الفصل السادس

تحديات الإنتاج المرضية والحشرية ووسائل التغلب عليها
ثانيًا: الأمراض الفيروسية والنيماتودا والحشرات

نتطرق فى هذا الفصل إلى بعض الأمراض الفيروسية، والنيماتودا، والآفات الحشرية والأكاروسية التى تُعد من تحديات الإنتاج، مع التركيز على طرق مكافحتها.

إن من الأمور التى عُرفت مؤخرًا أن معاملة نباتات الطماطم بالـ pyraclostrobin (الذى يُعد مبيدًا فطريًّا) تؤدى إلى تنشيط دفاعاتها ضد الإصابة المستحدثة بكلٍ من فيرس موزايك الخيار، وفيرس Y البطاطس، والبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*؛ فقد أخَّرت المعاملة التطور المرضى لكلٍ من تلك المسببات المرضية، على الرغم من أن أعداد البكتيريا داخل النباتات لم تتأثر جوهريًّا. وتحت ظروف الحقل انخفضت شدة الإصابة بفيرس موزايك الخيار فى النباتات المعاملة فى جميع مراحل نموها (Skandalis وآخرون ٢٠١٦).

فيرس موزايك الطماطم

ينتقل الفيرس أساسًا بالملامسة لنباتات طماطم أو حشائش مصابة، ولأيادٍ وآلات ملوثة بالفيرس سبقت ملامستها لنباتات مصابة. وتُعد مياه الرى مصدرًا آخر للإصابة؛ فقد أمكن الكشف عن وجود فيرس موزايك الطماطم فى مياه الرى وتقدير هذا التواجد كميًّا بطريقة سريعة وكفؤة وحساسة (Boben وآخرون ٢٠٠٧).

ومن أهم وسائل مكافحة فيرس موزايك الطماطم، ما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة:

إن أصناف الطماطم المقاومة لفيرس موزايك التبغ كثيرة، وخاصة بين أصناف الزراعات المحمية. ويجب استخدام تلك الأصناف فى الزراعة متى توفرت.

٢- اتباع وسائل النظافة العامة:

من أمثلة تلك الوسائل، ما يلى:

أ- تعقيم المشاتل وأوعية نمو النباتات، وبيئة نمو الجذور بالبخار على ١٠٠ °م لمدة ٣٠ دقيقة، ونقع أو غسيل الآلات التى تستعمل فى زراعة أو شتل الطماطم أو خدمتها فى محلول فورمالدهيد بتركيز ١٪.

ب- غسل الأيدى جيدًا بالماء والصابون قبل تداول النباتات.

ولقد وُجد أن الترشيح البطئ لمياه الرى بفلاتر الرمل يسمح بنفاذ جزيئات فيرس موزايك الطماطم TMV خلال الأسابيع الخمسة الأولى من استعمال الفلاتر، ثم ينخفض نفاذ الفيرس تدريجيًّا بعد ذلك إلى أن يتوقف النفاذ تمامًا فى الأسبوع السادس إلى التاسع، ويستمر توقفه بعد ذلك. ثبت ذلك عندما أضيفت جزيئات الفيرس النقى إلى ماء الرى قبل مروره من خلال المرشح، مع الكشف عنها باختبار الإليزا وبعدوى نباتات قابلة للإصابة به. ويعتقد بأن هذا التأثير لفلاتر الرمل يمكن أن يحدث مع فيروسات نباتية أخرى (Oki وآخرون ٢٠١٧).

٣- معاملة البذور لتخليصها من الفيرس:

تؤدى معاملة البذور بحامض الأيدروكلوريك بتركيز ٥٪ لمدة ٣-١٠ ساعات، مع التقليب على فترات إلى القضاء التام على جزيئات الفيرس المحمولة خارجيًّا على الغلاف البذرى. أما جزيئات الفيرس المحمولة داخليًّا — فى أى نسيج غير الإندوسبرم — فيمكن التخلص منها بوضع البذور فى حرارة ٧٠ °م لمدة ٣ أيام. كما أمكن تثبيط جزيئات الفيرس التى توجد فى إندوسبرم البذور بمعاملتها بالترای صوديوم أورثوفوسفيت trisodium orthophpsphate ثم بهيبوكلوريت الصوديوم sodium hypochlorite، ولم يكن لهذه المعاملة تأثير سلبى على نسبة إنبات البذور (Gooding ١٩٧٥). وقد فُقِدَ الفيرس من بذور بعض سلالات الطماطم بعد تخزينها لعدة أشهر، إلا أنه ظل فى إندوسبرم سلالات أخرى لمدة ٩ سنوات.

٤- المعاملة باللبن (الحليب) والمواد الناشرة:

أمكن منع أو تقليل العدوى الميكانيكية بفيرس موزايك الطماطم برش النباتات باللبن الحليب قبل العدوى، بينما لم يكن لهذه المعاملة تأثيرًا يذكر بعد الإصابة بالفيرس. ويعتبر رش الشتلات قبل تداولها طريقة فعّالة لمنع انتشار الفيرس. ولا ينصح بغمر الشتلات فى اللبن؛ لأن ذلك يؤدى إلى ذبولها وموتها.

وللحصول على أفضل النتائج من هذه المعاملة، تجب مراعاة ما يلى:

أ- رش الشتلات بمسحوق لبن فرز (منزوع الدسم) مجفف يحتوى على ما لا يقل عن ٣٥٪ بروتين، بتركيز ١٠٪، حيث يؤدى ذلك إلى مكافحة انتشار الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًّا – مثل فيرس موزايك التبغ – عند تداول البادرات (Bosland & Votava ٢٠٠٠).

ب- رش المشاتل قبل التقليع بنحو ٢٤ ساعة بمعدل ١٠ لترات من الحليب الكامل الدسم أو الفرز، أو بنحو ١,٢٥ كجم من بودرة اللبن الفرز المجفف فى ١٠ لترات ماء لكل ٤٠ م^{٢} من المشتل، وهى مساحة تكفى لإنتاج شتلات لزراعة فدان من الحقل الدائم.

ج- تغمس الأيدى كل نحو ٢٠ دقيقة فى لبن كامل أو فرز، أو فى لبن محضر من ٠,٥ كجم بودرة لبن مجفف فى ٤ لترات ماء. ويجرى ذلك قبل تداول النباتات لإجراء مختلف العمليات الزراعية، مثل: الشتل، والتربية، والتقليم.

وقد استخدمت المادة الناشرة Dioctyl Sodium Sulfo-Succinate، والتى يطلق عليها اسم DOS كبديل للحليب، وكانت لها نفس فاعليته فى منع انتشار الفيرس، إلا أنها أدت إلى تأخير النمو والإزهار.

٥- المكافحة البيولوجية:

تؤدى عدوى (حقن) النباتات بسلالة غير مسببة للمرض، أو بسلالة ضعيفة من الفيرس إلى جعلها مقاومة للسلالات الأكثر ضراوة إذا تعرضت للإصابة بها بعد ذلك.

وتحدث فى المتوسط زيادة فى المحصول مقدارها حوالى ٢٥٪ عند عدوى النباتات بالسلالة الضعيفة، ثم بالسلالة القوية بالمقارنة بالمحصول الناتج عند إصابة النباتات بالسلالة القوية مباشرة (Vlasov وآخرون ١٩٧٤، و Vanderveken & Coutisse ١٩٧٥، و Ahoonmanesh & Shalla ١٩٨١).

ولتحقيق أفضل النتائج.. ينصح بعدوى الأوراق الفلقية للطماطم بمعلق نقى من سلالة ضعيفة من الفيرس قبل الشتل. تُظهر هذه النباتات عادة نقصًا قليلاً فى النمو بعد العدوى بفترة قصيرة، لكن نادرًا ما تظهر عليها أية أعراض أخرى بعد ذلك، وتبقى خالية من الأعراض حتى إذا تعرضت للإصابة بسلالة شديدة الضراوة من الفيرس. وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة محصول الثمار بنحو ٥٠٪–٧٠٪ بالمقارنة بمحصول النباتات التى تترك معرضة للإصابة بالسلالات القوية دون حمايتها بسلالة ضعيفة، كما تزيد فيها نسبة ثمار الدرجة الأولى، وتتشابه فى هذا الشأن مع النباتات المقاومة للفيرس.

ومن أهم عيوب هذه الطريقة فى مكافحة الفيرس: وجود الفيرس فى جميع النباتات بأعداد فلكية؛ مما يزيد من فرصة ظهور طفرات جديدة قد تكون أشد ضراوة من السلالات المعروفة من الفيرس. ومع أن هذه الطفرات لا تؤثر على النباتات التى تتكون فيها، إلا أنها تتكاثر وتزداد فرصتها للظهور فى المواسم التالية. كما أن لهذه الطريقة أخطارها الجسيمة عند تعرض نباتات الطماطم للإصابة بفيرس X البطاطس (PVX)، حيث تصاب النباتات حينئذٍ بمرض تخطيط الطماطم المزدوج؛ وبذلك تصبح النباتات عديمة القيمة الاقتصادية.

فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

عوائل الفيرس

أظهرت دراسة أُجريت فى قبرص شملت حوالى ٤٠٠٠ عينة نباتية من أكثر ذوات الفلقتين شيوعًا، تنتمى لـ ١٢٢ نوعًا من ٢٥ عائلة لتحديد ما إذا كانت من عوائل فيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم (شكل ٦–١؛ يوجد فى آخر الكتاب) من عدمه. وقد تبين حمل ٤٦١ عينة للفيرس تنتمى لـ ٤٩ نوعًا من العائلات التالية:

Amaranthaceae	Chenopodiaeeae
Compositae	Convolvulceae
Cruciferae	Euphorbiaeeae
Graminaceae	Leguminosae
Malvaceae	Orobanchaceae
Plantaginaceae	Primulaceae
Solanaceae	Umbelliferae
Urticaceae	

ويُستفاد من هذه الدراسة أن مجال عوائل الفيرس أكبر بكثير مما كان يُعتقد من قبل (Papayiannis وآخرون ٢٠١١).

ويُعد عنب الديب *Solanum nigrum* من الحشائش التى تصاب بشدة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وهى الحشيشة التى يمكن أن تُشكل مصدرًا دائمًا لتجدد الإصابة بالفيرس فى حقول الطماطم (Bedford وآخرون ١٩٩٨).

كذلك يُصاب الفلفل بالفيرس (Reina وآخرون ١٩٩٩).

كما تُصاب الفاصوليا بالفيرس (Dong وآخرون ٢٠٠٧)، وتُعد أنواع الفلفل *C. annuum*، و *C. chinense*، و *C. frutescens*، و *C. baccatum* حاملة له بغير أعراض للإصابة (Polston وآخرون ٢٠٠٦).

وبينما تُعد تلك العوائل مصادر لانتشار الإصابة بالفيرس، فإن الفيرس لا يُعد خطيرًا إلاّ على الطماطم.

المكافحة

لمكافحة فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يتعين منع تغذية حشرة الذبابة البيضاء الحاملة للفيرس على نباتات الطماطم بكل السبل الممكنة، مع مكافحة الذبابة ذاتها والحد من تكاثرها، لتجنب انتشار الفيرس بصورة وبائية فى حقول الطماطم.

وبينما يكون من السهل – نسبيًّا – مكافحة الذبابة البيضاء كآفة حشرية، والحد من أضرار تغذيتها المباشرة على النباتات.. فإن مكافحتها كناقل للفيرس Virus Vector يعد أمرًا أكثر صعوبة؛ حيث تكفى تغذية ثلاث حشرات فقط حاملة للفيرس على نبات الطماطم لإصابته بالفيرس.

ونظرًا للعلاقة الوثيقة بين مكافحة فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ومكافحة حشرة الذبابة البيضاء، فإن تناولنا للموضوع فى هذا المقام يتضمن مختلف طرق المكافحة المتكاملة لكليهما.

ومن أهم الوسائل المتبعة فى مكافحة الفيرس، ما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة:

لقد أُنتج منذ أواخر الثمانينيات وإلى الآن ما لا يقل عن خمسين هجينًا من الطماطم التى تتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. وجميع هذه الهجن تصاب بالفيرس، ويلزم معها مكافحة الذبابة البيضاء، إلا أن أعراض الإصابة التى تظهر عليها لا تكون بنفس الشدة التى تظهر بها على أصناف الطماطم الأخرى، ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة، كما يكفى معها لمكافحة الذبابة البيضاء نحو ربع عدد مرات الرش بالمبيدات التى تُعطى للأصناف الأخرى.

ومن أهم الهجن الموصى بها والمتحملة لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، ما يلى:

فيونا	جاكال	سى إل ١٥٠
تى واى كنج	تى واى جولد	إى ٤٤٨ (القدس)
إى ٤٤٥ (دنيس)	صوفى	تريسى
سارة	أصالة	سوناتا
موناليزا	رابحة	عاليا
هبة	ياسمين	سوبر رد
جواهر	أدورا	مرام
روان	هجين ٣٤٧٩	ألترا

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥ سم وبطول ٦٠٠ م، وهى تصنع من البوليثيلين، وتكون ذات لون أصفر زاهٍ، ومغطاة بمادة لزجة تلتصق بها الحشرات بعد أن تنجذب إلى اللون الأصفر. يحتاج الفدان إلى نحو ١٨٠٠ متر طولى من الشريط، ويكفى نحو لتر من المادة اللاصقة لدهان ١٠٠ متر من الشريط.

أما اللوحات اللاصقة فإنها تتوفر بأبعاد ١٥ × ٣٠ سم، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهى، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة. وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات.

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة (مثل المن، والذبابة البيضاء، والتربس، ونافقات الأوراق) بسبب لونها الأصفر، ثم تلتصق بها. ولذا.. فهى تعد وسيلة فعالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات (عن كتالوج A. H. Hummert Seed Co. ١٩٨٩).

وفى الزراعات المحمية توضع اللوحات أو الشرائط اللاصقة فى مواجهة وسائد التبريد، أو فتحات التهوية للتخلص من حشرة الذبابة البيضاء التى قد تتسرب إلى داخل البيت. ويؤدى استعمال هذه الشرائط إلى زيادة فاعلية المبيدات فى مكافحة الذبابة البيضاء (Rui & Zheng ١٩٩٠).

ومن عيوب استعمال شرائح البوليثيلين الصفراء اللاصقة فى الحقول المكشوفة تعرضها للتمزق بفعل الرياح، كما أن كفاءتها تقل تدريجيًّا، بسبب التصاق الغبار وحبيبات الرمل – التى تحملها الرياح – بها (عن Palti ١٩٨١).

ج- استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات:

يفيد استخدام البلاستيك (البوليثيلين) الأصفر – كغطاء للتربة فى حالة الطماطم – فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

كذلك أدى استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء إلى نقص أعداد الذبابة البيضاء وتأخير الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم Tomato Mottle Virus – الذى تنقله الذبابة البيضاء – فى ولاية فلوريدا الأمريكية، وذلك مقارنة باستعمال أغطية التربة البلاستيكية الزرقاء، والبرتقالية، والحمراء، والفضية، والبيضاء (Csizinsky وآخرون ١٩٩٥).

د- استعمال أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات:

تستعمل لهذا الغرض الأغطية البلاستيكية (أغطية بوليثيلين) تكون فضية اللون من سطحها العلوى لطرد الحشرات، وسوداء من سطحها السفلى لمنع نمو الحشائش. تثبت هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذى يُحدث ارتباكًا لبعض الحشرات (مثل: المن، والتربس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات؛ وبذا.. فهى تفيد فى مكافحة الحشرات ذاتها، وفى الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات.

هـ- استعمال الأغطية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات إليها:

تستعمل الأغطية الطافية للنباتات Floating Plant Covers (مثل غطاء أجريل بى ١٧ Agryl P 17) لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام هو منع الأغطية وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات.

وهذه الأغطية غير منسوجة، وتصنع إما من البوليسترين، وإما من البولى بروبلين، وهى خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع، وتسمح بنفاذ الماء والهواء، ونحو ٩٠٪ – ٩٥٪ من الضوء الساقط عليها.

توضع هذه الأغطية إما على النباتات مباشرة، وإما على أقواس سلكية متباعدة تثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هى المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مستهلكة للمحافظة على الغطاء من التمزق.

جولدن ستون	المروة	راما
هجين ٢٠٥٩	ساريًا مُحسَّن	زمردة
هجين ٩٢٥	كرنك	ريم
هجين R-190		

٢- تخير موعد الزراعة المناسب:

تفلت شتلات الطماطم – التى تزرع بذورها خلال شهر يناير – من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، نظرًا لعدم تواجد الذبابة البيضاء فى الحقول المكشوفة خلال تلك الفترة، ولكنها قد تتواجد فى البيوت المحمية. كما أن زراعات الطماطم فى العروات الصيفية المتأخرة والخريفية تتعرض للإصابة الشديدة بهذا الفيرس؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيرًا؛ ابتداء من شهر يونية حتى سبتمبر. وفى المقابل.. تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات – كثيرًا – عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمرًا غير عملى.

٣- اتباع الممارسات الزراعية المناسبة، والتى منها ما يلى:

أ- استعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات:

أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى حقول الطماطم لمدة ٣ أسابيع، وصاحب ذلك نقص أعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس فى الحقل، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش بسبب لونه الأصفر، ثم تموت بسبب حرارته العالية. وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشه على سطح التربة، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادى (Cohen وآخرون ١٩٧٤).

ب- تثبيت لوحات وشرائط صفراء جاذبة للحشرات:

تنجذب بعض الحشرات – بقوة – إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و ٧٠٠ نانومتر (مللى ميكرون)؛ ومن أمثلتها حشرتا المن والذبابة البيضاء.

وقد قامت شركات محلية بتصنيع أغطية قماشية منسوجة ذات فتحات ضيقة جدًّا غير منفذة لحشرة الذبابة البيضاء. هذه الأغطية منفذة للضوء بنسبة عالية، ولكنها تعطى بعض التظليل، وهذا أمر مرغوب فيه فى ظروف الحرارة العالية صيفًا وتتميز هذه الأغطية – وهى معاملة ضد الأشعة فوق البنفسجية – بأنها أكثر قدرة على التحمل – بكثير – عن أغطية الأجريل، بحيث يمكن استعمالها لأكثر من موسم زراعى. وهى تثبت على أقواس سلكية فوق خطوط الزراعة كما هى الحال فى الأنفاق البلاستيكية. وتعتبر هذه الأنفاق ذاتية التهوية.

وأكثر استعمالات أغطية النباتات بمختلف أنواعها – هو فى حماية المشاتل من الإصابات الفيروسية، بمنع وصول الذبابة البيضاء – وغيرها من الحشرات الناقلة للفيروسات – إلى البادرات الصغيرة.

وقد استعملت الأغطية الطافية فى الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرات؛ فهى – مثلاً – تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيرس تجعد واصفرار الأوراق فى منطقة الشرق الأوسط، وفى حماية الكوسة من فيروسى تجعد أوراق الكوسة واصفرار الخس المعدى فى كاليفورنيا، وفى حماية الباذنجانيات من فيرس Y البطاطس فى أوريجون، وفى حماية الخس من فيرس موزايك الخس فى أوروبا (Tomato Leaf Curl Newsletter– العدد الثالث – ١٩٩٣).

ولقد تحققت أعلى حماية من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم بزراعة الأصناف الشديدة التحمل (مثل: Ty-Mour مقارنة بالأصناف المتوسطة التحمل مثل: Top 21، و Saria-3)، مع استخدام أغطية بلاستيكية للتربة (بلاستيك ملش) فضية اللون عاكسة للضوء. كذلك فإن استعمال الموسلين muslin كغطاء نباتى لمدة ٢٨ يومًا بعد الشتل يُسهم فى خفض الإصابة فى جميع الأصناف (Mansour & Kasrawi ١٩٩٧).

كذلك وُجد فى العروة الخريفية – التى تشتد فيها الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم – أن أفضل وسيلة لمكافحة الإصابة بالفيرس هى باستعمال غطاء للنباتات

من الأجريل بى ١٧ Agryl P 17، الذى يمنع تمامًا وصول الذبابة إليها. وتلى هذه الطريقة فى كفاءة مكافحة الذبابة وخفض قدرتها على نقل الفيرس أو اكتسابه الرش بالزيوت المعدنية (Atta-Aly وآخرون ١٩٩٨).

و- استعمال أغطية للبيوت البلاستيكية من الفينيل الممتص للأشعة فوق البنفسجية:

يؤدى ذلك إلى انخفاض أعداد الذبابة البيضاء على نباتات الطماطم، مقارنة بالأعداد التى تتواجد فى حالة البيوت المغطاة بشرائح الفينيل العادية (Shimada ١٩٩٤).

٤- خفض شدة الإصابة بمعاملات خاصة، مثل:

أ- المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى والشيتين:

أدت معاملة الطماطم بكل من بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas fluorescens* والشيتين – معًا – إلى حث مقاومة جهازية فى النبات نتج عنها خفض الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وخفض شدة أعراض الإصابة، مع تأخير قدرة تسعة أيام فى ظهور الأعراض عما حدث فى النباتات التى لم تتلق هذه المعاملة (Vasanthi وآخرون ٢٠١٠).

ب- المعاملة بالإيوجينول:

أحدث رش النمو الخضرى للطماطم بالإيوجينول eugenol خفضًا جوهريًّا فى شدة أعراض الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. وقد استحثت المعاملة تراكم فوق أكسيد الأيدروجين بالنباتات، وزادت جوهريًّا من نشاط الإنزيمات: polyphenol oxidase، و phenylalanine ammonia lyase، و peroxidase (Wang & Fan ٢٠١٤).

٥- المكافحة البيولوجية للذبابة بالأعداء الطبيعية والمتطفلات:

للذبابة البيضاء أعداء طبيعية؛ منها بعض أنواع الزنابير؛ مثل: *Encarsia formosa*، و *Eretmocerus haldmani*. تضع إناث هذه الزنابير بيضها على يرقات

وحوريات الذبابة البيضاء؛ لتتغذى اليرقات التى تفقس من البيض على سوائل جسم هذه الأطوار من الحشرة وتقضى عليها.

وفى ألمانيا يتوفر على نطاق تجارى النوع *Eretmocerus californicus* لمكافحة الذبابة البيضاء (Albert & Schneller ١٩٩٤)، وفى إيطاليا نجح النوع المحلى *Encarsia pergandiella* فى مكافحة الذبابة البيضاء *T. vaporariorum* فى البيوت المحمية (Giorgini & Viggiani ١٩٩٤).

وفى مصر.. قام Abdel-Gawad وآخرون (١٩٩٠) بحصر الأعداء الطبيعية للذبابة البيضاء تحت ظروف الحقل المكشوف؛ حيث كانت كما يلى:

العدو الطبيعى	الطور الحشرى الذى يتطفل عليه	موسم ازدياد التطفل
Euseius gassipi	الأطوار غير تامة النمو	أغسطس وسبتمبر
Coccinella undecimpuncatata	الأطوار غير تامة النمو	مايو وسبتمبر
Chrysoperla carnea	العذارى خاصة	متأخرًا خلال العام
Aphidoletes aphidimyza	العذارى	يولية إلى أكتوبر
Eretmocerus mundus	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	
Encarsia lutea	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	

وقد قدر الباحثون أن هذه الأعداء الطبيعية — إضافة إلى فطر لم يُعَرَّف لوحظ إصابته للحشرة – تتسبب فى موت نحو ٨٠٪ من أعداد الذبابة البيضاء فى الظروف الطبيعية.

كما قام هؤلاء الباحثون أنفسهم (Shalaby وآخرون ١٩٩٠) بدراسة دور الحشرتين الأخيرتين (*Eretmocerus mundus*، و *Encarsia lutea*) فى المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء، حيث تبين وجود ارتباط إيجابى بين كثافة الذبابة وأعداد المتطفلات. وكان التطفل على أشده قبل حصاد المحاصيل الصيفية (مثل الطماطم والقرعيات) بفترة تتراوح بين شهر واحد وشهرين، حيث كانت *Encarsia lutea* أكثر تواجدًا، وفى بداية موسم النمو فى المحاصيل الشتوية (مثل البسلة والفول الرومى)؛ حيث كانت *Eretmocerus mundus* أكثر توجدًا.

ويستدل من دراسات Matsui (١٩٩٥) أن الطفيل *Encarsia formosa* كان فعّالاً – كذلك – فى مكافحة ذبابة أوراق الكوسة الفضية *Bemisia argentifolii*.

ويفيد فى مكافحة الذبابة البيضاء (وكذلك العنكبوت الأحمر) الرش الوقائى فى كل من المشتل والأرض المستديمة بأى من المركبين الحيويين بيوفلاى أو ناتورالس بتركيز ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء (١٥٠ مل للعنكبوت الأحمر) وبمعدل لا يقل عن ٤٠٠ لتر للفدان، مع تكرار الرش كل ٣–٥ أيام، على ألاّ لا يقل عدد مرات الرش عن خمس فى العروة الصيفية وسبع فى العروة الخريفية؛ علمًا بأن أى من البديلين تتطفل جراثيمه – بعد إنباتها – على حوريات وعذارى الذبابة البيضاء وطورها الكامل، وكذلك على أفراد العنكبوت الأحمر، ويؤدى إلى إذابة كيوتيكل الحشرة، ثم نمو هيفات الفطر بداخلها.

٦– المعاملة بالمضادات الحيوية للذبابة والطاردة لها

أظهرت دراسات Costa وآخرون (١٩٩٣) إمكانية استخدام المضادات الحيوية – مثل: Oxyteracycline hydrochloride – فى إضعاف نمو الحشرة وتكاثرها، وإضعاف نمو نسلها. وقد أثر هذا المضاد الحيوى على كائنات دقيقة تعيش فى أجساد الحشرة الكاملة وحورياتها؛ وهى كائنات يعتقد فى أنها تعيش معيشة تعاونية مع الحشرة وتتبادل معها المنفعة. وقد أوضحت هذه الدراسة أن معاملة إناث الحشرة بالمضاد الحيوى قلل من قدرة نسلها على إحداث أعراض التلون الفضى فى الكوسة.

ووجد أن الـ acetylated glyceride (وهو acetic and fatty acid esters of glycerol) – الذى يعد أحد إضافات الأغذية – طاردًا لحشرة الذبابة البيضاء، ويتعارض مع اكتسابها لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، ونقله للنباتات السليمة (Kashima وآخرون ٢٠١٥).

٧– المكافحة بالزيوت النباتية وبالمنظفات الصناعية:

تُستخدم الزيوت المعدنية منفردة، أو مخلوطة مع المبيدات الحشرية لأجل مكافحة حشرة الذبابة البيضاء. وخفض فعاليتها فى نقل الفيرس. وقد استخدمت الزيوت

المعدنية فى الهند، وثبتت فعاليتها فى السودان (Yassin ١٩٨٣). وفى الأردن.. أدى رش نباتات الطماطم بمخلوط أى من الزيوت المعدنية HI-PAR، أو Sunoco مع أى من المبيدات الحشرية Permethrin، أو Methidathion، أو Pirmiphos-Methyl إلى قتل الحشرات البالغة، ومنعها من إصابة نباتات الطماطم المعاملة، وزيادة محصول الطماطم بنسبة ١٨٨٪ إلى ٣٢٩٪ مقارنة بمحصول النباتات غير المعاملة (Sharaf and Allawi ١٩٨١).

كذلك أفاد الرش بزيت الفولك ١٠٠ (Volk 100 Neutral) فى خفض أعداد الأفراد البالغة من الذبابة البيضاء على الطماطم المعاملة، مقارنة بنباتات معاملة الشاهد (Peralta & Hilje ١٩٩٣).

وأوضحت دراسات Vavrina وآخرون (١٩٩٥) أن المنظفات الصناعية المنزلية السائلة Liquid Household Detergents كانت أكثر سمية لحوريات الذبابة البيضاء — تحت ظروف المختبر — من تحضيرات الصابون التجارية المستخدمة كمبيدات حشرية Commercial Insecticidal Soap وقد استخدم فى هذه الدراسة المنظف الصناعى التجارى New Day الذى يحتوى على ٢٦٪ sodium dodecyl benzene sulphonate، و sodium laurylether sulphate؛ مقارنة بالمبيد الحشرى الصابونى M-Pede الذى يحتوى على ٤٩٪ ملح بوتاسيوم لحامض دهنى طبيعى. ووجد أن المعاملة بالمنظف الصناعى أسبوعيًّا بتركيز ٠,٢٥٪ – ٠,٥٠٪ – بداية من بعد الشتل بأسبوعين– لم يكن لها أية تأثيرات سلبية على النمو الخضرى لنباتات الطماطم أو المحصول.

٨– مكافحة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس بمعاملة البادرات والنباتات بالمبيدات:

أدت معاملة بادرات الطماطم قبل الشتل بالمبيد الحشرى إميداكلوبرد imidcloprid بمعدل ١٢ مجم من المادة الفعالة/ بادرة إلى حمايتها من الإصابة بالذبابة

البيضاء لمدة ٥٠ يومًا، وازدادت كفاءة المعاملة إذا ما اقترنت بالتغذية الأرضية للبادرات بمعدل ٠,٠٢ مل من سماد بادئ (Sun & Liu ٢٠١٦).

هذا.. إلاّ إنه يكون أمام حشرة الذبابة البيضاء الحاملة لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم متسع من الوقت لنقل الفيرس أثناء تغذيتها على نباتات معاملة بمبيد الـ imdacloprid قبل أن يُقضى عليها (Rubinstein وآخرون ١٩٩٩).

فيرس ذبول الطماطم المتبقع

يزداد الانخفاض فى محصول الطماطم عند ظهور أعراض إصابتها بفيرس ذبول الطماطم المتبقع فى وقت مبكر بعد ٢٤–٤٥ يومًا من الشتل عما يكون عليه الانخفاض فى المحصول عند ظهور أعراض الإصابة متأخرًا بعد ٦٠–٧٤ يومًا من الشتل (Moriones وآخرون ١٩٩٨).

إن من أهم وسائل مكافحة فيرس ذبول الطماطم المتبقع، ما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة:

وهى كثيرة وسبقت الإشارة إلى بعضها.

٢- اتباع الممارسات الزراعية المناسبة:

يُفيد فى مكافحة فيرس ذبول الطماطم المتبقع استعمال أغطية بلاستيكية للتربة عاكسة للضوء. تعمل أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء – مثل الأغطية ذات اللون الألومنيومى (أو الفضى) على طرد التربس وبعض الحشرات الأخرى؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية عليها؛ الأمر الذى يحدث ارتباكًا لبعض الحشرات عندما تحاول أن تحط على النباتات.

فمثلاً.. أدى استعمال غطاء بلاستيكى ذو سطح فضى إلى خفض أعداد حشرة التربس بنسبة ٦٨٪، ونقص نسبة الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع بنسبة ٦٤٪ (Greenough وآخرون ١٩٩٠). كذلك وجد Brown & Brown (١٩٩٢) – فى ولاية ألاباما الأمريكية – أن حشرة التربس كانت أقل توجدًا على نباتات الطماطم التى استعمل

فى إنتاجها غطاء بلاستيكى أسود، أو بلاستيكى بلون الألومنيوم، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكى أبيض. كما وجد Csizinsky وآخرون (١٩٩٥) أن حشرة التربس كانت أقل تواجدًا على نباتات الطماطم التى استعمل فى إنتاجها غطاء بلاستيكى ألومنيومى، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكى أزرق، أو برتقالى، أو أحمر، أو أصفر.

٣- مكافحة فيرس اصفرار الطماطم

تؤدى الإصابة المزدوجة بكل من فيرس اصفرار الطماطم tomato chlorosis virus، وفيرس ذبول الطماطم المتبقع tomato spotted wilt virus إلى حدوث موت سريع لنباتات الطماطم يسبقه سرعة كبيرة فى تراكم جزيئات فيرس اصفرار الطماطم، كما أن المقاومة التى يوفرها الجين Sw-5 ضد فيرس ذبول الطماطم المتبقع تنهار وتصبح النباتات الحاملة لهذا الجين قابلة للإصابة بالفيرس إذا ما تعرضت للإصابة بفيرس اصفرار الطماطم قبل حقنها بفيرس ذبول الطماطم المتبقع (Garcia-Cano وآخرون ٢٠٠٦).

النيماتودا

تفيد فى مكافحة النيماتودا (نيماتودا تعقد الجذور ما لم يُذكر خلاف ذلك)، ما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة.

وهى كثيرة وسبقت الإشارة إلى بعضها فى حسن (٢٠١٨).

٢- التطعيم على أصول مقاومة:

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى عديد من أصناف وأصول الطماطم من السلالات والأصناف والهجن النوعية، وهى مقاومة تُكسر فى حرارة تزيد عن ٢٨ °م. ومن أمثلة الهجن النوعية المقاومة Maxifort، و Beaufort، و Big Power. كذلك يوفر *Solaman torvum*، و *S. peruvianum* مقاومة ضد النيماتودا (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وقد استُخدم أصلاً الطماطم الجذريين: Multifort (وهو هجن نوعى: *Solanum lycopersicum* × *S. habrochaites*)، وصنف الطماطم الهجين Survivor المقاومين

لنيماتودا تعقد الجذور.. استخدما كأصول طُعِّم عليها صنفا الطماطم القابلين للإصابة: Brandywine، و Flamme، حيث انخفضت جوهريًّا الإصابة بالنيماتودا بنسبة وصلت إلى ٨٠,٨٪، دون أن يكون للتطعيم أية تأثيرات على المحصول الصالح للتسويق (Barrett & Zhao ٢٠١٢).

وأدى تطعيم سلالة الطماطم BHN602 – القابلة للإصابة بكل من نيماتودا تعقد الجذور والذبول البكتيرى — على أى من الأصول RST-04-106-T، أو BHN998، أو BHN10 المقاومة للذبول البكتيرى إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، وزيادة محصول الثمار، مقارنة بما حدث فى النباتات التى لم تُطَعَّم (Kunwar وآخرون ٢٠١٥).

٣- المعاملة ببعض إضافات النباتات والمستخلصات النباتية:

تُفيد حراثة النباتات الكرنبية فى التربة فى المكافحة الفعالة لكل من نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogne*)، ونيماتودا الحوصلات (*Heterodera*، و *Globodera*)، ونيماتودا التقرح (*Pratylenchus*) (Fourie وآخرون ٢٠١٦).

ولقد وُجد أن التبخير الحيوى للتربة باستعمال مخلفات البروكولى (كل الأجزاء النباتية) وكذلك التطعيم على الأصل Beaufort كانا الأفضل فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور وزيادة محصول الطماطم، وذلك من بين عدد من المعاملات الأخرى التى أجريت وشملت تشميس التربة لمدة ٦ أسابيع مع التغطية بالبوليثيلين الشفاف، والتبخير الحيوى بأوراق وثمار الخروع *Ricinus comounis*، وزراعة نبات القطيفة *Tagetes erecta* إلى جوار الطماطم، والمعاملة بالسلالة ٢٥١ من الفطر *Paecilomyces lilacinus* (المنتج التجارى BioAct)، والسماد العضوى التجارى Netisin المستخدم كمبيد نيماتودى حيوى (بمعدل ١٠ كجم/هكتار مع ماء الرى بالتنقيط) (Kaskavalci وآخرون ٢٠٠٩).

وتُفيد إضافة كسب بذرة المسترد الأصفر *Sinapis alba* إلى تربة المشاتل فى حماية النباتات من الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور (Meyer وآخرون ٢٠١٥).

ولقد أدت إضافة نموات خضرية مفرومة من أى من النباتات: *Lantana camara*، أو *Kigelia pinnata*، أو *Ficus bengalensis* إلى التربة إلى إحداث تحسين جوهرى فى نمو نباتات الطماطم مع خفض جوهرى فى إصابتها بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، وكانت المعاملة بـ *Lantana camara* أكثرهم تأثيرًا (Ahmad وآخرون ٢٠١٠).

كما كانت لثمار الخيار البرى *Cucumis myriocarpus* المطحونة تأثيرات قاتلة على نيماتودا تعقد الجذور لم تختلف جوهريًّا عن تأثير المعاملة بأى من المبيدين النيماتوديين الألديكارب aldicab، أو الفيناميفوس fenamiphos (Mashela وآخرون ٢٠٠٨).

ازدادت معدلات وقف النمو وموت نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* جوهريًّا مع زيادة تركيز المستخلص المائى لأوراق الثوم الطازجة من ١٪ إلى ٢٪، و٤٪ (وزن/حجم)، كما ثُبِّط فقس بيض النيماتودا جوهريًّا – كذلك– بالمعاملة، وكان المستخلص المائى لأوراق الثوم المتخمرة أقوى تأثيرًا. وأدت معاملة التربة إلى تثبيط إصابة النيماتودا للطماطم جوهريًّا، وازداد التأثير بزيادة كمية المستخلص المستخدم فى المعاملة، إلا أن الزيادة الكبيرة أثرت – كذلك – سلبيًّا على نمو الطماطم. وقد أدت المعاملة بمستخلص ٢٪ مع سماد حيوانى قبل الزراعة، ومع استخدام غطاء بلاستيكى للتربة إلى تقليل إصابة الطماطم بالنيماتودا بنسبة ٧٢٪، وزيادة محصولها بنسبة ٧٣٪، مقارنة بالوضع فى نباتات الكنترول. ويبدو أن المركبات الكبريتية التى توجد بمستخلص الثوم كانت هى المسئولة عن مقاومة النيماتودا فى هذه الدراسة (Gong وآخرون ٢٠١٣).

وكان المستخلص المائى لأوراق نبات التانبول أو التامول betel (وهو: *Piper betle*) سامًّا ليرقات الطور الانسلاخى الثانى J_2 لنيماتودا تعقد الجذور، كما ثبط فقس البيض. وأدى نقع جذور شتلات الطماطم فى المستخلص إلى تقليل تكوين الثآليل بها، وخفض إنتاج البيض، وأعداد الـ J_2 فى التربة، كما أدى إلى تحفيز نمو نباتات الطماطم.

وتناسبت تلك التأثيرات مع زيادة تركيز المستخلص (تراوح تخفيف المستخلص من صفر٪ إلى ٨٠٪). ولقد كانت الـ J_2 أكثر حساسية للمستخلص عن البيض، حيث ماتت كلها عند المعاملة بجميع التخفيفات المستعملة (حتى ٨٠٪ تخفيف)، بينما لم يحدث ١٠٠٪ موت للبيض إلاّ عندما كانت المعاملة بالمستخلص غير المخفف، كذلك كان المستخلص غير المخفف هو الأقوى تأثيرًا فى الحد من إصابة جذور الطماطم وإنتاج البيض فيها وأعداد الـ J_2. وكانت الزيادة فى طول جذور النباتات المعاملة ٢٣٥٪ من الطول فى نباتات الكنترول (Premachandra وآخرون ٢٠١٤).

٤- المكافحة البيولوجية:

أفادت المعاملة بفطر الميكوريزا *Glomus mosseae* فى تقليل إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور، وقد وجد Al-Raddad (١٩٩٥) أن وجود هذا الفطر مع الفطر *Paecilomyces lilacinus* (الذى يستخدم كذلك فى المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور) منع إصابة جذور الطماطم بالنيماتودا كلية.

وأدى تلقيح الطماطم بكل من فطر الميكوريزا *Glomus* sp.، والبكتيريا المتطفلة على النيماتودا *Pasteuria penetrans* — معًا- فى وجود الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* إلى زيادة كل من النمو الخضرى ومحصول النباتات فى الطماطم عما فى النباتات غير الملقحة بالفطر وبالبكتيريا فى وجود الإصابة بالنيماتودا، وكان تأثير المعاملة بالفطر والبكتيريا — معًا — أفضل من المعاملة المنفردة بأى منهما (Talavera وآخرون ٢٠٠٢).

وقد دُرس تأثير خمسة أنواع بكتيرية (هى: *Arthrobacterium* sp.، و *Bacillus* spp.، و *Corynebacteriium* spp.، و *Serratia* spp.، و *Streptomyces* spp.) على نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، ووجد أن معاملة النباتات بالبكتيريا قبل أسبوع من عدواها بالنيماتودا قلل الإصابة بالنيماتودا بنسب تراوحت بين ٤٦٪ و٩٦٪، مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد استمر تأثير البكتيريا على النيماتودا فى التربة لمدة ١٥ شهرًا (Ali ١٩٩٦).

أدت المعاملة بالسلالتين Pa-7، و IE-6 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى خفض إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور وبالفطرين *Fusarium oxysporum*، و *Rhizoctonia solani*. وكان للسلالتان البكتيريتان نفس الفاعلية ضد النيماتودا عندما كانت منخفضة الكثافة (٥٠٠، و ١٠٠٠ يرقة من الطور الانسلاخى الثانى J_2)، بينما كانت السلالة IE-6 – فقط – هى الفعالة فى مكافحة النيماتودا عندما كانت عالية الكثافة (٢٠٠٠، و ٤٠٠٠ J_2). ولقد لوحظ ارتباط سلبى بين الإصابة بفطر الذبول الفيوزارى وبين استعمار البكتيريا للجذور والنموات الخضرية (Siddiqui & Ehteshamul-Haque ٢٠٠٠).

وقد دُرس تأثير عدة عزلات من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* – عُزلت من تربة مثبطة للمسببات المرضية – على نمو نباتات الطماطم ومكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بها، ووجد أن العزلات تباينت فى تأثيراتها على كلا الأمرين، وكانت أكثرها تأثيرًا العزلتان: Pa8، و Pa9 اللتان كان لهما أقوى تأثير على منع فقس النيماتودا وتقليل أعراض تثآلل الجذور وتكاثر النيماتودا، وكانتا – مع العزلة Pa3 – الأكثر استعمارًا لجذور الطماطم والأقوى تحفيزًا لنمو البادرات والنباتات. وقد تبين أن العزلتين Pa8، و Pa9 تنتجان كمية أكبر من حامض السيانيك HCH عن العزلات الأخرى، وأنهما تنتجان قدرًا أكبر من إندول حامض الخليك IAA عن ١٣ عزلة أخرى، ولذا فإنهما يمكن أن تُستعملا فى المكافحة الحيوية لـ *M. incognita* فى الطماطم (Singh & Siddiqui ٢٠١٠).

وأدت معاملة التربة بالسلالة L1 من البكتيريا *Bacillus pumilus* إلى حماية نباتات الطماطم من الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. arenaria*، سواء أكانت العدوى بالنيماتودا فى نفس وقت معاملة التربة بالبكتيريا، أو قبل ذلك بيومين، لكن كانت العدوى المتزامنة أكثر فاعلية، وتمثلت المكافحة فى حدوث نقص فى عدد الثآليل الجذرية وكتل البيض ويرقات الانسلاخ الثانى بالجذور. هذا.. مع العلم بأن البكتيريا تفرز الإنزيمين protease، و chitinase. كذلك عملت البكتيريا كمنشط للنمو النباتى (Lee & Kim ٢٠١٦).

ولقد أمكن التوصل إلى سلالة من البكتيريا *Bacillus cereus* كانت قادرة على سرعة احتلال المحيط الجذرى للطماطم والمعيشة داخليًّا بالجذور. وقد تميزت تلك البكتيريا بقدرتها على تحسين النمو النباتى، وطردها ليرقات الانسلاخ الثانى (J_2) للنيماتودا *M. incognita*؛ وبالتالى مقاومة الإصابة بها (Hu وآخرون ٢٠١٧).

كما وجد أن معاملة الطماطم بأى من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية:

Pseudomonas fluorescens

Paecilomyces lilacinus

Pichia guilliermondii

Calothrix parietina

منفردة أو مجتمعة أدت إلى خفض شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogune incognita*. ولقد تسببت المعاملة المنفردة بالبكتيريا *P. fluorescens* أو بالفطر *P. liacinus* إلى موت ٤٥٪، و٣٠٪ – على التوالى — من يرقات النيماتودا فى خلال ٤٨ ساعة من المعاملة، وذلك مقارنة بالوضع فى معاملة الكنترول. وكانت المعاملة بأى منهما أو بالخميرة *P. guilliermondii* أكثر كفاءة فى مكافحة النيماتودا عن المعاملة بـ *C. parietina* التى تعد من الـ cyanobacteria التى تعيش فى التربة، والذى قد يُضاد فعل كائنات المقاومة الحيوية الأخرى ويقلل كفاءتها فى المكافحة وعمومًا.. فإن المعاملة بكائنات المكافحة الحيوية الأخرى لم تكن فقط قاتلة للنيماتودا، لكنها حفزت — كذلك — النمو النباتى بتوفيرها للكثير من العناصر المغذية وبحثِّها لمقاومة جهازية فى النباتات (Hashem & Abo-Elyousr ٢٠١١).

وقد أظهرت السلالتان: R2-2 من البكتيريا *Bacillus methylotrophicus*، و 13-6 من البكتيريا *Lysobacter antibioticus* نشاطًا عاليًا مضادًّا لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، سواء أكانت المعاملة بهما عن طريق البذور أو سقيًّا لمعلقاتهما

فى خلطة الزراعة فى البيوت المحمية، أو سقيًا لمعلقاتهما فى التربة؛ حيث خفضتا مستوى الإصابة بالنيماتودا وأحدثتا زيادة جوهرية فى المحصول، وبصورة أفضل من استعمال أى من المبيدين abamectin أو carbofuran فى المكافحة (Zhou وآخرون ٢٠١٦).

٥- المعاملة بمستحثات المقاومة

من بين مستحثات المقاومة الهامة، ما يلى:

أ- حامض السلسيلك والمثيل جاسمونيت:

أثرت المعاملة بحامض السلسيلك سلبيًا فى تطور النيماتودا *Meloidogyne chitwoodi* على الطماطم، لكنها لم تؤثر على تكاثر النيماتودا. بينما كانت المعاملة بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate هى الأكثر كفاءة فى خفض إصابة الطماطم بالنيماتودا (خفَّضت اختراق النيماتودا للجذور بنسبة ٥٨٪) (Vieira dos Santos & Curtis ٢٠١٣).

ب- الـ BABA:

أحدثت معاملة بادرات الطماطم بأى من β-aminobutyric acid (اختصارًا: BABA)، أو salycylic acid (اختصارًا: SA)، أو السلالة CHAO من *Pseudomonas fluorecens* خفضًا جوهريًا فى شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، وكان أكثرها فاعلية المعاملة بالـ BABA الذى أدى إلى خفض شدة العقد الجذرية، وعدد كتل النيماتودا/نبات، وعدد البيض/ كتلة بيض، كما أحدثت المعاملة زيادة فى إنتاج الـ H_2O_2 (وهو أحد نواتج شد الأكسدة) ونشاط الـ SOD، والـ GPOX بصورة أوضح عما فى حالتى المعاملة بأى من الـ SA أو *P. fluorecens*، ولكنها جميعًا أسهمت فى حث شد أكسدة فى جذور الطماطم من خلال توليد عناصر نشطة فى الأكسدة (ROS) والإنزيمات المرتبطة بأيضها (Sahebani & Hadavi ٢٠٠٩).

ج- الـ ASM:

استحثت معاملة الطماطم بحامض السلسيلك مع الماء عن طريق سقى التربة soil drenching، وبالـ acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: ASM) بطريقة غمس الجذور.. استحثت مقاومة جهازية مكتسبة SAR ضد الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، حيث انخفض تكاثر النيماتودا على الجذور فى النباتات المعاملة (فكان أقل من ٥٠٪ من معدل تكاثرها فى النباتات غير المعاملة)، وانخفضت إصابتها بالنيماتودا. وقد ازدادت فاعلية إضافة حامض السلسيلك للتربة مع الماء عندما زودت التربة – كذلك – بالأحماض الدبالية بالسقى مع الماء. وكانت أفضل معاملة هى الجمع بين إضافة حامض السلسيلك والـ methyl-salicylic acid إلى التربة بالسقى مع الماء، حيث قللت، تلك المعاملة الإصابة بالجيل الثانى للنيماتودا (Molinari & Baser ٢٠١٠).

٦- المكافحة بالمبيدات:

تُكافح نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا التقرح بالمبيدات، كما يلى:

١- إذا كان هناك احتمال لحدوث الإصابة ترش النباتات فى المشتل بالفايدت السائل ٢٤٪ بمعدل ٢ مل/لتر مرتين، ويكرر الرش مرتين فى الحقل بمعدل ٣ مل/لتر، وذلك بعد الشتل بأسبوعين، ثم بعد أسبوعين آخرين.

٢- يُستخدم الفايدت المحبب ١٠٪ بمعدل ٢٠ كجم للفدان تكبيشًا على عمق حوالى ١٠ سم، مع الترديم عليه.

٣- تُرش التربة التى تُعرف بإصابتها بالنيماتودا – بعد تجهيزها للزراعة – بمبيد النيماكاب ٢٠٪ بمعدل ٢,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء على خطوط الزراعة قبل الشتل، أو يُرش كل سطح التربة بمعدل ٥ لتر/٢٠٠ لتر ماء، ثم الرى مباشرة بعد الرش (عن مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

الحفار والدودة القارضة

يُستخدم الطعم السام فى مكافحة الحفار والدودة القارضة كما يلى:

يتكون الطعم السام من لتر واحد من مبيد الكلورفان ٤٨٪، أو لتر واحد من مبيد الدورسبان ٤٨٪، أو ١,٢٥ لتر من مبيد الثيراجارد ٤٨٪، يخلط معه ١٥ كجم جريش ذرة + ١ كجم عسل أسود ١ – ١,٥ صفيحة ماء. تكفى تلك الكمية من الطعم لمعاملة مساحة فدان. يُضاف الطعم سرسبة فى باطن مصاطب الزراعة فى حالة الرى بالغمر، أو بجوار النقاطات فى حالة الرى بالتنقيط.

وفى حالة الدودة القارضة يمكن قبل اللجوء إلى استعمال الطعم السام اللجوء أولاً إلى إضافة لتر من السولار عند رى الأرض لأجل القضاء على اليرقات والعذارى فى التربة.

الجعل ذو الظهر الجامد أو الجعل الأسود

يُعرف الجعل ذو الظهر الجامد بالاسم العلمى *Pentodon bispinosus*. تؤدى الإصابة بيرقات الجعل إلى ذبول النباتات وموتها، وتُشاهد تلك اليرقات عند الحفر أسفل النباتات المصابة، وهى يرقات تظهر مقوسة ولونها سمنى وغليظة، وتُرى متجمعة حول الجذور.

تزداد الإصابة فى الأراضى الخفيفة وعند التسميد بسماد عضوى غير متحلل.

ولمكافحة يرقات الجعال يوصى بكمر السماد العضوى جيدًا قبل إضافته إلى التربة.

دودة ثمار الطماطم أو دودة اللوز الأمريكية

تعرف دودة ثمار الطماطم بالاسم العلمى *Heliothis armigera* تشتد الإصابة بدودة ثمار الطماطم خلال الفترة من أبريل إلى نهاية سبتمبر. تُتلف اليرقات براعم وأزهار النباتات، كما تصيب الثمار التى تظهر بها ثقوب دائرية. تُفضل اليرقات إصابة الثمار الخضراء، حيث تخترقها عند موضع اتصالها بالعنق، وبينما يتبقى مقدم جسم اليرقة داخل الثمرة، فإن مؤخرة جسمها يبقى خارجها مع ظهور براز اليرقة عند فوهة النفق الذى تُحدثه بالثمرة.

وتكافح دودة ثمار الطماطم باستخدام مصائد الفرمون لذكور فراشات دودة اللوز الأمريكية (وهى ذاتها دودة ثمار الطماطم)؛ فتضع الإناث بيضًا غير مخصب لا يفقس. وعندا اشتداد الإصابة تُرش النباتات باللانيت ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم للفدان.

دودة درنات البطاطس

تُعرف دودة درنات البطاطس بالاسم العلمى *Phthorimaea operculella*.

تتغذى اليرقات بين بشرتى الورقة محدثة بها بقعًا باهتة اللون، ثم تأخذ اليرقات طريقها داخل عروق الورقة؛ لتصل منها إلى العرق الوسطى، ويظهر داخل النفق الذى تُحدثه اليرقة جلود الانسلاخ وبراز الحشرة.

وعند تكون الثمار فإن اليرقات تحفر فيها عند العنق مُحدثة أنفاقًا بها. تُشاهد فوهات تلك الأنفاق على الثمار الناضجة عند العنق، ويظهر بها براز الحشرة بلون أسود عند الكأس. تؤدى الإصابة إلى عفن الثمار، وتشتد خلال شهرى يونيو ويوليو.

وتكافح دودة درنات البطاطس باستخدام مصائد فرمون فراشة درنات البطاطس — لجذب الذكور — بمعدل ٣–٥ مصائد للفدان.

كذلك يفيد الرش بالمركب الحيوى دايبل ٢ إكس بمعدل ٢٠٠ جم للفدان، ويلزم ٢–٣ رشات خلال الموسم.

وعند اشتداد الإصابة تُرش النباتات باللانت ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم للفدان، أو بالسومثيون ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر للفدان.

دودة ثمار الطماطم الدبوسية

تُعرف دودة ثمار الطماطم الدبوسية بالاسم العلمى *Keiferia lycopersicella*. تكون الفراشات البالغة بطول ٥–٦ سم، وهى بلون رمادى ضارب إلى البنى، وأصغر من فراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella*. وعلى الرغم من تشابهما، فإن

فراشة دودة ثمار الطماطم الدبوسية أكثر رمادية من فراشة درنات البطاطس، وكلاهما من حرشفيات الأجنحة.

تكون اليرقات الصغيرة بلون أخضر شاحب وبرأس ذات لون بنى قاتم أو أسود. أما اليرقات الأكبر فتكون بطول ٤–٧ مم ويتراوح لونها بين الأخضر بعلامات قرمزية، والقرمزى. وهى أصغر كثيرًا من يرقات فراشة درنات البطاطس.

تضع الفراشات بيضها على الأوراق والثمار وأعناق الأوراق، حيث تفقس فى خلال ٥–٦ أيام خلال الصيف. تحفر اليرقات أنفاقًا فى الأوراق والكأس — حيث تكمل تطورها — أو تتحرك نحو الثمار لتتغذى، ويكون ذلك تحت سطح الثمرة مباشرة فى البداية، ثم تحفر اليرقات عميقًا بعد ذلك.

توتا أبسولوتا

تعريف بالتوتا أبسولوتا

تعرف حشرة صانعة أنفاق أوراق الطماطم tomato leafminer بالاسم العلمى *Tauta absoluta*، وهى تتبع رتبة Lepidoptera. وقد تغير اسمها العلمى أربع مرات منذ وصفت لأول مرة فى عام ١٩١٧.

ومن أبرز الآفات الحشرية القريبة منها، ما يلى:

الحشرة	الاسم العلمى
دودة الطماطم الدبوسية tomato pinworm	*Keiferia lycopersicella*
فراشة درنات البطاطس الجواتيمالية Gutemalan potato tuber moth	*Tecia solanivora*
فراشة درنات البطاطس potato tuber moth	*Phthorimaea operculella*
صانعة أوراق الفول السودانى groundnut leafminer	*Aproaerema modecella*
دودة اللوز القرنفلية pink bollworm	*Pectinophora gossypiella*

وتتشابه حشرة توتا أبسولوتا مع حشرة دودة درنات البطاطس فى الشكل والسلوك.

تتواجد الحشرة فى كل من أمريكا الوسطى والجنوبية (حيث كانت بداية تواجدها)، وفى جميع أنحاء أوروبا، ودول حوض البحر الأبيض المتوسط، وتنتشر شرقًا فى دول الخليج وحتى الهند وباكستان وأفغانستان، وجنوبًا حتى النيجر والسنغال والسودان والحبشة. وقد بدأ تواجدها فى دول العالم القديم فى إسبانيا فى عام ٢٠٠٦، ومنها انتقلت سريعًا فى غضون ست سنوات إلى باقى الدول. ومن المتوقع استمرار انتشارها جنوبًا وشرقًا.

وكانت بداية ظهور الحشرة لأول مرة فى مصر فى عام ٢٠٠٩ فى واحة سيوة، ثم فى باقى أنحاء الدولة، وهى تسبب خسائر فادحة فى المحصول قد تصل إلى ٨٠٪ – ١٠٠٪ فى حالات الإصابة الشديدة.

العوائل

من أبرز عوائل الحشرة: الطماطم، والبطاطس، والباذنجان، والفلفل، والتبغ، والحرنكش *Physalis peruviana*، وكلاً من عنب الديب *Solanum nigrum*، والداتورة *Datura stramonium*، و *Solanum eleagnifolium*، وعدد آخر من الباذنجانيات، وخاصة تلك التى تتبع الجنس *Solanum*، بالإضافة إلى الجنس *Malva* sp.، كما قد تُصيب الفاصوليا أحيانًا.

دورة الحياة

تضع الأنثى حوالى ٢٥٠ – ٣٠٠ بيضة طوال حياتها. يوضع البيض فرديًّا على السطح السفلى للأوراق، أو على الساق أو الثمار. يفقس البيض بعد نحو ٤–٦ أيام إلى يرقات صغيرة تصنع أنفاقًا بين بشرتى الورقة، أو فى الساق أو الثمار. تخرج اليرقة من النفق لتصنع نفقًا آخر، وقد تتجول خارج النفق. تعيش اليرقة لمدة ١٠–١٥ يومًا تتحول بعدها من اللون الأصفر إلى الأخضر أو الأسود. وفى خلال ١٠–١٢ يومًا أخرى تتعذر اليرقة فى التربة أو فى نهاية النفق بالأوراق المتصلة بالنبات أو فى الأوراق المتساقطة. والعذارى بنية اللون يبلغ طولها ٦ مم.

تتحول العذراء إلى حشرة كاملة وهى فراشة بنية أو رمادية أو فضية اللون، وذات بقع سوداء على الجناح الأمامى، ويكون الذكر أدكن لونًا من الأنثى، ويبلغ طولها ٧ مم.

تبلغ مدة دورة الحياة ٢٠–٣٨ يومًا، وللحشرة ١٠–١٢ جيلاً فى السنة، ولا تدخل فى فترة بيات شتوى طالما توفَّر الغذاء المناسب لها.

تستغرق درة حياة الحشرة ٢٤ يومًا فى حرارة ٢٧ °م، و ٣٤ يومًا فى حرارة ٢٠ °م، و٧٦ يومًا فى حرارة ١٤ °م. وهى تُعطى – فى المتوسط – ١٢ جيلاً فى السنة، وتضع الأنثى الواحدة ٢٦٠ بيضة فى المتوسط. وتحفر اليرقة فى النسيج الوسطى للورقة.

مظاهر الإصابة

من أهم مظاهر الإصابة الأنفاق الخيطية التى تتكون فى بداية الإصابة، والتى لا تلبث أن تتحول إلى بقع بين بشرتى الورقة مع نمو وتغذية اليرقة على خلايا النسيج الوسطى بين بشرتى الورقة. وتحفر اليرقة فى سوق النبات والبراعم ويشاهد برازها خارج النفق. وتفضل الحشرة الثمار الخضراء على الناضجة، كما تفضل إحداث الإصابة حول منطقة اتصال العنق بالثمرة. ويؤدى وجود النفق إلى تعفن الثمرة بسبب ما تحمله معها من بكتيريا مسببة للعفن. هذا وتحدث الإصابة بالحشرة فى المشاتل والحقل المكشوف والبيوت المحمية.

وتفضل الحشرة التغذية على البراعم الطرفية والأزهار والثمار الحديثة، وتنشط الحشرة ليلاً وتختفى خلال النهار، ويناسبها وجود رطوبة حرة أو أمطار خفيفة.

ولقد دُرست إمكانية التعرف على إصابة الثمار – داخليًّا – بالحشرات بتعريضها للأشعة ما بين ٤٠٠، و ١١٠٠ نانوميتر، ووُجد أن أكثر الأمواج كفاءة فى تحقيق هذا الهدف كانت بالـ SIMCA analysis (وهو ما يعرف بـ soft independent modeling of class analogy)؛ وبذا.. قد يمكن إجراء الفرز أثناء مرور الثمار على سيور متحركة (Mireei وآخرون ٢٠١٧).

المكافحة

من أهم وسائل المكافحة، ما يلى:

١- استخدام الفيرمونات (الجاذبات الهرمونية):

تستخدم الفيرمونات بمعدل ٢-٣ مصيدة للفدان لتحديد كثافة تواجد الحشرة، وبمعدل ١٥-١٧ مصيدة للفدان كوسيلة للمكافحة، حيث تجذب الفيرمونات إليها الذكور؛ ليمكن قتلها بأقل كمية مبيد فى رشة واحدة. وتعد شركتا Russell IPM، و ISCA Technologies من أهم الشركات المنتجة للفيرمون.

يُستخدم الفيرمون على نطاق واسع فى المكافحة فى كلٍ من أوروبا وأمريكا الجنوبية وشمال أفريقيا والشرق الأوسط.

٢- التخلص من بقايا نباتات الطماطم والعوائل الأخرى للحشرة.

٣- المكافحة الحيوية

تفيد المكافحة الحيوية، لكنها ليست كبيرة الفاعلية، ومن أهم الكائنات المستخدمة لذلك ما يلى:

أ- متطفل الترايكوجراما *Trichogramma* spp.

يستخدم متطفل الترايكوجرامًا *Trichogramma acheae* فى إسبانيا بمعدل ٧٥٠٠٠٠ فرد بالغ/هكتار (٣١٥٠٠٠ فرد بالغ/فدان) كل ٣-٤ أيام. وتستخدم الترايكوجراما فى المكافحة فى مصر، خاصة فى الزراعات العضوية.

ب- البكتيريا *Bacillus thuringiensis* (مثل دايبل 2x).

ج- الفطر *Beauveria bassiana*.

د- *Bracon habetor*.

هـ- *Pediobius foveolatus*.

وكذلك تستخدم الفيروسات:

أ- الفيرس *Nucleopolyhedrosis*.

ب- الفيرس *Nucleogranulosis*.

كما يفيد استخدام النيم، الذى قد يستعمل مع أى من البكتيريا أو الفطر أو الفيرس (Muniappan ٢٠١٤).

٤- المكافحة بالمبيدات:

وجد فى البرازيل – حيث بدأت الإصابة بصانعة أنفاق الطماطم *Tuta absoluta* – أن أفضل وسيلة للمكافحة هى بتبادل الرش بكل من الـ abamectin، والـ cartap، والـ chlorfenapyr، والـ indoxacarb (Silva وآخرون ٢٠١٦).

وفى مصر .. يوصى لمكافحة حشرة توتا أبسولوتا بالرش بأحد المبيدات التالية بالتبادل:

شالنجر ٣٦٪ بمعدل ٥٠ مل/ ١٠٠ لتر ماء.

أفانت ٥٠٪ بمعدل ٥٠ مل/ ١٠٠ لتر ماء.

تريسر ٢٤٪ بمعدل ٥٠ مل/ ١٠٠ لتر ماء.

بروكليم ٢٠ جم/ ١٠٠ لتر ماء.

بيليو ٣٥ مل/ ١٠٠ لتر ماء .

سوميثيون ٥٠٪ بمعدل ٤٥٠ مل/ ١٠٠ لتر ماء.

فوليام فليكس ٤٠٪ بمعدل ٢٠ جم/ ١٠٠ لتر ماء.

(عن مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

كذلك يفيد الرش المزدوج بإثنين من المبيدات معًا، مثل:

تشالنجر + أفانت

أباماكين + ماتش

رنر + لانت

كلوروبيروفوس (مثل ريلدان) + بروكلين

ويفيد تبادل استعمال البيروثرويدات مع الكارتاب.

العنكبوت الأحمر

يُعد استخدام العناكب المفترسة من أجدى وسائل مكافحة العنكبوت الأحمر العادى.

ويعرف فى مصر (عن وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٠) ٣٤ نوعًا من العناكب المفترسة، تنتمى إلى أربعة أجناس؛ هى: *Phytoseius*، و *Paratyphlodromus*، و *Thyphlodromus*، و *Amlyseius*، وهى تنتشر على كل الأنواع النباتية تقريبًا.

كما يُكافح العنكبوت الأحمر *Tetranychus evansi* فى الطماطم بكلٍ من الفطر الممرض *Metarhizium anisopliae*، والعنكبوت المفترس *Phytoseiulus longipes*. وتتحقق فائدة أكبر من استخدام كائنى المكافحة الحيوية بإقران المكافحة بالرش بالأبامكتين abamectin، ولكن لا تتحقق فائدة أكبر من الجمع بين كائنى المكافحة الحيوية معًا (Maniania وآخرون ٢٠١٦).