## الأعراض المرضية

يجدر بنا أولاً أن نفرق بين مصطلحي الأعراض المرضية disease symptoms، والعلامات المرضية disease signs. فالأعراض هي انعكاسات المرض على النبات المصاب، بينما العلامات هي وجود المسبب المرضي، أو أي طور من أطواره، على الجزء المصاب من النبات أو في داخله.

والأعراض تشمل : الأعراض الظاهرية morphoiogical symptoms، وهي التي يمكن مشاهدتها ظاهرة للعين المجردة على المجموع الخضري أو الجذري، مثل الذبول والتقزم أو تعقد وتقرح الجذور ... إلخ، وكذلك تشمل الأعراض التشريحية histological symptoms، وهي تلك التي تحدث في أنسجة النبات الداخلية، ولابد من تشريح الجزء المصاب للتعرف عليها، مثل وجود الخلايا العملاقة والخلايا المغذية والتقرحات الداخلية ... إلخ.

ويمكن تقسيم الأعراض الظاهرية المتسببة عن النيماتودا إلى الآتي :

### أولاً : الأعراض على أجزاء النبات فوق سطح التربة Above-Ground Symptoms

وهذه بدورها يمكن تقسيمها إلى :

### ١ - أعراض ناتجة عن إصابة الجذور

هذه الأعراض غير متخصصة وتشابه، إلى حدٍّ كبير، تلك الأعراض الناتجة عن أي ضرر للجذر يؤدي إلى نقص كفاءته في امتصاص الماء والأملاح، أو تلك الأعراض الناتجة عن نقص الخصوبة أو الرطوبة في التربة. ولذلك فمن الصعوبة الاعتماد على هذه الأعراض في تشخيص الأمراض النيماتودية، إلا أنه في بعض الحالات، وخاصة في المراحل الأولى من تطورالمرض النيماتودي في الحقل، تتميز الإصابة الحقلية بالنيماتودا بأنها غير منتظمة، وتظهر على هيئة بقع متناثرة patches في الحقل ( الشكل رقم٣١ ) .

تنشأ هذه الأعراض عن نقص كبير في كفاءة الجذور في امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة، وكذلك نقلها وتوزيعها في النبات. وتشمل هذه الأعراض ما يلي:

أ ) ضعف عام في نمو المجموع الخضري.

ب) اصفرار الأوراق، وأعراض تشبه نقص العناصر الغذائية

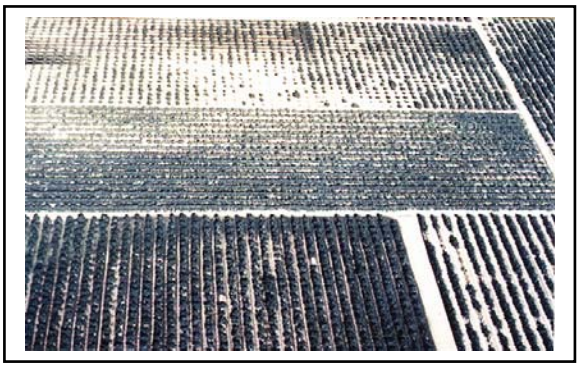
جـ) ذبول، وخاصة في الأوقات الحارة خلال اليوم.

د) نقص في المحصول ورداءة في نوعيته.

**٢- أعراض ناتجة عن إصابة المجموع الخضري نفسه.**

وهذه الأعراض عادة أكثر تخصصاً وتميزاً عن سابقتها، وتشمل الآتي:

**أ) تبقعـات ورقيـة Leaf Spots:** كما يحدث على أوراق نبات الكريزانثمم *Chrysanthemum* عند إصابته بنيماتودا البراعم والأوراق *Aphelenchoides ritzemabosi*، حيث تظهر بقع مصفرة تكبر ثم تتحول إلى اللون البني، وتظهر على هيئة مناطق زاويَّة (الشكل رقم ٣٢) نتيجة لإصابة الورقة. كما أن هناك نوعاً آخر من الجنس نفسه هو *A. besseyi* يسبب مرض القمة البيضاء في الأرز (الشكل رقم ٣٣).



**الشكل رقم (٣١). منظر جوي يوضح الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور في كروم العنب. لاحظ أن الإصابة بالنيماتودا عموماً تتميز بعدم الانتظام وتظهر على هيئـة بقـع متنـاثرة Patches في البساتين والحقول.**

**(عن Union Carbide, 1986).**

الشكل رقم (٣٢). تبقع أوراق الكريزانثمم Chrysanthemum نتيجة الإصابة بنيماتودا الـبراعم والأوراق *Aphelenchoides ritzemabosi* (الورقـ ـ ـة الوسطى سليمة).

(عن APS Slide Collection).

الشكل رقم (٣٣). مرض القمـ ـة البيضاء على أوراق الأرز نتيجة الإصابة بنيماتودا البراعم والأوراق *Aphelenchoides besseyi*.

(عن APS Slide Collection)

**ب) انتفاخ السوق وتشوهها Swelling and Distortion of Stems:** كما يحدث في البرسيم نتيجة لإصابته بنيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus dipsaci*، حيث تنتفخ السوق، وتقصر السلاميات، ويصبح النبات متقزماً ومشوهاً (الشكل رقم ٣٤).

**الشكل رقم (٣٤). انتفاخ وتشوه سوق البرسيم الحجازي نتيجة الإصابة بنيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus dipsaci*. لاحظ انتفاخ السوق، وقصر السلاميات، وكذلك تقزم وتشوه النبات (النبات إلى اليسار سليم). (عن APS Slide Collection).**

**جـ) عقد ورقية وتشوه في الأوراق Leaf Galls and Leaf Malformation:** حيث يحدث تشوهات للأوراق مثل التعقد والالتفاف والتجعد، وهذه الأعراض تسببها أنواع معينة من جنسي *Ditylenchus* و *Anguina* (الشكلان رقما ٣٥، ٣٦).

**الشكل رقم ( ٣٥ ). تشوه وتجعد الأوراق في البصل نتيجة الإصـابة بنيمـاتودا السـوق والأبصـال ( النبات إلى اليسار سليم ).** ***Ditylenchus dipsaci***

**( عن National Academy of Sciences,1970 ) .**

**الشكل رقم (٣٦). عقد ورقية على إحـدى الحشائش النجيلية نتيجة الإصـابة بنيماتودا .** ***Anguina sp.***

**(عن Poinar,1983 ) .**

**د) عقد بذرية Seed Galls:** كما يحـ
حبوب القمح *Anguina tritici*، حيث
الحبـوب الطبيعيـة في السـنبلة (الشـك
الداكن، وبصلابتها، وشكلها المتجعـ

**الشكل رقم ( ٣٧ ). العقد البذرية** في **سنابل القمح نتيجة الإصابة بنيمـاتودا تثألـل حبـوب القمـح *Anguina tritici*. لا حظ تكون العقد البذرية مكان بعض الحبـوب الطبيعيـة** في **السنبلة ( السنبلة إلى اليسار سليمة). ( عن APS Slide Collection ).**

**الشـكل رقـم ( ٣٨ ). العقد البذرية** في **القمح ( أعلى الصورة ) مقارنة بالحبـوب السليمة ( أسـفل الصورة). لا حظ لون هذه العقد الداكن وشكلها المبعد الصغير مقارنة بالسليمة. ( عن Ayoub,1980 ).**

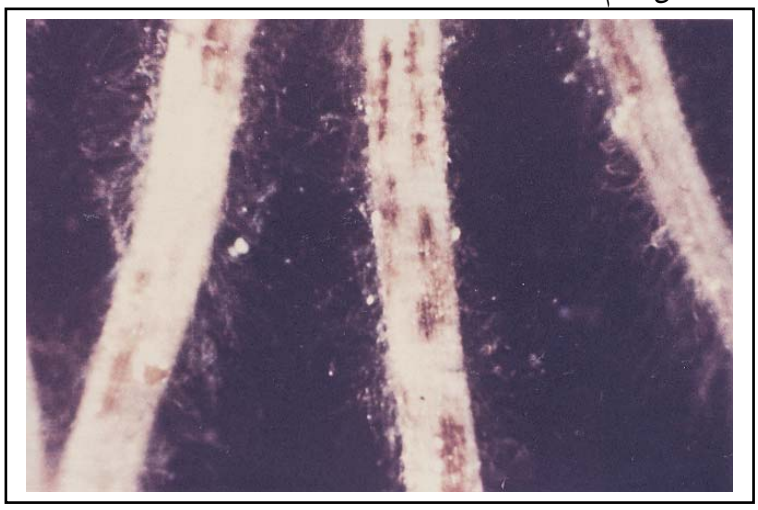
## ثانياً : الأعراض على الجذور Root Symptoms

وهي الأعراض التي تظهر على الجذور نتيجة لإصابة الجذور نفسها بنيماتودا الجذور. وهذه الأعراض عادة غير متخصصة ، وأحياناً يصعب تشخيصها وتمييزها عن تلك التي تسببها طفيليات الجذور الأخرى أو عوامل التربة المختلفة. وتشمل هذه الأعراض ما يلي :

### ١ - تقرحات الجذور Root Lesions

والتقرح عبارة عن موت موضعي للنسيج المصاب ، وتختلف شدة التقرح باختلاف النيماتودا المسببة له ، فإما أن تكون التقرحات :

أ) **تقرحات سطحية موضعية Localized Surface Lesions:** وهذه تسببها عادة بعض أنواع النيماتودا الخنجرية .*Xiphinema* spp والحلقية .*Criconemella* spp ومجموعة النيماتودا الحلزونية التي تقتل خلايا البشرة والخلايا الخارجية من القشرة نتيجة للتغذية عليها. وقد يسببها اختراق النيماتودا الداخلية للجذور (الشكل رقم ٣٩).

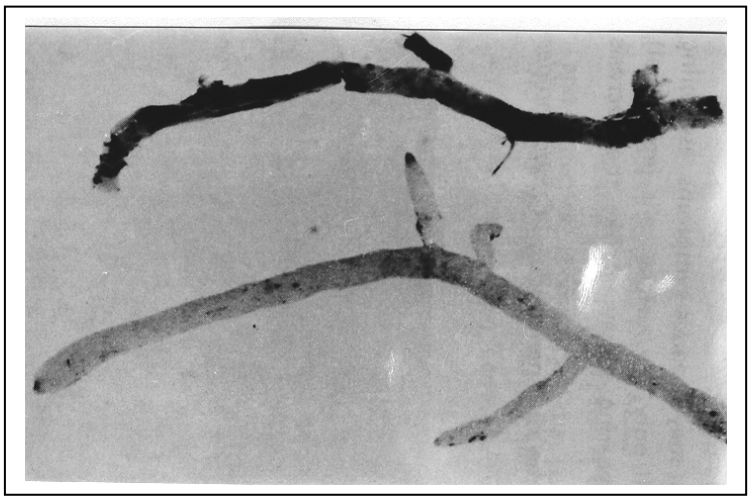


**الشكل رقم ( ٣٩ ). تقرحات موضعية بسيطة بنية اللون على جذور الفاصوليا نتيجة لاختراق نيماتودا التقرح *Pratylenchus .scribneri* ( عن Redewald ).**

**ب ) تقرحات شاملة Extensive Lesions :** تحدث في منطقة القشرة، وتسببها الطفيليات الداخلية المتجولة كنيماتودا التقرح .*Pratylenchus* spp والنيما تودا الحفارة *Radopholus similis* ( الشكل رقم ٤٠ )، وغالباً ما تشارك أحياء أخرى كالبكتريا والفطريات في تحلل النسيج المصاب وتلون كامل الجذر بلون بني داكن أو أسود (الشكل رقم ٤١ ). كما أن هناك تقرحات مشابهة تسببها عدة أنواع من نيماتودا السوق والأبصال .*Ditylenchus* spp عند إصابتها للأبصال ( الشكل رقم ٤٢ ) والدرنات.

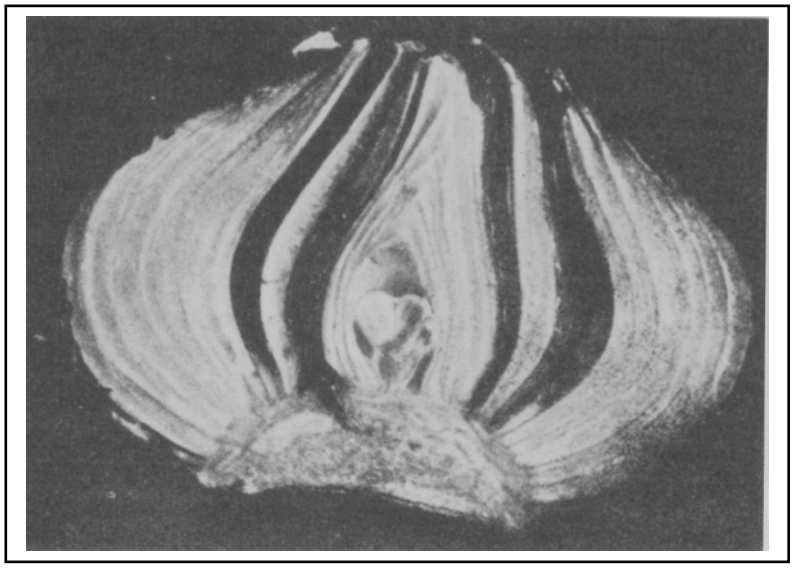
**الشكل رقم (٤٠). تقرحات شاملة عميقة داكنة اللون (الجذر السفلي) في جذور الموالح نتيجة الإصابة بنيماتودا التقرح *Pratylenchus. vulnus* (الجذر العلوي سليم).**

**(عن Union Carbide, 1986).**



**الشكل رقم (٤١). تؤدي مشاركة بكتريا وفطريات التعفن إلى تفرح شديد في الجذر ثم تعفنـه (الجـذر السفلي) وتلونه باللون البني الداكن أو الأسود (الجذر العلوي سليم).**

**(عن Ayoub, 1980).**



**الشكل رقم (٤٢ ). قطاع طولي في إحدى أبصال الزينة يوضح التفرح الشديد لأنسجة البصـلة نتيجـة الإصابة بنيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus dispaci* .**

**( عن Dropkin,1980 ) .**

**٢- إنتفاخات في أطراف الجذور Swellings of root-tips :** وهذه تسببها بعض أنواع النيماتودا الخنجرية *Xiphinema* spp. التي تتغذى على خلايا طبقة القشرة في أطراف الجذور، مما ينتج عنه زيادة شاملة في حجم وعدد هذه الخلايا، وعادة يصاحب ذلك انحناء في القمة النامية curly-tip للجذر ( الشكل رقم ٤٣ ).

**الشكل رقم ( ٤٣ ). انتفاخات في أطراف جذور العنب نتيجة للإصابة بالنيماتودا الخنجرية *Xiphinema index* . لاحظ حجم ومظهر الإنتفاخات والاختلاف بينها وبين تعقد الجذور ( الشكل رقم ٤٧ ) الناتج عن نيماتودا تعقد الجذور. ( عن Radewald,1978 ) .**

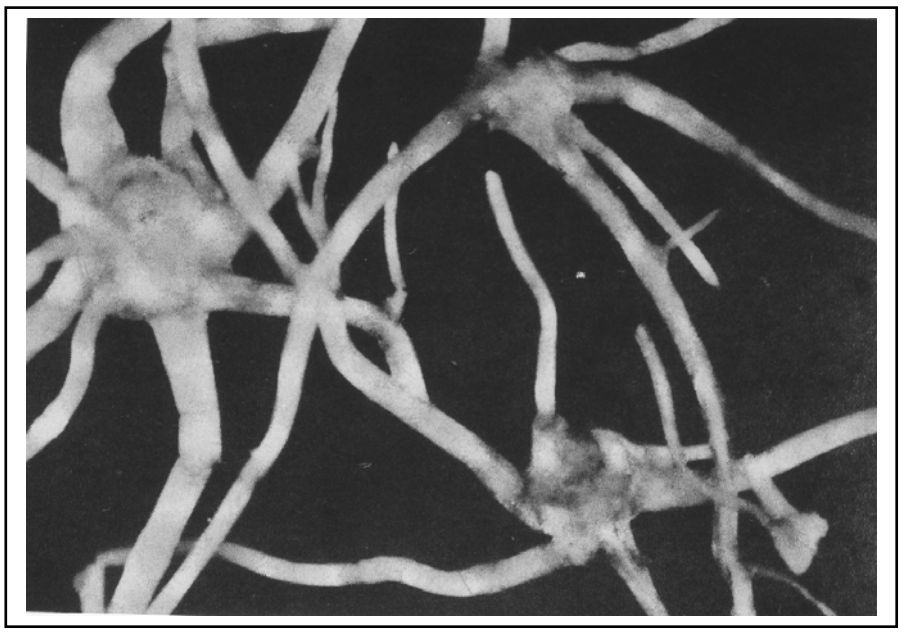
**٣- تقصف الجذور Stubby-roots :** بالرغم من أن نيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus* spp. و *Paratrichodorus* spp. لا تحدث ضرراً خلوياً واضحاً في الخلية نفسها لكنها، نتيجة لتغذيتها على أطراف الجذور، تسبب توقفاً في نمو تلك الأطراف وبالتالي تقزم الجذر. ونتيجة لذلك تتكون جذور جانبية جديدة فتصاب بدورها وتتقزم بالطريقة السابقة نفسها، وهكذا ينتج عن هذا الوضع أعراض تسمى تقصف الجذور (الشكل رقم ٤٤ ).

**الشكل رقم (٤٤). أعراض تقصف الجذور على بادرات الذرة الشامية نتيجة للإصابة بنيماتودا تقصف الجذور. لاحظ توقف نمو أطراف الجذور وتكون جذور جانبية أخرى تصاب بدورها وتتوقف عن النمو.**
***(عن* APS Slide Collection *).***

وهناك أيضاً أجناس أخرى كالنيماتودا الواخزة والمخرازية والإبرية تسبب تقصفاً للجذور.

## ٤ـ زيادة التفرع الجذري Excessive root branching :

ويحدث هذا عندما تتغذى بعض أنواع معينة من نيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp. ونيماتودا تعقد الجذور الكاذب *Nacobbus* spp. على الجذور الحديثة، مما يؤدي إلى ظهور فروع جذرية صغيرة وكثيفة في أعلى منطقة الإصابة مباشرة، ويعطي هذا ما يسمى بالجذر الشعري Hairy root. وتسبب نيماتودا تعقد الجذور من نوع *Meloidogyne hapla* أيضاً فروعاً جذرية صغيرة على العقد المتكونة على الجذور ( الشكل رقم ٤٥ ).



**الشكل رقم (٤٥ جذور جانبية على العقد الجذرية التي تسببها نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne hapla* .**
**( عن Taylor and Sasser, 1978 ) .**

### ٥- تعقد الجذور Root Galls :

تتكون أشكال مختلفة من العقد الجذرية نتيجة للإصابة بأنواع مختلفة من النيماتودا تتبع لبضعة أجناس، أهمها جنس *Meloidogyne*، ويختلف شكل وموقع هذه العقد على الجذور باختلاف نوع النيماتودا. ولعل أبسط أنواع العقد الجذرية هي تلك التي تسببها النيماتودا الغمدية *Hemicycliophora* spp. على أطراف جذور بعض النباتات، حيث تشجع الخلايا في هذه الأطراف على زيادة سرعة انقسامها hypertrophy، مما ينتج عنه تكون عقد على أطراف الجذور تتكون من كتلة من الخلايا المضغوطة ( الشكل رقم ٤٦ ).

**الشكل رقم (٤٦). عقد جذرية طرفيـة على جـذور الليمـون ( إلى اليسـار ) نتيجـة الإصـابة بالنيمـ ـ ـاتودا الغمديـ ـ ـة *Hemicycliophora arenaria* . لاحظ شكل وموقـع هـذه العقد بالمقارنـة مـع العقـد الجذرية لنيماتودا تعقد الجذور (الشكل رقم ٤٧ ).**

**( عن Union Carbide,1986 ) .**

أما العقد الجذرية root-knots التي تسببها جميع أنواع نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. على المئات من عوائلها المختلفة فهي الأكثر شيوعياً وشهرة. هذه النيماتودا هي طفيليات داخلية ساكنة، كما ذكرنا سابقاً، تتغذى على الخلايا في منطقة الحزم الوعائية، بينما يبقى الجسم مدفوناً في منطقة القشرة من الجذر. وتتكون نتيجة للتغذية بضع خلايا كبيرة الحجم حول منطقة الرأس تسمى بالخلايا العملاقة giant cells. كما يحدث في الوقت نفسه تغيرات أخرى في الأنسجة المحيطة بجسم النيماتودا، فتحدث زيادة في سرعة انقسام الخلايا وأعدادها hyperplasia، وكذلك في حجمها hypertrophy في أنسجة البيرسيكل pericyle والبشرة الداخلية والقشرة المحيطة بوسط ومؤخرة جسم النيماتودا الذي يزداد أيضاً في حجمه. وهذه التغيرات الأخيرة (وليس الخلايا العملاقة) هي التي تشارك في تكوين العقد الجذرية المصاحبة والمميزة للإصابة بهذا الجنس

(الشكل رقم ٤٧). والواقع أن تكوين الخلايا العملاقة ليس له علاقة بالعقد الجذرية، فنيماتودا الحوصلات مثلاً تسبب خلايا كبيرة الحجم مشابهة للخلايا العملاقة التي

**الشكل رقم (٤٧). تعقد الجذور Root-knot في الطماطم نتيجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne sp.* لاحظ الفرق بين هذه العقد والانتفاخات والعقد في الشكلين رقمي ٤٣، ٤٦.**

تسببها نيماتودا تعقد الجذور، ولكنها لا تسبب عقداً جذرية. والعكس صحيح، فقد يحدث تكوين عقد جذرية ولا تتكون خلايا عملاقة، كما في حالة الإصابة بالنيماتودا الغمدية.

وبالرغم من سهولة تشخيص الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور بواسطة هذه العقد الجذرية إلا أنه يجب الحذر ـ وخاصة للمبتدئ ـ من الالتباس وعدم التمييز بين العقد الجذرية الناتجة عن نيماتودا تعقد الجذور، والانتفاخات الناتجة عن الإصابة بالنيماتودا الخنجرية التي تكون طرفية ومصحوبة عادة بانحناء قمة الجذر ( الشكل رقم ٤٣ )، أو تلك العقد الناتجة عن الإصابة بالنيماتودا الغمدية *Hemicycliophora* التي تتكون بالقرب من أو في أطراف الجذور ولها شكل مميز ( الشكل رقم رقم ٤٦ ). كما يجب التمييز بين العقد الجذرية الناتجة عن نيماتودا تعقد الجذور وتلك العقد البكتيرية

النافعة، التي تتكون على جذور النباتات البقولية، الناتجة عن بكتريا *Bradyrhizobium*. فالعقد البكتيرية صغيرة مستديرة واسفنجية الملمس، وتتصل بالجذر من الجانب بواسطة اتصال صغير، ومن السهولة فصلها ( الشكل رقم ٤٨ )، بينما العقد الجذرية في نيماتودا تعقد الجذور هي جزء من نسيج الجذر من مختلف جوانبه، وغالباً أكبر من العقد البكتيرية وخشنة الملمس.

**الشكل رقم ( ٤٨ ). مقارنة العقد البكتيرية ( إلى اليمين ) على جذور البقوليات الناتجة عن بكتيريا *Bradyrhizobium* والعقد النيماتودية ( إلى اليسار ) الناتجة عن نيماتودا تعقد الجذور ( تأخذ أكياس البيض اللون الزهري عندي صبغها بصبغة الفلوكسين ب ).**

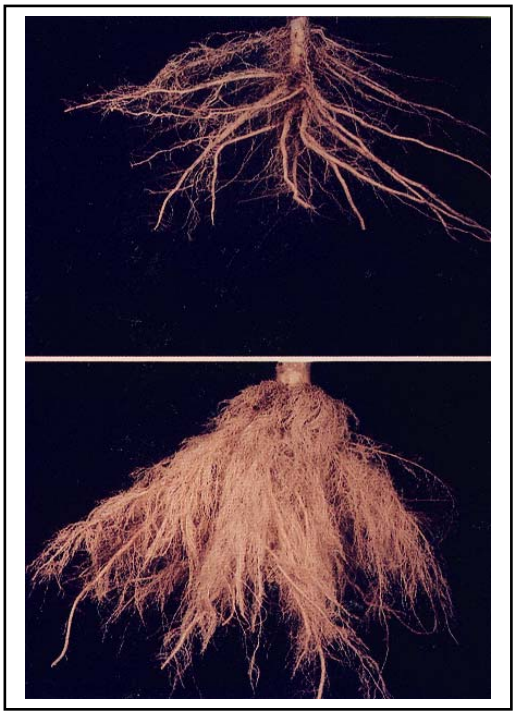
**( عن APS Slide Selection ) .**

## ٦ ـ تعفن الجذور Root-rots :

بالرغم من أن تعفن الجذور قد يشير إلى احتمال وجود إصابة أولية بالنيماتودا، وخاصة تلك التي تسبب تقرحات ( الشكل رقم ٤١ )، إلا أنه يجب عدم الاعتماد على هذا العرض في تشخيص الأمراض النيماتودية. فالتعفن قد ينتج عن تغذية عدد كبير من أحياء التربة الأخرى كالفطريات والبكتيريا المترمة على الأنسجة المصابة.

### ٧- تقزم عام في المجموع الجذري General reduction of roots :

قد تكون النيماتودا هي السبب الرئيس والوحيد، ولكن هناك أحياء أخرى وعوامل كثيرة قد تكون السبب أو المشارك في تقزم المجموع الجذري. وقد يكون التقزم في كثافة الجذر على شكل غياب نسبة كبيرة من الجذور الشعرية المغذية ( الشكل رقم ٤٩ ).



**الشكل ( ٤٩ ). لاحظ الفرق في كثافة المجموع الجذري للنبات السليم ( أسفل )، والنبات المصاب بالنيماتودا ( أعلى ) الذي يفقد نسبة كبيرة من جذوره الشعرية المغذية نتيجة للإصابة.**

وتجدر الإشارة إلى أن بعض أجناس النيماتودا ذات التطفل الخارجي على الجذور root ecto-parasites، مثل نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* والدبوسية *Paratylenchus* لا تستطيع إحداث أعراض مرضية واضحة ومميزة في مكان التغذية. كما لا تسبب نيماتودا الحوصلات أعراضاً ظاهرية على الجذور، إلا أن الإناث الناضجة والحوصلات ( العلامات المرضية ) يمكن مشاهدتها ـ حتى بالعين المجردة ـ وهي بارزة على الجذور ( الشكل رقم ٥٠ ).

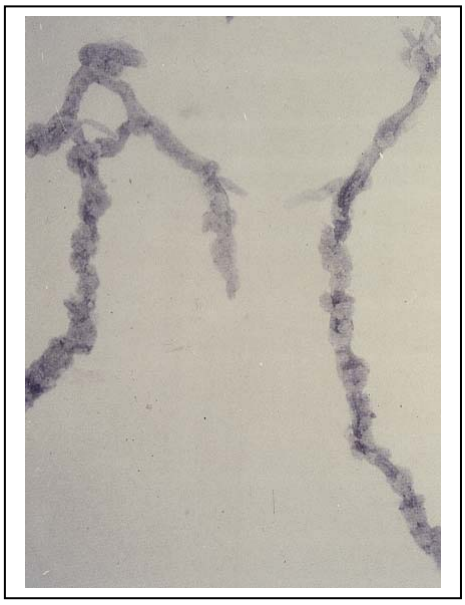
لا تظهر على الجذور في بداية الإصابة بنيماتودا الموالح أعراض واضحة ما عدا التصاق حبيبات التربة بكتل البيض الجيلاتينية (الشكل رقم ٥١)، أما عند اشتداد الإصابة فتتقزم الجذور المغذية، وأحياناً تصبح بنية اللون نتيجة للإصابة ببعض الفطريات (الشكل رقم ٥٢).

**الشكل رقم (٥٠). لا تسبب نيماتودا الحوصلات غالباً أعراضاً ظاهرية واضحة على الجذور، إلا أن الإناث الناضجة والحوصلات (العلامات المرضية) يمكن مشاهدتها -حتى بالعين المجردة- بارزة على الجذور.**

وعموماً يجب عدم الاعتماد كلية، في تشخيص الأمراض الينماتودية، على مشاهدة الأعراض المرضية سواء على المجموع الخضري أو الجذري، بل يجب أخذ عيّنات من الأجزاء المصابة ومن التربة المحيطة بالجذور لاستخلاص النيماتودا منها والتأكد من وجودها، ونوعها، وكثافتها وتقدير أهميتها المرضية، كي يتم التوصل إلى تشخيص يعتمد عليه.

## التأثيرات التشريحية في الجذور Histological Effects

سوف يقتصر الحديث هنا على التأثيرات التشريحية التي تسببها النيماتودا الداخلية أو شبه الداخلية على أنسجة الجذر الداخلية. من أهم تلك التأثيرات تكوين خلايا شاذة متخصصة ذات شكل وتركيب مميز، تستطيع النيماتودا التغذية عن طريقها، ولذلك يطلق على هذه الخلايا الخاصة مصطلح عام هو الخلايا الناقلة (المغذية ) transfer cells. وتختلف طريقة تكوين وشكل هذه الخلايا وكذلك موقعها في أنسجة الجذر باختلاف جنس النيماتودا وأحياناً العائل نفسه .



**الشكل رقم ( ٥١ ). مظهر الإصابة بنيماتودا الوالح حيث يكون معظم جسم النيماتودا البارز على الجذر مغطى بحبيبات الطين الملتصقة على أكياس البيض.**
**( عن Union Carbide,1986 ).**

ومن هذه التراكيب الخلوية ما يلي :

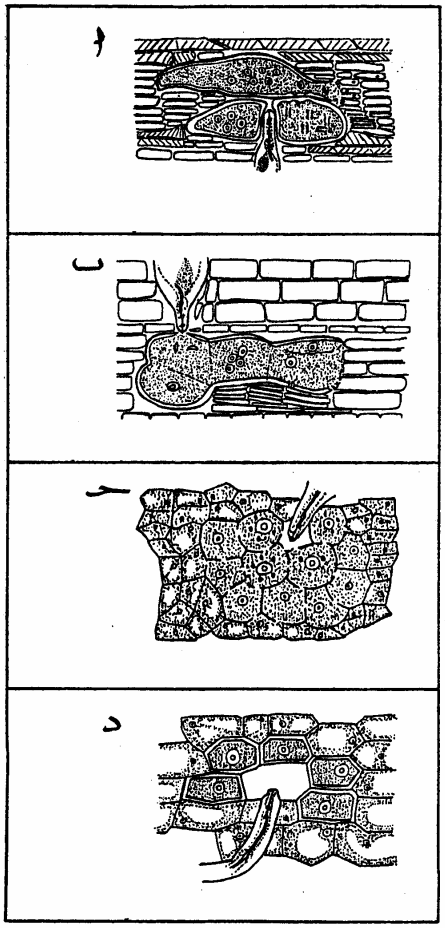
### ١ ـ الخلايا العملاقة Giant cells

وهي خلايا كبيرة الحجم ذات أنوية متعددة وكبيرة، تسببها نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp، وكذلك بعض الأجناس الأخرى التي تسبب خلايا عملاقة يعود تعدد الأنوية فيها إلى انقسامات مباشرة mitoses متعددة، بدون اندماج

**الشكل رقم ( ٥٢ ). تؤدي الإصابة بنيماتودا الموالح ( إلى اليسار ) إلى تقزم في الجذور المغذيـة وأحيانـاً تلونها باللون البني نتيجة للإصابة اللاحقة بفطريات التعفن بالتربة. لاحـظ قصـر الجذور المغذية مقارنة بالسليمة ( إلى اليمين ).**

**( عن Union Carbide,1986 ) .**

سيتوبلازم الخلايا المجاورة. ويعود تكوين مثل هذه الخلايا العملاقة بصورة أساسية إلى اسـتمرار عملية تغذية النيماتودا، حيث تتكون بضعة أعداد من هذه الخلايا ( حوالي ٥ - ٦ ) في منطقة الأسطوانة الوعائية حول رأس النيماتودا ( الشكل رقم ٥٣أ ). وتتميز هذه الخلايا بسيتوبلازم حبيبي، عادة ما يشمل كامل الخلية. كما أن الفجوة الخلوية الكبيرة تتحول إلى عديد من الفجوات الصغيرة. وتتكون الخلية العملاقة في الأصل من خلية واحدة، أما ما يشاهد من نموات بارزة على جدرها الداخلية فليست أجزاء أو بقايا من جدر خلايا مجاورة، وإنما هي في الحقيقة انثناءات في جدار الخلية العملاقة تزيد من مساحة سطح ذلك الجدار، لتساعد في نقل المواد الغذائية من الخلايا المجاورة أو أوعية الخشب إلى الخلايا العملاقة، ومن ثم إلى النيماتودا. ومع ذلك فهناك




**الشكل رقم (٥٣ ). رسم تخطيطي يوضح الأعراض التشريحية في الجذور نتيجة للإصابة بالنيماتودا.**

**( أ ) الخلايا العملاقة giant cells نتيجة للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور.**

**(ب) الاندماج الخلوي syncytium ( الخلايا المندمجة ) نتيجة للإصابة بنيماتودا الحوصلات .**

**(ج) الاندماج الخلوي نتيجة للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور الكاذب.**

**(د) الخلايا المغذية nurse cells نتيجة للإصابة بنيماتودا الموالح.**

**( عن Dropkin,1969 ).**

رأى آخر يعتقد أن حالة تعدد الأنوية في الخلايا العملاقة يمكن أن تعود أيضاً إلى مشاركة أنوية الخلايا المصابة المجاورة في بداية تكوين الخلايا العملاقة. وعلى العموم فإن تحلل جدر الخلايا المجاورة في حالة الخلايا العملاقة أقل وضوحاً وشدة، وبدرجة كبيرة، مما هو عليه مثلاً في حالة الاندماج الخلوي المتسبب عن نيماتودا الحوصلات.

## ٢ـ اندماجات خلوية Syncytia

وهي تشابه الخلايا العملاقة في كبر حجمها وتعدد أنويتها، لكنها تختلف عنها من حيث طريقة تكوينها. وهذه الخلايا المندمجة تسببها نيماتودا الحوصلات، وكذلك الأجناس الأخرى التي تسبب تحللاً شاملاً للجدر الخلوية بين الخلايا المصابة. ويرجع تعدد الأنوية في هذه الحالة إلى وجود أنوية الخلايا السابقة المكونة للاندماج الخلوي.

والاندماج الخلوي syncytium يختلف باختلاف جنس النيماتودا المسببة له :

### أ ) الاندماجات الخلوية المتسببة عن نيماتودا الحوصلات

**Cyst nematode induced syncytia**

تتكون أيضاً في الأسطوانة الوعائية حول منطقة رأس النيماتودا، ويعتبر تحلل جدر الخلايا المشاركة في الاندماج أساسياً في تكوين هذه الخلايا ( الشكل رقم ٥٣ب ). وتدل الثقوب المشاهدة على جدر الخلايا المكوِّنة للاندماج الخلوي على مواقع بداية تحلل هذه الجدران، وتزداد هذه الثقوب في الخلايا البرنشيمية الواقعة في منطقة الأسطوانة الوعائية المشاركة في الاندماج الخلوي، ومتى تم اندماج الخلية إلى الاندماج الخلوي الأم يتوقف تحلل جدارها.

### ب ) الاندماجات الخلوية المتسببة عن نيماتودا تعقد الجذور الكاذب

**Nacobbus induced syncytia :** تختلف هذه الاندماجات عن سابقتها في أن الخلايا

المشاركة في الاندماج الخلوي تحتفظ بكيانها. يتكون الاندماج الخلوي عادة في منطقة القشرة يحده من الداخل طبقة البشرة الداخلية. ولكن أحياناً، وخاصة عندما توجد النيماتودا بالقرب من الأسطوانة الوعائية، فإن الاندماج الخلوي يحده من الداخل أوعية الخشب. وبالرغم من أن الخلايا المشاركة في الاندماج الخلوي تحتفظ بكيانها وأنويتها إلا أنه يحدث تحرك وانتقال للسيتوبلازم بين هذه الخلايا المشاركة، وذلك لوجود تحلل في جدر هذه الخلايا في مواقع معينة من هذه الجدر ( الشكل رقم ٥٣ج ).

**ج ) الاندماجات الخلوية المتسببة عن النيماتودا الكلوية Reniform nematode induced syncytia:** تتكون هذه الاندماجات بصورة رئيسة في طبقة الأنسجة المحيطة Pericycle ( الخلايا المحيطة )، وبدرجة أقل في الخلايا البرنشيمية للخشب وكذلك في البشرة الداخلية. ومع أن منطقة تغذية النيماتودا تشمل حوالي ٦ - ١٥ خلية في منطقة البيرسيكل على جانبي رأس النيماتودا، إلا أن مجموعة الخلايا القريبة للشفاه - المتصلة مع بعضها البعض بفتحات شعاعية- هي فقط التي تقوم بدور منطقة التغذية الرئيسية. تضغط النيماتودا بواسطة منطقة الشفاه على إحدى خلايا البشرة الداخلية في موقع التغذية محدثة تهتكاً في جدارها، ومن ثم يصل طرف الرمح إلى الاندماج الخلوي في طبقة البيرسيكل. ومما تجدر الإشارة إليه هو أن هناك اتصالاً سيتوبلازمياً مع الخلايا المجاورة للاندماج الخلوي ناتجاً عن وجود تحلل جزئي لجدر لهذه الخلايا.

## ٣ ـ الخلايا المغذية المتسببة عن نيماتودا الموالح

**Citrus nematode induced nurse cells**

تتكون هذه الخلايا في منطقة القشرة حول رأس النيماتودا. وبالرغم من الزيادة في حجم الأنوية والنويات إلا أن هذه الخلايا المغذية تحتفظ بكيانها وبحجمها الطبيعي. لكن هناك زيادة في سمك الجدر وفي كثافة السيتوبلازم، بالإضافة إلى اختفاء الفجوة الخلوية (الشكل رقم ٣٥د).