

مقدمة:

تسبب النيماتودا المتطفلة على النبات خسائر اقتصادية كبيرة في المحاصيل الزراعية. وخلال العديدين الماضيين ، تم إدراك مدى خطورة وأهمية الآفات النيماتودية على المحاصيل الزراعية خاصة في المناطق القارية ذات الحرارة المرتفعة. وتعتبر النيماتودا المتطفلة على النبات حيوانات تنتمي إلى شعبة الديدان الأسطوانية *Phylum: Nematoda*. وهي ديدان صغيرة الحجم (٠.٢ - ١٠ ملم في الطول) لها القدرة على التحرك بين حبيبات التربة و في داخل الأنسجة النباتية. وتتوقف حركة الديدان النيماتودية ونشاطها في التربة على معدل الرطوبة حيث يقل نشاطها في التربة الجافة. وتحتوى الأراضي الزراعية عادة على أنواع عديدة من النيماتودا المتطفلة على النبات ولعل من أهمها نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات ونيماتودا الموالج . وتنتج هذه الأنواع من النيماتودا عادة أعداد كبيرة من كتل البيض و تشمل الأنواع التي تسبب أضرار كبيرة بالمحاصيل الزراعية. وتعتمد مكافحة النيماتودا المتطفلة على النبات على تطبيق برامج مكافحة متكاملة والتي تشمل الطرق الوقائية وجميع الوسائل المتاحة بما فيها المبيدات والمكافحة الكيميائية وذلك للحد من انتشار النيماتودا وتقليل أضرارها. وحديثاً تم التركيز بشكل كبير على إنتاج وانتخاب سلالات من النباتات المقاومة . كذلك أصبحت مكافحة الحيوية التي تتضمن استخدام الأعداء الطبيعية للنيماتودا مثل بكتريا الباستوريا والفطريات المرضية وبعض الأكاروسات من البدائل الواعدة للمبيدات في تقليل أعداد النيماتودا والحد من انتشارها. وسوف نتناول طرق مكافحة النيماتودا بالتفصيل خاصة مكافحة الحيوية وذلك بعد إعطاء نبذة تعريفية بالنيماتودا المتطفلة على النبات وتشخيص الأعراض والأمراض التي تسببها.

أولاً) الخصائص المميزة للنيماتودا المتطفلة على النبات:**١-تركيب الجسم:**

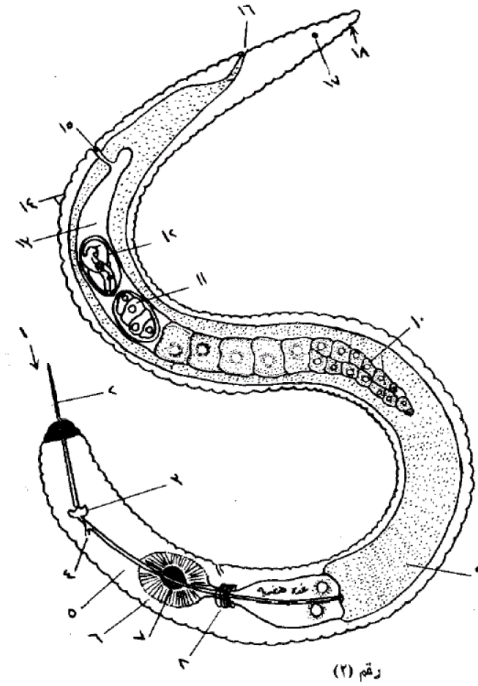
معظم أنواع النيماتودا ذات شكل دودي رفيع جداً يستدق باتجاه الرأس والذيل، مقطعها العرضي مستدير وهي متماثلة الجانبين تماماً، يغطي جسمها جليد مرن وشفاف، وأجسامها غير مقسمة إلى حلقات. وجميع أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات لا ترى بالعين المجردة لصغرها حيث يتراوح طولها من ٠,٢ إلى ١ ملمتر والقليل من الأنواع يصل طوله حتى ٨ ملمتر (شكل ١). وفي بعض الأجناس المتطفلة على النبات تفقد الأنثى شكلها الدودي أثناء النمو ويتضخم جسمها وتأخذ أشكالاً ليمونية أو كمثرية أو كلبية كما في إناث نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp* والحوصلات *Heterodera* والكليوية *Rotylenchulus spp*.



شكل ١. نيماتودا متطفلة على النبات.

وعلى الرغم من صغر حجم الديدان النيماتودية المتطفلة على النباتات، فإنها ذات تغذية معقدة، فهي تمتلك كثيراً من الأجهزة والأعضاء الوظيفية الأساسية التي تمتلكها الحيوانات حيث تحتوى أجسامها على جهاز هضمي وأعضاء وغدد هضمية ، جهاز تناسلي ، جهاز عضلي، جهاز إخراجي ،جهاز عصبي ، وجليد (Cuticle) يغلف جسم النيماتودا من الخارج ويحميها من المؤثرات الخارجية (شكل ٢) . ولا يوجد في النيماتودا باقي الأجهزة الأخرى مثل الجهاز الدوري والتنفسي كما تنفقر إلى بعض الأعضاء ولأطراف مثل العيون والأيدي والأرجل.

ويعتبر الجهاز الهضمي أهم الأجهزة في النيماتودا وأكثرها تطوراً حيث يتكون من فتحة الفم ثم المريء فالأمعاء فالمستقيم الذي ينتهي بفتحة الشرج في الأنثى أو المجمع وفتحة المجمع في الذكور. وينشأ من تجويف الفم عضو مجوف قابل للبروز يشبه الإبرة يسمى الرمح Stylet تستخدمه النيماتودا في ثقب خلايا النباتات وامتصاص الغذاء منها، وهو يميز النيماتودا المتطفلة على النبات على أنواع النيماتودا الأخرى. كذلك يعتبر الجهاز التناسلي متطرف عن باقي الأجهزة الأخرى إذ يتألف الجهاز التناسلي في الذكر من خصية ثم حوصلة منوية متصلة بقناة قاذفة تنتهي بالمجمع وفتحة المجمع . كما أن للذكر زوج من أشواك التسايف Copulatory Spicules وجرايب تناسلي في بعض الأنواع. ويتألف الجهاز التناسلي في الأنثى من مبيض متصل بقناة البويضات التي تنتهي بالرحم ثم الفتحة التناسلية.



شكل رقم (٢) رسم تخطيطي للنيماتودا المتطفلة على النبات يوضح أجهزة وأعضاء جسم الأنثى كما يلي:

١- الرأس ٢- الرمح ٣- عقدة غدية ٤- مصب غدد المريء ٥- المريء الأمامي ٦- المريء الخلفي
٧- صمام المريء ٨- حلقة عصبية ٩- المعى ١٠- المبيض ١١- بيضة غير ناضجة ١٢- بيضة
بداخلها جنين ١٣- الرحم ١٤- البشرة ١٥- الفتحة التناسلية ١٦- فتحة الشرج ١٧- غدة ذيلية حسية
١٨- الذيل.

٢- التصنيف أو التقسيم Taxonomy

يعتمد في تصنيف جميع أنواع النيماتودا المكتشفة على الفروق التشريحية لأعضاء وأجهزة الجسم المختلفة، وعلى الأخص فجوة الفم والرمح إن وجد، وشكل المريء وشكل الذيل، كما يعتمد على تركيب الجهاز التناسلي ومظهر الجسم الخارجي وبنية.

تنتمي النيماتودا إلى المملكة الحيوانية حيث تتبع قبيلة Nematelmintha أو Phylum Nematoda التي تعتبر إحدى أكبر قبائل المملكة الحيوانية. وتصنف الأفراد المتشابهة بالصفات في مجموعة واحدة تسمى نوع Species والأنواع المتقاربة تجمع في جنس واحد Genus والأجناس التي تمت إلى بعضها بصفات خاصة تجمع في عائلة واحدة Family والعائلات المتقاربة تجمع في رتبة واحدة Order ثم إن الرتب المتشابهة تجمع في صف واحد Class وتجمع الصفوف في قبيلة واحدة هي قبيلة النيماتودا: Nematoda .

وجميع أنواع النيماتودا تقع تحت أحد الصنفين وهما (١ Scernentea و ٢ Adenophorea).

وتشكل النيماتودا المتطفلة على النبات حوالي ١٠% من التعداد الكلي للنيماتودا . وتتبع اغلب أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات رتبتين فقط هما: Tylenchida و Dorylaimida.

٣- دورة الحياة و Life Cycle

تمر أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات بستة أطوار خلال دورة حياتها وهي الطور البالغ (أنثى أو ذكر)، أربع أطوار يرقيه ، طور البيضة. فالبيض الذي تضعه الأنثى يقفس إلى يرقات (ديدان) صغيرة تنمو وتمر بأربعة أطوار، وتنتقل اليرقة من طور إلى آخر بانسلاخ جلدها، وأول انسلاخ يجري داخل البيضة، وبعد الانسلاخ الأخير تصل اليرقة إلى تمام نموها حيث تتميز جنسياً إلى ذكر أو أنثى بالغين. علماً بأن الأنثى تضع من ٣٠- ٥٠٠ بيضة حسب نوعها والظروف البيئية المحيطة بها. وتستغرق دورة حياة النيماتودا من البيضة إلى البيضة ٣- ٤ أسابيع في الظروف البيئية المناسبة، وأطول من ذلك بكثير خصوصاً عندما تنخفض درجة حرارة التربة. مع العلم بأن اليرقات الصغيرة التي في عمرها الأول وأحيانا الثاني لا تكون قادرة على إصابة النباتات، إذ تعتمد في تغذيتها على المواد المخزونة في البيضة، أما اليرقات الأكبر في العمرين الثالث والرابع والطور البالغ فهي التي تتغذى على الجذور الحية، وبعضها على المجموع الخضري، فإن لم تجد النباتات المناسبة لتغذيتها توقف نموها وتكاثرها إلى أن تموت جوعاً. وأحيانا تظل يرقات بعض أنواع النيماتودا في حالة سكون بالتربة سنوات عديدة، فاليرقات لا تخرج من سكونها والبيوض لا تقفس حتى يتوفر عائل نباتي مناسب لتغذيتها.

٤- أنواع التطفل Types of Parasitism

تعتبر جميع النيماطودا المتطفلة على النبات طفيليات إجبارية، بمعنى أنها لا تستطيع العيش والتكاثر الأعلى عوائلها النباتية الحية بما فيه بقايا الجذور أحياناً، وهناك من أنواع النيماطودا ما يصيب عدد محدود من النباتات بينما أغلب الأنواع يمكن لها أن تتطفل على عدد كبير جداً من المحاصيل الزراعية، كما تختلف النيماطودا في نوع تطفلها فإما أن تدخل النباتات وتتغذى وأجسامها مغمورة داخل أنسجة النبات وتسمى طفيليات داخلية مثل نيماطودا تعقد الجذور أو أنها لا تدخل الأنسجة النباتية إنما تتغذى على السطح الخارجي للجذور أو الأجزاء النباتية الأخرى وتسمى طفيليات خارجية مثل النيماطودا الخنجرية . وهناك نيماطودا تخترق أنسجة النبات بمقدمة جسمها فقط بينما يبقى الجزء الخلفي خارج أنسجة النبات وتسمى طفيليات نصف داخلية مثل النيماطودا الكلوية ونيماطودا الموالج. وتختلف النيماطودا في سلوكها أثناء تطفلها، فالطفيليات الداخلية ونصف الداخلية والخارجية إما أنها تقيم في المكان الذي تتغذى عليه ولا تغادره وتسمى نيماطودا ساكنة أو أنها تنتقل أثناء تغذيتها من موضع إلى آخر وتسمى نيماطودا متجولة أو متنقلة.

ثانياً - البيئة والانتشار Ecology and Spread

تقضي النيماطودا المتطفلة على النبات كل حياتها أو جزء منها في التربة. وتعتبر التربة الرملية الخفيفة ملائمة لانتشار أغلب أنواع النيماطودا بينما لا يوجد في التربة الطينية الثقيلة سوى أنواع محدودة. وتتكاثر النيماطودا في التربة الجيدة التهوية ذات الرطوبة المعتدلة والحرارة الدافئة بينما يؤدي جفاف التربة وارتفاع حرارتها إلى الحد من نشاط النيماطودا والقضاء على أعداد كبيرة منها.

ويكون توزيع النيماطودا في الحقل المصاب غير منتظم وبشكل رأسي لذلك فقد تتواجد نباتات مصابة بشدة وإلى جانبها على بعد أمتار قليلة نباتات خالية من الإصابة، وغالباً توجد معظم أنواع النيماطودا المتطفلة على النبات حول جذور النباتات أو داخل أنسجتها وعلى عمق يصل إلى حوالي ٣٠ سم من سطح التربة وتوجد أنواع ربما تصل في تعمقها مع الجذور إلى حوالي المترين. ويعتبر تحرك النيماطودا في التربة محدود حيث لا تزيد المسافة التي تقطعها طيلة حياتها عن المتر الواحد لذلك لا تستطيع النيماطودا الانتقال بنفسها إلى الحقول المجاورة السليمة إنما تحتاج إلى وسيلة للانتقال مثل مياه الري والصرف أو مع الأتربة والأنسجة النباتية الملوثة بها.

ثالثاً) الأمراض النيماطودية وأعراضها على النباتات وطرق تشخيصها

(١) كيف تؤثر النيماطودا في النباتات :

عندما تتغذى النيماطودا على النبات تقوم بإفراز وحقن أنزيمات في خلايا النبات بواسطة الرمح. تعمل هذه الأنزيمات على أحداث تغييرات فسيولوجية داخل أنسجة النبات حيث ربما يؤدي ذلك إلى موت الخلايا وإحداث تقرحات على الجذور. كما تسبب هذه الأنزيمات أحياناً تضخم الخلايا كالحلويات العملاقة Giant cells التي تسببها نيماطودا تعقد الجذور، وقد تشجع بعض الأنزيمات عملية انقسام الخلايا مما يؤدي إلى تكون عقد جذرية بأحجام وأعداد مختلفة، أو إلى تشوه الجذور أو تكون أعداد كبيرة من الجذور الجانبية قرب مواضع الإصابة. وعلى العكس من ذلك حيث ربما أن بعض الأنزيمات تعمل على

توقف انقسام الخلايا الميرستيمية القمية فتتوقف الجذور عن النمو. ثم أن النييماتودا بإضعافها للنباتات وفتحها الثغرات والجروح في الجذور تهيئ بيئة مناسبة لدخول المسببات المرضية الأخرى كالفطريات والبكتيريا، كما أن أنواع معينة من النييماتودا تستطيع أن تنقل أثناء تغذيتها فيروسات ممرضه من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة.

٢) كيف تؤثر النييماتودا والخسائر التي تسببها :

يمكن حصر الخسائر التي تسببها النييماتودا فيما يلي:

- موت النباتات الحولية في طور البادرات كما في حالات إصابة البنندورة والبطاطا والقطن والبقوليات مما يستدعي إعادة الزراعة أو الترقيع.
- نقص إنتاج المحصول وتدني نوعيته، كما يحدث عند إصابة محاصيل القمح والقطن والذرة والخضراوات.
- نقص إنتاج الأشجار المثمرة، كما يحدث عند إصابة الموالح والعنب والتين والزيتون، إذ يظهر على هذه الأشجار ضعف عام يفقدها القدرة على إنتاج الثما.
- خسائر مترتبة عن التلف الذي يلحق المحاصيل قبل الحصاد وأثناء التخزين، كما يحدث حين إصابة القمح والذرة وهما في طور الأزهار، أو كما يحدث حين إصابة البطاطس والبصل حيث يشوه شكلها ولا تتحمل التخزين.
- تدهور أشكال نباتات الزينة بسبب إصابة أزهارها وأوراقها.
- خفض القيمة التسويقية للأراضي الملوثة بالنييماتودا لأن تكرار زراعتها بمحاصيل قابلة للإصابة يجعلها ضعيفة الإنتاج.

٣) أعراض الإصابة بالنييماتودا

تقسم أعراض الإصابة بالنييماتودا إلى قسمين رئيسيين هما الآتي:

أ- أعراض إصابة فوق سطح التربة

تقسم هذه الأعراض بدورها إلى نوعين هما الآتي:

١- أعراض ناتجة عن إصابة غير مباشره للمجموع الخضري:

التقرم النباتي، الذبول النباتي السريع في الطقس الحار وعند الجفاف، اصفرار الأوراق، تدني وتشوه الثمار وظهور بقع في الحقل وغياب النباتات وظهور الحشائش (شكل ٣).



شكل ٣- أعراض إصابة القمح بنيماطودا الحوصلات *Heterodera avenae*

٢- أعراض ناتجة عن إصابة مباشره للمجموع الخضري:

- توقف نمو البراعم الخضريه أو موتها كما في إصابة النباتات بنيماطودا الأوراق والبراعم.
- عقد بذرية أو تحول البذور إلى عقد مملوءة بالديدان النيماتودية كما في إصابة حبوب القمح بنيماطودا ثأليل الحبوب.
- تقزم وانتفاخ السوق حيث تفحص السوق وتنتفخ في إصابة سوق نباتات البرسيم بنيماطودا السوق والأبصال.
- تبقع على الأوراق كما في إصابة النبات بنيماطودا الأوراق والبراعم (شكل ٤).
- ذبول الخشب واللحاء في جذوع الأشجار الكبيرة كما في إصابة أشجار نخيل جوز الهند بالنيماتودا المسببة لمرض الحلقة الحمراء.



شكل ٤- تبقع على الأوراق كما في إصابة النبات بنيماطودا الأوراق والبراعم *Aphlenchoides* (عن University of Florida, UF/IFAS slide)

ب- أعراض إصابة تحت سطح الأرض أو على المجموع الجذري للنباتات.

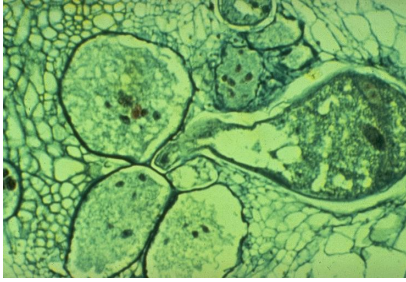
- عقد جذرية حيث تظهر على الجذور المصابة انتفاخات أو أورام غير طبيعية كبيرة في أماكن تغذية النيماتودا كما في حالة الإصابة بنيماطودا تعقد الجذور *Meloidogyne* (شكل ٥ أ، ب). أو قد تكون العقد مفردة وصغيرة وفي أطراف الشعيرات الجذرية كما فحالة الإصابة بالنيماتودا الغمدية .

- تقرح الجذور: تنتج عن موت الأنسجة وتغير لونها ويختلف حجم القروح من صغيرة جداً لا يمكن رؤيتها إلى قروح تحيط بكامل المجموع الجذري كما في حالة الإصابة جذور بنيماتودا القرحة *Pratylenchus*.

- زيادة في التفرعات الجذرية حيث يتكون جذور جانبية غزيرة في جوار أماكن تغذية النيماتودا أو على بعض العقد الجذرية التي تحدثها نيماتودا تعقد الجذور الشمالية *Meloidogyne hapla*.

- تصف الجذور حيث تسبب النيماتودا توقف نمو الشعيرات الجذرية نتيجة لتغذيتها على خلايا القمة المريستيمية كما في حالة الإصابة بنيماتودا التصف *Trichodours spp.*

- تقزم المجموع الجذري حيث يوجد أنواع من النيماتودا ذات التطفل الخارجي تتغذى على الشعيرات الجذرية مما يؤدي إلى غياب الكثير منها وتوقف نمو الجذور كما في حالة الإصابة بنيماتودا التقزم *Tylechorrhynchus spp.*



ب- خلايا عملاقة حول رأس نيماتودا تعقد الجذور (عن
(Nematology, UC.Davis slide)



شكل ٥ . أ- عقد جذرية على نبات الطماطم .

٤) تشخيص الإصابات النيماتودية:

على الرغم من أن لكل نوع من النيماتودا أعراض مميزة إلا أنه لا يمكن الاعتماد عليها أو تكون دليلاً كافياً لتحديد نوع المرض ووجود النيماتودا حيث تتشابه مع أعراض الإصابة بالأمراض النباتية الأخرى لذلك من الضروري أن يعمل فحص و تشخيص لتلك الأعراض في المعمل وتحت الميكروسكوب بهدف البحث عن النيماتودا المسببة للمرض والأعراض الهستولوجية التي تسببها في الأنسجة النباتية. كذلك تجدر الإشارة إلى إن بعض أنواع النيماتودا قد تشترك في أحداث الأمراض المركبة التي ربما يصاحبها أعراض مختلفة عن الأعراض التي تسببها النيماتودا.

ويمكن إحضار عينات تربه من الحقل قبل الزراعة لتحديد أنواع النيماتودا المنتشرة وذلك بتحليل هذه العينات وفحصه في المعمل . وبناء على ذلك تصمم البرامج والدراسات لمكافحة الأمراض النيماتودية قبل حدوث أي ضرر، وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن الانتظار والاعتماد على ظهور الأعراض المرضية على النباتات وذلك لتصميم برنامج مكافحة حيث يكون الضرر قد وقع وأصبحت طرق مكافحة لا تجدي كثيراً.

٥) استخلاص النيماتودا Extraction of Nematodes

١- استخلاص النيماتودا من الأجزاء النباتية.

يتم تشريح قطع صغيرة من الجذور أو السوق أو الأوراق أو البراعم المصابة، كما يؤخذ بالملقط عدد قليل من البذور المصابة وتوضع في طبق بئري ثم تغمر بالماء. يجري تمزيق الأنسجة النباتية جيداً فيتحرر قسم كبير من النيماتودا سواء كانت ذات تطفل داخلي أو خارجي أو كانت رمية حيث تنتشر في الماء ويمكن مشاهدتها بسهولة باستخدام المجهر (باينوكلر). كما يمكن أيضاً استخلاص النيماتودا من الأجزاء النباتية المصابة في المعمل على الشكل التالي:

- أ- توضع كمية قليلة من الأجزاء النباتية المصابة في خلط كهربائي وتغمر بالماء.
- ب- يشغل الخلط لدقائق محدودة حتى يتم الحصول على قطع نباتية دقيقة معلقة بالماء.
- ج- تصب محتويات الخلط فوق سلسلة من المناخل المخصصة لفصل النيماتودا (٢- ٣ مناخل) أقطار ثقبها تتراوح من ٠,٨ ملم في الأعلى إلى ٠,٤ ملم في الأسفل.
- د- تغسل المحتويات الموجودة في المنخل العلوي برذاذ الماء، وبذلك تفصل المناخل العلوية الخشنة القطع النباتية كما تقوم المناخل السفلية الدقيقة جداً بفصل النيماتودا.
- هـ- تجمع النيماتودا في أنبوبة خاصة وتفحص تحت المجهر لتحديد الأنواع الضارة وإعدادها.

٢- استخلاص النيماتودا من التربة وتجري على الشكل التالي:

- أ- توضع كمية من التربة (٢٥٠ جم) في سطل مع ثلاث أضعافها تقريباً من الماء.
- ب- تحرك محتويات السطل حوالي دقيقة، ثم يترك محلول التربة مدة عشر ثواني كي ترسب خلالها وجزيئات التربة الثقيلة إلى قاع السطل، بينما تظل النيماتودا عالقة .
- ج- يسكب محلول التربة فوق سلسلة المناخل المخبرية ونتابع العمل كما جاء في استخلاص النيماتودا من الأجزاء النباتية.

رابعا) الطرق الوقائية لمنع انتشار الأمراض النيماتودية:

ينبغي استخدام الطرق الوقائية لمنع وصول الأمراض النيماتودية إلى الحقل وذلك قبل الزراع أو بعدها وذلك باتباع التالي:

- ١- الحجر الزراعي : يتم بتطبيق الحجر الزراعي سواء لمستوى دولي بحيث يتم من خلال وضع قوانين تنظم دخول الشتلات والأشجار عبر الحدود. كذلك هناك حجر على المستوى المحلي يهدف إلى منع وصول النيماتودا إلى الحقل.

٢- النظافة الصحية: وذلك بإزالة الحشائش وكذلك تعقيم التربة قبل الزراعة باستخدام الطرق المناسبة.

٣- استخدام بذور أو تقاوي أو شتلات أو فسائل خالية وسليمة من الإصابة بالنيماتودا.

خامساً) طرق مكافحة النيماتودا

يقصد بمكافحة النيماتودا منع تكاثرها والتقليل من إعدادهما وتخفيض كثافتها إلى مستويات غير ضارة وذلك بالتباعد الطرق التالية:

١) الدورة الزراعية :

يؤدي تكرار زراعة محصول معين في الحقل إلى إنهاك الأرض وتقليل محصولها، ويعزى ذلك إلى تكاثر بعض الحشرات والأمراض والآفات والى خلل في توازن عناصر التربة الغذائية، لكن السبب الرئيسي قد يكون أحياناً تكاثر أنواع معينة من النيماتودا. وبذلك تزداد أهمية الدورة الزراعية في كونها تساعد أيضاً على مكافحة العديد من الأمراض النيماتودية، خصوصاً إذا أمكن معرفة أنواع النيماتودا الموجودة في التربة والنباتات المقاومة لها.

٢) النباتات المقاومة :

يعتبر استخدام الأصناف المقاومة أفضل طرق المكافحة وأقلها تكلفه. وحالياً تم تركيز الأبحاث لاستنباط أصناف مقاومه خاصة لمقاومة أهم الأجناس النيماتودية المتطفلة على النبات مثل نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp* وكذلك نيماتودا حوصلات *Heterodera* والنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus spp*.

٣) العمليات الزراعية :

وتشمل هذه العمليات طرق عديدة لعل من أهمها ما يلي:

- التكبير في مواعيد الزراعة والحصاد حيث يمكن تفادي الأضرار التي تسببها الأعداد الكبيرة من النيماتودا.

- تعريض التربة لحرارة الشمس وذلك عن طريق تكرار الحراثة وتقليب التربة كلما أمكن.

- تطهير الأدوات والآلات الزراعية بالماء الساخن أو بمحاليل كيميائية مناسبة .

-المعالجة بالحرارة وذلك باستخدام بخار الماء الساخن حيث يمكن رفع درجة حرارة التربة إلى حوالي ٥٠° مئوية لمدة ٣٠ دقيقة . كذلك يمكن التقليل من أعداد النيماتودا في جذور الشتلات والفسائل بتغطيتها في ماء ساخن حرارته ٤٥°-٥٠ درجة مئوية لمدة تختلف حسب حساسية النبات.

٤) المكافحة الكيماوية Chemical Control

يعتبر استخدام مبيدات النيماتودا الكيماوية أكثر طرق المكافحة فعالية في القضاء على أعداد كبيره من النيماتودا المتطفلة على النبات. وغالبا يتم إضافة المبيدات النيماتودية قبل أو أثناء زراعة المحاصيل الحقلية، أو عند فقس بيض النيماتودا بالنسبة للشجيرات والأشجار المختلفة، وعلى هذه الأساس صممت معظم طرق وأجهزة استخدام تلك المبيدات، أما عملية استخدام المبيدات بعد الزراعة فيجد منها صعوبة معالجة التربة على نطاق واسع وتسمم النباتات الصغيرة وعدم جدوى المكافحة غالباً بعد اشتداد الإصابة.

وتقسم المركبات التي تستخدم كمبيدات للنيماتودا إلى مجموعتين رئيسيتين تبعاً لحركتها في التربة و هما المدخنات (المواد المتطايرة) والتي لها القدرة على الانتشار والتغلغل في التربة والمواد غير المدخنة (المواد غير المتطايرة) والتي تنتشر في التربة. وعادة تطبق مبيدات النيماتودا في التربة حيث يجب أن تذوب المادة الفعالة في الرطوبة أو الماء المحيط بحبيبات التربة وهو مكان تواجد النيماتودا. كما يمكن تطبيق بعض هذه المبيدات رشاً على المجموع الخضري وفي حالات قليلة جداً يمكن معاملة البذور بها.

١- مدخنات التربة Fumigants

عبارة عن كيماويات في حالة غاز أو حالة سائلة على درجات الحرارة المنخفضة ، أو عندما تكون مضغوطة داخل عبواتها، فإذا تعرضت لدرجات حرارة أعلى، أو حالما تتحرر من الضغط فإنها تتبخر وتعطي غازات أو أدخنة. وتختلف درجة تبخرها أو تطايرها فكلما زادت زاد تسربها وسهل فقدها، لذا تحتاج لأغطية محكمة غير منفذة للغازات كالبولي إيثيلين لتغطية سطح التربة عقب حقن هذه المواد بها. ومن أمثلة المبيدات المدخنة غاز بروميد الميثيل و الكلوربكرين و الميثام والدايموزيت.

٢- مبيدات النيماتودا غير المدخنات Non-fumigants

إذا كانت مبيدات النيماتودا غير متطايرة ففي هذه الحالة يجب إجراء توزيع جيد للمبيد إما بطريقة ميكانيكية أو بالري الغزير بعد المعاملة ومن أمثلة هذه المركبات الكاربوفوران، الأوكساميل والألديكارب التي تنتمي لمجموعة المبيدات الكارباماتية و التي تستخدم أيضا في مكافحة الحشرات، ويضاف إلى ذلك بعض المبيدات الأخرى التي تنتمي لمجموعة المبيدات الفوسفور العضوية والتي تستخدم أيضا لمكافحة النيماتودا مثل الإيثوبروب، فينيلفوثنون، فيناميفوس و مركبات أخرى عديدة. وميكانيكية إحداث للفعل السام للمبيدات الكارباماتية و الفوسفور العضوية هو تثبيط أنزيم AChE حيث أن لهذه المركبات نشاط قاتل للنيماتودا علاوة على إيقاف نموها وهذه المركبات يجب أن تكون في تلامس مع النيماتودا لفترة من الزمن تتراوح بين ٤-٨ أسابيع لمنع العدوى بالنيماتودا وتسمح في نفس الوقت للنمو المبكر لجذور النباتات.

٥- المكافحة الحيوية:

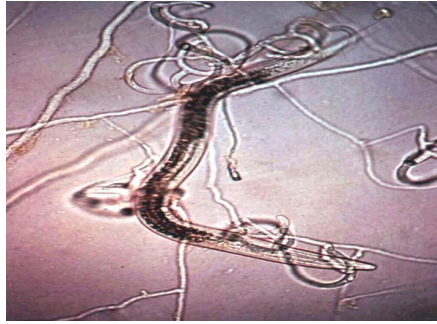
يقصد بها استخدام كائن حي في مكافحة كائن حي آخر - ولا يقتصر المفهوم الشامل للمكافحة الحيوية للنيماتودا على استخدام أعدائها الطبيعية بل تتضمن أيضاً استخدام الأصناف المقاومة والنباتات الصاندة للنيماتودا Trap plants مثل نباتات *Crotalaria spectabilis* التي تعمل على جذب يرقات النيماتودا

ولكنها لا تستطيع أن تكمل دورة حياتها على هذه النباتات - وهناك بعض النباتات التي تكون حساسة للإصابة بالنيماطودا عند زراعتها فإنها تجذب النيماطودا وهنا يجب التخلص من هذه النباتات قبل أن تكمل النيماطودا دورة حياتها - وكذلك يتضمن مفهوم المكافحة الحيوية النباتات المضادة للنيماطودا *antagonistic plants* مثل نباتات الأسبرجس *Asparagus officinails* والقطيفة الأفريقية *Tagets*. وسوف يتم التركيز فيما يلي استخدام الأعداء الطبيعية للنيماطودا في مكافحتها:

(أ) الفطريات: وهي تقسم حسب علاقتها بالنيماطودا إلى التالي:

- **فطريات متطفلة:** وهي طفيليات إجبارية داخلية توجد في التربة على شكل جراثيم spores ساكنة بصورة رئيسية إذ لا تكون غزلاً فطرياً *hyphae* خارج جسم النيماطودا. و تتطفل على النيماطودا بالتصاق جراثيمها اللزجة على جدار جسم النيماطودا أو عن طريق ابتلاع النيماطودا لجراثيمها ووصولها إلى القناة الهضمية ثم تنبت هذه الجراثيم ويخترق الغزل الفطري تجويف الجسم ويبدأ في التغذية حيث يقتصر تكوين الغزل الفطري داخل جسم النيماطودا وتنمو الحوامل الجرثومية فقط خارج جسم النيماطودا. منها بعض الأنواع من جنس *Catanaria*, *Harposporium*.

- **فطريات مفترسة:** وهي توجد في التربة على شكل غزل فطري وتصطاد فريستها بواسطة أعضاء اصطياد خاصة تتكون على الغزل الفطري لذلك تسمى هذه الفطريات بالفطريات القانصة *Nematode trapping fungi* - (شكل ٦) وعند اصطياد الفريسة يخترق الغزل الفطري جسم النيماطودا ويتغذى على جميع محتوياتها. منها بعض الأنواع مثل الفطر *hadra Stylopago* وفطر *Dactylella cionopage*.



شكل ٦- فطريات قانصة Nematode – trapping fungi

فطريات ممرضة: بعض الفطريات تستطيع مهاجمة البيض والحوصلات واليرقات داخله. ويعتقد أن تأثير هذه الفطريات المرضي يتم عن طريق خلل إنزيمي في بعض تركيبات الجسم مثل قشرة البيض وكيوتكل اليرقات وكذلك يرجع إلى خلل فسيولوجي ناتج عن تكوين مركبات سامة للنيماطودا - مثال: الفطر *lilacinus Paecilomyces* والفطر *chlamydosporium Verticillium*.

(ب) بكتريا Bacteria : بدأ الاهتمام بدراسة مجال الأمراض البكتيرية للنيماتودا حديثاً وذلك بعد اكتشاف القدرة التخصصية لبكتريا الباستوريا *Pasteuria* على إصابة بعض أنواع نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا التفرح دون غيرها من النيماتودا – حيث تعتبر هذه البكتريا طفيلياً إجبارياً وهي ذات سلالات متخصصة – كم أن دورة حياتها تتلاءم وتتوافق كثيراً مع طبيعة تطفل أنواع معينة من النيماتودا – حيث توجد البكتريا في التربة على شكل جراثيم تلتصق على طبقة الكيوتكل للنيماتودا (شكل ٧) ومن ثم تنبت وتخرق جسم النيماتودا لتعطي أجساماً ثلوسية مستديرة أو مستعمرات صغيرة تنقسم بدورها إلى أخرى وهكذا حتى تملأ تجويف الجسم . ولكن هناك صعوبات تواجه الاستفادة من هذه البكتريا ولعل من أهمها عدم القدرة على إكثارها معملياً لأنها إجبارية التطفل لذلك يصعب تأمين كميات كبيرة من جراثيم البكتريا التي تكفي للاستعمال الحقلية .



شكل ٧- بكتريا الباستوريا *Pasteuria* ملتصقة على نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne*

(ج) نيماتودا مفترسة : تهاجم بعض أنواع النيماتودا وخاصة من الأجناس *Mononchus* ، *Seinura* وغيرها أنواعاً أخرى من النيماتودا بما فيها نيماتودا النبات – حيث نجد أن بعض الأنواع مزود بتجويف فم واسع وسن كبيرة مثل *Mononchus* تقطع بها فريستها بينما البعض الآخر مزود برمح ويفرز سموماً عصبية مثل *Seinura* تشل بها فريستها قبل التغذية عليها .

(د) مفصليات الأرجل المفترسة: تشمل بعض أنواع الحلم والأكاروسات التي تعيش في التربة وحديثاً تم تسجيل أنواع من الأكاروسات المفترسة لبيض نيماتودا تعقد الجذور في مختبر النيماتودا في جامعة القصيم .

المراجع:

أبو غريبة ، وليد إبراهيم -الحازمي -أحمد سعد وزهير اسفهان، واحمد دوابه . ٢٠١٠. نيماطودا النبات في البلدان العربية . إصدار الجمعية العربية لوقاية النبات. دار وائل للنشر والتوزيع. عمان-الأردن.

الحازمي ، أحمد سعد. ٢٠٠٩. مقدمة في نيماطولوجيا النبات - الطبعة الثانية - مطابع جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية.

الرحياني ، سليمان محمد - فرحات، أحمد عبد السلام. ٢٠٠٤. حصر أجناس النيماطودا النباتية المصاحبة للمحاصيل الزراعية في منطقة القصيم ، المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود ، العلوم الزراعية، ١٧: ٨٥-١١٠.

سليمان بن محمد الرحياني. ٢٠٠٤. علاقة أصناف النخيل بمدى انتشار وتوزيع الآفات النيماطودية في Journal of pest منطقتة القصيم بالمملكة العربية السعودية. مجلة مكافحة الآفات وعلوم البيئة Control and Environmental Science . ١٢:١-٢١ .

سليمان بن محمد الرحياني. ١٤٢٣هـ. جمع العينات النيماطودية. نشرة إرشادية رقم (٧٩). مطابع جامعة الملك سعود.

سليمان بن محمد الرحياني. ١٤٢٧هـ. النيماطودا المتطفلة على النخيل في منطقة القصيم. نشرة فنية. جامعة القصيم.

