجتمعات . . . ومن هذه الكائنات ما يأخذ الحياة من غيره ، فيقتل
ليعطى لنفسه فرص الحياة ، ومنها ما لا يرضى لغيره أن يعيش معه
. . . يقتل استهتارا بغيره وإظهارا لقوته وجبروته .

فى الصفحات القليلة القادمة محاولات لالقاء بعض الضوء على
بعض جوانب حياة البعض من تلك الكائنات .

بكتيريا التربة

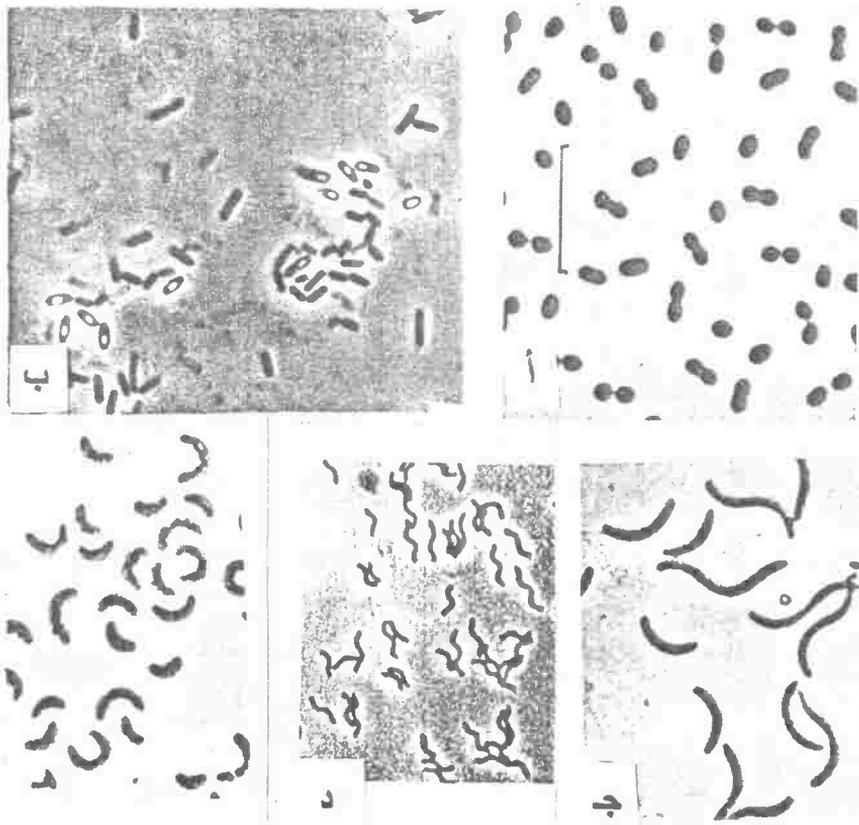
كائنات دقيقة ، غاية في الدقة ٠٠٠ إلى عهد قريب كانت تعتبر أصغر الكائنات الحية ، حتى إكتشفت قوى التكبير الإلكترونية فإكتشفت أحياء أصغر من البكتيريا .

تتراوح أقطار البكتيريا عادة ما بين ١ - ٢ ميكرون . ولكي نتصور أحجام البكتيريا نتخيل أننا رتبنا أفراد بكتيريات كروية الشكل قطر الواحد منها ميكرون واحد ، في صف واحد يتراص أفراده جنبا إلى جنب بطول متر واحد لوجدنا أن هذا العدد يصل إلى مليون مليون فرد . أما إذا ملأنا إناء سعته لتر واحد لاتسع لعدد من تلك البكتيريا يصل إلى مليون مليون فرد ، وهو رقم يتضاعف بجانبه تعداد البشر على سطح الكرة الأرضية .

تتكون البكتيريا من خلية واحدة تقوم بكل وظائف الحياة من نمو وتنفس وإخراج وتكاثر . تختلف البكتيريا في الشكل فمنها الكروي ومنها العصوى ومنها الحلزوني ومنها الخيطي .

تتكاثر البكتيريا بتكرار نفسها ذاتيا ، مختلفة في ذلك عن كثير من الكائنات الحية الأخرى ٠٠٠ البكتيريا الناتجة عن التكاثر هي نسخة طبق الأصل من نفس البكتيريا الأم ٠٠٠ والبكتيريا الابن هي جزء من البكتيريا الأم ونسخة منها ، أي أنها نسخة من نفسها .

كيف يحدث هذا ؟ وكيف يكون الكائن الحي نسخة من نفسه ؟



شكل ٣ : بعض أشكال من البكتيريا
 أ - بكتيريا كروية .
 ب - بكتيريا عضوية .
 ج ، د ، هـ - أنواع من بكتيريا حلزونية .

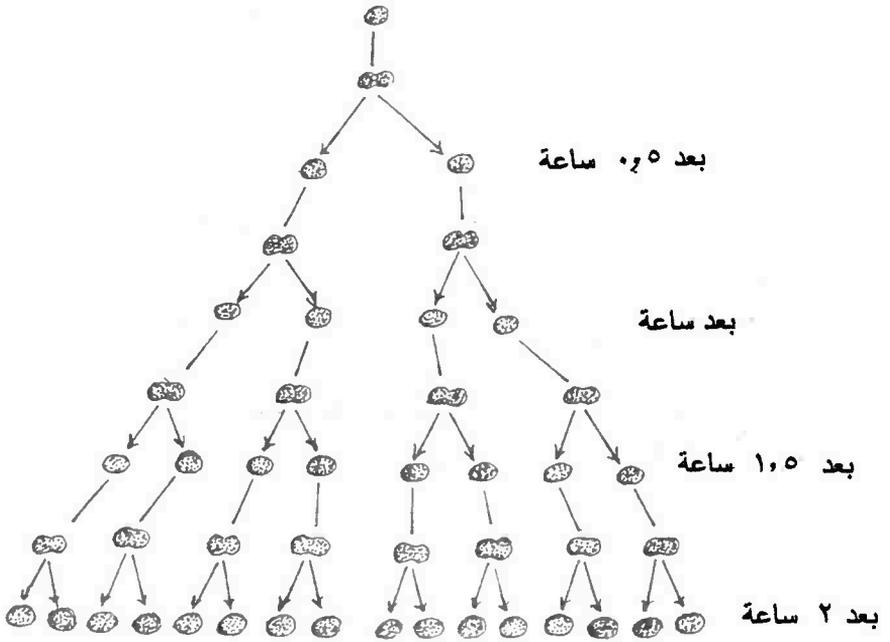
كون البكتيريا المتكونة نسخة من نفسها تعبير عن عدم انفصال شخصية الأبناء عن شخصية الآباء . . . لا يحدث هذا فى الإنسان أو فيما يقع تحت أبصارنا من كائنات حيوانية حية * ، ففيها توجد للأبناء شخصية وتوجد للأبناء شخصية أخرى مستقلة عن شخصية آباءهم ، وقد يكون الشبه بينهما كبيرا ونادرا ما يكون الشبه بينهما تاما .

تتكاثر البكتيريا بتكرار نفسها ذاتيا بمعنى أن الأبناء لا ينتجوا من آباء بل ينتجوا من أنفسهم ! هذا هو وجه الاختلاف ، بل وجه الغرابة بالنسبة لغيرها من الكائنات ، فشخصية الآباء قد ذابت فى شخصية الأبناء ! فلا يوجد هذا الانفصال المعروف بين شخصية الأم وابنها فالابن فى البكتيريا هو جزء من الأم . . . ولا وجود للآباء معا واجتماعهما من المستحيلات . يتم التكاثر فى البكتيريا بانقسام الخلية المكونة لها إلى خليتين منفصلتين، مما يعنى أن الأم أصبحت ابنتين . . . فالأم فى البكتيريا لا تنتج أبناء بل تصبح هى ابنتين .

يستمر تتاسخ الآباء فى الأبناء جيلا بعد جيل ، فلا يموت الآباء بل تنتقل حياتهم إلى الأبناء ، فلا يمكن للآباء أن يروا أبناءهم . . . ولا يمكن للأبناء أن يتقابلوا مع آباءهم .

كذلك فان بداية الحياة ونهايتها وتقدير أعمار البكتيريا يختلف عن غالبية الكائنات الحية الأخرى . . . فالحياة فى معظم الكائنات الحية تبدأ عادة بالإخصاب وتكوين الجنين وتنتهى بموت الكائن الحى ، ويبدأ تقدير عمر الحيوان ابتداء من مولده أو من فقس البيض ، ويبدأ تقدير عمر النبات بدءا من إنبات البذرة ، وينتهى عمر الحيوان أو النبات بالموت .

* يستثنا من ذلك ما أثبتته العلم الحديث من امكانية استساخ بعض الثدييات معمليا وليس طبيعيا .



شكل ٤ : تكاثر البكتيريا بتكرار نفسها ذاتيا فتصبح البكتيريا الواحدة بكتيريتين
وهكذا تصل في الجيل الرابع الى ستة عشر بكتيريا .

أما في البكتيريا فإن الحياة فيها مستمرة ليس لها بداية ، فحياة الابن هي استمرار لحياة الأم ، إلا أن حياة الفرد تعتبر بدايتها عند نهاية تجزؤ الفرد إلى فردين وتعتبر نهايتها عندما يتم انقسام الفرد الجديد إلى فردين . وكما أن الحياة في البكتيريا مستمرة ، ليس لها بداية لعدم وجود الفصل بين الفرد وأمه فهي كذلك ليس لها نهاية مادامت الظروف ملائمة للحياة ومواتية للنمو والانقسام ، فليس هناك موت طبيعي للأفراد لكن قد يحدث الموت وتأتي النهاية لأفراد البكتيريا إذا ما تعرضوا لظروف قاسية جدا لا تحتملها حياتهم وقد تتحمل بعض أفراد البكتيريا تلك الظروف القاسية إذا كانت لتلك البكتيريا القدرة على تغليف نفسها بجدار سميك يحميها ويعصمها من الظروف القاسية الطارئة ، فتمكث البكتيريا داخل حوصلتها في حالة راحة لفترة تطول أو تقصر متوقفة على استمرار هذه الظروف أو زوالها فإذا مازالت تلك الظروف خرجت البكتيريا من توقعها واستعادت نشاطها وعادت إلى نموها وتكرار نفسها ذاتيا ، تعيش البكتيريا في التربة كما تعيش في أوساط كثيرة أخرى ، فإذا ما توفر الغذاء وتلاءمت كافة الظروف مع متطلبات حياتها فإنها تتكاثر وتكرر نفسها بسرعة عجيبة قد تصل إلى مرة كل نصف ساعة فتزداد أعدادها مع مرور الزمن إلى أرقام خيالية في الضخامة ، فالخلية الواحدة تصبح اثنين بعد نصف ساعة ، ويصير العدد أربعاً بعد ساعة ، ويصبح ستة عشر بعد ساعتين ، ويصل إلى أربع وستين بعد ثلاث ساعات وهكذا يستمر التكاثر والتناسخ والزيادة العددية ليصل إلى أكثر من أربعة آلاف بعد ستة ساعات ثم ١٦ مليون بعد نصف يوم ثم ٢٥٦ مليون مليون فرد بعد مرور يوم واحد . وقد قدر العلماء أن البكتيريا الناتجة عن تكاثر بكتيريا واحدة لمدة ثلاثة أيام إذا حافظت على سرعة تكاثرها فإن أوزانها سوف يزيد عن وزن الكرة الأرضية*

* وزن الكرة الأرضية حوالي ٦٥٨٠ مليون مليون مليون طن .

لا يستمر تكاثر البكتيريا دوماً بالسرعة السابقة ، إذ أنه بعد فترة من الانقسام يقل الغذاء وتكثر المخلفات الضارة فتقل سرعة الانقسام تدريجياً حتى تتوقف ٠٠٠ وقد تصبح الظروف قاسية فيموت البعض وتتناقص الأعداد ، ولولا ذلك لأصبحت البكتيريا منافساً قوياً للكائنات الحية الأخرى فتستولى على الغذاء كله وتشغل الفراغ كله ولا يتبقى لغيرها من الكائنات غذاء تعيش عليه أو مكان تسكن فيه .

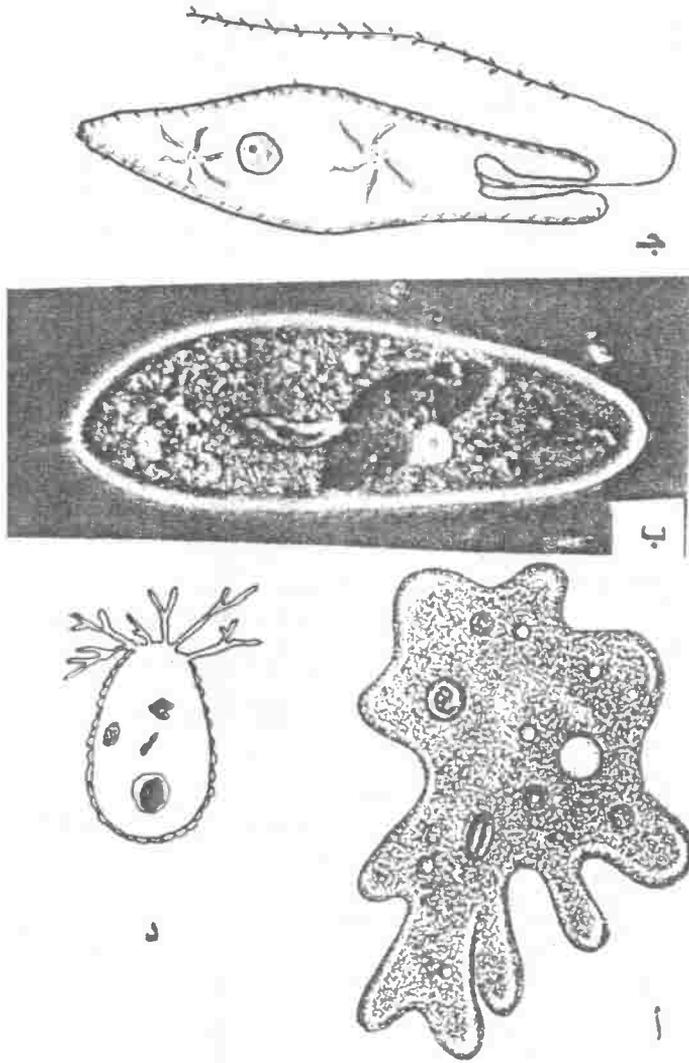
الميكروبات * السائدة في أرض معينة بما في ذلك البكتيريا تختلف من وقت إلى آخر ، عدداً ونوعاً ، يتوقف ذلك على الظروف البيئية السائدة وبخاصة نوع الغذاء المتوفر . إضافة مواد عضوية إلى التربة يؤدي إلى نشاط بعض أنواع من الميكروبات وتزايد أعدادها بدرجة كبيرة ، محللة تلك المادة العضوية إلى درجة معينة ، بعدها تقل أعدادها إما نتيجة لنفاذ أو قلة غذائها الأساسي أو نتيجة لتجمع نواتج نشاطاتها الضارة بها . عند هذه المرحلة تزايد أعداد ميكروبات أخرى تتلاءم مع نواتج نشاطات الميكروبات الأولى ، ومحدثة تغييرات جديدة في التربة ، تصبح بعدها التربة ملائمة لمجموعة أخرى من الميكروبات ٠٠٠ وهكذا يتوالى التغيير في سكان التربة من الميكروبات حتى تصل المادة العضوية إلى درجة من التحلل لاتصلح بعدها غذاء لمعظم الميكروبات وتعرف المادة العضوية في حالتها الأخيرة بالدبال . تبقى الميكروبات بالدبال في حالة من التوازن في انتظار إضافات عضوية جديدة تتلاءم مع نشاط السكان الأول فتعود الحياة سيرتها الأولى .

* يقصد بالميكروبات كافة أنواع الكائنات الدقيقة التي لا ترى إلا بالمجهر .

بكتيريا التربة والبروتوزوا

من الميكروبات التي تعيش في التربة وتتحكم كثيرا في تحديد أنواع البكتيريا التي تعيش بها ، كائنات حيوانية ميكروسكوبية وحيدة الخلية تتحرك بأهداب أو أسواط أو بتموج أجسامها بطريقة هلامية غير منتظمة تعرف بالحركة الأميبية . هذه الكائنات الحيوانية الدقيقة تعرف بالبروتوزوا protzoa . من تلك الكائنات الحيوانية الدقيقة التي تعيش في التربة والمياه الراكدة الأميبا *Amoeba* والتي تتحرك بأقدام كاذبة تنتج عن اندفاع أجزاء من خليتها للخارج ، ومنها الباراميسيوم *Paramecium* والذي يتحرك بأهداب دقيقة بجسمه ، ويوجلينا *Euglena* التي تتحرك بسوط واحد طرفي أمامي ينشأ من داخل المرء . الكثير يعتبر يوجلينا ضمن الطحالب وذلك لاحتواء جسمها على بلاستيدات خضراء ، إلا أنها إذا عاشت بعيدا عن الضوء لعدة أجيال فإنها تفقد نهائيا تلك البلاستيدات الخضراء ولا تعود لتكوينها بعد ذلك إذا توفر لها الضوء . تصبح يوجلينا في الظلام شبيهة ببروتوزوا أخرى تسمى أستاسيا *Astasia* . لهذا فان علماء التقسيم يعتبرون يوجلينا حلقة اتصال بين النباتات والحيوانات .

سبق أن أوضحنا أن أعداد البكتيريا إذا استمرت في التكاثر دون ما عائق يحد من تكاثرها فان أعداد أفرادها قد يصل إلى أرقام خيالية في زمن قصير لدرجة قد تصبح معها تلك البكتيريا منافسة قوية لغيرها من الأحياء . لكن الواقع الملموس يبين لنا أن البكتيريا تعيش في التربة في حالة توازن مع غيرها من كائنات التربة الأخرى ، فأعدادها تتراوح بالتربة الزراعية الجيدة الخصوبة ما بين مائة مليون إلى بليون فرد لكل سنتيمتر مكعب من التربة .



شكل ٥ : أنواع من البروتوزوا

١ - أميبا ب - باراميسيوم ج - يوجلينا د - يوجلينا

وتقدر أوزان البكتيريا الحية الموجودة بالطبقة السطحية من التربة حتى عمق ثلاثين سنتيمترا من مساحة هكتار من الأراضي الزراعية بحوالي ٣٦٠ إلى ٣٦٠٠ كيلوجراما (١٥٠ - ١٥٠٠ كجم / فدان) ، وتشغل هذه الكمية من البكتيريا حيزا قدره جزء إلى عشرة أجزاء من كل عشرة آلاف جزء من وزن التربة ، وتقل أعداد البكتيريا كلما تعمقنا فى التربة ، وحديثا وجدت بعض الميكروبات الحية فى قطع صخرية على عمق ٤٠٠ متر من سطح الأرض .

تعتبر البروتوزوا من العوامل الهامة التى تعمل على تثبيت أعداد البكتيريا بالتربة ، فتغذية البروتوزوا تعتمد على البكتيريا حيث تلتهم منها أعدادا كبيرة بشراهة ، فقد وجد أن فردا واحدا من أحد أنواع البروتوزوا المعروفة باسم يوجليفا *Euglypha* تحتاج لكى تكمل نموها وقبل أن تنقسم إلى أعداد ضخمة من البكتيريا تلتهمها ، وتقدر تلك الأعداد بحوالى أربعين ألفا . تلتهم تلك البروتوزا أنواع من البكتيريا غير الملونة بشهية، مفضلة إياها على البكتيريا الملونة . تمتاز يوجليفا بأنها تتحرك بأقدام كاذبة رفيعة جدا متفرعة قرب أطرافها وأن لها هيكل كلسى .

الاستنساخ فى الكائنات الدقيقة

كثرت الحديث وإحتدم النقاش بين رجال الدين والفكر والعلماء ، فى هذه الأيام حول الاستنساخ بين الكائنات الحيوانية الثديية بعد أن نجح بعض علماء الغرب فى إستنساخ النعجة المسماة دوللى وكذلك فى الحصول على قردين مستسخين . وفى حالة النعجة دوللى فقد تم الاستنساخ بالحصول على خلية حية من ضرع نعجة فنلندية وضعت فى بويضة نعجة إسكتلندية بعد نزع نواتها ثم زرعت فى رحم نعجة إسكتلندية أخرى . نمت البويضة وأصبحت نعجة مستسخة من النعجة الفنلندية تمت ولادتها فى يوليه ١٩٩٦ .

يقصد بالاستنساخ الحصول على كائن حى من كائن حى آخر دون سابق تزاوج بين أبوين ، وذلك عن طريق تنمية خلايا مفصولة من كائن حى للحصول على نسخة طبق الأصل من الكائن المانح لبعض خلاياه . ثارت الضجة حول الاستنساخ خوفا من تطبيقها على الإنسان وما قد يترتب على ذلك من عواقب وخيمة دينية وأخلاقية واجتماعية .

الحقيقة أن الاستنساخ البيولوجى ليس بالكشف الحديث . . . ذلك أنه معروف من قديم الزمان فى عالم الزراعة عندما إستخدمت ، ولا زالت تستخدم ، أجزاء من بعض النباتات ، غير البذور ، فى إنتاج نباتات جديدة شبيهة بالأصل ، وذلك كما فى حالات الزراعة بالعقل أو الدرنات أو الكورمات أو الأبصال ، ويحدث ذلك عند زراعة قصب السكر والبطاطس وكثير من أشجار الفاكهة ونباتات الزينة . الحديث فى

الاستنساخ النباتى هو إمكان إحداثه من خلية واحدة أو عدد محدود من الخلايا تستخدم فى إنتاج نباتات كاملة شبيهة تماما بالنبات الأصيلى وهو ما يعرف بزراعة الأنسجة .

بالنسبة للكائنات الدقيقة نجد أن الاستنساخ فى كثير منها هو الوسيلة الوحيدة لتكاثرها ، وذلك ما شرحناه سابقا عند الحديث عن التكاثر فى البكتيريا (شكل ٤) ، حيث نجد أنه لا يحدث تزاوج بين أفرادها إلا فى النادر من الحالات ، وأن أفراد أجيالها المتتالية تتشابه تشابها كبيرا . الاستنساخ بين الكائنات الدقيقة ليس قاصرا على البكتيريا ، ولكنه يحدث فى كثير من الطحالب الوحيدة الخلية كطحلب كلوريللا (شكل ١٣) ، وكثير من الكائنات الحيوانية الدقيقة كالأميبيا والبراميسيوم (شكل ٥) .

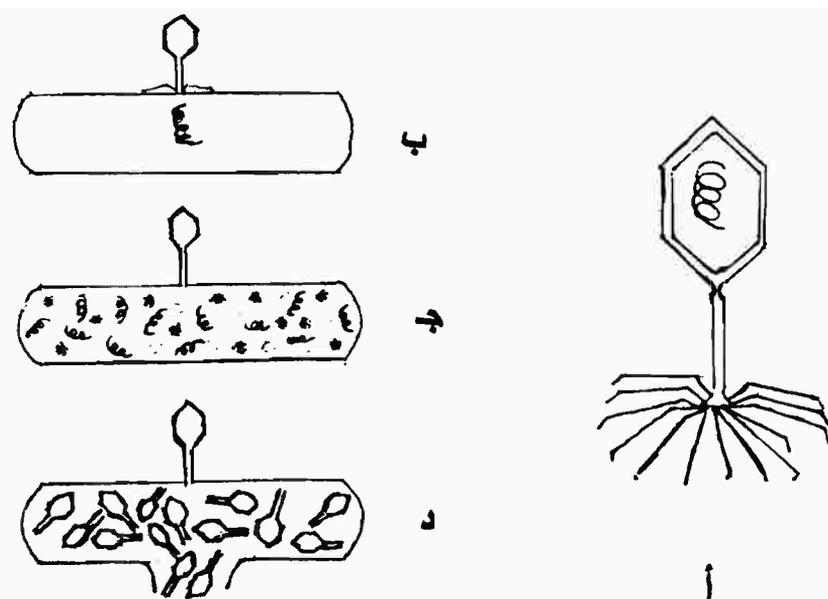
الفيروسات وهى كائنات حية أصغر كثيرا من البكتيريا ، تتكاثر جميعا بالاستنساخ ، وهى تختلف فى وسيلتها للاستنساخ عن غيرها من الكائنات الحية كبيرها ودقيقها ، فاستنساخ النباتات والحيوانات يتم عن طريقة فصل أجزاء منها ، ثم تنمية الأجزاء المفصلة للحصول على كائنات شبيهة بالكائنات الأصلية ، والاستنساخ فى البكتيريا وبعض الطحالب والفطريات والبروتوزا الوحيدة الخلية يحدث بانقسام الكائن الحى جزئى متشابهين ، ينمو كل منهما إلى كائن جديد شبيه بالكائن المنقسم . أما الاستنساخ فى الفيروس فلا يتم باستقطاع جزء من الفيروس ثم نموه إلى فيروس جديد ، ولا يحدث بانقسام الفيروس إلى جزئين ، ولكنه يحدث ، كما يتصوره البعض فى أفلام الخيال العلمى ، بأن يدخل الفيروس خلية كائن حى آخر يناسبه . فيحتله متوليا القيادة الوراثية الجديدة للخلية فيصدر لها تعليمات ملزمة بعمل نسخ عديدة منه مستخدما فى ذلك أنزيمات الخلية المحتلة ومادتها الحية ، ولنشرح ذلك بالنسبة بالفيروس المعرف بالبكتريوفاج الذى يهاجم البكتيريا .

فيروس البكتيريوفاج له شكل مميز فهو ذو رأس يتكون من الحمض النووي DNA * محاطا بغلاف بروتيني مزلع ، ويتصل الرأس بساق ضيقة تعمل كإبرة المحقن يخرج من طرفها الحر خيوط دقيقة أشبه بأرجل العنكبوت . لا يستنسخ الفيروس عندما يكون بعيدا عن عائلته ، ولكنه يمارس الاستنساخ عندما يصل إلى البكتيريا المناسبة ، عندئذ يلتصق طرف ساقه الحر بجدار الخلية البكتيرية ، ثم يثبت نفسه بواسطة خيوطه الدقيقة ، ثم يحدث بطرف ساقه ثقباً في جدار الخلية البكتيرية ، يعقب ذلك إندفاع الحمض النووي الفيروسي من رأس الفيروس ، ماراً خلال الساق ، إلى المحتوى الحى للبكتيريا المهاجمة يصدر الحمض النووي الفيروسي أمره الأول بإيقاف إنتاج بروتينات البكتيريا ، ثم يصدر أمره الثانى بالاستنساخ بسرعة فائقة يبدأ التنفيذ ، فتكون الخلية البكتيرية كميات من الحمض النووي الفيروسي وكميات مناسبة من بروتين تغليف الحمض النووي الفيروسي ورؤوس فيروسية جديدة ، وسيقان فيروسية وخيوط عنكبوتية جديدة ، ويستمر ذلك حتى تستهلك الخلية فى تكوين مستلزمات النسخ ، عندئذ يبدأ التجميع فتغلف الأحماض النووية الفيروسية ببروتينات الأغلفة وتلتصق الرؤوس والسيقان والخيوط ، ثم يصدر الأمر الأخير بالخروج فتقرز الخلية انزيمات تتلف وتمزق جدار البكتيريا ينفجر جدار الخلية البكتيرية ، ويخرج منها عدد يصل إلى مائة نسخة من الفيروس المهاجم خلال زمن يقل عن ثلاثين دقيقة من بدء الهجوم ، يمكن لكل منها أن يعيد الهجوم السابق على خلية بكتيرية سليمة ولك أن تتصور العدد الهائل الذى يمكن أن يتكون

* الحمض النووي DNA (deoxyribonucleic acid) هو المكون للمادة الوراثية للكائنات الحية .

خلال وقت قصير ، وكذلك مدى ضآلة حجم الفيروسات التي تتكون داخل خلية بكتيرية لا يتعدى قطر الواحد منها ميكرونا (١٠٠١ ملليمتر) ، حيث نجد أن قطر رأس الفيروس ١٢٠ ملليمكرون * وطول ساقه ١٥٠ ملليمكرون وقطره ٦ ملليمكرون . في بعض الحالات ، يلتحم DNA الفيروس المهاجم للبكتيريا مع DNA البكتيريا المهاجمة ، ولا يحدث إستساخ للفيروس داخل البكتيريا ولا تموت الخلية البكتيرية ولكن طبيعتها قد اختلفت ، فنوعيات بروتيناتها قد تأثرت بجينات الفيروس . تنقسم البكتيريا المهجنة بالفيروس وتتوالى إنقساماتها بعد أن إكتسبت خواصا جديدة . يحدث مثل ذلك في بعض الفيروسات المسببة للسرطان في الحيوانات ، حيث يندمج DNA الفيروس مع DNA الخلية المهاجمة التي تتغير طبيعة نشاطها فإذا كان التغيير خبيثا أدى ذلك إلى تكوين الورم السرطاني .

* الملليمكرون = جزء من مليون من الملليمتر .



- شكل ٦ : الاستساخ في فيروس البكتيريوفاج .
- أ - فيروس البكتيريوفاج مكبر حوالى مائة ألف مرة .
 - ب - التصاق الفيروس بخلية بكتيرية .
 - ج - تكوين الحمض النووى وبروتين الغلاف الخاص بالفيروس .
 - د - تكوين الفيروسات المستسخة وانفجار الجدار البكتيرى .

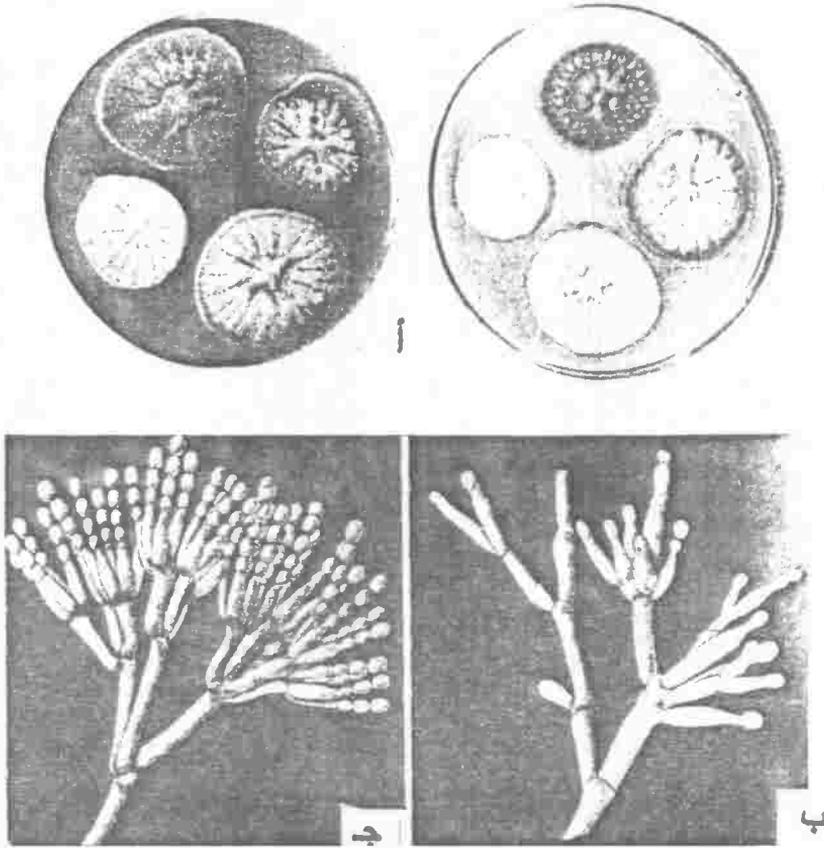
الفطريات المفترسة والديدان الشعبانية

لابد لى من وقفة توضيحية أجيب بها على استفسارات كثير من القراء فى تساؤلهم عن ماهية الفطريات • ولعلى فى هذه المناسبة أوفى شرح نوع من الحياة يتدخل فى حياتنا ونشاهد منه الكثير فى صورة محسوسة وملموسة • فنحن إذا تركنا قطعة من الخبز عدة أيام فى جو رطب يتكون عليها نمو صوفى أبيض اللون مرتفع قليلا ، لا يلبث أن يدكن لونه فى أطرافه العلوية فيصبح النمو الصوفى متشحا بالسواد ••• هذا النمو هو لكائن فطرى يعرف بعفن الخبز • كذلك فإننا كثيرا ما نترك برتقالا أو يوسفى لعدة أيام بالمنزل فيتكون على بعضها نمو قطيفى لا يلبث أن يتلون باللون الأخضر أو الأزرق ، هذا النمو هو لفطر يعرف بالبنيسيليوم *Penicillium* • كذلك تظهر مثل هذه الفطريات بألوانها المختلفة على المرببات والمخللات ومنتجات الألبان والجلود والأخشاب محدثة إتلافات متعددة •

الفطر من الناحية العلمية هو نبات بسيط فى درجات الرقى الأولى ، لا يتميز جسده إلى جذر أو ساق أو أوراق ، نموه عادة خيطى متفرع ••• لا تستطيع العين تمييزه لدقته ••• لكنه قد يرى إذا تجمع نموه فى أعداد كبيرة متكاثفة ، كما نشاهده فى عفن الخبز أو أعفان ثمار الفاكهة •

ومن الفطريات تعرف أنواع كبيرة ضخمة مثل الأنواع التى تعرف بعيش الغراب ، والتى يطلق البعض عليها لفظ المشروم mushroom ••• فمنها ما يباع طازجا ومنها ما يباع معلبا ومنها ما يباع مجففا ••• وتستخدم هذه الأنواع كغذاء غنى فى البروتين ، يقارب فى قيمته الغذائية للحم وقد يتفوق عليها •

* المليمكرون = جزء من مليون من المليمتر •



شكل ٧ : فطر بنيسيليوم

- أ - النموذج الجراثومية للفطر بالعين المجردة
- ب - حامل جرثومي للفطر قبل تكوين الجراثيم (تحت الميكروسكوب)
- ج - حامل جرثومي للفطر بعد تكوين الجراثيم (تحت الميكروسكوب)

لنعد ثانية الى التربة ، بعد أن تصورنا بعض تلك الفطريات ، ولنبحث في ظلام التربة على فطرياتها التي تعيش مع غيرها من الكائنات ساكنى التربة سنرى منها العديد لكن مشهد تلك الفطريات المفترسة هو الذى سيبقى ماثلا ، لفترة طويلة ، أمام أعيننا ، ستشـدنا تصرفاتها السريعة المتلاحقة سننألم من قسوة الفطريات البسيطة الضعيفة عندما تتمكن بحيلها من تلك الديدان الثعبانية ، التى تفوقها قوة وحجما ورقيا ، ومع ذلك تقتلها شر قتلة وتقيم عليها وليمة شهية ونسعد فى النهاية حين نفكر فى مصير تلك الديدان التى تهدد وتتوعد ما هو أقوى منها وأكبر وأرقى ، تهدد زراعاتنا ، وقد انتهت على يد تلك الفطريات المفترسة ، فأصبحت نباتاتنا منها فى مأمن .

عند هذا الحد من الحديث يجدر بى أن أقف وقفة ثانية لأعرف وأوضح ماهية المعتدى عليها كما سبق وعرفت ماهية المعتدى .

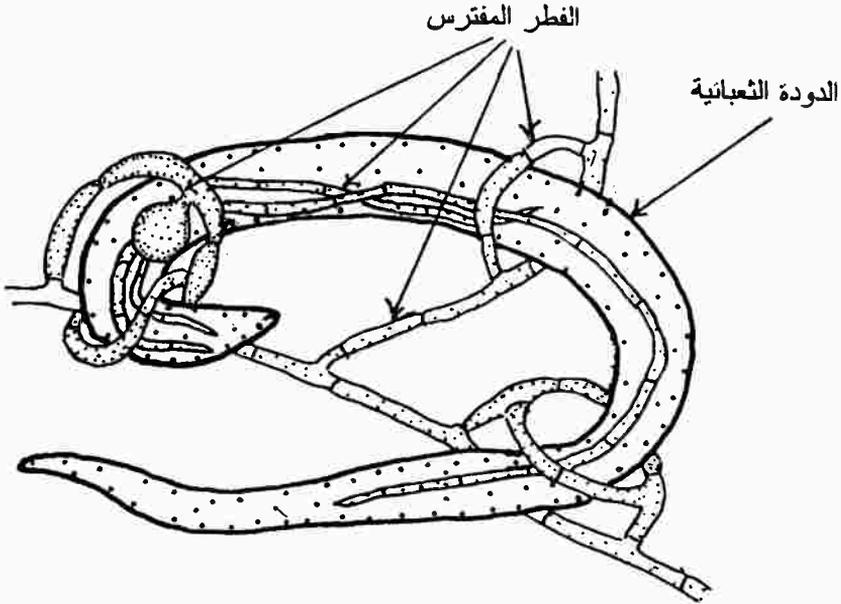
الديدان الثعبانية المعتدى عليها من الفطريات ، تعرف أيضا باسم الديدان النيماطودية nematodes ، هى كائنات حية حيوانية أسطوانية الشكل ذات جدر ناعمة غير مقسمة إلى حلقات ، معظمها صغير الحجم تتراوح أطوالها ما بين ٢٥ . ٠ ملليمتر إلى ستة ملليمترات ، إلا أن بعضها الذى يهاجم الحيوانات الكبيرة قد يبلغ أحجاما كبيرا قد يصل إلى المتر طولا كما فى النوع المعروف باسم دودة غينيا Guinea worm ، التى تعيش يرقاتها الصغيرة متطفلة على برغوث الماء ، فإذا صادف وابتلع إنسان برغوث ماء مصابة بيرقات دودة غينيا ، أثناء شربه لماء ملوث بها ، نمت تلك اليرقة فى جسمه وكونت الدودة التى تلتف عند النضج تحت الجلد مسببة ورما واضحا . تعتبر دودة غينيا من أقدم الطفيليات التى عرفت فى تاريخ الإنسان فقد ورد فى كتب العهد القديم أنها أصابت بنى إسرائيل بحالة وبائية ، إذ جاء فى العدد ٢١ :

" فأرسل الرب على الشعب الحيات المحرقة فلدغت الشعب فمات قوم كثيرون من إسرائيل " • وهذا النوع من الديدان يوجد متوطنا في بعض البلاد الحارة كالهند والمناطق الاستوائية من إفريقيا • ومن الديدان الثعبانية التي تهاجم الإنسان ديدان الإسكارس والانكلستوما المتوطنتان في ريفنا • ومن الديدان الثعبانية ما تهاجم النباتات مسببة ضعفا عاما للنباتات وقد تحدث أوراما لجذورها •

بعد هذه السطور التي قصدت بها توضيح ما أقصده بكل من الفطريات والديدان الثعبانية ، نعود ثانية إلى فطريات التربة المفترسة ولنرغب بعضا منها عن كثب ، أثناء تخطيطها لعملياتها ، فهي وإن كانت بسيطة لا تفكر إلا أن طرقها في الافتراس تدل على تخطيط دقيق محكم ، تخطيطا غريزيا وليس تخطيطا عقلانيا ، لكل فطر خطته في الإيقاع بفريسته ، إليك بعض مشاهد من تلك الخطط •

المشهد الأول للفطر المفترس أرثوبوتريس *Orthobotrys* • يتكون هذا الفطر كغيره من خيوط دقيقة رقيقة ، إلا أنه ينسج من بعض خيوطه شبাকা حلقية صغيرة ، تكاد تكفي حلقاتها لمرور الفرائس المرتقبة • تفرز على تلك الحلقات إفرازات لزجة لاصقة تساعد على تثبيت الفرائس • ينصب الفطر من شبাকে الحلقية أعدادا وفيرة ••• ينصبها في اتجاهات مختلفة ، ضامنا بذلك مرور فريسته داخل أحد حلقاته ، إذا ما دخلت الفريسة منطقة نمو الفطر وانتشاره • الفريسة في هذا المشهد هي إحدى الديدان الثعبانية التي شاء سوء حظها أن تدخل في منطقة نفوذ الفطر المفترس • هذه الديدان لا تملك حاسة الإبصار ، فلن تتمكن بأي حال من الأحوال تحاشي شباك الفطر ••• تمر الدودة داخل حلقة من الحلقات الفطر المفترس ••• تلتصق الدودة بشدة بمجرد ملامستها لخيوط الحلقة

بفعل الإفرازات اللزجة اللاصقة . وما أن تشعر الدودة بالقيء الفطري يحيط بها ويمسك بزمامها حتى تتلوى بشدة محاولة تخلص نفسها من قيدها . تستمر مقاومة الدودة لحلقة الإفتراس لمدة تقترب من الساعتين ، تسكن بعدها من التعب وتستسلم لقضائها ، عندئذ يبدأ الفطر في الاستفادة من صيده ويستعد لتناول وجبة حيوانية شهية ، فيرسل من الحلقة المحيطة بالدودة نموا خيطيا دقيقا يخترق جسم الدودة ينتفخ الخيط بمجرد وصوله داخل جسم الفريسة الأسطوانى مكونا حوصلة يبلغ قطرها نصف قطر الدودة تخرج من الحوصلة نموات خيطية عديدة تقوم بامتصاص الغذاء من جسم الدودة وتجميعه فى حوصلة الفطر لتقلبه بعد ذلك إلى نموات الفطر الخارجية .



شكل ٨ : الفطر أرثوبوتريس يفترس دودة ثعبانية

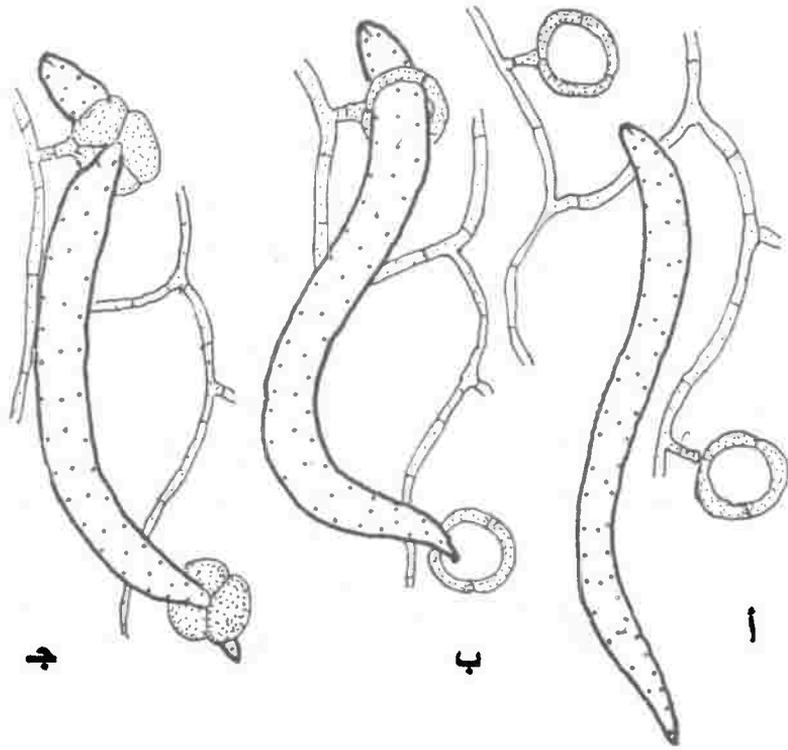
قد لا تكفى حلقة واحدة لأسر الدودة وسحب الغذاء . . . فى هذه الحالة يقوم الفطر المفترس بنسج حلقة أخرى أو أكثر حول جسم الدودة فيقيدها تقييدا كاملا ، وبذلك يكون أكثر من حوصلة لتجميع وسحب الغذاء من الفريسة . غالبنا ما يتم إستنفاد جميع الغذاء الصالح من جسم الدودة فى ظرف أربع وعشرين ساعة من بدء الأسر . . . بعدها تبدأ النموات الخارجية من الفطر فى سحب الغذاء من النموات الداخلية بعد أن أتمت مهمتها بنجاح . . . تاركة الدودة جثة هامة لم يبق منها إلا جلدها الخارجى . يعود الفطر إلى سكونه . . . إستعدادا لجولة أخرى . . . مع دودة أخرى . . . فى يوم جديد .

المشهد الثانى بطله الفطر المفترس داكتيلاريا *Dactylaria* النخى يأسر فريسته دون ما حاجة إلى مادة لاصقة . حلقات هذا الفطر ضيقة قوية تكفى لدخول مقدمة الدودة للشعبانية دون السماح لها بتكملة المرور . تدخل إحدى الديدان أثناء تجوالها فى إحدى حلقات الفطر المفترس . . . تستمر الدودة فى تقدمها فتشعر بالحلقات تضيق حولها . . . وكلما تقدمت خطوة زاد الخناق حولها . هذا النوع من الديدان لا يعرف التقهقر ، فحركته دائما إلى الأمام ، ولهذا فإنه إذا دخلت الدودة ولو بجزء ضئيل من مقدمة جسمها بإحدى الحلقات فلا بد من تكملة الجولة وإتمام المرور ، ولو أن هذا بالنسبة لكثير من الديدان فى حكم المستحيل إذ أن فتحات الحلقات أضيق من أن تسمح لكثير من تلك الديدان بمرور جسم الدودة فى أسك مواضعه . . . تضعف حركة الفريسة حتى تقف تماما ، عند ذلك يبدأ الفطر فى إرسال نمواته القاتلة مخترقة جلد الفريسة ، متغذية عليها ، مهلكة إياها .

فى كثير من الأحوال تشاهد على المسرح بعض الديدان وقد تمكنت من الفرار من شرك الصيد ، لا عن طريق تكملة المرور من حلقاته ،

ولكن بفصلها للحلقة المحلقة بها عن باقى نمو الفطر ، فتشاهد تلك الديدان وقد ازدانت مقدمة كل منها بعقد أو أكثر من عقود الفطر الصياد ، ويدل عدد العقود على عدد مرات الهروب . تظن تلك الديدان أنها قد نجت من عدوها ولكن كيف تتجو وقد أحيطت مقدمات أجسامها بتلك الحلقات القاتلة ؟ العدو يلزمها ويحيط بها مطوقا لأعناقها . تنمو من الحلقات المحيطة بالأعناق الفطرية نموات خيطية تخترق جسم الدودة المتزينة بها تتغذى العقود من جسم الدودة أثناء تجوالها وتنزهها تنهك الفريسة ، ثم تهلك بعد أن يستنفذ الفطر ما بفريسته من غذاء يبدأ العقد فى النمو الخارجى فى مكان جديد بعيدا عن مكان انفصاله عن الفطر الأم محمولا على فزيسته ، فيكون فى المكان الجديد شبكة جديدة عليها العديد من الحلقات القوية الضيقة انتظارا لفرائس جدد .

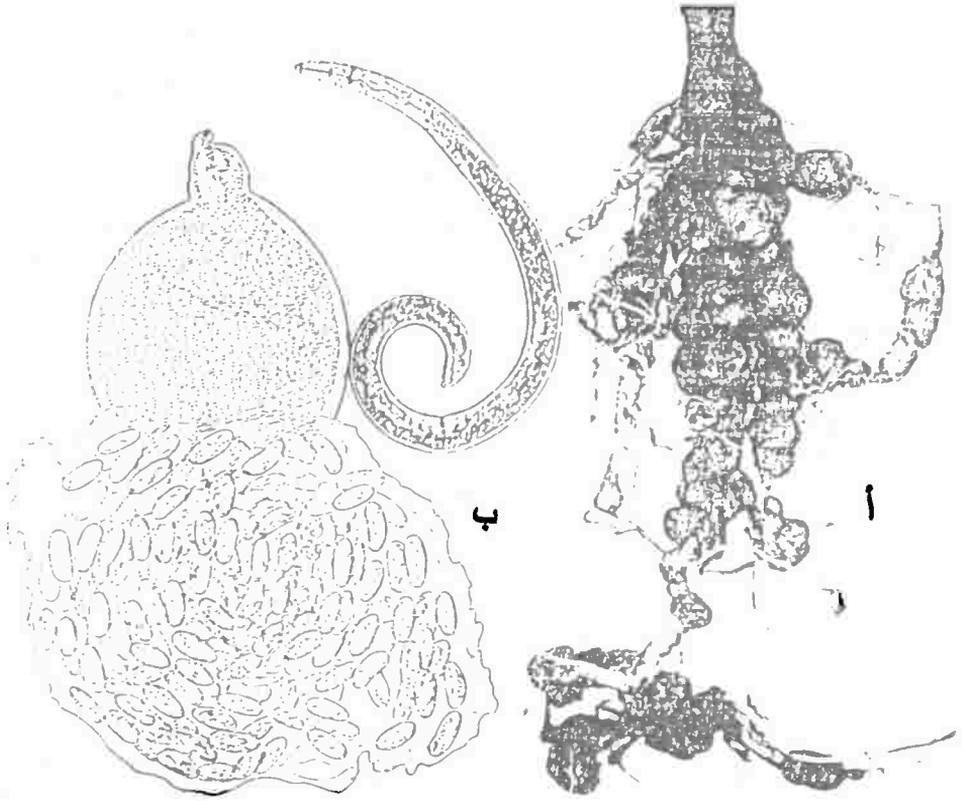
المشهد الثالث ، درامى مرعب تتعقد بطولته للفطر داكيتيلا *Dactylla* ، الذى يحكم على فرائسه بالإعدام شنقا ، وينفذ فيها حكم الإعدام فورا . يعمل هذا الفطر حلقات محكمة قوية يتكون كل منها من ثلاثة خلايا ، تحمل كل حلقة منها على قاعدة قصيرة تتصل بخيوط الفطر القاتل . يبقى الفطر فى سكون إنتظارا لمرور فريسته خلال إحدى حلقاته فإذا أطلت دودة برأسها للداخل من حلقة من حلقات الفطر ولأمستها ، فان كل خلية من خلايا الحلقة الثلاثة تنتفخ للداخل وللخارج بسرعة شديدة وتضيق تبعا لذلك فتحة الحلقة ضاغطة على رأس الدودة بشدة ويتم ذلك فى زمن قصير للغاية ، قدر بجزء من عشرة أجزاء من الثانية . إنفعالا من الألم الناتج من شدة ضغط الحلقة على رأس الدودة تحرك الدودة طرفها الآخر بعنف وكثيرا ما يدخل طرف الدودة الثانى أثناء ذلك فى حلقة أخرى فيحدث للذئب ما حدث للرأس وتشل الدودة تماما ويحل موعد تناول غذاء شهى غنى بالبروتين الحيوانى .



شكل ٩ : الفطر داکتیلایقوم بشنق دودة ثعبانية .

قد يظن المتتبع للمشاهد الثلاثة السابقة أن الديدان الثعبانية هي المغلوبة على أمرها . . . المعتدى عليها دائما ، إلا أن الدارس لأنواعها ، المتتبع لسلوكها سوف يجد من بينها أنواعا كثيرة قوية . . . تعيش بالاعتداء والافتراس . . . منها ما يهاجم غيره من الديدان ، كالسمك يأكل قويه ضعيفه ، ومنها ما ينتقم لبني جنسه المعتدى عليه من الفطريات ، فيجعل فطوره فطرا ، وغذائه فطرا ، وعشائه فطرا . . . يلاحقها حيثما وجدت ويتبعها حتى يفنيها ، ثم ينتقل إلى غيرها .

ومن الديدان الثعبانية ما يهاجم النباتات الكبيرة الضخمة فيحدث بها تجريحا وتقريحا . . . وقد يخترق أجسامها ويهاجمها داخليا فيحدث لأنسجتها تهيجا وأوراما ، ويتخذ منها مسكنا ومطعما . . . يعيش فيها ويتغذى منها ويتكاثر بها ، فتزداد أعداده عدة مرات ، أو قل عدة آلاف من المرات منهكا النباتات العائلة فيضعفها وقد يميتها . . . عندئذ يهجرها باحثا عن سواها . . . يفعل في غيرها ما فعله بسابقتها ، فهو عدو لدود ووباء طاحن . ومن الديدان الثعبانية ما تخصص على الحيوانات والإنسان وقد ذكرنا في ذلك الإسكارس والانكلستوما ودودة غينيا .



شكل ١٠ : جذور نبات طماطم عليها تورمات (أ) ناتجة عن الإصابة بديدان ثعبانية (ب)

من الأرض وإلى الأرض

أظهرت التحاليل الكيماوية لمختلف الكائنات الحية . . نباتية كانت أم حيوانية . . دقيقة كانت أم كبيرة ، أنها تتكون من عديد من العناصر الكيماوية ، تضمها كلها العناصر المكونة لسطح القشرة الأرضية بما فيها من ماء وما يعلوها من غازات . وقد نتج هذا التشابه من أن الطبقة السطحية للقشرة الأرضية . بمائها ويابسها هي الموطن والعائل الأول للكائنات الحية منذ نشأتها من بلايين السنين . . جيلا بعد جيل . . تغذت منها بطريق مباشر أو غير مباشر ، ثم عادت تلك الكائنات إلى الأرض ثانية بعد موتها ، وصارت جزءا منها ، فما أخذ من القشرة الأرضية عاد ثانية إليها . كذلك فإنه رغمًا من تنفس الكائنات الحية وإستهلاكها لكميات هائلة من غاز الأكسجين الموجود في الهواء الجوى وإخراجها إلى الجو لكميات مقاربة من غاز أكسيد الكربون ، فإن التركيب الكيماوى للهواء يكاد يكون ثابتًا ، فهو يحتوى على حوالى ٢١% أكسجين وحوالى ٣٠% ثاني أكسيد الكربون .

يرجع الفضل فى ثبات التركيب الكيمايى للقشرة الأرضية وللـهواء الجوى المحيط بالقشرة الأرضية ، أساسا ، إلى نشاط عدد من الأحياء الدقيقة ، التى لولاها لتغير تركيب القشرة الأرضية والغلاف الجوى فى غير صالح ما بهما من أحياء ، ولأصبحا بعد فترة من الزمن غير قادرين على إيجاد البيئة المناسبة لاستمرار الحياة .

ظهرت النباتات على الأرض منذ ملايين السنين، وعاشت الحيوانات معها متغذية عليها ، أو مفترسة بعضها بعضا . وأخيرا ظهر الإنسان وعاش متغذيا على بعض ما يجمعه من نباتات وما يقتنصه من حيوانات ثم تعلم الزراعة واستغل الأرض في ذلك فهو يزرعها مرة في العام ،وقد يزرعها زرعتان وأحيانا ثلاثة زراعات ، يستغلها على تلك الوثيرة عاما بعد آخر . يحصد الإنسان نواتج زراعاته ، فيتخذها غذاء له أو غذاءا لما إستأنسه من حيوان ، أو يصنع منها ملابس ، أو يبني منها مساكنه ، أو يحصل منها على وقوده ، وله فيها منافع أخرى . قد تنمو النباتات وتطول أعمارها فتبقى بالأرض سنين كثيرة ، تعلق أثمارها علوا كبيرا ، وخلال عمرها تتساقط أوزاقها كليا أو جزئيا عاما بعد آخر ، ثم تجدد ما فقدته من أوراق . وقد يتغذى الإنسان أو الحيوانات أو الطيور على إنتاجها أو بعض إنتاجها . وكثيرا ما ينتهي بها الأجل عندما يقطعها الإنسان بعد طول السنين ليصنع من خشبها ما يشاء من بناء أو أثاث ، أو يتخذها وقودا ، وقد تموت النباتات المعمرة بطول العمر فتسقط وقد تدفن في الأرض بفعل عوامل البيئة ، وتمر عليها آلاف السنين متحولة الى فحم يستعمل وقودا لأجيال بعيدة قادمة .

تتغذى نباتات الأرض أثناء نموها وإزدهارها وإثمارها من أملاح ومياه الطبقة السطحية من القشرة الأرضية ومن غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود بالغلاف الجوى ، تنتزع منهما عناصر معينة تدخل بعد ذلك فى تركيب النباتات ضمن مكوناتها العضوية . يؤدي سير الحياة على هذا المنوال إلى سحب الغذاء المناسب للنباتات من الأرض ومن الهواء ، وتحويل عناصر الغذاء المسحوبة منهما ، من صورها المعدنية إلى صورها الجديدة العضوية ، وبالتالي فإن مصادر الغذاء الموجودة بالأرض وغلافها الجوى الصالحة لغذاء النباتات لا بد وأن تستنفذ فى يوم

من الأيام ، طال الزمان أو قصر ، ولكن — كما بينا سابقا — فان مكونات الأرض والهواء تكاد تثبت على الدوام ، فى صورها الصالحة لغذاء النبات . كيف يحدث ذلك ؟ الفضل الكبير فى ذلك لكائنات لا نراها بعيوننا المباشرة ، وهذا ما سنبينه عند تتبعنا لما يحدث لعنصر الكربون الذى يدخل فى تركيب كل مادة عضوية سكرية أو دهنية أو بروتينية أو غير ذلك ، وسواء أكانت نباتية أو حيوانية .

يحصل النبات على عنصر الكربون اللازم لنموه العضوى من غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى بمعدل ٣٠٠ جزء فى المليون ، وذلك أثناء قيامه بعملية التمثيل الضوئى ، حيث يتفاعل هذا الغاز مع إيدروجين الماء مكونا — بعد سلسلة طويلة من التفاعلات المتتالية الحيوية ، المواد السكرية والنشوية والسليلوزية الموجودة بالنباتات . كذلك فان بعض نواتج التفاعلات السابقة قد تحدث تفاعلات أخرى جانبية تؤدي إلى تكوين الزيوت والدهون ، وقد تدخل فى التفاعلات عناصر أخرى من التربة كالنيتروجين والمغنسيوم والكالسيوم لتكوين البروتينات والكورفيل والصفائح الوسطى وغير ذلك لتكوين باقى المكونات العضوية الداخلة فى تركيب أنسجة النبات .

قد تعود بعض أجزاء النباتات النامية إلى الأرض مباشرة ، وقد تنقل بعيدا عن أماكن نموها فيتغذى عليها إنسان أو حيوان . وتستمر تغذية الكائنات الحية على بعضها ، وأثناء ذلك يموت منها ما يموت ، وتعود إلى الأرض إفرازاتها وإخراجاتها وجثثها . . . فكان الكربون قد إنتقل من صورته الغازية الموجودة بالهواء الجوى إلى صور عضوية بالأرض . . . يعنى هذا أن الهواء الجوى سيخلو من غاز ثانى أكسيد

الكربون وأن جثث الموتى من مختلف الكائنات الحية ، نباتية أو حيوانية أو ميكروبية سوف تتراكم تلالا على سطح الأرض أو تدفن داخلها ، عندئذ تقف النباتات عن النمو لنقص في مصدر غذائها الكربوني الآتى من الجو المحيط بها وكذلك لنقص في باقى عناصر النمو المعدنية الآتية من الأرض والتي تكسبت في جثث موتى الكائنات التى كانت حية ، وبالتالي لا تستطيع الحيوانات آكلة الأعشاب أن تعيش لنقص فى غذائها النباتى ، ومن ثم لا تجد الحيوانات آكلة اللحوم ما تتغذى عليه من حيوانات عشبية . . . فتختفى آكلات اللحوم كما إختفت آكلات الأعشاب ، وكذلك يختفى الإنسان الذى يأكل النباتات والحيوانات . . . وتعود الأرض بلا حياة كما بدأت بلا حياة .

صحيح أن جزءا من الكربون الذى تأخذه النباتات ، ويمر فى سلسلة الحياة ، يعود ثانية إلى الجو خلال عملية تنفس الكائنات الحية أثناء حياتها، وجزء آخر يعود إلى الجو عن طريق عمليات الاحتراق ، إلا أن معظم هذا الكربون يبقى فى جثث تلك الكائنات الحية . . . هنا تتضح أهمية ما لا نراه من الأحياء ، الأحياء الدقيقة ، التى تلعب دورا كبيرا فى عودة عنصر الكربون وغيره من العناصر التى أخذت من الأرض ، من صورها العضوية بالأموات إلى حالتها المعدنية والغازية فى الأرض وجوها .

تُهاجم الكائنات الـ... مختلفة الكائنات الحية بعد موتها كما تُهاجم
مخلفاتها وما يعود منها إلى الأرض في حياتها أو بعد موتها ، محولة
إياها إلى رماد وغازات ... يبقى الرماد بالتربة وتنتشر الغازات في
الهواء ، ومنها غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعود ثانية إلى مكانه
الأصلي في الهواء معيدا دورة الحياة على الأرض . وهكذا تستمر الحياة
... كائنات تولد ... وكائنات تموت ... كل هذه الكائنات مصدرها
الأرض منها تكونت وإلى الأرض تعود ...

(منها خلقناكم وفيها نعيدكم ومنها نخرجكم تارة أخرى) صدق الله العظيم

بكتيريا التربة والإنسان

إن من حسن حظنا نحن بنو الإنسان ، أن الغالبية العظمى من ميكروبات التربة هي من الأنواع التي لا تسبب للإنسان أو الحيوان أضرارا ، حتى في حالة وجود جروح بأجسامهم وتعرضت للتربة بما تحمله من بكتيريات وغيرها من الميكروبات . إن معظم الأضرار التي قد تحدث نتيجة لتلوث الجروح ترجع غالبا إلى بعض أنواع من الميكروبات قد توجد في حالة كمون على جلد الإنسان أو الحيوان انتظارا لجرح يحدث فتخرج من كمونها وتستعيد نشاطها وتهاجم الجلد المجروح محدثة قرحا أو بثراتا ، من تلك أنواع من البكتيريا العنقودية تعرف علميا باسم ستافيلوكوكس *Staphylococcus* إلا أنه قد يوجد أحيانا بالتربة ، أنواع من الميكروبات الشديدة الخطورة على الإنسان، من ذلك نوعى البكتيريا كلوستريديم تيتانى *Clostridium tetani* وكلوستريديم بوتولينم *C-botulinum* اللذان يكثر وجودهما في التربة الغنية بالمواد العضوية وخاصة روث الحيوانات . نوعى البكتيريا كلوستريديم من المترمات الإجبارية أى أنها لا تهاجم أنسجة حية فلا تنشط أو تتكاثر إلا على مواد عضوية متحللة أو على أنسجة ميتة وتحدث الأضرار عنها لما تفرزه من مواد سامة .

تتسبب البكتيريا كلوستريديم تيتانى في الإصابة بمرض الكزاز (التيتانوس) المميت . تحدث الإصابة بهذا المرض من البكتيريا التي توجد في التربة وتجد طريقا لها في الجروح العميقة أو الحروق الملوثة ، فتنمو تلك البكتيريا تحت ظروف لا هوائية مترممة عن الأنسجة الميتة المجروحة أو المحروقة ، مفرزة أثناء نموها وتكاثرها سمها القاتل الذى يسرى في الدم والأعصاب . سم التيتانوس من أخطر السموم على حياة الإنسان فكمية ضئيلة منه تقدر بحوالى ٠.٠٠٠٢٥ جرام من الجراثيم تكفى لقتل الإنسان .

تظهر أعراض المرض في صورة تشنج لعضلات الفك ، وفي حالة ظهور هذا العرض على مريض يكاد يختفى الأمل في نجاته من الموت ، لهذا فانه من باب الوقاية ضد هذا المرض يجب على أى فرد يجرح ويتلوث جرحه من التربة أن يعطى المصل الواقى ضد هذا السم .

تتسبب البكتيريا كلوستريديم بوتولينيوم فى حدوث التسمم المعروف بالتسمم البوتولينيى botulism . هذا التسمم لا يحدث نتيجة للتلوث المباشر للجسم أو الجروح التى بالجسم ، بالتربة المحتوية على هذه البكتيريا ، ذلك لأن الضرر لا يحدث من الميكروب مباشرة ولكن يحدث الضرر من السم الناتج عن نشاط تلك البكتيريا . ينشط هذا الميكروب فى جو خالى من الأوكسجين وفى بيئة غنية بالبروتين ، لهذا فان نشاطه يظهر عند حفظ أغذية بروتينية لوثتها أتربة محملة بهذه البكتيريا ، بالتعليب . ولسوء الحظ فان هذا الميكروب له القدرة على تحمل درجات مرتفعة من الحرارة ، فيمكنه أن يستمر حيا لمدة خمس ساعات على درجة غليان الماء ، لهذا فانه إذا لم يتم تعقيم تلك المعلبات ، وخاصة المحتوية على لحوم أو أسماك أو بقوليات أو غيرها من الأغذية الغنية بالبروتينات تعقيما جيدا بالحرارة تحت ضغط مرتفع ، فان هذه البكتيريا تنشط وتتكاثر وتفرز سمومها فى الغذاء ، عند حفظ تلك المعلبات على درجة حرارة الغرفة . لا تنمو هذه البكتيريا إذا ما وصلت إلى جسم الإنسان مع الغذاء، ولا تحدث ضررا بذاتها ، ولكن يحدث الضرر من سمومها التى تكونت بالغذاء المعبأ . وقد قدرت درجة سمية تلك السموم فوجد أن أوقية واحدة منها تكفى لقتل مليون آدمى ، أى أن الجرام الواحد من تلك السموم يقتل ما يزيد عن ٣٥ ألف شخص . لهذا فان هذا السم يستخدم فى الحروب البيولوجية . يؤثر هذا السم على الجهاز العصبى مسببا شللا لعضلات التنفس تنتهى عادة بالموت .

ورغم أن هذه البكتيريا تقاوم بشدة الحرارة المرتفعة إلا أن السم الناتج عنها حساس للحرارة ويمكن إتلافه بتعريضه لدرجة غليان الماء لمدة عشر دقائق . كذلك فإنه قد أمكن تجهيز أمصال واقية وعلاجية ضد هذا التسمم إذا بدء العلاج به في الوقت المناسب .