

## بدء الحياة وظهور النباتات

بدأت الحياة على الأرض بسيطة غير معقدة ثم ارتقت وتتنوعت وتعددت ، متخذة في ذلك سبلا شتى وطرقا متنوعة ، حتى صارت إلى تلك التشكيلة الواسعة من المخلوقات والتي تزيد في أنواعها عن المليون ٠٠٠ إستعمرت مختلف البيئات من اليابسة والماء والهواء ٠٠٠ وإمتد إنتشارها من المناطق الإستوائية حتى المناطق المتجمدة شمالا وجنوبا ، وشملت الميكروبات البدائية والنباتات والحيوانات الراقية .

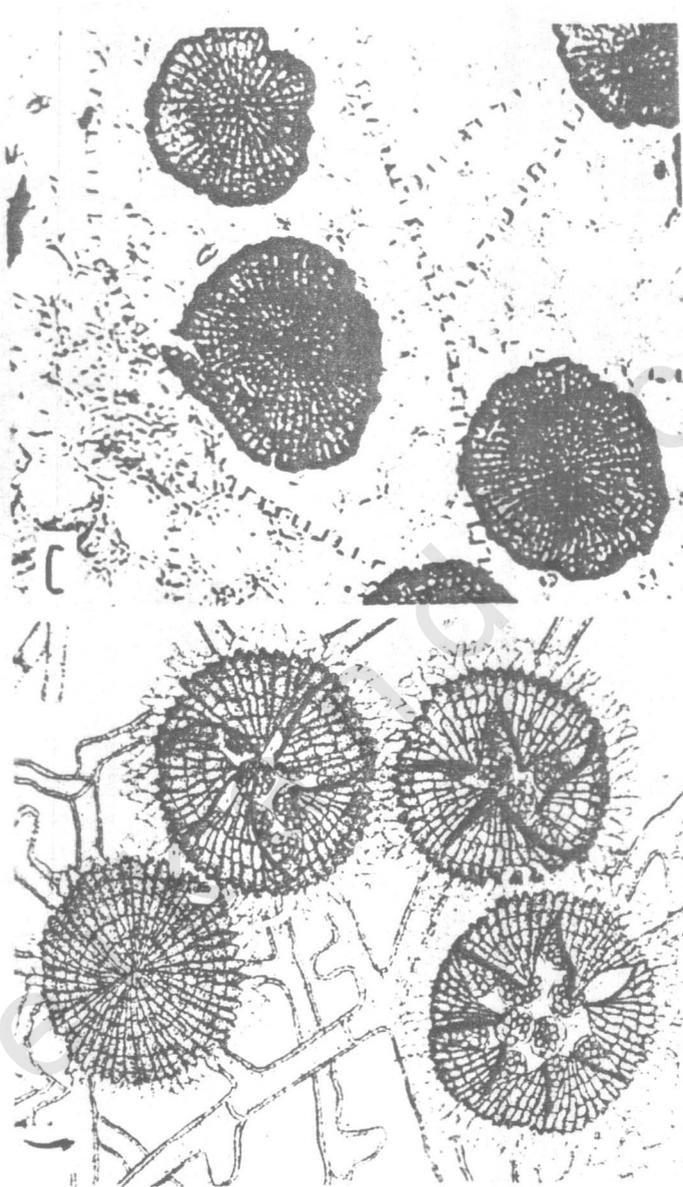
كانت الميكروبات أسبق الكائنات ظهورا على البسيطة . نشأت الميكروبات بادية الأمر في أرض خالية من الحياة ، فأصولها تمثل الحياة الأولى ويقدر عمرها على أرضنا بحوالى ألف مليون من السنين ، بدأت حياتها في الماء وكانت تغذيتها من الأملاح الذائبة وبعض المواد العضوية البسيطة التي تكونت ذاتيا بفعل العوامل الطبيعية التي سادت الأرض في عصورها الجيولوجية القديمة . تكاثرت تلك الميكروبات البسيطة وإنتشرت دون ما عائق ولا منافس غريب . تطورت تلك الميكروبات الأولى على مر السنين وإتخذت في تطورها طرقا مختلفة فظهرت الكائنات المختلفة الأحجام ، المتباينة الصفات . ومن أكثر الصفات تباينا طرقها في الحصول على الغذاء ، فكان منها ما يعتمد في غذائه على المواد العضوية التي تكونها غيرها من الكائنات ، ومنها ما تعيش عيشة مستقلة ، تتغذى تغذية ذاتية ، فهي في غير حاجة إلى غيرها في الحصول على ما تحتاجه من غذاء . تشكلت الكائنات وتنوعت فكان منها الأجناس والأنواع . أما الميكروبات ، فيمرور الزمن فقد الكثير منها القدرة على المعيشة المستقلة ، فكان لا بد لها لكي تتغذى وتعيش من أن تعتمد على كائنات حية أخرى تصنع لها متطلباتها من غذاء عضوي ، البعض يحصل على الغذاء العضوي من مخلفات كائنات حية أخرى أو من الكائنات الحية بعد موتها ، والبعض الآخر يحصل على إحتياجاته الغذائية العضوية من كائنات حية أثناء حياتها ، فهي تهاجمها لتحصل على غذائها منها ، ومن هذا الأخير نشأت الميكروبات المتطفلة .

يعتبر ظهور الميكروبات المتطفلة بمثابة الشرارة التي إنطلقت مهددة حياة كثير من الأحياء بالضعف والفتك ، فهي لا تعيش في سلام مع غيرها من الأحياء ، بل شيمتها الغدر والفتك . كان على الكائنات الأخرى المهاجمة أن تتسلح للدفاع عن

نفسها ، فهي تعيش فى عالم تتنافس فيه الأحياء فى سبيل الحياة ، وتتحكم فيه نظرية بأقية ما بقيت الحياة ، ألا وهى ، المنافسة للمعيشة والبقاء للأصلح . فالكائن الضعيف الذى لا يمتلك وسائل المقاومة والدفاع يضيع ويفنى فى خضم الحياة . والقوى الذى يمتلك من الإمكانيات والأسلحة ما يتمكن به من مقاومة قسوة الطبيعة وضراوة المنافسة يكتب له البقاء والإستمرار فى هذه الحياة .

ومع ظهور الحياة النباتية الأولى فى الماء ، بدأت الميكروبات هجومها عليها ، وإستمرت الميكروبات تلاحق النباتات فى تطورها . ومنذ ما ينيف على ثلاثمائة مليون من السنين غزت بعض النباتات اليابسة وانتقل معها بعض الميكروبات من البحار والمحيطات إلى اليابسة . وقد أمكن مشاهدة بعض معالم تلك الميكروبات على نباتات متحجرة يرجع تاريخها إلى مائتين وخمسين مليون سنة ، كما شوهدت ميكروبات أخرى أكثر رقيا على نباتات متحجرة أخرى يقدر تاريخها بستين مليون سنة . تلك الميكروبات البالغة القدم تشبه لحد كبير الميكروبات الحديثة التى تهاجم النباتات فى وقتنا الحالى ( شكل ١ ) .

ومنذ حوالى أربعين مليون سنة قرب نهاية الحقبة الميزوزيكية ظهرت النباتات الزهرية ، التى لم تنجو كسابقاتها من النباتات الأقل رقيا من مداعبة الميكروبات لها . إستمرت تلك المداعبة السخيفة بين الميكروبات والنباتات ناشبة حتى يومنا هذا، وستبقى طالما بقيت على الأرض نباتات وميكروبات .



شكل ١ : ميكروب فطري كان ناميا على نبات متحجر منذ حوالي ٦٠ مليون سنة (أعلى)  
مقارنة بمثيل له نامي على نبات حديث (أسفل) .

## الإحساس بالصراع الدائر حول النباتات

لم يكن من اليسير أن يتصور الإنسان قبل التقدم العلمى الحديث أن هناك صراعا يحدث بين كائنين أحدهما مرئى والآخر خفى ، إلا فيما تحكيه قصص القدماء وما تتناقله أسنة العجائز من أعمال خارقة يقوم بها الجان ، وما يظنه البعض من فعل الأرواح الخيرة والأرواح الشريرة .

الصراع بين النباتات المرئية والميكروبات الخفية عن الأعين المجردة ، تظهر آثاره على النباتات واضحة جلية إذا ما تغلب الميكروب وانتصر . فقد ينتج عن هذا الصراع القضاء الكلى على النبات المهاجم ، أو قد ينجو النبات بعد أن يترك الميكروب بعض العاهات بجسم النبات ، أو قد يحدث للنبات المصاب ضعفا فى نموه أو تغييرا فى شكله أو لونه ، وهذا ما يطلق عليه فى العلم الحديث بالمرض النباتى . فالنبات يمرض كما يمرض الإنسان ، والنبات يصارع المرض كما يصارعه الإنسان ، والنبات قد يتغلب على المرض كما يتغلب عليه الإنسان ، إلا أن طبيعة الصراع تختلف ، فطبيعة الإنسان غير طبيعة النبات .

تشتد المعركة بين الميكروبات والنباتات إذا كانت الظروف مواتية لعدو النبات المهاجم وليست لأسلحة النبات المدافع ، أو إذا حدث الهجوم الميكروبى قبل أن يستكمل النبات إستعداداته الدفاعية . وتخبو المعركة إذا ما قويت إستحكامات النبات الدفاعية وضعفت قدرات الميكروبات الهجومية . هى كالمعارك الحربية بين بنى الإنسان . . . هجوم ودفاع . . . وانتصار وهزيمة ، ينتصر فيها المهاجم ذو الحيلة الذى يعد للهجوم عدته ، ويختار وقت المعركة عندما يجد من خصمه ثغرة ضعف يتسلل من خلالها ، وينهزم فيها المهاجم إذا بالغ فى تقدير قوته وهون من تقدير قوة خصمه .

كثيرا ما تخبو المعارك بين الميكروبات والنباتات حتى ليظن أنها إلى غير رجعة قد صارت . . . ولكن يخيب ظن المتفائلين ، فما هى إلا هدنة أو بعض هدنة ، يستعد فيها الطرفان ، وتبقى الميكروبات ساكنة متربصة للظروف الملائمة ، فإذا حان الحين وحانت الفرصة المواتية . اشتعلت المعركة ثانية فى مكانها الأول أو فى مكان آخر ، مهلكة الحرث والزرع ، تاركة فى أرض المعركة ضحاياها من قتلى ومشوهين ومنهكين .

استمرت المعارك بين الميكروبات والنباتات ملايين السنين ، أحيانا تشارك فيها بعض الكائنات الحية الأخرى متدخلة لصالح أحد الطرفين معادية للطرف الآخر . وقد كان تدخل الكائنات الأخرى فى معظم الأحوال متحالفا مع الميكروبات ومعاديا للنباتات . وعلى سبيل المثال نذكر من تلك الكائنات المتدخلة فى صالح الميكروبات، بعض أنواع الديدان الأسطوانية والتي تعرف بالنيما تودا أو الديدان الشعبانية ، لما لها من شبه كبير فى المظهر الخارجى مع الشعبين ، إلا أنها صغيرة ضئيلة لا ترى معظمها إلا باستخدام عدسات مكبرة أو ميكروسكوبات . تلك الديدان على قرابة كبيرة بأنواع أخرى من ديدان أسطوانية تهاجم الإنسان ، نذكر منها ديدان الإسكارس والانكلستوما والأكسيورس . كثير من تلك الديدان الشعبانية قد تحالف مع الميكروبات ميسرا لها طريقا للهجوم على النباتات ، ومعاوننا على إنهاك قوى النباتات ، فتضطر النباتات إلى الدفاع فى جبهتين جبهة الديدان الشعبانية وجبهة الميكروبات . من الكائنات الأخرى المتدخلة لصالح الميكروبات الكثير من الطيور والحيوانات ، فتعمل لها مطايا ، حاملة الميكروبات على الأرض أو طائرة بها فى عنان السماء ، مسهلة للميكروبات وسائل للانتقال والترحال ، فتنتقل بذلك ميادين المعركة من مكان إلى آخر فى سرعات عجيبة .

آثار هذا الصراع تحكيه نباتات متحجرة عاشت فى أحقاب جيولوجية بالغة فى القدم ، بعضها سبق ظهور الإنسان بأزمنة غابرة (شكل ١) . ومن هذه النباتات ما يدل على أنه خرج من المعركة سليما معافا ، ومنها ما يدل على أنه قاسى ما قاسى وإستسلم لمرضه منهزما .

القليل من الميكروبات يعمل فى جانب النباتات ضد تلك الميكروبات المعادية ، نذكر من ذلك بعض أنواع الميكروبات المسالمة التى تساعد النباتات بما تفرزه من مركبات سامة تضر أو توقف نمو الميكروبات الممرضة والتي نعرفها بإسم المضادات الحيوية antibiotics ، والتي تؤدى إلى قتل الميكروبات المهاجمة أو الإقلال من نشاطاتها وشل هجومها إذا نمت فى وسط المعركة .

## الإنسان والميكروبات والنباتات

ظهر الإنسان البدائي على الأرض منذ ما يقرب من المليونين من السنوات . . . . تطور الإنسان البدائي وتعلم من بيئته ما يمكنه من المعيشة فى صراعاته المستمرة مع غيره من الأحياء ، وأخيرا ظهر الإنسان الحديث الذى يقدر عمره على الأرض بحوالى ستين ألفا من السنين . إمتاز الإنسان الحديث عما سبقه من مخلوقات بعقل راجح وقدرة عالية على التفكير والتصرف ، فتنقل فى الأرض من مكان إلى آخر باحثا عن شرابه وغذائه . لم يكن الإنسان فى طبيعة تغذيته حيوانيا كاملا ولا نباتيا خالصا ، بل كان وسطا بين هذا وذاك ، فقد كان حيوانيا نباتيا ، يأكل من كل بقدر . فلغذائه الحيوانى كان يعتمد على القنص والصيد ، ولغذائه النباتى كان يبحث عن النباتات التى تصلح لغذائه . وبخبرته وتجربته خلال آلاف السنين عرف الإنسان من النباتات ما يصلح له وما لا يصلح ، فاكتشف من النباتات ما يصلح للغذاء وما يصنع منه الكساء وما يصلح خشبه للبناء والأثاث وما يفيد فى العلاج وغير ذلك .

كثرت أعداد بنى الإنسان ، وبدأ الكثير منهم فى الاستقرار بعد أن أنهكه التعب من طول تنقل بحثا عن ماء يشربه ونبات يأكله وحيوان يقتصه ، فكان إستقرارهم بجوار موارد المياه مستأنسين لحيوانات وزارعين للأرض بما ثبتت أهميته لهم من أنواع النباتات . إستمر الإنسان على ذلك سنين وسنين ولاحظ على مزارعاته أنها قد تكون قوية سليمة غزيرة الإنتاج ، وقد تكون ضعيفة منهكة لا تنتج بقدر ما نالت من جهد وعناية ، وفى بعض الأحيان قد تنقل فى سرعة بالغة من القوة إلى الضعف ومن الصحة إلى المرض ، وقد يقضى عليها ما بين يوم وليلة مما حار فى تعليقه بنو الإنسان .

تعلم الإنسان كيف يكتب ويقرأ ، فسجل ما شاهده من ضعف ومرض أصاب نباتاته ، وحاول بعضهم تعليل ذلك ، وكانت تسجيلات كثير من الأوائل دقيقة بالنسبة لعصرهم ، إلا أن تعليقاتهم لم تكن لتعى حقيقة الصراع بين كائنين ، بل كانت تغلب عليها الغموض والخرافة .

عزى الإغريق ضعف وموت بعض النباتات إلى فعل النجوم أو غضب الآلهة، لهذا كان زراعتهم يحددون مواعيد الزراعة ومواعيد القيام بالعمليات الزراعية وفقا

لمواقع بعض النجوم وحسب أطوار القمر ، كما كانوا يلجأون إلى الإله أبولو Apollo وغيره من الآلهة التي كانوا يعتقدون فيها ليحفظ زراعاتهم من الهلاك .

لم يختلف الرومان في عقائدهم كثيرا عن الإغريق ، نذكر على سبيل المثال عقيدة الرومان فيما يعرف حاليا بمرض صدا النجيليات . فقد اعتقدوا أن ظهور الصدا في نباتات القمح يرجع إلى غضب إلهي الصدا روبيجوس Robigus وروبيجو Robigo نتيجة إثم إقترفه غلام في الثانية عشر من عمره ، إذ أشعل النار في ثعلب خطف دجاجة من مزرعة أبيه ، وكان الأجدد من وجهة نظر إلهي الرومان أن يطلق سراح الثعلب مانحا إياه فرصة للندم . لهذا كان الرومان يقيمون سنويا في شهر أبريل من كل عام احتفالا يطلقون عليه إحتفال روبيجاليا Rubigalia يبتهلون فيه إلى إلهي الصدا أن ينتج محصولهم معافى خاليا من الصدا . وكانوا يبتدئون إحتفالاتهم بالصلاة قائلين " يا روبيجو الجبار نتوسل إليك أن إحتفظ زراعات حبوبنا وأن إرفع عنا أياديك القاسية " ثم يتبعون صلاتهم بالتضحية بكلب أصفر أو حيوان آخر أصفر اللون ، بين طقوس دينية خاصة . هذا ، وقد إستمر الرومان يقيمون إحتفالات الروبيجاليا لمدة سبعمائة عام قبل ميلاد السيد المسيح عليه السلام .

امتألت كتب أنبياء بنى إسرائيل بأمثلة من أضرار حدثت لمحاصيلهم عقابا لهم على سوء أعمالهم وعدم إطاعتهم لأوامر الرب ونواهيته ، من ذلك ما جاء فى كتاب حجى النبى الذى عاش حوالى سنة ٥٠٠ قبل الميلاد ، إذ طلب من قومه بناء هيكل الرب فلم يطيعونه فقال لهم " هل الوقت لكم أن تسكنوا فى بيوتكم المنشأة وهذا البيت خراب " إلى أن قال " مذ تلك الأيام كان أحدكم يأتى إلى عرمة عشرين فكانت عشرة . أتى إلى حوض المعصرة ليغرف خمسين فورة فكانت عشرين . قد ضربتكم باللفح والبرقان وبالبرد فى كل عمل أيديكم وما رجعتم يقول الرب " . كما جاء فى كتاب التثنية منذرا من لا يعمل بوصايا الرب " يضربك الرب بالسل والحمى والبرداء والالتهابات والجفاف واللفح والذبول فتتبعك حتى تفنيك " . واللفح والذبول التى ورد ذكرهما فى كتابى حجى والتثنية هما مرضين للنباتات نتيجة لهجوم بعض الميكروبات عليها . هذا وقد تكرر ذكر التهديدات باللفحة والذبول والبياض التى تصيب النباتات فى مواضع مختلفة من كتب أنبياء بنى إسرائيل بجانب تهديداتهم بهجوم وظهور يرقات الحشرات على النباتات ، دالا بذلك على أهمية وخطورة الأمراض النباتية فى تلك الأزمنة ، فكان الأهالى يلجأون إلى العبادة

وإطاعة الأوامر الربانية والابتعاد عن المعصية ، دفعا لتلك الأخطار عن محاصيلهم .

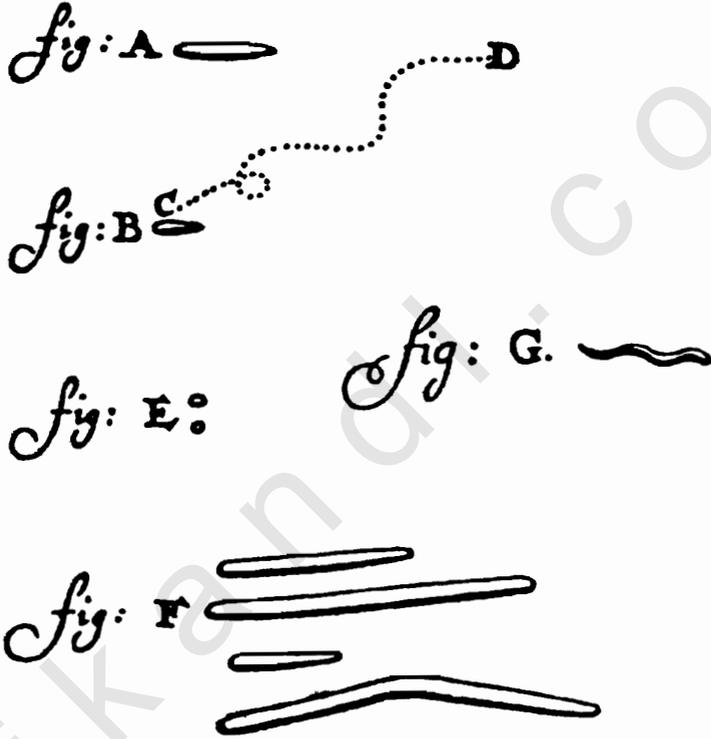
فى السنين الحديثة جدا من ظهور الإنسان ، فى القرن السادس عشر بعد ميلاد السيد المسيح ، وبعد مرور عشرات الآلاف من السنين ، فى حيرة بالغة وتفكير طويل ، مضت فى تخبط عاجز عن إدراك كنه تلك الانتكاسات التى تظهر عليها النباتات من وقت إلى آخر ، بدأ الإنسان فى تلمس الخيوط الأولى نحو معرفة طبيعة تلك الانتكاسات . خلال الأربعة قرون الأخيرة تقدمت العلوم كثيرا فى الكشف عن الكثير من أسرار الحياة ومنها معرفة حقيقة صراع النباتات مع الميكروبات وأثر ذلك على رفاهية الإنسان . وفى ضوء تلك الاكتشافات أمكن تقسيم تاريخ الإنسان الفكرى العلمى إلى ثلاثة مراحل :

**المرحلة الأول :** وهى المرحلة التى سبقت اكتشاف الميكروبات ، وهى الفترة السابقة للأعوام ١٦٦٥ - ١٦٨٣ م . وتعرف تلك بفترة الاعتقادات الخرافية ، وخلالها لم يتمكن الإنسان من معرفة طبيعة الصراع بين الميكروبات والكائنات الحية الأخرى ، إذ أن الميكروبات فى تلك الفترة لم يكن لها وجود فى نظر الإنسان .

**المرحلة الثانية :** وهى تشمل الفترة من ١٦٨٣ - ١٨٦٠ م . خلال تلك الفترة عرفت الميكروبات ، ولكن ساد الاعتقاد بأن تلك الميكروبات تتولد ذاتيا ، أى تنشأ من الجو تحت ظروف خاصة ، ولذلك عرفت تلك الفترة بفترة التوالد الذاتى autogenesis . بدأت هذه المرحلة بتمكن صانع العدسات الهولندى أنتونى ليفنهوك Antony van Leeuwenhock من رؤية ميكروبات بكتيرية لأول مرة وذلك باستخدام ميكروسكوب بسيط له قوة تكبير عالية . سجل لوفنهوك مشاهداته فى خطاب أرسله إلى سكرتير الجمعية الملكية بلندن بتاريخ ١٧ سبتمبر سنة ١٦٨٣ ، شارحا ووصفا وراسما مجموعة من الميكروبات البكتيرية التى أشار إليها على أنها حيوانات صغيرة (شكل ٢) . ذكر ليفنهوك فى خطابه التاريخى أن مجموع الحيوانات الحية التى يحملها فى فمه ، رغم شدة عنايته بنظافة فمه ، تزيد عن مجموع سكان هولندا .

**المرحلة الثالثة :** وهى المرحلة الحديثة التى تبدأ من سنة ١٨٦١ م باكتشاف لوى باستير Louis Pasteur لحقيقة الدور الذى تلعبه الميكروبات فى ظهور

- الأمراض ، وأن الميكروبات لا تتولد ذاتيا بل تتكاثر وتتمو وتحدث عدوى .
- إمتازت المرحلة الحديثة بتفهم العلاقات البيولوجية بين الميكروبات والكائنات الحية الأخرى على أسس علمية سليمة مبنية على الملاحظة والتجربة والاستنتاج .



شكل ٢ : رسومات لوفنهوك للحيوانات الصغيرة ( الميكروبات ) التي شاهدها داخل فمه .

## مظاهر الصراع بين الميكروبات والنباتات

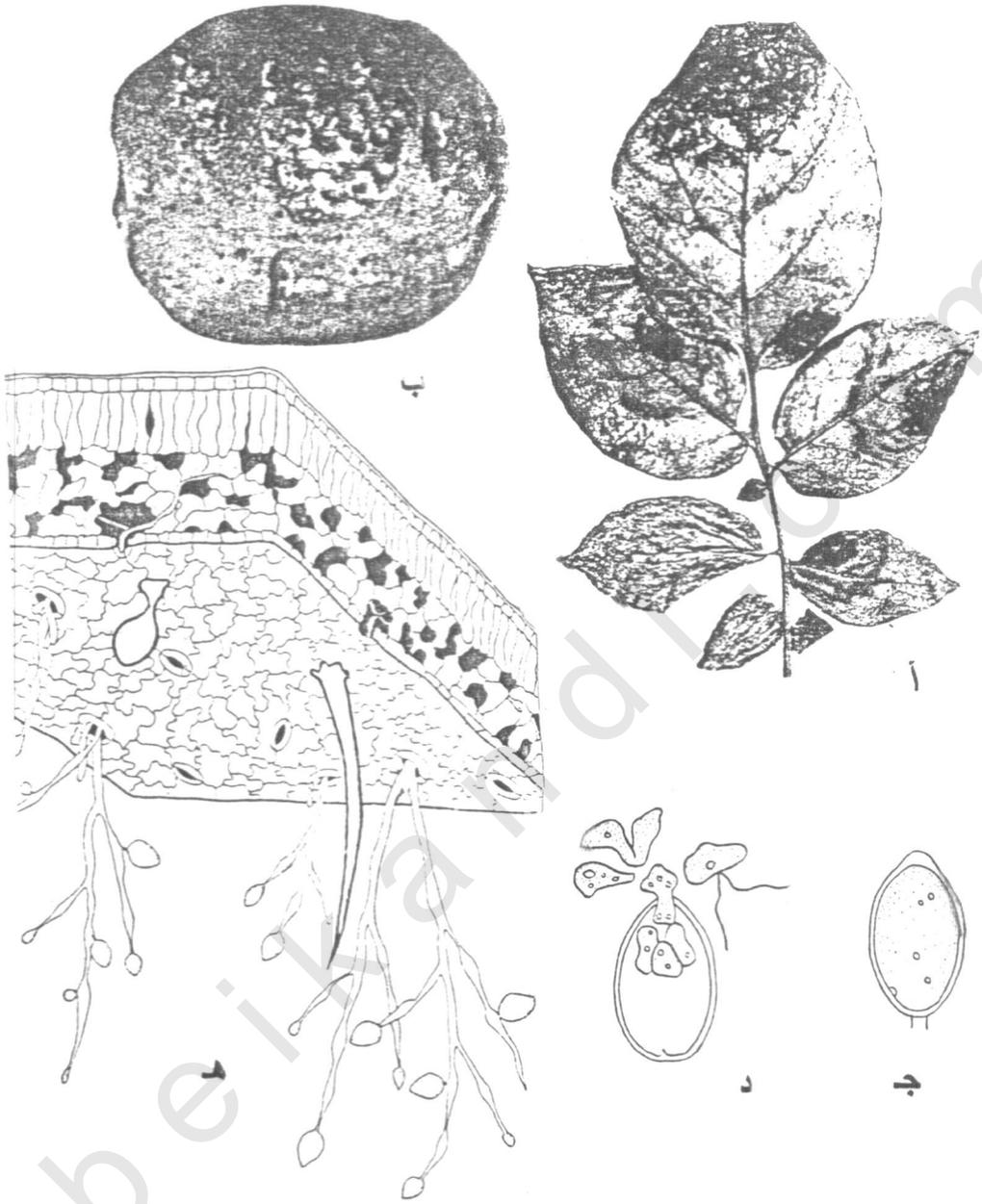
### فى العصر الحديث

لعب الصراع بين الميكروبات والنباتات أدوارا بالغة الأهمية فى التاريخ الحديث أثر تأثيرا واضحا على سعادة الجنس البشرى ورفاهيته ، كما كان له فى بعض الأحيان تأثيرا فى الاتجاهات السياسية العالمية . ترجع أهمية هذا الصراع إلى أهمية النباتات المهاجمة كغذاء للإنسان . فقد قدرت نسبة ما يستهلكه الإنسان فى غذائه من النباتات بحوالى ٩٤% من مجمل غذائه ، أما معظم الجزء الباقى من غذائه فهو حيوانى الأصل ، وهذا الجزء الحيوانى يعتمد فى نموه على تغذية نباتية . من هذا تتضح أهمية النباتات فى حياة الإنسان . فإذا علمنا أن سكان العالم يزيدون سنويا بمعدل مائة مليون نسمة ؛ أى أن هناك فى كل عام مائة مليون من الأفواه تزيد عن الموجود فى العام السابق ، فى حاجة إلى نباتات لتشبع جوعهم ونباتات أخرى تربي عليها مصادر أغذيتهم الحيوانية . إضافة إلى ما ذكر فإن الإنسان يستغل كثيرا من النباتات فى صناعة الكساء والبناء والأثاث والدواء . لهذا كان على الإنسان أن يعمد على زيادة إنتاجية نباتاته وأن يجاهد للحفاظ عليها ووقايتها من مسببات تناقصها .

وقد كان للدور الخطير الذى لعبه الميكروب الفطرى الذى أطلق عليه اسم فيتوفثورا *Phytophthora infestans* مع محصول البطاطس ، أثر كبير فى هزيمة الألمان النهائية فى الحرب العالمية الأولى . والبطاطس لم يكن من المحاصيل المعروفة قبل سنة ١٥٠٠ م إلا فى مساحات قليلة من أمريكا الجنوبية ، ثم نقله المستعمرون الأوائل للنديا الجديدة مع بعض المحاصيل الأخرى مثل الذرة والدخان إلى أوروبا . واستمرت زراعة البطاطس القادمة إلى أوروبا ما يقرب من قرنين من الزمان فى عالم النسيان لا تزرع إلا فى الحدائق النباتية إلى أن اكتشفت أهمية درناته كغذاء للإنسان ، فانتشرت زراعته انتشارا سريعا فى أنحاء أوروبا بصفة عامة وفى أيرلندا والجزر البريطانية بصفة خاصة ، وأصبح البطاطس المحصول الأول فى المساحة المنزرعة وكذلك فى عدد مستهلكيه . وليس هناك من المحاصيل ما إنتقل من دنيا الجهل والنسيان إلى عالم الشهرة والانتشار بمثل ما حدث للبطاطس ، وللشهرة ضريبتها . كان البطاطس يصاب فى بلاده الأصلية بأمريكا الجنوبية بالميكروب الفطرى فيتوفثورا *infestans* المسبب لمرض البطاطس المعروف حاليا باللفحة المتأخرة . ولم يكن لهذا الميكروب فى موطنه الأصلي

بأمريكا الجنوبية أهمية كبيرة ، ومع ذلك فقد عز على الميكروب أن يترك البطاطس ينتشر وتتسع رقعة زراعته دون أن يهاجر معه وينتشر في العالم القديم . دخل الميكروب إلى أوروبا محمولا على درنات بطاطس مستوردة قبيل سنة ١٨٤٠م . إستقل الميكروب المهاجر وانتشر سريعا وأصبح أشد ضراوة وأكثر فتكا عما عرف عنه في موطنه القديم . وقد كان من أشد جولاته فتكا ما حدث سنة ١٨٤٥ في أوروبا وشمال شرق أمريكا الشمالية ، فقد هاجم في تلك السنة زراعات البطاطس النامية الخضراء التي كانت تشرح النفس وتسرح القلب وتمنى بمحصول وفير ، محولا إياها في أيام قليلة إلى عروش ذابلة وقد تحولت أوراقها من الخضرة اليانعة إلى السمرة الداكنة فأصبحت للناظر كثيية وللزارع خسارة كبيرة ، فالدرنات التي كانت تمنى صاحبها برزق وفير وخير عميم ورخاء مستديم قد صارت كتلا عفنة يجذب إليها الذباب وغيره من الحشرات ويهرب من رائحتها الإنسان، وعم الحزن والشقاء (شكل ٣) . حلت المجاعات محل الرخاء ومات من مات جوعا ، وتحول الكثير من الهزال إلى هياكل حية تعيش بقلة من الغذاء بعد أن أفنى الميكروب الخبيث محصولهم الرئيسي الذي يعتمدون عليه في معاشهم . وقد جاءت الأنباء بأن نصف مليون من الشعب الأيرلندي قد سقط فريسة للمجاعة في تلك السنة، وأن مليونا منهم قد ماتوا نتيجة للجوع وسوء التغذية خلال الخمسة عشر سنة التالية . الكثير من الذين نجوا من المجاعة ، ويقدرون بحوالى مليونين من السكان، هربوا من قلة الغذاء وخوفا من تكرار ظهور الوباء بشدة ، إلى أرض بكر واسعة في دنيا جديدة ، وهناك في الولايات المتحدة الأمريكية كانوا نواة للسلالة الأيرلندية من الشعب الأمريكي .

ومن الأمثلة الشهيرة الأخرى في التاريخ الحديث للصراع بين النباتات والميكروبات ، ما حدث لأشجار أبو فروة الأمريكية من هجوم الميكروب الفطرى إندوثيا بارازيتيكا *Endothia parasitica* . دخل هذا الميكروب إلى أمريكا، قادما من الشرق الأقصى ومحمولا على بعض الأجزاء النباتية المصابة به ، في أوائل القرن الحالى . لم يكن هذا الميكروب في موطنه الأصلية مصدر خطر واضح على أشجار أبو فروة ، إذ أن تلك الأشجار كانت تمتلك من القدرات ما يمكنها من مقاومة هذا الميكروب وصد هجومه . شوهد هذا الميكروب في موطنه الجديد لأول مرة سنة ١٩٠٤ على بعض أشجار أبو فروة المنزرعة بحديقة الحيوانات بمدينة نيويورك . وقد كانت أشجار أبو فروة الأمريكية من نوع مخالف لأشجار أبو فروة الآسيوية . هاجم الميكروب القادم ، إندوثيا ، أشجار أبو فروة الأمريكية بضرارة فاستسلمت له إستسلاما سريعا . وانتقل الميكروب إلى آلاف الأشجار في ولاية



شكل ٣ : اللبحة المتأخرة في البطاطس

- أ - الأعراض على ورقة •  
 ب - الأعراض على درنه •  
 ج - جرثومة للفطر المسبب للمرض  
 د - خروج جراثيم سابحة من جرثومة الفطر  
 هـ - ظهور نموات الفطر الجرثومية والجراثيم على السطح السفلى لورقة البطاطس •

نيويورك ، فسقطت الأشجار صرعى الواحدة تلو الأخرى ، وإمتد الوباء من ولاية نيويورك إلى ولايات أخرى (شكل ٤) . ولم يمض على دخول الميكروب عشر سنوات حتى كانت غابات أبو فروة العظيمة الشامخة الممتدة على طول الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية ، من ولاية مين Maine شمالا إلى ولاية شمال كارولينا North Carolina جنوبا ، أى من خط عرض ٤٥ إلى خط عرض ٣٥ شمالا ، أطلالا تتعى أيام عزها وعظمتها ، فقد تغلب الميكروب اللعين الدخيل وقضى على الأشجار الشامخة الراسخة فى زمن قصير . وقد قدرت الخسائر فى الأشجار خلال تلك السنوات العشر ، بأسعار ذلك الزمان ، بما يزيد على خمسين مليوناً من الدولارات . وقد كان هذا الميكروب إنذار خطر داهم ، وتأكدت أهمية إيجاد خط دفاعى قوى حصين ضد الأعداء الأجانب الدخلاء من الميكروبات ، فأمكن بعد ذلك تحقيق ما نادى به الكسندر كرو Alexander Crow قبل ذلك فى سنة ١٨٩١ من ضرورة سن قانون للحجر الزراعى يحمى البلاد من خطر الميكروبات الأجنبية ، وقد تحقق ذلك سنة ١٩١٢ بعد مأساة غابات أبو فروة .

لا ينجو نوع نباتى من عدو أو أكثر من الميكروبات ، وكثيرا ما يكون لهذا النوع النباتى قصة حزينة أو مأساة مؤلمة عاشها مع أحد هذه الميكروبات ، شعر بها الإنسان وتأثرت نتيجة له اقتصادياته . وفى ذلك يأتينا ذكر قصة نباتات العنب مع ميكروبين مختلفين هاجما شجيرات العنب هجوما متتابعين ، فكان لكل منهما جولة تخللتهما جولة حشرية ، فما كاد الإنسان أن ينتصر للعنب على الميكروب الأول حتى ظهر الميكروب الثانى وتدخل فى القتال فكانت له جولة قاسية على العنب .

فى سنة ١٨٤٥ ظهر على العنب بإنجلترا ميكروب فطرى يعرف باسم أنسينولا *Uncinula* ويسبب المرض المعروف حاليا بالبياض الدقيقى ، وذلك بعد أن هاجر إلى إنجلترا من موطنه الأصلي . وقد تضاربت الآراء حول موطنه الأصلي ، فمن قائل أنه أمريكى ومن قائل أنه يابانى . وأيا كان موطنه فقد وصل إلى إنجلترا ومنها تنتقل سريعا فى أوروبا غير أنه لحدود طبيعية أو محترما لحدود سياسية ، فظهر فى فرنسا سنة ١٨٤٧ ، وفى خلال أربعة سنوات كان قد عم زراعات العنب الفرنسية ، فظهرت آثار هجومه على أجزاء العنب الهوائية من أوراق وأزهار وثمار ، وأثر ذلك تأثيرا سيئا على المحصول الناتج كما ونوعا . نتيجة لهذا فقد قل محصول النبيذ كثيرا فانخفض معدله فى فرنسا من ألفى لتر للفدان سنة ١٨٥٠ إلى ١٣٠٠ لتر سنة ١٨٥٢ ثم إلى ٤٩٠ لتر فقط سنة ١٨٥٤ .

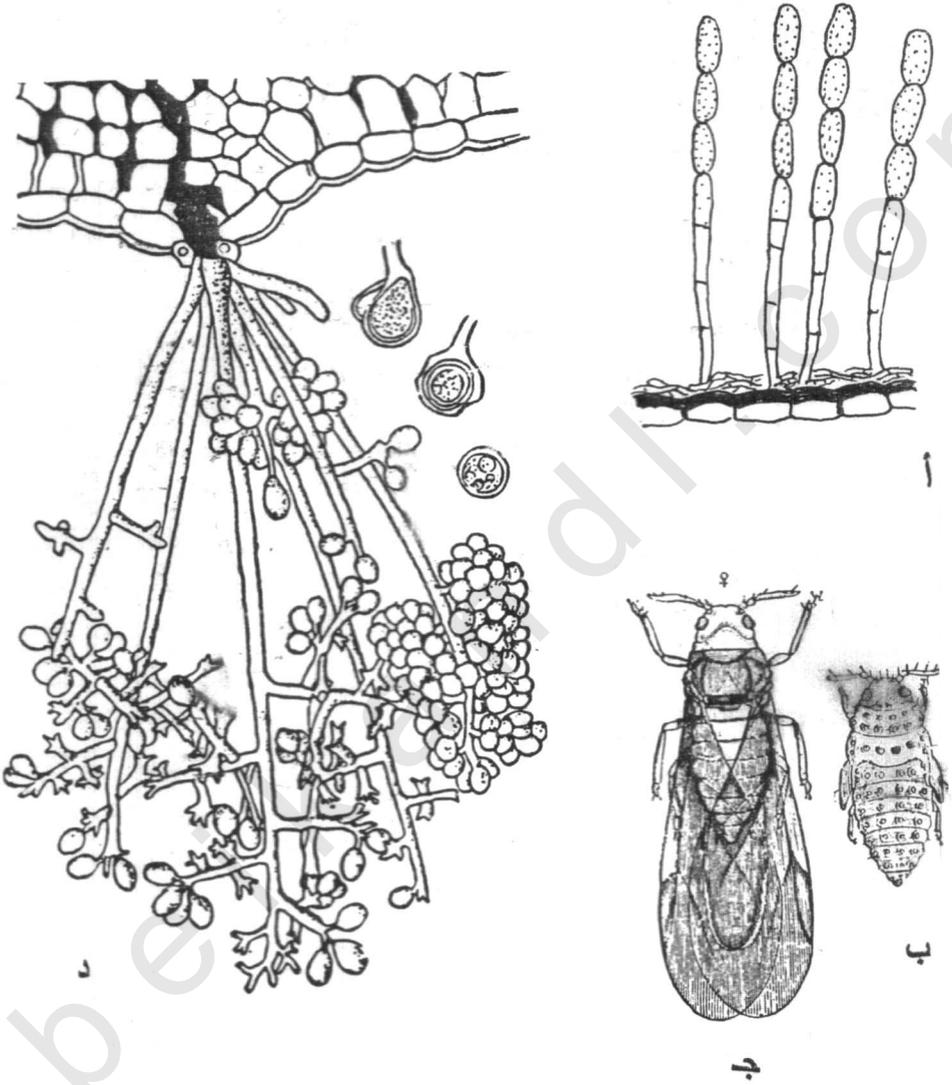


شكل ٤ : أشجار أبو فروة ، في صحتها (أعلى) ،  
وهي صرعى الميكروب إندوثيا بارازيتيكا (أسفل)

واصل الميكروب زحفه فوصل إلى إيطاليا والمجر واليونان ثم إلى آسيا الصغرى وشمال أفريقيا ، حيث ظهر على العنب المصرى واكتشف لأول مرة سنة ١٩٢٧ .

إهتم العلماء بميكروب أنسنيولا ، وتمكنوا من الحد من انتشاره ، ولكن ظهر عند ذلك العدو الميكروبي الثانى المسمى بلازموبارا *Plasmopara* والمسبب للمرض المعروف بالبياض الزغبى (شكل ٢٧) . دخل الميكروب الثانى للعنب إلى أوروبا قادمًا من أمريكا الشمالية موطنه الأصلي محمولًا على شتلات عنب ، وكان لدخوله قصة . فقد كان زراع العنب فى فرنسا يقاسون فى ذلك الوقت من حشرة ضارة هاجرت إليهم من أمريكا تعرف بحشرة الفلوكسيرا . كانت هذه الحشرة تهاجم جذور شجيرات العنب الأمريكية ، ولكنها لا تتال منها كثيرا نظرا لما تمتلكه من إمكانيات تساعد على صد هجوم تلك الحشرة . هاجرت حشرة الفلوكسيرا إلى فرنسا حيث العنب الفرنسى أسهل لها منالا مقارنة بالعنب الأمريكى ، لهذا فكر زراع العنب فى فرنسا فى إستيراد أصول عنب أمريكية وذلك لزراعتها كأصول يطعمون عليها العنب الفرنسى ؛ أى أن الأجزاء الأرضية من شجيرات العنب أصبحت أمريكية فى حين أن الأجزاء الهوائية من الشجيرات لا زالت فرنسية ، وذلك بعد أن وصلتهم شتلات العنب الأمريكى سنة ١٨٧٠ .

طبيعة الحياة التى لا تقبل الهدوء والمسالمة ، بل التى تفرض على الكائنات المنافسة والصراع والإقتتال ، أبت أن تعيش شجيرات العنب بفرنسا بعد ذلك فى أمان ، بعد أن إنتصر لها الإنسان فى جولة ضد الميكروب الأول أنسنيولا فوجد ضده مبيدا قاتلا ، وبعد أن إنتصر له فى جولته الثانية ضد حشرة فلوكسيرا بإستيراد أصول لعنب أمريكية ، فجاء العدو الثالث بلازموبارا محمولًا على شتلات عنب مستوردة من أمريكا فكانت الجولة الثالثة ، والنّى كانت جولة سريعة خاطفة مع الميكروب القادم الجديد الذى إنتشر إنشारा سريعا فى أنحاء أوروبا وخاصة أوروبا الوسطى ودول ساحل البحر الأبيض المتوسط حتى وصل إلى مصر حيث سجل بها سنة ١٩٢٠ .



شكل ٥ : أعداء العنب

- أ - فطر أنسنيولا مسبب البياض الدقيقى ناميا على السطح العلوى لورقة عنب •
- ب - حورية حشرة فلوكسرا • ج - الحشرة الكاملة لفلوكسرا •
- د - فطر بلازموبارا مسبب البياض الزغبي ناميا على السطح السفلى لورقة عنب •

## التعرف على طبيعة الصراع بين الميكروبات والنباتات

معظم الميكروبات صغيرة صغرا عظيما ٠٠٠ لا ترى بالعين ٠٠٠ قد تصل إلى أقل من ميكرون قطرا ، والميكرون مقياس طولى عبارة عن جزء من ألف من المليمتر ، لهذا لم يكن من الممكن رؤية الميكروبات أو التكهن بوجودها قبل اختراع العدسات المكبرة والميكروسكوبات التى تكبر الأشياء مئات المرات . وقد كان للصانع الهولندى لوفنهوك الذى عاش فى الفترة من سنة ١٦٣٢ إلى سنة ١٧٢٣ الفضل الأول فى التعرف عليها (شكل ٢) .

وقد إحتاج تفهم حقيقة الميكروبات إلى سنين طويلة ، ظل خلالها العلماء يتخبطون فى الآراء والأفكار حول طبيعة الميكروبات ، وقد إستمر ذلك حتى منتصف القرن التاسع عشر . وقد إعتقد العلماء خلال تلك السنين أن الميكروبات تنشأ وتخلق فى السوائل والنباتات والحيوانات نتيجة لظروف خاصة . وقد أخذ العلماء يتبادلون هذه النظرية التى عرفت بنظرية التوالد الذاتى . حتى سنة ١٨٦١ ، حيث دحض العالم الفرنسى لوى باستير (شكل ٦) نظرية التوالد الذاتى فأثبت بتجارب معملية تمتاز بالبساطة والدقة وباستنتاجات سليمة أن الخمائر وهى كائنات حية دقيقة تصاحب دائما السوائل المتخمرة ، لا تتولد ذاتيا فى تلك السوائل ، بل هى موجودة عادة فى الجو المحيط وتصل إلى السوائل وتتكاثر فيها محدثة حالة التخمر .

تخاطف العلماء النظرية الجديدة عن طبيعة الميكروبات فاستخدموها لتفسير الأمراض التى تصيب النباتات والحيوانات والانسان . وقد كان الطبيب الألمانى روبرت كوخ (شكل ٧) أول من أن وضع حدوث صراع بين ميكروب معين وحيوان ما ينتج عنه إنتصار الميكروب وهزيمة الحيوان ، وفى سنة ١٨٧٦ درس كوخ مرض الجمرة الخبيثة ، واقترح أن البكتيريا العسوية التى توجد فى دم الحيوان المريض هى المسبب الحقيقى للمرض . وفى سنة ١٨٨٤ نشر كوخ فروضه الشهيرة التى إعتبرت الأساس العلمى الذى يبنى عليها إثبات حدوث وظهور أعراض المرض وإثبات العلاقة بين الميكروب المتطفل والكائن العائل ، سواء أكان هذا العائل نباتا أو حيوانا .

عرفت طبيعة المرض الطفيلي في النباتات قبل معرفتها في الحيوانات ، فقد كان لاستفحال خطر مرض اللقحة المتأخرة على البطاطس في أوروبا قرب نهاية النصف الأول من القرن التاسع عشر فضل كبير في ذلك ، حيث صارت اللقحة آنذاك حديث الزراع وتباينت الآراء حول طبيعة هذا المرض الجديد ، وأعلن عن جوائز لمن يثبت حقيقة المرض وعن جوائز أخرى لمن يتوصل الى العلاج . كان يدور بعض ذلك على صفحات جريدة فنية انجليزية تسمى أبناء الزراع Gardener's chronicle . ومن الأفكار التي إحتدت حولها المناقشة ما كتبه أحد المهتمين ، مرجعا ذلك المرض الى الكهرباء التي تنتج عن احتكاك قاطرات السكك الحديدية بالقضبان التي تسيير عليها ، تلك الآلة الجديدة التي تتكرع أثناء سيرها دخانا كثيفا والتي ترهب الماشية أثناء سيرها بسرعة جنونية تصل الى ٣٥ كيلومتر في الساعة !



شكل ٦ : العالم الفرنسي لوى باستير



شكل ٧ : العالمان الألمانيان اللذان درسا العلاقة بين الميكروبات والأحياء الراقية روبرت كوخ (أعلى) درس تلك العلاقة مع الحيوانات والإنسان ، ودي باري (أسفل) درسها مع النباتات .

استمر التخبط في الآراء والتعليقات حتى كتب الطائب النابغة بيركلي R.Berkeley إلى جريدة أبناء الزراع إعتقاده بأن لفحة البطاطس ترجع إلى ميكروب فطري شاهده بصفة دائمة مصاحباً للمرض (شكل ٣ هـ) .

وفي سنة ١٨٥٥ أثبت العالم الألماني دي باري De Bary (شكل ٧) طبيعة مرض اللفحة المتأخرة في البطاطس ، فوضح أن المرض يرجع إلى الميكروب الفطري الذي سماه فيتوفثورا إنفستانتز ، وبين كيفية حدوث العدوى بهذا الميكروب وكيفية إختراقه لأنسجة النبات .

بعد أن اكتشف الإنسان طبيعة الأمراض النباتية.، وبعد أن وجد أن الكثير من تلك الأمراض تعزى إلى إعتداء ميكروبات على نباتات ، بدأ العلماء سلسلة من الدراسات للكشف على تفاصيل تلك العلاقات بين النباتات وأعدائها من الميكروبات . وفي دراسة الإنسان للميكروبات حاول أن ينميها معملياً على أغذية صناعية وطبيعية ، وأن يجري عليها من التجارب ما يمكنه من معرفة متطلبات نموها ومثبطات نموها والبيئات المناسبة وغير المناسبة لها .

## مصادر القوة فى الميكروبات

يحدث الاقتتال عادة بين كائنين متكافئين فى القوة ، إذ ليس من المعقول أن يقاتل فأر أسداً أو يقاتل أرنب نمراً . حتى العكس لا يمكن تصوره أيضاً ، إنما التصور المعتدل أن أسداً يفترس قطا أو أن نمرا يصطاد أرنباً ، والضعيف هنا يستسلم لقضائه ، وقد يقاوم مقاومة ضئيلة . ولو أنه فى الغابة قد يحدث قتالاً بين حيوانين غير متكافئين حجماً ، وقد يتغلب الأقل حجماً على الأضخم حجماً . كما فى تصورنا لقتال بين نمر وفيل ، وهنا نجد أن الحيوان الأصغر حجماً يمتلك من سعة الحيلة ومرونة الحركة وقوى العضلات ما يعوضه عن قلة الحجم .

مهما كان الفرق الحجمى بين المتصارعين من سكان الغابة ، فإنه ضئيل جداً مقارنة بالفرق الحجمى بين المتصارعين من الميكروبات ضد النباتات . بعض الميكروبات قد يقل حجماً عن ميكرون مكعب واحد ، أى جزء من تريليون\* من السنتمتر المكعب ، فى حين أن نبات حولى صغير قد يصل حجمه إلى ما يزيد عن مائة سنتمتر مكعب ، أى ما يزيد عن حجم الميكروب بمائة تريليون مرة . لا يقتصر الفرق بين الميكروب والنبات الراقى على الحجم فقط ، بل نجد أنهما متفاوتان تفاوتاً كبيراً فى التشكيل العضوى لكل منهما ، فأحدهما ، أى الميكروب يمثل البساطة فى أدنى مراتبها ، والنبات الراقى يمثل الرقى النباتى فى أعلى صورته . مع ذلك فكثيراً ما يتغلب الكائن الضئيل البسيط على الآخر الضخم الراقى . كيف يحدث ذلك ! لا بد وأن الكائن الدقيق المصارع يمتلك من مقومات القوة والجبروت ما يعوضه عن ضآلة الحجم وبساطة التكوين ، مما يمكنه من التغلب على خصمه الضخم رغم أن الغالب فى وزن الهواء ولا أقول فى وزن الذبابة ، والمغلوب قد يزيد على وزن الفيل .

ليس معنى هذا أن كل ميكروب مصارع ناجح ، فالبعض فقط هو الذى يمتلك من القدرات ما يمكنه من مهاجمة النبات . بعض الميكروبات المهاجمة يضع فى خضم القتال ويكتب له الهزيمة . . البعض الآخر يتمكن من الثبات حتى النصر .

\* التريليون يعادل مليون مليون ، أى ١٠<sup>١٢</sup> ، أى ١٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠

هذا القليل من الميكروبات الذي يكتب له الغلبة لا بد وأن له من القدرات ما لا يتوفر لغيره من الميكروبات ، وكلما زادت تلك القدرات وتكاملت كلما إتضحت خطورة تلك الميكروبات ، يمكن تلخيص تلك القدرات في خمس نقاط . . . . تكاثر في العدد . . . . تنقل في يسر وأمان . . . . هجوم وإختراق لجدر النبات . . . . تعايش مع النبات . . . . وأخيرا حيوية ومرونة لهذا الميكروب .

## تكاثر الميكروبات

تحافظ الكائنات الحية على نوعها بأن تبعث إلى الحياة أشباها لها ، تواصل الحياة لفترة ثم تكرر ما فعله الآباء بأن تبعث غيرها للحياة قبل إنتهاء حياتها ، وهكذا . قدرة الكائن الحي على بعث حياة جديدة تعرف بالتكاثر ، فالتكاثر هو وسيلة الكائن الحي فى المحافظة على نوعه . تختلف الكائنات فى قدراتها على التكاثر إختلافات نوعية وكمية ، فمن الكائنات ما يقدر نسله بالأحاد ، ومنها ما يقدر بالمتات ، والبعض يقدر بالآلاف وقد يقدر بالملايين . وكلما زادت قدرة الكائن على التكاثر كلما زادت إمكانياته فى المنافسة ، وكلما ضعفت تلك القدرة عن نوع من الكائنات كانا ذلك نذير له بقرب زوال نوعه وبأنه فى مجال المنافسة مغلوب وفى زحمة الحياة مفقود ، إذ أن أعداده فى تناقص بينما أعداد غيره فى تزايد .

تتعرض الكائنات الحية ، أثناء حياتها ، لأخطار ، تعرض كثير من أفرادها للهلاك لهذا فان الكثرة العددية تزيد من فرص بقاء نوعها . والميكروبات تعيش حياة شاقة تتعرض أثناءها الكثرة منها للهلاك مما أوجب أن تكون كثرة نسلها متناسبة مع مدى الخطورة المعرضة لها ، ولهذا فقد أدخل فى إعتبار الميكروب الناجح غزارة نسله .

بعض أنواع الميكروبات تنتوع طرق تكاثرها فتنتج أنواعا مختلفة من الأجزاء التكاثرية ، يتلاءم كل نوع منها مع ظرف معين من ظروف حياتها . . . . فمنها الأنواع النشطة ذات القدرة على الهجوم المباشر . . . . ومنها الأنواع الساكنة التى تتحمل الظروف البيئية القاسية فتسكن لفترة من الزمن ، حتى إذا تغيرت الظروف وعادت الظروف إلى سيرتها الأولى ، قامت من سباتها وإستعادت نشاطها وعادت لنموها وتكاثرها وهجومها .

الميكروب إندوثيا بارازيتيكا ، الذى سبق ذكره ، والذى وجد فى غابات أبو فروة بشرق الولايات المتحدة الأمريكية مرتعا خصبا ، وفريسة طيعة فقضى عليها فى قليل من الزمن (شكل ٤) ، يمتلك قدرات تكاثرية وفيرة ومتنوعة ساعدت على سرعة إنتشاره وشدة فتكه بالأشجار . يدخل هذا الميكروب إلى قلف سيقان أبو فروة خلال الجروح التى كثيرا ما تحدث لتلك الأشجار بفعل الطيور والحيوانات

التي تستوطن تلك الغابات أمثال طيور نقار الخشب wood peckers )  
وحيوانات السنجاب .



شكل ٨ : طائر نقار الخشب الذي ساعد على سرعة انتشار ميكروب اندوثيا بارازيتيكا  
في غابات أبو فروة الأمريكية .

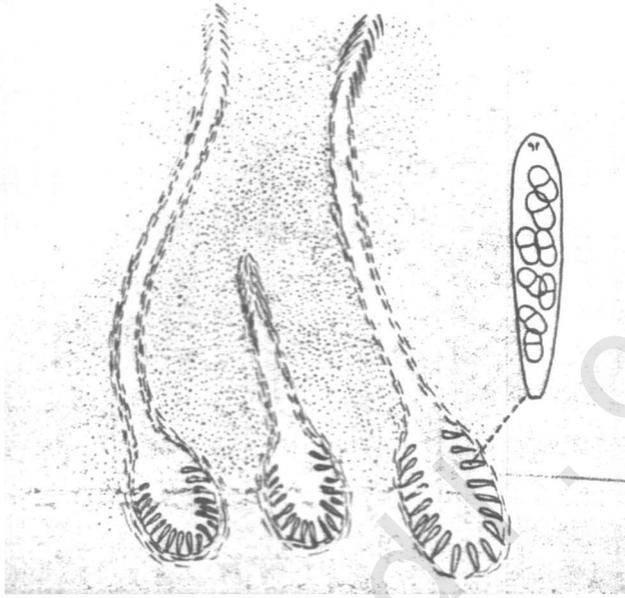
ينمو الميكروب بعد إختراقه لقف الأشجار منتشرا بالأنسجة متلفا إياها ،  
ومضعفا لحيويتها ، وخلال أسبوعين يبدأ في تكاثره فيكون إثمارة دقيقة تظهر  
كدمامل تحت القلف لا تلبث أن تفجر طريقها إلى السطح الخارجى للقلف . تتكون  
تلك الإثمارة من أجسام دورقية مجوفة داخلها سيقان دقيقة يتكون على طرف كل  
منها جسم خيطى ملتوى دقيق هو الجرثومة . تتضج الجراثيم وتسقط فى تجويف  
الدورق ، ثم يتكرر تكوين جراثيم أخرى وغيرها . تغمر جميع الجراثيم فى طبقة  
صمغية لزجة بتجويف للدورق ، فإذا سقطت الأمطار إنتفخت الطبقة الصمغية

بسرعة نتيجة لما إمتصته من ماء المطر حاملة معها الجراثيم ذات اللون الأحمر أو الأصفر إلى خارج الدورق . قدر معدل الجراثيم التي تخرج من جسم ثمرى واحد بعدد يتراوح ما بين نصف بليون الى بليون \* جرثومة ، وليس من السهل حصر أعداد الجراثيم التي تتكون على نبات واحد مصاب وذلك لكثرتها المتناهية ، وخاصة إذا عرفنا أن السنتمتر المربع الواحد من قلف مصاب يتكون عليه أكثر من ثمانية أجسام ثمرية . تلتصق الجراثيم بسهولة بأجسام الحشرات والطيور والحيوانات التي من طبيعتها التنقل من نبات إلى آخر ، ناقلة معها جراثيم الميكروب اللعين وموزعة إياها على النباتات التي تزورها . وقد غسلت أقدام أحد طيور نقار الخشب الموجودة فى غابات أبو فروة المصابة فوجد بها حوالى بليون جرثومة ، وإلى هذا الطير وغيره من الطيور المهاجرة يعزى الانتشار السريع للمرض شمالا وجنوبا أثناء هجراتها فى الربيع والخريف .

لا يكتفى ميكروب اندوثيا بما يكونه من أعداد خيالية من جراثيم لزجة ، بل يكون أيضا نوع آخر من الاثمارات بعد عدة أسابيع من تكوينه للنوع السابق . النوع الثانى من الاثمارات يتكون نتيجة لعمليات تزاوجية بين نموات ميكروبية ذكرية وأخرى أنثوية . وهى عبارة عن دوارق كروية إلى بيضاوية تتكون فى قلف الأشجار أسفل الأجسام الثمرية الأولى وتفتح بعنق طويل يمتد حتى السطح الخارجى للقلف . يتكون داخل كل جسم ثمرى آلاف من أكياس أسطوانية تحتوى كل منها على ثمانية جراثيم ، وكل جرثومة تتكون من خليتين (شكل ٩) تنتضج الجراثيم وينفصل الكيس عن جدار الجسم الثمرى متحركا ناحية فتحة الدورق فينفجر قاذفا بقوة جراثيمه الثمانية إلى الجو الخارجى ، فتصيب تلك القذائف الجرثومية نباتات أخرى أو تحملها الرياح إلى مسافات بعيدة .

مما سبق يتضح لنا مدى خطورة ميكروب إندوثيا فهو يكون نوعين من الجراثيم أحدهما لزج يسهل نقله بالحيوانات والطيور ، والآخر جاف يقذف فى الهواء فيصيب نباتات أخرى بالغبابة أو تحمله الرياح إلى مسافات بعيدة ، لهذا لم يكن من اليسير إبادة الميكروب والقضاء على المرض بعد ظهوره على نباتات قليلة فى المبدأ .

\* البليون يعادل ألف مليون ، أى ١٠<sup>٩</sup> ، أى ١٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠



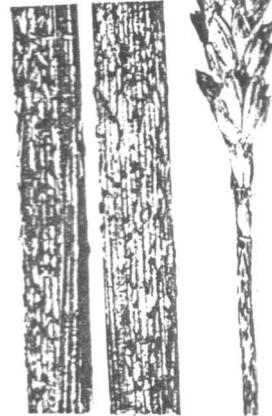
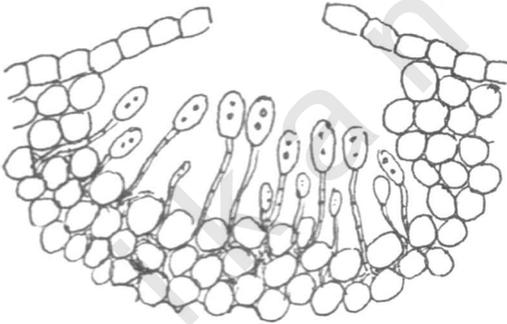
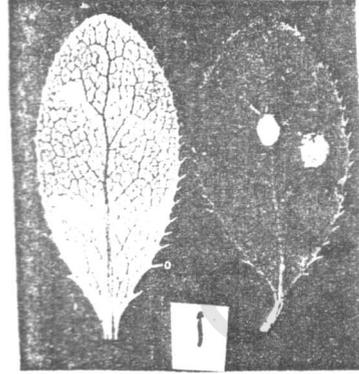
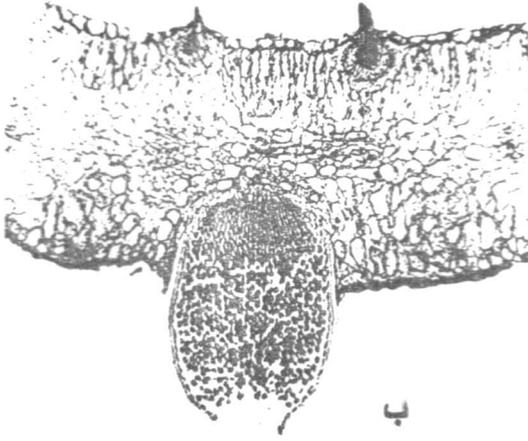
شكل ٩ : أجسام ثمرية تزاوجية للميكروب إندوثيا بارازيتيكا ، وإلى اليمين كيس أسطوانى مكبر به ثمانية جراثيم .

من الميكروبات الأخرى المنتشرة في الدول العربية ، ميكروب صدأ القمح الأسود ، والذي يعتبر من الميكروبات الناجحة في تطفلها ، فقد استمر منذ سنين طويلة ذا قوة وصولجان ، له أقيمت الأعياد ، وإلى آهته تضرع الرومان . ميكروب هذا الصدأ والذي يطلق عليه اسم باكسينيا جرامينيس *Puccinia graminis* ، يعيش على نباتين بالتبادل . النبات الأول نبات شجيري يعرف باسم باربري *barberry* الذي يكثر وجوده في البلاد الشمالية ويمضى عليه الميكروب الفترة الأولى من حياته حيث ينضج ويتزوج ، ثم ينتقل الميكروب إلى عائلته الثاني نبات القمح حيث يستكمل حياته (شكل ١٠) ، وفي بعض الحالات وجد أن هذا الميكروب يستطيع المعيشة على نباتات القمح دون اللجوء إلى نباتات الباربري ، إلا أن غزواته للقمح في هذه الحالة لا تكون بنفس قوة غزواته في حالة إستكمال دورة

حياته على نبات الباربرى • ولإمكانيات هذا الميكروب التكاثرية يرجع بعض الفضل فى نجاح غزواته • فقد وجد أن ما يتكون على شجيرة واحدة من الباربرى ارتفاعها حوالى المترين إذا أصابها ميكروب الصدا بشدة فإنه يتكون عليها فى الوقت الواحد حوالى سبعين بليوناً من الجراثيم التى يمكنها أن تهاجم نباتات قمح • ويتكون على شجيرة الباربرى المصابة عدة محاصيل من هذه الجراثيم • إذا هاجمت تلك الجراثيم المتكونة على الباربرى ، نباتات قمح وتمكنت منها ، فإن كل جرثومة ينتج عنها خلال أسبوع واحد جيلاً من نوع آخر من الجراثيم يتراوح عددها ما بين خمسين ألفاً وأربعمائة وخمسين ألفاً من الجراثيم • تلك الجراثيم الناتجة يمكنها إعادة إصابة نباتات قمح أخرى وإنتاج جراثيم أخرى بأعداد مهولة ، ولك أن تتصور مدى ما يمكن إنتاجه من مصادر عدوى خلال موسم نمو القمح ، فقد وجد أنه يتكون على نباتات فدان قمح مصاب بشدة بميكروب الصدا الأسود حوالى خمسين مليون مليون جرثومة قابلة لإحداث عدوى جديدة ، فعند حصاد محصول قمح مصاب بشدة تظهر فوق المزرعة سحابة حمراء من جراثيم هذا الميكروب فيظهر الرجال ووجوههم مصبوغة بلون الجراثيم كما تتلون الآلات وسطح التربة نتيجة لتساقط الأعداد الخيالية من الجراثيم •

يصاب القمح فى بلادنا بعدد من أنواع الميكروبات أحدها يسبب المرض المعروف بالتفحم النتن نظراً للرائحة الكريهة التى تفوح من سنابل القمح المصابة • سنابل القمح المصابة بذلك التفحم لا تكون حبوباً ولكن يتكون فى موقع الحبوب مسحوق ناعم فحمى اللون عبارة عن جراثيم الميكروب المسبب • وقد أحصيت أعداد الجراثيم المتكونة فى سنبله واحدة مصابة فوجد أنها تتراوح ما بين مليونين إلى إثنى عشر مليوناً •

الميكروبات البكتيرية ، مثل الميكروب المسبب لمرض تقرح الموالح (شكلى ١١، ١٥) ذلك الميكروب الشديد الخطورة ، لا يعطى الميكروب الواحد عند تكاثره إلا فرداً واحداً جديداً ، فالميكروب نفسه ينقسم إلى ميكروبين ، وهذا ليس كثيراً بالنسبة للأمثلة السابقة ، ولكن خطورة هذا الميكروب تقع فى قصر أجياله ، فالجيل فى معظم تلك الميكروبات يتم تحت الظروف الملائمة فى أقل من نصف ساعة • فلو هاجم ميكروب واحد نبات موالح ودخل خلال إحدى فتحاته الثغرية ، فلن يظهر أثر لهذا الميكروب الذى لا يتعدى طوله عن ميكرونيين وعرضه عن ثلاثة أرباع الميكرون • فإذا فرضنا أن هذا الميكروب بدأ هجومه فى الثامنة مساءً ثم بدأ فى الانقسام مرة كل نصف ساعة فسيصبح الميكروب ميكروبين فى الثامنة



- شكل ١٠ : ميكروب صداد الساق الأسود ، باكسينيا جرامينس .
- أ - ورقتي نبات العائل الأول ، باربري ، وعليها بثره عليها جراثيم الفطر .
  - ب - قطاع في ورقة باربري مصابة تظهر على سطحها السفلى بثره فنجانية تحتوى على الجراثيم التي يمكنها إصابة القمح ، العائل الثاني .
  - ج - جزء من سنبله قمح مصابة .
  - د - جزئين من ورقتي قمح مصابين .
  - هـ - بثره بها جراثيم الفطر النامي على ورقة قمح يمكنها إعادة عدوى القمح .

والنصف ثم أربعة في التاسعة ثم ستة عشر في العاشرة مساءً ثم أربعة وستون في الحادية عشر ، ثم ٢٥٦ عند منتصف الليل ، ويستمر التزايد العددي على هذا المنوال حتى يزيد العدد عن ١٦ مليون في الثامنة صباح اليوم التالي ، ثم ٢٨٠ تريليون بعد مرور أربع وعشرين ساعة على بدء الهجوم .

يتضح مما سبق أن الكثرة العددية الناتجة عن تكاثر الميكروبات ترجع إلى عاملين . أولاً ، أن الميكروب الواحد قد ينتج عدداً كبيراً من الوحدات التكاثرية القادرة على إعادة الهجوم . وثانياً ، أن مدة الجيل الواحد في الميكروبات قصيرة فالجيل في الكثير منها يتم في أسبوع أو أقل ، وقد يصل في البكتيريا إلى أقل من نصف ساعة .