النيماتودا

وتدهور المحاصيل الزراعية

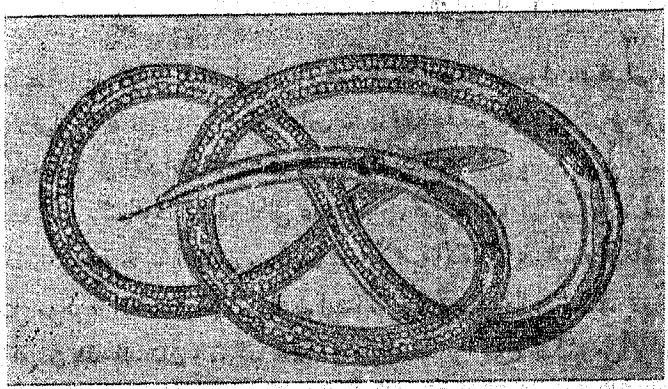
المهندس الزراعى الدكتور بكير عطيفة ، قسم وقاية النبات
كلية الزراعة ـ جامعة القاهرة

النـــيماتودا

منذ عهد غير بعيد لاحظ كثير من الزراع أن إنتاج محاصيلهم الزراعية آخذ فى النقصان سنة بعد أخرى عن المعـــدل المطلوب ، وعزوا ذلك إلى فقر التربة ، فلجأوا من جانبهم إلى التسميد سداً لهذا النقص وإمداداً للتربة بالعناصر الغذائية الملائمة للنبات ، ولكن هذا المجهود لم يعد بالنتيجة المرجوة ، فضجوا بالشكوى ، وعندئذ تدخل رجال العلم وقاموا بدراساتهم المستفيضة رجاء الوصول إلى أسباب تدهور الإنتاج وقلة المحصول ، وقد تعرفوا ـ فيما وصلوا إليه من نتائج ـ على كائنات حية دقيقة الحجم ، صغيرة الجرم تعيش عيشة مستديمة فى الأراضى الزراعية . وهذه الكائنات هى ديدان خيطية الشكل تعرف علمياً بالنيماتودا ، وقد أطلق عليها العرف اسم « الديدان الثعبانية » نظراً لحركتها المشابهة لحركة الثعابين ، وإن كانت الأهمية الاقتصادية لهذه الكائنات لم تحتل مركزها الملائم لها إلا فى السنوات الأخيرة حين استطاع العلماء دراسة العلاقة بين هذه الديدان وبين النباتات ، وحين استطاعوا عزل الكثير من أنواعها فى داخل الأنسجة النباتية ، وعرفوا بالتالى أسباب الإصابات وأعراض الأمراض التى تحدثها . ومن ذلك الحين اعتبرت هذه الآفات عاملا محدداً للإنتاج الزراعى ، بل صارت عاملا له خطره فى تقدير قيم الأراضى الزراعية .

وكان الاعتقاد السائد بين كثير من المزارعين ، بل حتى بين الإخصائيين فى شئون وقاية المزروعات أن الأعراض التى تسببها هذه الآفات تنحصر فى وجود أورام ، أو انتفاخات أو عقد بالمجموع الجذرى ، وأن النباتات التى لا تظهر عليها هذه الأعراض تكون غير مصابة بالآفات النيماتودية . واستمر هذا الاعتقاد راسخاً فترة طويلة إلى أن تبين أن كثيراً من حالات الضعف التى تطرأ على المحاصيل الزراعية تتسبب عن آفات نيماتودية أخرى لا تحدث هذه الأورام أو التعقد الجذرى ، ومن أمثلة هذه الآفات :

نيماتودا التقرح Pratylenchus ، نيماتودا التعفن Ditylenchus ، نيماتودا التقصف Trichodorus ، نيماتودا التحوصل Heterodera ، نيماتودا الأوراق والبراعم Aphelenchoides ، النيماتودا السيفية Hoplolaimus ، النيماتودا الخارقة Dolichedorus ، النيماتودا الإبرية Xiphinema ، النيماتودا الواخزة Paratylenchus ، النيماتودا الحفارة Radopholus ، النيماتودا الحلزونية Helicotylenchus ، النيماتودا الرمحية Tylenchorhynchus ، النيماتودا الكلوية Rotylenchus ، نيماتودا البذور Anguina ، نيماتودا الموالح Tylenchulus ، النيماتودا الحلقية Criconemoides ، وغيرها



شكل ١ - النيماتودا الإبرية Xiphinema ويلاحظ الرمح الطويل بمقدم جسمها وهى بواسطته تخترق أنسجة العائل النباتى .

كثير من هذه الآفات التى يربو عددها على بضع مئات من الأجناس التى تتطفل على كثير من المحاصيل الزراعية ، وتحدث أمراضاً تؤثر على قيمتها الإنتاجية .

وإذا كانت النيماتودا المتطفلة على النباتات تعتبر إذاً من الآفات الرئيسية المسببة لتلف المحاصيل الزراعية ، وإذا كانت تؤثر بالتالى على الدخل القومى ، فماهو سبب عدم الإلمام بها إلا أخيرا ؟ والجواب ينحصر فى أن الإنسان أدرك من قديم الزمن أضرار الحشرات والأمراض الفطرية والبكتيرية ، فنظم بطبيعته دراسات لعلوم الحشرات وعلوم الأمراض النباتية ، فى حين أن النيماتودا لاتتبع هذين العلمين ، واقتصرت على دراستها فئة قليلة من علماء الحيوان بمحطات التجارب ، ولهذا كان التوسع فى أبحاثهم ضئيلا ولم تبدأ الجامعات والمعاهد العلمية فى تدريسها إلا حديثاً ، يضاف إلى هذا صغر حجم هذه الآفات وصعوبة تداولها المعملى والتشخيصى ، كما أن بيئة التربة التى تستقر فيها هذه الكائنات تعتبر من الأوساط الصعبة ، التى يتعقد فيها الكثير من الظروف المختلفة التى لاتوجد فى البيئات الأخرى. هذا ولا يغيب عن المعرفة أن من أهم الأسباب التى يعزى إليها تأخير الإلمام بدراسة هذه الآفات هو صعوبة الاستدلال على مظاهر الأعراض التى تسببها من مظهر النمو الخضرى للنباتات ، كما هو الحـــال فى كثير من الأمراض الفطرية والبكتيرية والإصابات المتسببة عن الآفات الحشرية ، لأن هذه الديدان ، كما سبق القول ، تعيش فى التربة عيشة مستديمة ، وبالتالى تصيب غالبا المجموع الجذرى والسوق الأرضية ، وهى أجزاء مختبئة فى التربة لا تسترعى نظر المزارع ، كما أنها لا تعمد إلى قتل عائلها النباتى حتى لا تحرم نفسها من استمرار حياتها ، بل تحافظ على النبات الذى تتطفل عليه أطول فترة ممكنة ، ويستتبع طول فترة التطفل هذه كثير من العناء والضعف الذى يعترى النباتات فتقل درجة نمائها وحيويتها ، وهذا يؤثر على كمية المحصول وجودته ، ومن هنا تتولد فى كثير من الأحيان ظاهرة التربة المنهكة أو الفقيرة فى إنتاج محصول معين .

وتعتبر دراسة النيماتولوجيا الزراعية Phytonematology اليوم هى بمعنى آخر دراسة الأمراض النباتية المتسببة عن النيماتودا ، وكذلك تعتبر بيولوجيا النيماتودا الحرة فى الأراضى الزراعية من الموضوعات العلمية الواسعة النطاق التى لايمكن الإلمام بدراستها فى محاضرة واحدة أو موضوع مختصر ، فهى الآن مادة أساسية

تقف على أقدامها كعنصر هام فى المجموعة العلمية الخاصة بوقاية المزروعات ، كعلم الحشرات الاقتصادية ، والأمراض النباتية الفطرية والبكتيرية ، فعلم النيماتولوجيا الزراعية له من الأهمية فى الثروة النباتية ماالعلم الطفيليات الحيوانية من الأهمية ذاتها بالنسبة للثروة الحيوانية .

وتنتشر النيماتودا انتشاراً واسع النطاق ، وليس أدل على مدى وجودها فى كل مكان تقريباً من أن نورد هنا العبارة التى تخيلها كوب Cobb الباحث الأول الذى أشار إلى ماهية هذه الكائنات ، وكان له الفضل الأول فى إثارة البحث فى هذا العلم ، إذ يقول : (لو فنيت كل مادة فى الأرض بقدرة السحر وبقيت النيماتودا وحدها دون حراك ثم عدنا إلى الأرض أرواحاً بلا أجسام لأمكننا معرفة مشاهد الأرض ومعالمها من وجود هذه الحيوانات) وكأنما يريد هذا العالم بهذا الخيال أن يجعلنا نتصور مدى ذيوع وانتشار هذه الكائنات الحية بجميع البقاع ، فهى تكثر فى الأراضى والمحيطات ، والبحار والأنهار والنباتات والحيوانات ، بل فى بيئات غريبة ، فقد اكتشفت أول نيماتودا فى القرن السابع عشر فى الخل Tubatirx aceti وكما تعيش وتبقى حية فى ثلوج المناطق القطبية يمكن أن نحصل عليها من مياه العيون الساخنة . ومعنى ذلك أن هذه الحيوانات توجد فى كل مكان فيه حياة .

ويهتم المزارع اهتماماً خاصاً بمجموعة النيماتودا التى تعيش فى تربته الزراعية وتتطفل على محاصيله من آن لآخر ويتساءل كذلك عن الطريقة التى يستطيع بها أن يشخص النباتات المصابة بهذه الآفات . هل هناك من الأعراض مايستطيع به أن يستدل على الاصابات النيماتودية ، كما هو الحال فى كثير من الأعراض التى تسببها الميكروبات الفطرية والبكتيرية ؟ إن الجواب على هذا السؤال ينحصر فى أن هناك بالفعل أعراضاً تسببها النيماتودا ؟ ولكنها لاتعتبر دليلا قاطعاً أو برهاناً ثابتاً على أنها متسببة عنها ، إذ قد تتشابه هذه الأعراض مع غيرها من المسببات الفطرية والبكتيرية ، فهناك أعراض الذبول ، وتغير لون الأوراق ، وحدوث الأورام بالجذور والسوق ، وتجعد الأوراق ، وعجز النمو ، وضمور البراعم ، وجفاف الأغصان وغيرها من الأعراض التى لاتختلف عن كونها متسببة عن أى عوامل أخرى غير نيماتودية ، ولهذا كان لزاما للتأكد من التشخيص أن نلجأ إلى الفحص الميكروسكوبى التشريحى للنباتات المصابة ، وتشخيص النيماتودا الموجودة بأنسجة العائل أو حول

مجموعة الجذرى حتى يكون حكمنا صحيحاً ، وبرهاناً قاطعاً على إصابة النباتات بهذه الآفات ، وليس أدل على مدى أهمية هذا التشخيص المعملى من أن نورد هنا أمثلة عن حالات الإصابات النباتية المتسببة عن نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp فإنه بالرغم من أن مظهر الإصابة التى تسببها هذه الآفة هو حدوث الانتفاخات أو الأورام أو العقد على الجذور ، فإن هذه الأعراض فى حد ذاتها ليست قاطعة وكافية للتأكد من أن هذه النباتات مصابة بهذه الآفة ، ويعزى ذلك للشاهدات الآتية :

١ ــ أن هذه الآفة قد لاتسبب أوراماً لبعض النباتات عند ما تصيبها ، كما يحدث فى حالات إصابتها للقطن والذرة ، إذ أن الأعراض فى هذه الحالات تقتصر على تهرؤ وتمزق الجذور فقط ، ويلتبس الأمر حينئذ فتبدو هذه النباتات غير مصابة بهذه الآفة .

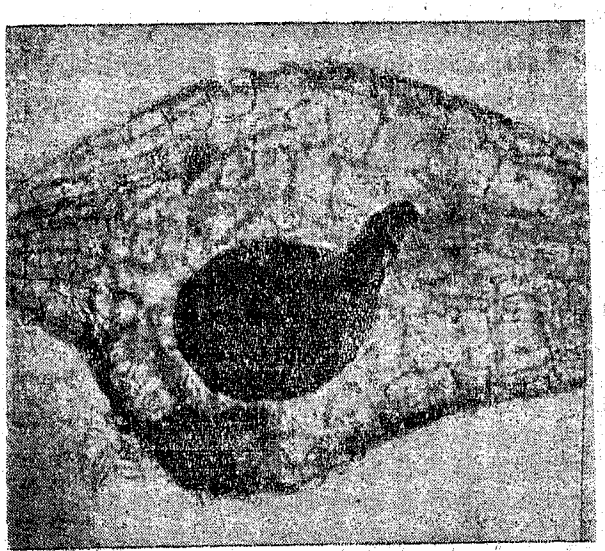
٢ ــ ان هناك آفات نيماتودية أخرى تسبب أوراما وعقداً مثل نيماتودا Ditylenchus radicicola و Nacobbus dorsalis وهما يختلفان فى درجة تطفلهما ومدى خطورتهما عن آفة تعقد الجذور العادية .

٣ ــ هناك طفيليات أخرى غير نيماتودية تسبب أوراما كبعض الفطريات الدنيئة Plasmodiophora التى تسبب تدرنا لجذور النباتات الصليبية ، وكذلك بعض البكتيريا المرضية مثل Bacterium tumefaciens المسببة للتورم الجذرى فى الخوخ وأشجار الحلويات ، وكذلك بعض أنواع الفيروس التى تسبب أوراما مختلفة للنباتات .

٤ ــ الخطأ الذى ينجم عن تشخيص العقد الجذرية البكتيرية nodules على أنها عقد نيماتودية أو بالعكس ، وتمكن معرفة الفرق فى هذه الحالة بأن العقد البكتيرية تظهر على جانب واحد من الجذر ، ومن السهل كشطها بالأظافر ، فى حين أن العقد النيماتودية تنشأ من محور الجذر وتحيط بجميع جهاته ، فهى ملتصقة به التصاقاً وثيقاً ، وبالتالى يصعب كشطها .

٥ ــ للتأكد من النباتات العائل لهذه الآفة يجب التأكد من أن الطفيل قادر على تكوين نتاجه Progeny على هذا النبات ، فقد تبين أن يرقات هذه الآفة بعد اختراقها لأنسجة جذور بعض النباتات لا تستطيع أن تستمر فى مراحل دورتها

العادية لتكوين ديدان يافعة تقدر على وضع البيض ، بل تموت بعد دخولها النبات. وهذا يرجح أن هذا النبات غير مناسب لها كطعام ، أو أن اليرقات ذاتها ليست قادرة على تحضير غذائها من هذا النبات ، هذا ويلاحظ أن جذور هذه النباتات تصاب بشدة لأنه يخترقها عدد هائل من اليرقات ولا تستطيع أى يرقة أن تكمل دورة حياتها وتصل إلى دور البلوغ والاكتمال الجنسى رغم مايعترى هذه النباتات فى بدء إصابتها من ذبول واصفرار ، ولكنها تسترجع قواها بتقدم عمر النبات ومن هنا استفيد عمليا بمثل هذه النباتات التى تكتسب هذه الصفة فى صيد هذه اليرقات من الأراضى الموبوءة بها وإدخالها فى نظام الدورات الزراعية كأسمدة خضرية .



شكل ٢ — دودة تعقد الجذور Meloidogyne بعد أن اكتمل نموها الجنسى بداخل أنسجة العائل وترتب على ذلك تضخم النسيج وتكوين الأورام .

٦ — قد يتسبب عن إصابة بعض النباتات بهذه الآفة عدم وجود عقد أو أورام بمجموعها الجذرى ، بينما توجد هذه الانتفاخات فى قاعدة الساق أو الدرنات الأرضية ، وهذا يؤدى إلى خطأ فى التشخيص تكون نتيجته أن هذه النباتات غير مصابة.

٧ — من الملاحظ أن كثيراً من النباتات قد تظهر عليها أعراض المرض بوضوح فى منطقة زراعية خاصة ، فى حين أن هذه النباتات نفسها قد لاتصاب أبداً

فى منطقة زراعية أخرى ، بالرغم من وجود الآفة فى المنطقتين ، ويعزى ذلك إلى وجود سلالات شتى لهذه الآفة تختلف فيما بينها فى درجة تخصصها ، وعدد هذه السلالات ومدى تخصصها يحدد نطاق العوائل النباتية لهذا الطفيل ، فبعض المناطق قد تكون ملوثة بسلالة واحدة ، والبعض الآخر يكون ملوثاً بأكثر من سلالة ، وقد تكون جميع السلالات فى المنطقة الواحدة ملوثة ، وقد وجد أن آفة تعقد الجذور المذكورة لها ما يزيد عن سبع سلالات تختلف فيما بينها فى درجات تخصصها على العوائل النباتية ، والبعض منها لا يسبب عقداً ، والبعض يكون عقداً صغيرة جداً ولكنها فى نفس الوقت قاتلة ومهلكة للعائل النباتى ، فى حين أن البعض الآخر يكون عقداً كبيرة قد تصل إلى حجم قبضة اليد ، ولكنها غير مهلكة للعائل .

هذه أمثال لآفة نيماتودية واحدة ، والصعوبات التى تواجهنا عند تشخيصها ، فما بالك بمئات الآفات النيماتوية الأخرى !! ولهذا كان لابد عند تشخيص الأمراض التى يشك فى كونها متسببة عن النيماتودا أن تجرى بمعرفة أشخاص ملمين بتصنيف وخواص هذه الآفات حتى يكون الحكم على الحالة المرضية حكماً سليما ، وعلى ضوء ذلك توضع البرامج والدراسات الخاصة لمقاومة هذه الآفات ، فليست جميع الآفات النيماتودية تقاوم بطرق واحدة ، فالبعض يحتاج إلى معاملات كيماوية ، والبعض الآخر لا يستجيب لمثل هذه المعاملات ، وكانت بالتالى معرفة طبيعة معيشة هذه الآفات وتاريخ حياتها وعدد أجيالها ودراسة ظروفها البيئية من العوامل الرئيسية المحددة لوضع برنامج مقاومتها .

ويتساءل كثير من المزارعين عن مدى الأهمية الاقتصادية لمثل هذه الآفات الزراعية ولا نستطيع فى الوقت الحاضر أن نجيب على ذلك بالأرقام المادية ، إذ أن إحصاء الخسائر المترتبة على هذه الآفات فى مصر لم يقدر بعد ، نظراً لعدم وجود العدد الكافى من الإخصائيين فى هذه الآفات ، وكذلك لعدم الاهتمام بالأمراض المتسببة عنها إلا حديثاً ، ولعدم عمل دراسات حصر ومسح حتى الآن لانتشار وتوزيع هذه الآفات بالمناطق الزراعية المختلفة ، ولكننا نستطيع أن نحصر الخسائر التى تسببها هذه الآفات فى النقط الآتية :

١ — خسائر مترتبة عن موت النباتات الحولية وهى فى سن مبكرة أى فى طور البادرات كما فى حالات الطماطم ، والبطاطس ، والبقول والبطاطا ، والقطن ، وخلافها

مما يستدعى ضرورة إعادة زراعتها سواء أكانت شتلا أم ترقيعاً ، ولا يغيب عنا مقدار التكاليف التى تترتب على ذلك .

٢ ــ خسائر مترتبة على نقص غلة المحصول وتخفيض الرتبة والنوع ، كما يحدث عند إصابة محاصيل الخضر والقمح والقطن والذرة .

٣ ــ خسائر مترتبة على نقص وضعف قدرة إنتاج النباتات المعمرة ، كما يحدث عند إصابة أشجار الخوخ والبرقوق والكمثرى والعنب والموالح والموز ، إذ أن هذه النباتات ينتابها ضعف عام يفقدها القدرة الإثمارية فى سن مبكرة .

٤ ــ خسائر مترتبة على إتلاف المحاصيل قبل الحصاد وأثناء الخزن ، كما يحدث حين إصابة القمح والذرة وهما فى طورهما الزهرى ، وتشويه شكل درنات البطاطس والبطاطا والبصل أثناء خزنها .

٥ ــ الخسائر المترتبة على تدهور أشكال نباتات الزينة بسبب إصابة أزهارها وأوراقها .

٦ ــ خسائر مترتبة على خفض القيمة الشرائية أو الاتجارية للأراضى الملوثة بهذه الآفات ، إذ أن تكرار زراعتها بمحاصيل قابلة للإصابة جعلها منهكة وضعيفة ويترتب على ذلك خفض قدرتها الإنتاجية .

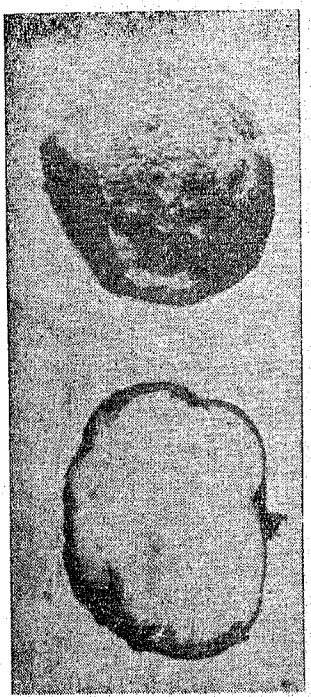
٧ ــ خسائر مترتبة على عدم معالجة الأراضى الملوثة بهذه الآفات ، وهذا يعرض النباتات المزروعة لميكروبات الذبول الفطرية والبكتيرية التى تنجح فى دخول العائل عن طريق الثقوب التى تسببها النيماتودا ، وليست بخافية علينا الخسائر الجسيمة التى تسببها هذه الميكروبات .

٨ ــ خسائر تدخل فى الاعتبار تكاليف معالجة الأراضى الملوثة والنباتات المصابة ، كاستئصال الحشائش التى تعمل كعوامل للنيماتودا وتكمل عليها دورات حياتها فى حالة عدم وجود العائل الأصلى ، وكذلك التكاليف المترتبة على استعمال المبيدات الكيماوية المستخدمة فى مقاومة هذه الآفات .

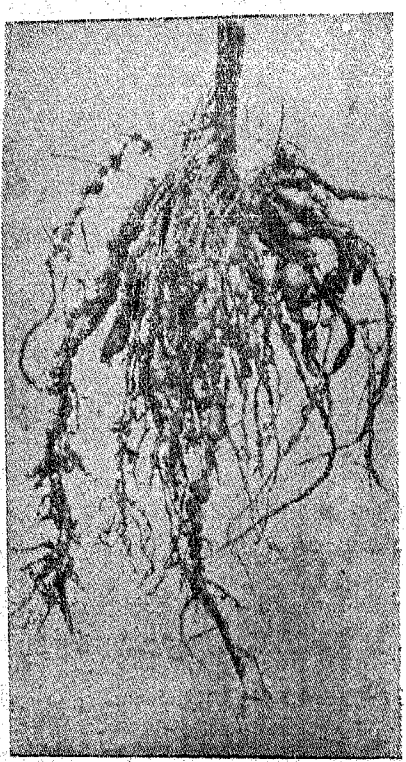
٩ ــ خسائر مترتبة على الجهل بمعرفة مصادر العدوى وانتشار هذه الآفة ، كاستخدام شتلات ملوثة ، أو نقل تربة ملوثة أو أسمدة ملوثة ، أو استخدام مصادر للرى مناطقها ملوثة ، أو استخدام الأدوات الزراعية فى الأراضى الملوثة ، وبالتالى فى الأراضى السليمة .

هذا ، وقد أثبتت التجارب والأبحاث التى يقوم بها قسم وقاية النبات بكلية الزراعة بجامعة القاهرة متعاونا مع وزارة الزراعة ومديرية التحرير والمجلس القومى للبحوث — وجود الكثير من هذه الآفات النيماتودية فى مصر نخص بالذكر منها :

[١] نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp التى تعتبر من أخطر الآفات الزراعية انتشاراً ، ولاسيما فى الأراضى الرملية والخفيفة ، فهى تصيب كثيراً من المحاصيل الزراعية المختلفة ، فتصيب من محاصيل الحقل : القطن والقصب والبرسيم والفول السودانى والبصل ، وتصيب من الخضراوات : اللوبيا ، والطماطم ، والباذنجان ، والباميا ، والبسلة ، والفلفل ، والبطاطس ، والبطاطا ، والبطيخ ، والشمام ، والقاوون . وتصيب من أشجار الفاكهة : الخوخ ، والمشمش ، والتين ، والعنب ، والموز ، واللوز ، والنخيل ، والبيكان . وتصيب من نباتات الزينة : الداليا ، والورد ، والبنفسج

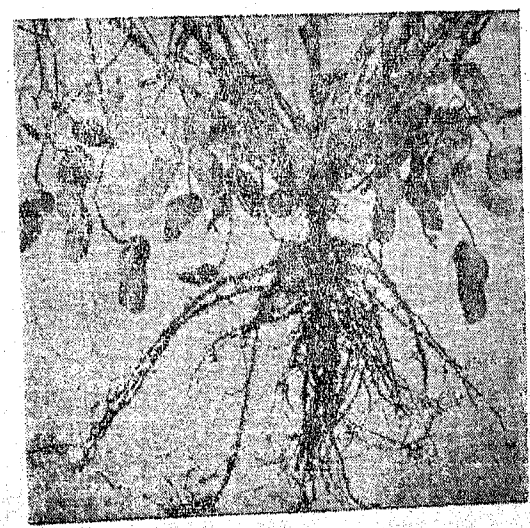


شكل ٤ — درنات بطاطس مصابة بدودة تعقد الجذور



شكل ٣ — جذور طماطم مصابة بدودة تعقد الجذور

والبيجونيا والسناريا، والياسمين، وبسلة الزهور وتصيب كثيراً من الحشائش المختلفة التى تساعد الظروف الزراعية المختلفة على انتشارها، كما أنها تتحمل درجات الحرارة المختلفة. وتتسبب عن هذه الآفة خسائر تتراوح بين ٥٠ و ١٠٠ ٪ خصوصاً أنها تعتبر مهداً لجعل كثير من المحاصيل الزراعية عرضة للإصابة بفطريات الذبول التى تقضى على المحصول بأكمله.

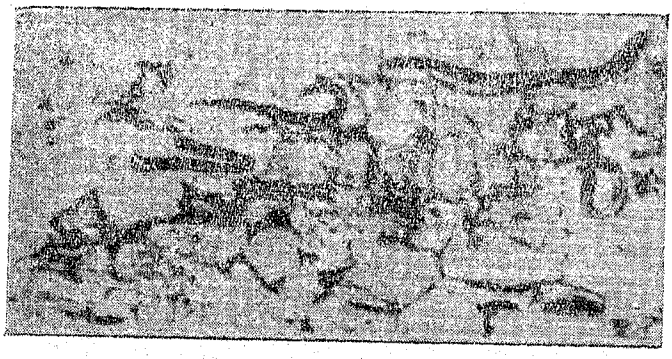


شكل ٥ فول سودانى مصاب بدودة تعقد الجذور، ودودة التقرح Pratylenchus ويلاحظ ضمور حجم بعض الثمار وتعفنها.

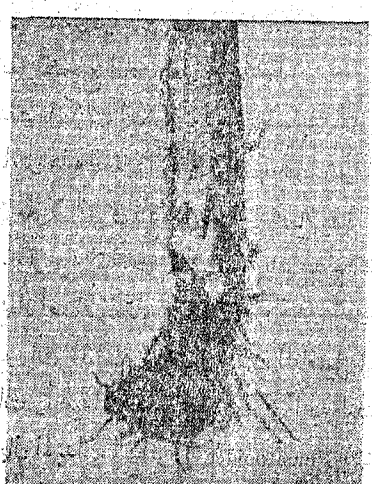
[ب] نيماتودا التقرح Pratylenchus sp التى وجدت بكثرة بأشجار الفواكه وبخاصة الخوخ والموز والعنب مما يتسبب فى تقصف وتعفن جذور هذه النباتات ويضطر المزارع إلى اقتلاعها فى سن مبكرة، وتكثر هذه الدودة كذلك فى مزارع القطن، وتشترك معها النيماتودا الرمحية Tylenchorhynchus sp التى وجدت بأعداد كثيرة حول جذور القطن وهو فى طور البادرات مسببة تقرح وتمزق بشرة الجذر وإعطاء الفرصة للفطريات الأرضية المسببة لمرض الاختناق فى دخولها أنسجة النبات.

[ح] نيماتودا تعفن السوق والدرنات Ditylenchus sp وقد وجدت بكثرة فى أبصال الزينة، وبدرنات البطاطس، مسببة تشوهها وتعفنها، كما لوحظت بأعداد وفيرة فى نبات الذرة الذى تظهر به أعراض تعفن الساق.

[٤] نيماتودا الموالح العادية Tylenchulus semipenetrans ونيماتودا الموالح الحفارة Radopholus similis وقد وجدت هذه الآفات بكثير من أشجار وشتلات الموالح بالمناطق المختلفة : مسببة تسلخ وتمزق جدر الجذور مما يتسبب فى سوء تغذية الأشجار وتعرضها لفقد قدرتها الإثمارية فى سن مبكرة .



شكل ٦ — نسيج القشرة لنبات الموز ، وتلاحظ بداخله ديدان التقرح Pratylenchus



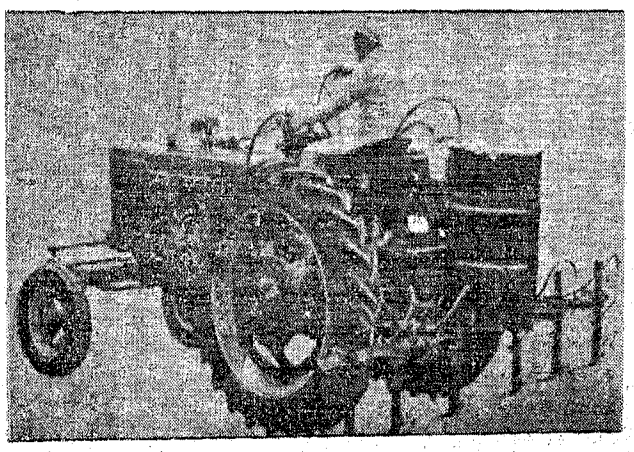
شكل ٧ — أعراض الإصابة فى شتلة الموز ، وتلاحظ شدة تقصف الجذور المتسببة عن ديدان التقرح Pratylenchus

هذا ولا تزال الأبحاث جارية فى هذا المضمار العلمى الجديد لبناء دعامة قوية ورسم سياسة تخطيطية تجاه مقاومة هذه الآفات التى تعتبر ولاشك مصدراً مؤثراً على الدخل الزراعى فى مصر ، وتعانى كثير من البلاد الأوربية والولايات المتحدة الأمريكية الكثير من وباء هذه الآفات ، ولهذا سبقتنا بكثير فى هذه الدراسات حيث بدأت

شكل ٨ — جذور بادرات قطن مصابة بالنيماتودا الرمحية Tylenchorhynchus

جامعتها بتنظيم دراسات خاصة لهذا العلم، كما رصدت كثير من الشركات العالمية مبالغ ضخمة لتشجيع البحث العلمي في هذا الميدان، وتسابقت شركات المبيدات في استنباط أحدث المركبات الكيماوية لاستخدامها في مقاومة هذه الآفات . هذا وقد استطاع العلماء في هذه السنين الأخيرة أن يقطعوا شوطاً بعيدا في هذه الدراسة بحيث أمكن الآن معرفة الطرق المختلفة لدراسة تاريخ حياة هذه الآفات وطرق إصابتها للعائل، وفسيولوجية النباتات المصـــابة باستخدام النظائر المشعة وجهود مربي النباتات في إيجاد أصناف مقاومة لسلالات الآفات المختلفة، كما درست أنجع الطرق الزراعية والدورات المناسبة واختيار أنسب المحاصيل لـكل تربة تعاني ضرراً من هذه الآفات وأهمية استخدام المخصبات الزراعية العضوية وغير العضوية ، يضاف إلى هذا استعمال المبيدات النيماتودية Nematocides بفضل الاكتشافات الحديثة للمركبات العضوية الطيارة التي تستخدم في تدخين التربة فتعمل كمعقمات تقتل جميع النيماتودا بأطوارها المختلفة في التربة ومن أهمها مواد الـ د . د، وثاني بروموز الإيثلين ، وبروموز الميثيل المخلوط بالكلوروبكرين ، والنياجون ، والفابام ، والتيلون وغيرها ولو ان استخدام هذه المبيدات يتطلب في كثير من الأحيان نفقات كثيرة إلا أنه

أمكن استخدامها الآن فى حدود زهيدة تتفق و نفقات الزراعة وقيمة المحصول الاقتصادية ، ومن هنا طرق باب جديد فى معالجة أجزاء النباتات المختفية فى التربة بعد أن كانت مقتصرة فقط على الأجزاء الخضرية. وإلى جانب هذه الأسلحة الكيماوية تسن تشريعات صارمة بعدم جواز نقل نباتات من منطقة زراعية مصابة إلى أخرى إلا بإذن من الحجر الزراعى وإلزام الأخير بشدة مراقبة استيراد وتصدير هذه النباتات من بلد إلى آخر .



شكل ٩ ــ طريقة تجهير المحراث الآلى بالمطهرات النيماتودية لتعقيم التربة الملوثة

وختاماً لهذا المقال أود أن أبين أن هذه الدراسات والأبحاث ليست مقتصرة فقط على القائمين بأعمال وقاية المزروعات فحسب ، بل إن المشتغلين بالعلوم الزراعية الأخرى ولا سيما علوم الأراضى والخصبات من العبث أن يتجاهلوا عامل هذه الكائنات الحية الدقيقة فى التربة الزراعية التى يترتب على إغفالهم لها أثر بالغ فى نتائج أبحاثهم وتوصياتهم، فعلوم الأراضى يجب ألا تقتصر دراساتها على النواحى الطبيعية والكيماوية والميكروبيولوجية فقط ، بل إن آفات التربة الزراعية ولا سيما النيماتودا التى تعيش بصفة مستديمة بالأراضى من الأسس الهامة التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند دراسة عوامل الخصوبة أو إصلاح الأراضى .