

## **الفصل الثامن**

**المكافحة الحيوية بالأعداء الطبيعية**



## المكافحة الحيوية بالأعداء الطبيعية

### ١- دور الأعداء الطبيعية في السيطرة على الآفات

تهاجم الآفات بكائنات حية طبيعية أخرى مفترسة أو متطفلة أو مسببات الأمراض، وتعرف المكافحة الحيوية بأنها استخدام الإنسان لكائنات حية مختارة من هذه الأعداء الطبيعية لمكافحة آفة معينة، ويتوقف نجاح المكافحة الحيوية وتحقيق أقصى استفادة بها على الإلمام الجيد بالمعلومات البيولوجية والإيكولوجية لكل من الآفة والكائنات المصاحبة لها ضمن النظام البيئي الزراعي، وتعمل هذه الكائنات على خفض أعداد الآفة لمستويات أقل مما تصل إليه في حالة غيابها، وبمعنى آخر خفض تعدادها إلى مستويات أقل من الحدود الاقتصادية الحرجة، وحيث أنه يتم تطبيقها من منظور بيئي فإنها يجب أن توظف كعنصر رئيسي مع الطرق الأخرى من المكافحة بطريقة متكاملة، وتجدر الإشارة إلى أن إجراءات المكافحة الحيوية الجيدة في إطار الإدارة المتكاملة للآفات تعتمد على وجهتين أساسيتين هما:

١- توافق العمليات الإنتاجية مع إجراءات مكافحة الآفات بالأساليب التي لا تؤدي إلى أي تأثير على المكافحة الطبيعية التي تعتمد على المفترسات والمتطفلات الموجودة فعلا في الحقل.

٢- بذل الجهود الرامية لتعزيز المكافحة الحيوية من خلال التقديم المباشر لأعداء طبيعية جديدة أو تحسين كفاءة وفعالية تلك الموجودة فعلا.

وبصفة عامة فإن المكافحة تتميز بأنها غالباً ما تكون مخصصة لأفة معينة دون تأثير يذكر تجاه الأنواع النافعة، كما أنها آمنة تجاه الإنسان والحيوان، ولا تسبب أى أضرار بيئية ، أو أن أثرها أقل خطورة على البيئة وجودة ونوعية المياه، وهى اقتصادية غير مكلفة وخاصة على المدى الطويل، بالإضافة إلى أنها تتميز بالاستمرارية والبقاء حيث أن نتائجها تكون طويلة الأمد أو شبه دائمة، وبالرغم من ذلك فإن هناك بعض النواحي السلبية التى تعترض استخدام المكافحة الحيوية على النطاق التطبيقى الواسع ومنها:

- ١- تتطلب جهود إدارية وتخطيط مكثف ، كما أنها تأخذ وقت أطول.
- ٢- تستلزم الاحتفاظ بسجلات أكثر، والتعليم والتدريب.
- ٣- تتطلب فهم عال للنواحي البيولوجية للأفة وأعدائها الطبيعية.
- ٤- قد تكون أكثر كلفة فى بعض الحالات.
- ٥- نتائجها ليست سريعة بالمقارنة بالمبيدات المعتادة.
- ٦- معظم الأعداء الطبيعية تهاجم فقط حشرات معينة، ولا تؤثر على مدى واسع من الأنواع الحشرية الضارة مثل المبيدات (ميزة وعيب فى نفس الوقت).

## ٢- الأعداء الطبيعية لمفصليات الأرجل (الحشرات والحلم)

تشتمل الأعداء الطبيعية لمفصليات الأرجل على المتطفلات والمفترسات ومسببات الأمراض، وبالرغم من أن هناك الكثير من أنواع

الحشرات المتطفلة أو المتفرسة لأنواع أخرى إلا أنه ليس بالضرورة أن كل هذه الأنواع يمكن استخدامها في مكافحة الحيوية، وغالبا فإن نسبة الأنواع التي ينتشر تطبيقها حاليا كمادة ناجحة للمكافحة الحيوية ليست مطلقة، وعلى سبيل المثال فإن هناك أكثر من ٦٠٠ نوع من الحشرات النافعة التي عرفت بالولايات المتحدة خلال فترة التسعينات من القرن الماضي، وأنه من بين هذه الأنواع لم يحقق فقط سوى ٢٠% منها النجاح الكلي كمادة للمكافحة الحيوية، وأن ٣٥% حققت نجاحا جزئيا، وأن ٤٥% لم تحقق أي نجاح ولم يكن لها تأثيرا معنويا على عشائر الآفات وفيما بين هذا النجاح والفشل فإنه يمكن تحديد مواصفات أو خصائص الأنواع الفعالة كمادة للمكافحة فيما يلي:

١- محدودية المدى العوائلي - قد تكون المفترسات أعداء طبيعية جيدة بصفة عامة، لكنها لا تقتل الآفات بدرجة كافية عندما يتاح لها أيضا ضحايا أخرى.

٢- مقدرة التأقلم مع العوامل الجوية- يلزم أن تكون الأعداء الطبيعية قادرة على البقاء في درجات الحرارة والرطوبة المتطرفة التي قد تواجهها في مساكنها الجديدة.

٣- التزامن أو التوافق مع دورة حياة العائل أو الضحية - يجب أن يظهر أو يتواجد المفترس أو الطفيل عند بداية خروج أو ظهور الآفة.

٤- الكفاءة التناسلية العالية - مواد مكافحة الحيوية الجيدة هي القادرة على إنتاج أعداد كبيرة من نسلها، والطفيل المثالي هو الذي يكمل أكثر من جيل خلال كل جيل من أجيال الآفة.

٥- مقدرة بحث كافية - لكي يكون للأعداء الطبيعية الفعالية والقدرة على البقاء فإنه يلزم أن تكون قادرة على الوصول لعوائلها أو ضحاياها حتى إذا ما كانت أعدادها قليلة أو نادرة، وبمعنى آخر يكون لها مغفرة بحث جيدة في حالات انخفاض الكثافة العددية لعشائر الآفة.

٦- قصر فترة التناول - الأعداء الطبيعية التي تستطيع استهلاك الضحية بسرعة أو تضع بيضها بسرعة يتوفر لديها الوقت للوصول إلى فرد آخر من عشيرة الآفة ومهاجمته، وقد تكن العشائر الصغيرة الفعالة من الأعداء الطبيعية أكثر كفاءة كمواد للمكافحة الحيوية عنها من العشائر الأقل فعالية.

٧- مقدرة البقاء مع انخفاض كثافة العائل أو الضحية - إذا ما كان العدو الطبيعي ذو كفاءة عالية جدا فإنه قد يستأصل أو يستهلك الإمداد الغذائي الخاص به مما يؤدي لتجويعه حتى الموت، وعلى ذلك فإن مواد مكافحة الحيوية الأكثر فعالية هي التي تقلل من عشيرة الآفة دون العبء الاقتصادية (الحد الاقتصادي الحرج) ثم المحافظة عليها عند هذا المنخفض من التوازن.

## ٢ - المفترسات

### ٢-١ - المفترسات الشائعة

هناك العديد من أنواع المفترسات الشائعة في كثير من المناطق (شكل ٨-١) ومن أهمها:

١- خنافس أبي العيد، ومنها أبو العيد ذو الإحدى عشر نقطة، السمنى، الأسود، السكمنس، الروداليا، وتفترس يرقات وبالغات المن والذباب الأبيض والحشرات القشرية والبق الدقيقى، وبيض والفسس الحديث للعديد من حشرات حرشفية الأجنحة.

٢- الخنافس الأرضية مثل خنفساء الكالوسوما ليلية النشاط وهي تهاجم يرقات حرشفية الأجنحة والعذارى الموجودة منها فى التربة مثل يرقات وعذارى دودة ورق القطن وغيرها.

٣- الحشرة الزواغة وهي تفترس المن والحشرات الصغيرة والبيض والفسس الحديث للعديد من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة.

٤- يرقات الذباب المفترس ومنه ذبابة السيرفس وهي تفترس المن وبعض الحشرات القشرية والبق الدقيق.



بالتغات أسد المن

اليرقة تتغذى على الحشرات

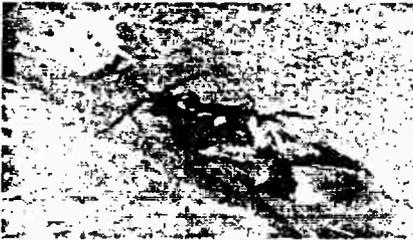
يرقة أسد المن



يرقة أسد النمل



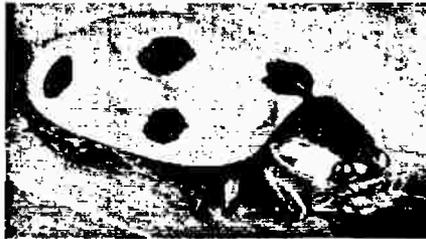
فرس النبي



بقعة الأزهار (الأوريس)



خنفساء السكمنس



خنفساء أبو العيد

شكل (٨-١): أمثلة لبعض المفترسات الشائعة

٥- يرقات أسد المن وهي تفترس المن والتربس والذباب الأبيض والحشرات القشرية والفقس الحديث للعديد من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة.

٦- يرقات أسد النمل وهي تفترس النمل بصفة أساسية.

٧- حشرات فرس النبي ومنها فرس النبي الكبير والصغير، وهي تفترس الخنافس والنمل والذباب.

٨- إبرة العجوز وهي تفترس يرقات وعذارى كثير من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة الموجودة بالتربة وأيضاً بعض الديدان والخنافس الأرضية.

٩- الرعاشات ومنها الرعاش الكبير والصغير، وتفترس حورياتها الديدان والحشرات المائية، كما تفترس الحشرات الكاملة العديد من الحشرات أثناء الطيران.

١٠- البق المفترس ومنه بقة الأزهار (الأوريس) وهي تفترس التربس والمن والعنكبوت الأحمر والذباب الأبيض، والفقس الحديث للعديد من حرشفيات الأجنحة، وأيضاً البقة المائية الكبيرة، وهي تفترس الحشرات المائية.

١١- الدبابير المفترسة ومنها الزنابير الزرقاء ، وتفترس النحل وبعض أنواع الزنابير الأخرى، وأيضاً زنبور البلح وذئب النحل والزنبور الأصفر، وهي تفترس نحل العسل، كما أن زنابير الطين البانية تفترس يرقات حرشفية الأجنحة.

١٢- الحلم المفترس، ويوجد منه أنواع عديدة ينتمي معظمها لرتبتي الأكاروسات ذات الثغر الأمامي وذات الثغر المتوسط، وتفترس بعض أنواع التربس والذباب الأبيض والأكاروسات النباتية والحشرات القشرية على أشجار الفاكهة والنخيل ومحاصيل الحقل والخضراوات، ومن أنواع الحلم المفترس *Phytosieulus persimilis* الذى يفترس العنكبوت الاحمر، و *Amblyseius newsoni* المفترس لحلم الحمضيات الأحمر، وحلم *Stethorus picipes* المفترس لحلم المواح الأرجوانية.

١٣- العناكب الحقيقية وتفترس العديد من الحشرات الطائرة أو الزاحفة.

١٤- الحيوانات الفقارية مثل الأسماك التى تهاجم الحشرات المائية وخاصة البعوض، والطيور ومنها طائر أبو قردان، وأيضا بعض أنواع الزواحف.

## ٢-١-٢- أمثلة تطبيقية لاستخدام المفترسات فى مكافحة الحيوية بمصر

أ- استخدام أسد المن فى مكافحة الذبابة البيضاء والمن - يتم الإكثار الكمي للمفترس فى حجرات خاصة لتوفير الظروف المناسبة من حرارة وإضاءة ورطوبة، بالتربية على الفرائس المناسبة للإكثار وأهمها من البقوليات (فريسة طبيعية)، وبيض فراشة دقيق البحر المتوسط كفريسة بديلة، وهى من المصادر الغنية لتغذية أسد المن، وفى العادة فإن متوسط الإنتاج اليومي من بيض تلك الفريسة يصل لأكثر من ٧٠٠ جم بيض، بما

يعادل ٢٦ مليون بيضة يوميا تقي لتغذية وإنتاجية أكثر من ٨ مليون بيضة مفترس أسبوعيا يقوم بها عدد من المتخصصين.

ويتم تجهيز أطوار المفترس اللازمة للإطلاق ليتم نقلها ونشرها بالزراعات المختلفة، ويتم النشر في طور البيضة وذلك عندما تكون مستويات الإصابة بالآفة الحشرية منخفضة، ويتم توزيع البيض في حلقات من ورق مقوى تحتوى كل حلقة على ٥٠ بيضة يتم تعليقها على الأفرع أو الأوراق النباتية لتفقس بعد فترة الحضانة للطور اليرقي المتغذى على الآفة، وفى حالات الإصابة المرتفعة يفضل نشر الطور اليرقي مباشرة كمادة حيوية لخفض التعداد، وقد يساعد فى ذلك استخدام مفترسات أخرى مثل أبو العيد الهيرمونيا، ويستخدم المفترس للمكافحة فى بعض المحافظات على القطن بالفيوم والجيزة، والتفاح والموالح بالخطاطبة والصف، والورد البلدى القليوبية، والخيار والفلفل بالزراعات المحمية بالشرقية والخطاطبة (الأرناؤوطى ، ١٩٩٩). وبصفة عامة تتركز استخدامات المفترس ضد آفة المن خاصة على الخضراوات سواء فى الصوب الزراعية أو فى الحقول المفتوحة، وتتراوح نسبة الانخفاض فى الإصابة بين ٧٢-٩٨% بعد أيام قليلة من الإطلاق حيث تفترس اليرقة الواحدة من مفترس أسد المن خلال فترة الطور اليرقي (١٠-١٥) يوما حوالي ٣٥٠ فردا من المن أو ٣٠٠ بيضة أو يرقة حديثة الفقس من حرشفية الأجنحة (الهنيدى وفياض، ٢٠٠٠).

ب- استخدام الأكاروس المفترس *Phytoseiulus macropilis* -

لمكافحة الأكاروسات النباتية يتم إكثار الأكاروسات كليا بنجاح لاستخدامها ضد الأكاروسات النباتية على الخضراوات والزهور داخل الصوب، وعلى

الفرولة في الحقول المفتوحة أو تحت الأنفاق البلاستيكية، ويؤدي التطبيق لسيطرة كاملة على العنكبوت الأحمر العادي أثناء فترة التطهير وتكوين الثمار، وعند الإطلاق المبكر للمفترس في شهر يناير يؤدي لخفض تعداد الآفة لنسبة تصل لأكثر من ٩٠%.

## ٢-٢-٢ الطفيليات

### ٢-٢-٢-١ الطفيليات الشائعة

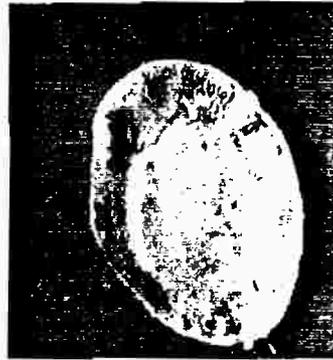
قد يهاجم الطفيل الآفة فقط أو العائل ويعرف بالتطفل في هذه الحالة بالتطفل الأولي، وقد يهاجم طفيليات أخرى ويعرف بالتطفل المفرط وهو قد يكون ثنائي أو ثلاثي أو رباعي مثل طفيليات المن، وقد ينجح فرد واحد من الطفيل في التغذية والنمو على أو في داخل فرد واحد من العائل ويعرف ذلك بالتطفل الفردي، والحالة التي يتغذى وينمو فيها أكثر من فرد على أو داخل فرد واحد من العائل تعرف بالتطفل الجماعي، وتستطيع الطفيليات مهاجمة الأطوار المختلفة للآفة فمنها ما يتطفل على البيض مثل طفيل الكيلونس الذي يتطفل على بيض دودة ورق القطن، واليرقات خارجياً مثل طفيل البراكون على يرقات دودة اللوز القرنفلية وثاقبات الذرة أو داخلياً مثل طفيل الميكروبلتيس وذبابة التاكينا اللذان يتطفلا على يرقات دودة ورق القطن وأيضاً طفيليات الذباب الأبيض، والعداري ومنها طفيل البراكيماريا على عداري أو أبو دقيق الكرنب، والبالغات ومنها طفيليات المن. ويوضح شكل (٢-٨) بعض هذه الطفيليات



أحد أنواع الزنابير المتطفلة



طفيل التريكوجراما



ذبابة التاكينا

(الحشرة الكاملة، أسفل التطفل الداخلي على حوريات الذباب الأبيض)

شكل (٨-٢): أمثلة لبعض الطفيليات الحشرية الشائعة

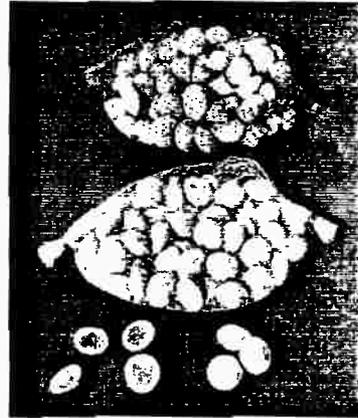
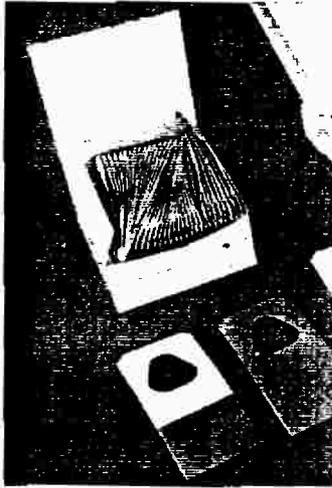
ومن أنواع الطفيليات الأخرى التي أثبتت نجاحا تطبيقيا في مكافحة الحيوية بكثير من البلدان:

١- طفيل *Aphidius simithi*، *Aphelinus mali* على أنواع المن ومنها المن الأخضر بالزراعات المحمية.

٢- طفيل *Aplytis aelimus* على الحشرة القشرية الحمراء، *A. plepidosaphes* على حشرة الموالح الأرجوانية، *Formosa Encorsia* على البق الدقيق.

٣- طفيل *Apanteles glomeratus* على أبي دقيق الكرنب ، *A. sesamiae* على الثاقبات.

٤- أنواع التريكوجراما وتستخدم لمكافحة آفات الخضر وأشجار الفاكهة والنجيليات وغيرها، وساعدت صفاتها البيولوجية في تربيتها بأعداد كبيرة جدا، ومن المعروف أن هناك معامل (مصانع) حيوية تقوم بإنتاج الملايين منها يوميا وذلك بإكثارها بسهولة على عوائل بديلة (حشرات المخازن) مثل بيض فراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط، وفراشة الحبوب ويتم لصق البيض على كروت صغيرة من الورق المقوي، أو احتوائه في كبسولات صناعية كروية الشكل قابلة للتحلل في البيئة بعد توزيعها في الحقول (شكل ٨-٣) مما يسهل من تطبيقها بأماكن الإطلاق، وقد أمكن إكثار معظم الأنواع السابقة وغيرها معمليا، وتقوم حاليا كثير من الشركات بتربيتها بأعداد كبيرة تسوق تجاريا وتستخدم في أغراض مكافحة الحيوية بكثير من الدول.



شكل (٨-٣): بعض أشكال الكروت والحاويات الكروية التجارية لطفيل

التريكوجراما

## ٢-٢-٢ - أمثلة تطبيقية لاستخدام الطفيليات في مكافحة الحيوية بمصر

أ- استخدام طفيل التريكوجراما *Trichogramma* - يتم إكثار الطفيل معمليا (على مستوى تجاري) على بيض فراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط أو على بيض فراشة الحبوب، وغيرها من العوائل المعمسية التي يسهل إكثارها معمليا بتكاليف زهيدة، وحاليا فإنه يتم الإنتاج الكمي للطفيل بأكثر من مكان في مصر بواسطة بعض الجهات التابعة لوزارة الزراعة وأيضا الشركات الخاصة. والطفيل معروف بمقدرته التطفلية على بيض العديد من الآفات الحشرية من رتبة حرشفية الأجنحة خاصة ثاقبات الذرة والقصب وديدان اللوز على القطن وغيرها من آفات الخضراوات والفاكهة، وإطلاق الطفيل في حقول قصب السكر يحقق نتائج جيدة لمقدرته على خفض نسب الإصابة بدودة القصب الصغيرة تتراوح بين ٤٥-٨٠ % ، وقد شجع ذلك لأن أصبحت مادة مكافحة منفردة مثلى لزراعات القصب وقد بلغت المساحة المعاملة بالطفيل حتى عام ٢٠٠٢ حوالي ١٣٠ ألف فدان قصب (حوالي ٥٥% من زراعات القصب في مصر). كما تم استخدامه أيضا لمكافحة آفات نخيل التمر التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة بواحة سيوة اعتبارا من ١٩٩٨ ، وذلك ضمن برنامج للمكافحة المتكاملة، وقد تم تدعيم هذا البرنامج بإنشاء معمل للتربية الموسعة للطفيل بالواحة، وقد أعطت نتائج إطلاق الطفيل في مساحة حوالي ٢٠٠٠ فدان (تمثل ٨٠% من

من مساحة النخيل في الواحة) عام ٢٠٠١ نسبة خفض في الإصابة تصل إلى ٩٣% بالمساحات المعاملة، وبالإضافة لذلك فإن أنواع من طفيل التريكوجراما المحلية والمستوردة في حقول القطن لمكافحة ديدان اللوز القرنفيلية والشوكية، وأيضا مكافحة دودة براعم الزيتون، دودة ثمار العنب، أبو دقيق الرمان في الحدائق، ودودة اللوز الأمريكية في محاصيل الخضر .

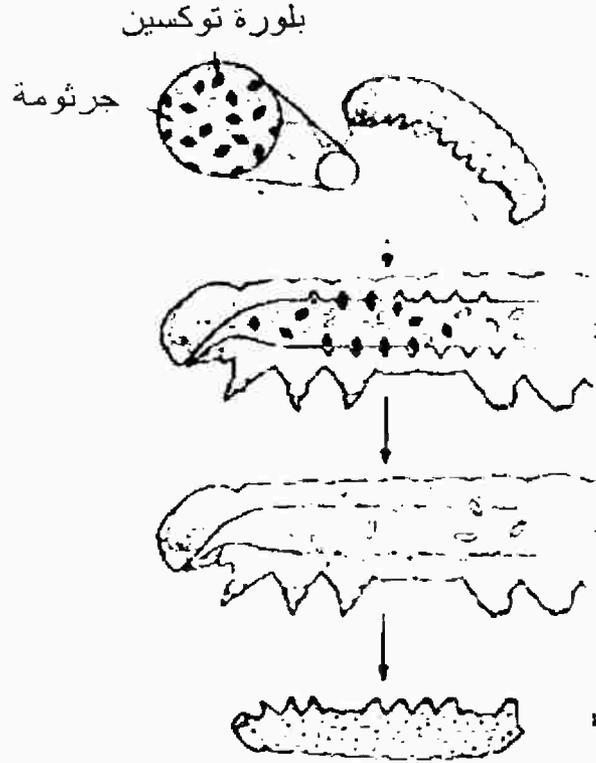
ب- استخدام طفيل *Cirrospilus quadristriatus* لمكافحة صانعة الأنفاق في أوراق الموالح *Phyllocnistis citrella* - وتم إكثار الطفيل المحلي في الفترة من عام ١٩٧٧- ١٩٩٩ وإطلاقه في مساحات بلغت ٢٧ ألف فداناً من حدائق الموالح في ٧٧ مركزاً بمحافظات الدلتا ومصر الوسطى، وأدى ذلك لخفض نسب الإصابة بلغ ١٤-٤٨% في الحدائق المعاملة.

## ٢-٣- مسببات الأمراض

### ٢-٣-١- البكتيريا

بالرغم من أن هناك أنواعا عديدة من البكتيريا الممرضة للحشرات إلا أن البكتيريا التابعة لجنس *Bacillus* (*B.lentimorbus*, *B.popilliae*, *B.thuringiensis*) تعتبر أهمها على الإطلاق حيث استخدمت بعض أنواعها منذ أكثر من ٥٠ عاماً في مكافحة بعض الحشرات، وأثبتت نجاحاً وفعالية عالية خاصة تجاه يرقات حرشفية الأجنحة، وقد شجع ذلك على إنتاجها بطرق مختلفة في صورة مستحضرات

تجارية تطورت تقنياتها بدرجة ملحوظة بمرور الوقت مما جعلها تحتل الصدارة حالياً كواحدة من أكثر الممرضات الحشرية انتشاراً في مجال مكافحة الميكروبية، وترجع المقدره المرضية لبكتيريا الـ *Bt* التي تدخل جسم العائل الحشرى غالباً مع الغذاء إلى تهتك وهضم الأنسجة الداخلية أو أحداث شلل بأجراء الفم والقناة الهضمية، وذلك فيما يعرف بالتسمم الدموى (سببتسيما Septicema) أو التوكسيميا Toxemia يوضح شكل (٨-٤) خطوات تأثير البكتيريا على اليرقات المستهلكة لها. وذلك بفعل توكسينات تقوم بإفرازها، وقد عرف منها على سبيل المثال خمس توكسينات لبكتيريا *B.thuringiensis* أهمها ألفا، وبيتا، وجاما، وسيجما إندوتوكسين، وبالإضافة للأعراض المرضية المعروفة التي يمكن ملاحظتها على الحشرات أثر إصابتها بالبكتيريا فإنه غالباً ما يتغير لونها إلى ألوان أخرى أهمها البنى القاتم ويتوقف ذلك على نوع البكتيريا، وأيضاً فإن النوع *B.popillae* يؤدي لتلون مؤخره جسم الحشرة العائل (الخنفساء اليابانية) بلون أبيض لبنى، لذا تعرف الإصابة بالمرض اللبني Milky disease شكل (٨-٥) وتحتوى المستحضرات البكتيرية التجارية المجهزة من المواد الفعالة المسجلة تبعا للقواعد المتبعة من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية EPA على الجراثيم الحية والأجسام البلورية، ويتم تطبيقها بطرق الرش العادية الفصل التاسع (٣-٥) ويعتبر الأجرين والديبل (من بكتيريا *B. thuringiensis*) من أكثر المستحضرات استخداماً في مصر لمكافحة العديد من يرقات رتبة حرشفية الأجنحة.



شكل (٨-٤): خطوات تأثير بكتيريا *Bt* على اليرقات المستهلكة لها، ١- استهلاك اليرقات القارضة للأوراق المعاملة ببكتيريا *Bt* (الجراثيم وبلورات التوكسين). ٢ - ارتباط التوكسين بمستقبلات معينة في جدار المعى خلال دقائق وتوقف اليرقة عن التغذية. ٣ - هدم الجدار الخلوي للمعى وتهتكه خلال ساعات مما يسمح للجراثيم وبكتيريا المعى العادية بدخول تجويف الجسم وتحلل التوكسين. ٤ - موت اليرقة الناتج عن التسمم الدموي (سيبتيسيميا) خلال ١-٢ يوم



شكل (٥-٨): حشرة الخنفساء اليابانية ويرقتها الطبيعية (أسفل على اليسار) واليرقة المصابة بالمرض اللبني (أسفل على اليمين)

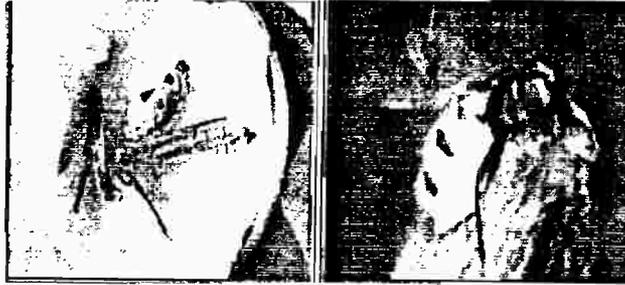
### ٢-٣-٢- الفطريات

تعتبر الفطريات من أكثر الكائنات الممرضة انتشاراً، وتنشأ الأمراض الفطرية الحشرية من أنواع عديدة أهمها *Metarhizium* ، *Verticillium lecani* ، *Beauveria bassina* ، *anisopliae* ، *Nomuraea rileyi* ، وبصفة عامة فإن عدوى الحشرات تتم عن طريق

جراثيم الفطريات التي تلتصق بجدار الجسم، وتبدأ دورة الحياة بإنبات هذه الجراثيم واختراقها للجدار خاصة بالأغشية بين الحلقات، وقد يساعد في ذلك بعض الإنزيمات، وعبور الحاجز الجليدي ينتشر نمو الميسليوم بالتجوير الدموي إما بالنمو المتواصل للميسليوم، أو بانشطاره إلى أجسام هيفية دقيقة تنتشر داخلياً مع دورة الدم، ويؤدي ذلك إلى موت الحشرة نتيجة لتكون كتل حبيبية، أو نتيجة لإفراز التوكسينات مثل البوفريسين Beauvericin ، والدستروكسينات Destruxins ، وتستمر دورة حياة الفطر على جثة الحشرة المتحولة لمومياء وذلك فيما يعرف بالمرحلة الرمية وفيها يمتد الميسليوم ثانية خارج الجثة مرسلأ أعضاء تكاثر لا جنسية أو جراثيم كونيدية ، وفي بعض الأنواع (Entomophthorals) تقذف الجراثيم الكونيدية حول الجثة، وقد تحمل هذه الجراثيم بواسطة، الرياح، المياه أو تتلامس مع حشرة أخرى تقوم بنشرها، بينما تبقى الجراثيم الجنسية أو الزيجية بداخلها، وهي تمتاز بمقدرتها على مقاومة الظروف غير المناسبة، وتستخدم بعض جراثيم الفطريات في مكافحة آفات حشرية عديدة منها نطاطات الأعشاب، الذبابة المنزلية، البعوض، فراشة العجر (شكل ٨-٦). وقد تطورت تقنيات تنمية وإكثار الفطريات من على البيئات الصلبة أو الجيلاتينية البسيطة إلى التتمية في أحواض للتخمير يمكن منها الحصول على الجراثيم الكونيدية والزيجية بكميات كبيرة، وقد أثبتت المستحضرات التجارية لهذه الفطريات نجاحا في مكافحة الحيوية، وهناك العديد من المنتجات المسجلة للاستخدام من قبل هيئة EPA (الفصل التاسع ٤-٢) ومن أكثر المنتجات الشائعة في مصر مستحضر البيوفلاي (من فطر

*Beauveria bassiana*) لمكافحة الذبابة البيضاء ، العنكبوت الأحمر ، المن ، الحلم الايورفيدى فى الزراعات المحمية وبالحقول المكشوفة.

والاستخدام الناجح لمستحضرات الـ *BT* يتطلب تطبيقها تجاه الآفات المستهدفة أو الأنواع الصحيحة المستخدمة من أجلها، وهى فى مرحلة حساسة من تطورها وذلك بالتركيز الصحيح، وعلى درجة الحرارة المناسبة للتأكد من تغذية الحشرة عليها قبل أن تدخل أو تبدأ فى مهاجمة النباتات أو الثمار المراد حمايتها ، وكغيرها من المبيدات الميكروبية فإن مفتاح النجاح.



نطاطات الوراق

الذبابة المنزلية



البعوض

فراشة العجر

شكل (٨-٦): بعض الحشرات التي يتم مكافحتها باستخدام جراثيم الفطريات كمواد

حيوية

والحصول على أفضل النتائج يتوف على التطبيق في الوقت الذي تكون فيه حساسية الآفة أعلي ما يمكن، وبصفة عامة فإن أهم النواحي الإيجابية لها تتمثل في:

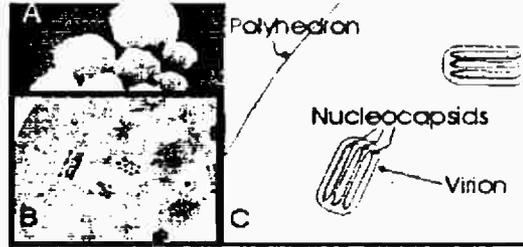
- ١- لا تنتشر عادة على حشرات أخرى أو أنها تسبب انفجار وبائي مرضي خاص بها.
- ٢- مخلوط أنواع أو سلالات الـ *Bt* يكون فعالا تجاه مدى واسع من الحشرات.
- ٣- استخدامها يقلل من الحاجة لاستخدام المبيدات الكيميائية.

بينما تتمثل النواحي السالبة في:

- ١- يلزم أن تكون الحشرة المستهدفة في مرحلة أو الطور الحساس عند التطبيق.
- ٢- تظهر بعض أنواع الآفات مقاومة لبعض أنواع الـ *Bt* المستخدمة ضدها.
- ٣- قد تتأثر بعض مستحضرات الـ *Bt* وتفقد فعاليتها في ضوء الشمس أو أنها قد تكون فعالة فقط لأيام قليلة من التطبيق.
- ٤- تؤدي الأمطار أو المياه المتساقطة على المحاصيل إلى غسلها بعيدا عن المجموع الخضري.

## ٢-٣- الفيروسات

يوجد أكثر من ٧٠٠ نوعاً من الحشرات التي تصاب بالأمراض الفيروسية، وقد عزل حوالي ٥٠٠ فيروس من ٢٥٠ نوعاً حشرياً، وأغلبها يصيب حرشفيات الأجنحة ويرقات غشائية الأجنحة، ونادراً ذات الجناحين والعمدية ومستقيمة الأجنحة، وتتبع هذه الفيروسات مجموعتين رئيسيتين هما الفيروسات الحبيسة أو المحتواة، والفيروسات الحرة أو السائبة غير الحبيسة، وتتسم الفيروسات المحتواة بتكوين أجسام ضمنية أو احتوائية بروتينية في خلايا العائل، وهي تحتوى عند تمام تشكل المرض على الفيروسات، وتلك الأجسام التي تأخذ أشكالاً مختلفة (منها المسطحة، الكروية، المحببة) وهي تتواجد في السيتوبلازم (فيروسات سيتوبلازمية) أو في النواة (فيروسات نووية) وتشمل هذه المجموعة الفيروسات العصوية Baculoviruses (شكل ٨-٧) ويتم حمايتها من أشعة الشمس بواسطة غلاف بروتيني يعرف بالبولي هيدرون. ومنها فيروسات البولي هيدروسس النووية NPV، والمحببة GV، والفيروسات البولي هيدرية السيتوبلازمية CPV، والنقاطية الحشرية EPV، أما الفيروسات الحرة فتوجد طليقة بكل من السيتوبلازم أو النواة، وتضم الفيروسات الفزحية IV، والمكثفة DNV، والبيكورونا فيروس PCV، وتعتبر مجموعة الفيروسات العصوية من أكثر الفيروسات التي استخدمت تطبيقياً، ويتم إنتاجها على المستوى التجارى فى صورة مساحيق تحتوى على الأجسام الضمنية يجرى مزجها مع الماء وتستخدم رشاً بالآلات التطبيق العادية، وتعتبر الفيروسات طفيليات إجبارية ولذا فإنه يلزم وجودها فى العائل لكى تتكاثر، كما أنه يلزم أن تنتقل إلى



شكل (٨-٧): الفيروسات العصوية أو البولي هيدرا، A- جزيئات البولي هيدرا. B- قطاع عرضي للبولي هيدرا. C- رسم تخطيطي للقطاع العرضي

الحشرات العائلة عن طريق الفم مع الطعام لإحداث الإصابة القاتلة، وفي بعض الحالات تنتقل خلال الفتحات التنفسية (قد تلعب بعض الطفيليات دوراً في نقل الفيروسات من حشرة مصابة لأخرى سليمة بواسطة آلة وضع البيض)، وبصفة عامة فإن الأطوار اليرقية الحديثة تكون أكثر حساسية للإصابة من اليرقات المتقدمة في السن، وبعد دخول الفيروسات جسم الحشرة من خلال المعى فإنها تتكاثر بها وتؤثر على المكونات الفسيولوجية، والتغذية، ووضع البيض والحركة، وبعد موت الحشرة وتحللها فإن جزيئات الفيروسات تترك على المجموع الخضري لتستهلكها حشرات أخرى، وبصفة عامة فإن الفيروسات تكون متخصصة جداً تجاه عوائل معينة (يكون ذلك ميزة وعبئاً في نفس الوقت)، ومن المزايا أو النواحي الإيجابية الأخرى أنه ليس تأثيراً سلباً تجاه النبات، الثدييات، الطيور والأسماك، الحشرات النافعة الهامة المستخدمة في برامج مكافحة المتكاملة للآفات، وبالرغم من

تأثير الفيروسات على عدد كبير من أنواع الآفات، إلا أنها تكون متخصصة بدرجة عالية تجاه الآفة المستخدمة في مكافحتها جدول (٨-١) ومن النواحي السلبية أيضا أن الفيروسات المستخدمة في التطبيق قد تفقد نشاطها في ضوء الشمس، أو أنها قد تكون فعالة فقط لفترة محدودة أو أيام قليلة بعد التطبيق، كما أنها مكلفة للإنتاج التجاري الواسع للعوائل المستهدفة.

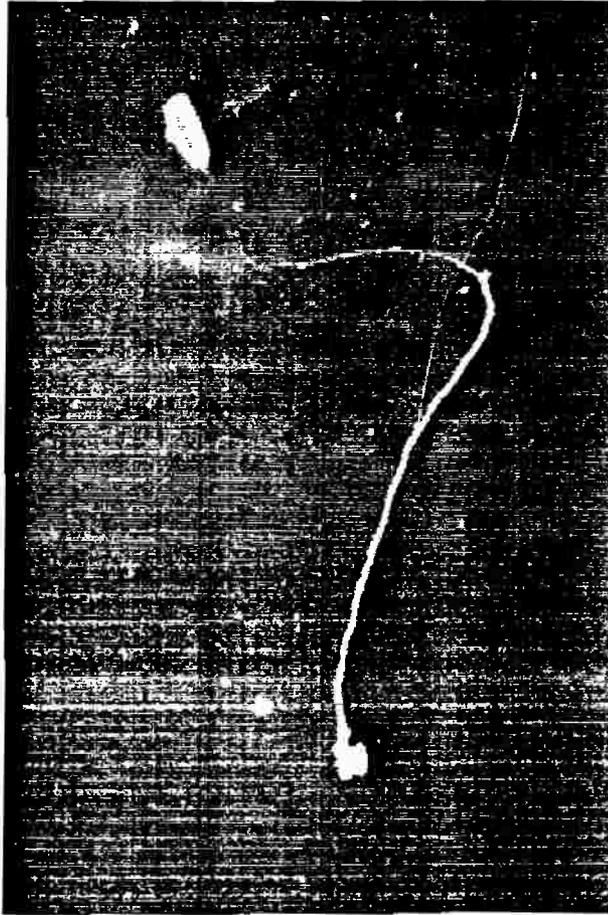
جدول (٨-١): الفيروسات المستخدمة في مكافحة الآفات الحشرية

المحصول	الآفة الحشرية	الفيروس المستخدم
التفاح، الكمثرى، الجوز، الخوخ	دودة ثمار التفاح (فراشة الكودلنج)	فيروس فراشة الكودلنج المحبب.
الكرنب، الطماطم، القطن	دودة الكرنب، دودة اللوز الأمريكية، دودة الفراشة ذات الظهر الماسي، دودة درنات البطاطس، دودة فراشة ثمار العنب.	فيروس البولي هيدروسس النوى لدودة القطن الصغرى.
القطن، الذرة، الطماطم	دودة ورق القطن	فيروس البولي هيدروسس النوى لدودة ورق القطن
القطن، الخضراوات	دودة براعم الدخان (التبغ)، دودة لوز القطن	فيروس البولي هيدروسس لدودة براعم الدخان
محاصيل الخضراوات، الزهور بالبيوت المحمية	دودة ورق القطن الصغرى.	فيروس البولي هيدروسس النوى لدودة ورق القطن الصغرى
الخضراوات	نطاط النجيليات	فيروس البولي هيدروسس النوى لنطاط النجيليات

فيروس البولي هيدروسس النووى لنطاط البرسيم	نطاط البرسيم	البرسيم الحجازى، ومحاصيل أخرى
فيروس البولي هيدروسس النووى لفراشة أدغال تنوب دو غلاس	فراشة أدغال تنوب دو غلاس	الغابات، الأخشاب المقطوعة
فيروس البولي هيدروسس النووى لفراشة العجر	فراشة العجر	الغابات، الأخشاب المقطوعة

### ٢-٣-٤ - البروتوزوا

تقع معظم البروتوزوا الممرضة للحشرات فى صف الميكروسبورا  
 Microspora شكل (٨-٨) الذى يتبعه جنس Nosema ويضم عدد من  
 الممرضات المعروفة أهمها *Nosema bombycis* الذى يصيب بشدة دودة  
 الحرير التوتية، ويرقات حشرة *Hyphantria cunea*، والنوع *N. apis*  
 الذى يصيب جميع أطوار نحل العسل، والنوع *N. destructor* الذى يصيب  
 فراشة درنات البطاطس وينتشر استخدامه لمكافحةها داخل البيوت المحمية  
 وأيضا فإن جنس *Perezia* الذى يتبع هذا الصف يضم أنواع *Perezia*  
*pyrausta* الذى يصيب حفار ساق الذرة الأوروبى، وكل من *P. legeri*،  
*P. mesnili*، *P. pieris* التى تصيب دودة الكرنب، وتنتقل أنواع  
 الميكروسبورا من حشرة لأخرى عن طريق الفم على شكل جراثيم، كما أن  
 هناك احتمال لنقل العدوى بالبيض من حشرة إلى ذريتها عن طريق  
 المبايض، وتتشابه أعراض الإصابة بالبروتوزوا مع غيرها من الممرضات  
 الحشرية حيث تتضمن هذه الأعراض الخمول، وفقدان الشهية، وتوقف



شكل (٨-٨): الميكروسبورديا أحد مجاميع البروتوزوا الممرضة للحشرات

الانسلاخ، وصفر حجم الحشرة، وأيضا بعض التشوهات المورفولوجية الخارجية، وتلوث البراز بلون أبيض، وكل أنواع الميكروسبورا طفيليات

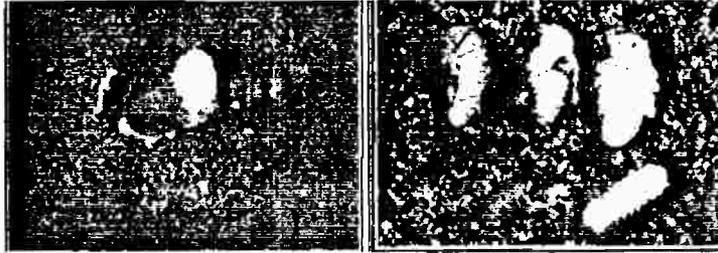
إجبارية على عوائلها وهي تصيب أنسجة مختلفة بها، وتمتد الإصابة أحيانا لتشمل جميع أنسجة العائل الحشري، وبإمتلاء الأنسجة المصابة بجراثيم البروتوزوا يصبح لونها مميزاً، كما أن إصابة الجسم الدهنى يؤدي لتضخمه بوضوح نتيجة لتجمع البروتوزوا بداخله فى شكل كتل بيضاء، وقد تكون الإصابة بالبروتوزوا مميتة ومؤثرة فى تعداد الحشرات، أو قد يكون تأثيرها طفيفاً فلا توقف نمو أو تكاثر العائل وفى هذه الحالة فإن الإصابة تنتقل غالباً إلى الذرية، وبصفة عامة فإن تأثير البروتوزوا تجاه الحشرات يكون متأخراً، وقد تظهر أعراض الإصابة بها بعد فترات طويلة على الحشرات البالغة، وعليه فإنها لا تفيد فى الحالات التى يرمى فيها التأثير السريع، ويوصى باستخدامها فى برامج مكافحة طويلة الأمد لإضعاف الآفة والإقلال من استخدام المبيدات الكيماوية، أو استخدامها بالمشاركة مع الوسائل الأخرى، وهناك أنواع محددة من المستحضرات التجارية لها تستخدم فى أغراض معينة.

### ٢-٣-٥- النيماتودا

تعتمد التطبيقات الحديثة لاستخدام النيماتودا فى مكافحة الحيوية للحشرات على الأنواع التابعة لعائلة *Steinernematidae* جنس *Steinernema*، وعائلة *Heterorhabditidae* جنس *Heterorhabditis* وهذه الأنواع مسببات مرضية إجبارية فى الطبيعة يصاحبها أنواع بكتيرية من جنس *Photorhabdus xnorhabdus* وإدخال النيماتودا للبكتيريا الممرضة المصاحبة لها فى جسم العائل الحشري يؤدي لقتله سريعاً وبمجرد

ارتباط النيماتودا به حيث أنه من المعروف أن العديد من مواد مكافحة البيولوجية تتطلب أياما أو حتى أسابيع لقتل عوائلها، في حين أن النيماتودا والبكتيريا المصاحبة لها غالبا ما تكون قادرة على قتل الآفة المستهدفة خلال (٢٤-٤٨) ساعة. وتتميز هذه الأنواع من النيماتودا بأن لها مدى واسع من العوائل الحشرية، وأنها تنتشر في كثير من المناطق، ويتم تربيتها بسهولة، لها قدرة تكرار دورة حياتها والتكاثر في البيئات الجديدة، تقوم بالبحث عن عوائلها ولا تؤثر على الكائنات الأخرى، وعلى العكس من ذلك فإنها تتأثر بشدة بالظروف الجوية من حرارة ورطوبة، كما أنها حساسة للأشعة فوق البنفسجية، علاوة على أن استمراريتها، في الحقل تعتبر ضعيفة، وتتراوح دورة حياة الأنواع التابعة لعائلة Steinernematidae من بداية إصابة العائل حتى خروج الأطوار المعديّة من ٧-١٠ أيام والحشرات التي تقتل بها يكون لونها بني أو أصفر أو أسود، بينما تتراوح في حالة الأنواع التابعة لعائلة Heterorhabditiae بين ١٢-١٥ يوما، والحشرات التي تقتل بها تكون حمراء أو بنفسجية أو ذات لون برتقالي وأحيانا أصفر، وغالبا فإن الحشرات الميتة تكون رخوة ليس لها رائحة كريهة شكل (٨-٩) والمقدرة التي تتميز بها هذه الأنواع من النيماتودا على البقاء تحت درجات الحرارة المنخفضة تساعد في تخزين مستحضراتها على البيئة الصلبة أو السائلة لفترات طويلة على درجة حرارة التلاجة لحين استخدامها في التطبيق، وبصفة عامة فإنه يكمن إكثار معقد النيماتودا البكتيريا لإنتاج كميات كبيرة تجارية على بيئات معينة بها عدد من البروتينات النباتية والحيوانية وبعض المغذيات الأخرى، وحاليا فإن هناك بعض الجهات التي تقوم بتجهيزها في صورة مستحضرات تجارية من أهمها التي يتم فيها

تجهيز عجينه من طبقات الـنيماتودا على رقائق إسفنجية أو خشبية ، أو التي تحمل فيها الـنيماتودا بمستحضرات جيلاتينية أو هلامية على حواجز شبكية، أو التي تجهز بالتربة الطينية المخلوطة (الألجينات Alginat clay)، ومن بين التجهيزات الـنيماتودية المعروفة البيوسـيف (Biosafe) والجارديان ، ويجرى تحضير معلقات هذه التجهيزات بمزجها مع الماء، ويتم تطبيقها بالرش باستخدام آلات الرش العادية النظيفة بحيث لا تتعدى درجة حرارة الخزان عن ٣٢°م، ويفضل الرش في الصباح الباكر أو الساعات الأولى من المساء، أو الأيام التي بها غيوم لتجنب أشعة الشمس والحرارة العالية، ويمكن الرش أيضا مع أنظمة الري بالرش أو التنقيط، كما أنه يمكن تطبيقها بالحقن داخل أنفاق.



شكل (٨-٩): مظاهر إصابة بعض الأطوار الحشرية بالنيماتودا المتطفلة على الحشرات وبالإضافة لأنواع الـنيماتودا السابقة فإن هناك بعض الأنواع التابعة لعائلتي Mermithidae وخاصة جنس Reesimnms وعائلة Neatytenchidae جنس Delandenus، وغيرها، والتي أثبتت نجاحا تجاه حشرات مختلفة، وفيما يبدو أن طبيعة المسكن للآفات الحشرية يلعب دورا في تأثرها بالأنواع الممرضة للنيماتودا، وقد أشار شمس الدين، إلى أن البيئة العضوية لها دور في مكافحة الحشرات بالنيماتودا

حيث أنها تفضل بصفة عامة المساكن التي تتسم بالبرودة والرطوبة والظلام ، وعلى ذلك فإن استخدام النيماتودا لحشرات المجموع الخضرى يعتبر غير مناسباً، ويرجع ذلك للظروف البيئية غير المناسبة التي تتضمن الأشعة فوق البنفسجية والجفاف والحرارة العالية، وأنه يمكن التغلب على ذلك بإضافة الزيوت وبعض مضادات الجفاف لتجهيزاتها، ومن ناحية أخرى فإن استعمال هذه التجهيزات على النباتات المنزرعة بالبيوت المحمية أو أسفل الأغطية البلاستيكية يحقق نتائج أفضل، ومنها النيماتودا المستخدمة لمكافحة نافقات (ناخرات) الأوراق على الخضراوات ونباتات الزينة فى البيوت المحمية، وغالباً فإن استعمال النيماتودا يحقق أفضل النتائج للأنواع الحشرية الساكنة بالتربة أو داخل أنفاق بالسيقان أو الأفرع النباتية حيث أنها توفر الحماية ضد الظروف البيئية المعاكسة، ومن أوضح الأمثلة التي يمكن ذكرها لاستخدام أنواع النيماتودا السابقة فى هذا المجال:

١- الاستفادة بنيماتودا *S.glaseri* فى مكافحة الخنفساء اليابانية.

٢- استخدام الأنواع التابعة لجنس *Delanddenus* فى مكافحة ناخرات الأخشاب.

٣- تستخدم مستحضرات تجارية لأنواع *Neoaplectana* تشمل النمل الأبيض وخنافس الجذور وبعض أنواع الديدان.

٤- تعتبر نيماتودا *Romanomermis culicivorax* من أكثر الأنواع كفاءة والتي أمكن نشرها لمكافحة البعوض فى مناطق عديدة من العالم.

- ٥- يستفاد بنيماتودا *Tetradonema plicans* وبنجاح كبير في الولايات المتحدة الأمريكية لمكافحة ذبابة *Sciara coprophila*.
- ٦- يستخدم بالولايات المتحدة الأمريكية نيماتودا *Steinernema carpocapsae* لمكافحة حفار السوق الذي يصيب أشجار التين.
- ٧- تجرب حاليا النيماتودا التابعة لجنس *Steinernema*، *Heterohabditis* في مكافحة سوسة النخيل الحمراء.

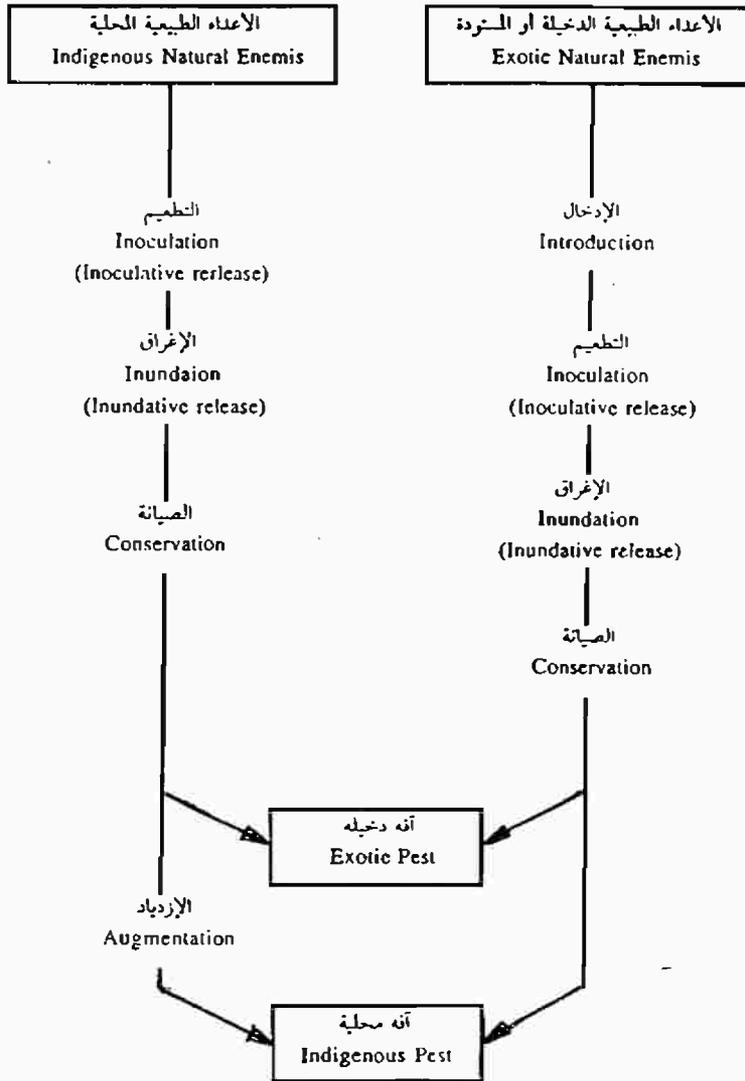
### ٣- الإجراءات التطبيقية لاستخدام الأعداء الطبيعية في مكافحة الحيوية

يعتمد استخدام المتطفلات والمفترسات في مكافحة حيوية على اتجاهين أساسيين، الأول هو الاتجاه التقليدي أو الكلاسيكي ويتم فيه جمع المتطفلات أو المفترسات من أماكن معينة (غالباً ما تكون الموطن الأصلي للآفة)، أو استيرادها *Importation* وتربيتها ثم إطلاقها في المناطق المراد مكافحة الآفة بها، وذلك فيما يعرف بطريقة الإدخال *Introduction*، أما الاتجاه الثاني فيعتمد على إظهار دور الأعداء الطبيعية المحلية من متطفلات ومفترسات وكائنات ممرضة للتحكم في أعداد الآفة إذا ما حدث تطور مفاجئ لقدرتها ووصولها إلى مستويات الضرر (أى الوصول لحالة الفوران *Out-break*). وذلك من خلال إتباع طريقة أو أسلوب الازدياد *Agumentation*، ويتطلب تحسين فعالية الأعداء الطبيعية سواء كانت موجودة أصلاً بالمنطقة أو تم إدخالها الإمام الجيد بالنواحي البيولوجية والإيكولوجية لها، بغرض الوصول لأفضل الأساليب التي تعمل على

زيادتها وتحقيق أقصى مقدرة ممكنة، ويتم ذلك من خلال التوطن الدوري  
 Periodic colonization للأعداء الحيوية بإتباع التطعيم Inoculation  
 أو الإغراق Inundation، وتطوير سلالات لها درجة أفضل من الأقامة  
 عن طريق الانتخاب الصناعي، وأيضا اتخاذ إجراءات الصيانة  
 Conservation للمحافظة عليها، ويوضح شكل (٨-١٠) تلخيصا للطرق  
 والأساليب التطبيقية لاستخدام الأعداء الطبيعية المستوردة أو المحلية في  
 مكافحة الحيوية للآفات الزراعية الدخيلة أو المستوردة.

### ٣-١- إدخال

يتم في هذه الطريقة استيراد وإدخال الأعداء الحيوية في مناطق  
 جديدة يمكن أن تتأقلم بها وتسنقر فيها وتنتشر وتتزايد، وبنجاح ذلك فإنه يتم  
 استعادة التوازن بين الآفة والعدو الحيوى وتتناقص أعداد الآفة  
 وتهبط إلى مستويات أقل مما كانت عليه إلى أن تصل لمستوى أقل من الحد  
 الاقتصادي الحرج وتنشئ حالة اتزان عام جديدة، وإذا ما استمرت فإنه لن  
 يكون هناك حاجة لإجراء طرق أخرى من المكافحة، وتستخدم هذه الطريقة  
 تجاه الآفات الدخيلة ببعض المناطق التي لم تتواجد فيها من قبل (من  
 المعروف أن مثل هذه الآفات تنتشر بدرجة خطيرة في المناطق الجديدة التي  
 دخلتها نتيجة لعدم وجود الأعداء الطبيعية لها، أو انتقالها معها من بيئتها  
 الأصلية)، وأيضا فإن هذه الطريقة تستخدم تجاه الآفات المحلية المستوطنة  
 التي تتزايد أعدادها نتيجة لانتشارها في مدى أوسع من النطاق الذي ينتشر  
 فيه أعداؤها، أو نتيجة لظروف معينة تدفع بتزايد أعداد الآفة عن تعداد  
 أعدائها ومنها اختلال المكافحة الطبيعية البيولوجية بعمليات التكثيف



شكل (٨-١٠): طرق مكافحة الحيربية للآفات الزراعية الدخيلة والمحلية (عن الزميتي،

١٩٩٧)

الزراعي، وحتى تحقق هذه الطريقة أقصى درجة من النجاح فإن هناك إجراءات معينة يلزم إتباعها، كما أنه لابد أن يتصف العدو الحيوي الذي يتم اختياره بالقدرة على التفوق العددي على عائلة، والتخصص، والقابلية للصمود أمام المنافسة، والاستجابة لوسط الانتشار، والمقدرة على الانتشار، وقد شرح توفيق ١٩٩٣، بالتفصيل إجراءات جمع المتطفلات والمفترسات ونقلها واستقبالها وإطلاقها وتوطئتها، والعوامل الواجب مراعاتها أثناء ذلك، وتجدر الإشارة إلى أن هناك إجراءات مراقبة هامة يلزم العمل بها في مرحلة ما بعد الإطلاق للتقويم الحقلية للأعداء الطبيعية المدخلة.

### ٣-٢- الإزدياد

تستخدم هذه الطريقة في الحالات التي يكون فيها الأعداء المحلية قليلة أو يكون انتشارها أقل من الآفة نتيجة لبطء حركتها أو لانخفاض معدل تكاثرها عن معدل تكاثر العائل، أو نتيجة لظروف معينة من أهمها الدور المؤثر لبعض العمليات الزراعية المتبعة، وفي هذه الحالة فإنه يتم تدعيم الأعداء الطبيعية المحلية وإظهارها بإطلاق أفراد جديدة منها مرباة في المعمل، ويتطلب العمل بهذه الطريقة تربية الطفيل أو المفترس بكميات كبيرة بشكل مستمر أو متقطع.

### ٣-٢- التطعيم أو الإطلاق المحدود

تعمل هذه الطريقة على التوطين الدوري للعدو الطبيعي في مناطق معينة بالإطلاق المحدود العدد في بداية الموسم أو خلال موسم النمو للمحصول الجديد، وذلك إذا لم يكن هناك عدو طبيعي محلي، أو في حالة وجود عدو طبيعي دخيل غير قادر على التكاثر بشكل دائم، وقد يطلق على هذه الطريقة بالإطلاق التدريجي المتزايد *Accretive release* حيث يستفاد بذرية العدو الحيوى لفترة تطول عن مدة جيل من بداية التوطين، وغالبا ما تفيد مع المحاصيل التي تظهر الإصابة فيها بالآفات الحشرية على مسافات كبيرة مثل قصب السكر.

### ٣-٤- الإغراق أو الإطلاق الكثيف

يتم في هذه الطريقة إكثار العدو الطبيعي المحلي أو الدخيل بكميات ضخمة، والإطلاق المكثف لها في أوقات معينة وبأعداد تفوق العدد الذي

يمكن به تحقيق الفعالية المستهدفة، حيث أنه لا يعتمد هنا على ذرية هذه الأعداء وإنما على الأفراد نفسها التي يتم إطلاقها، وذلك فيها يشبه استخدام المبيدات عند تزايد الكثافة العددية للآفة عن الحدود الاقتصادية الحرجة (ولذا فإنه قد تعرف هذه الطريقة بالمبيدات البيولوجية) وهي تتطلب تربية مكثفة وبشكل مستمر أو متقطع ويحتاج ذلك لتكاليف عالية قد تبدو غير عملية من وجهة الاقتصادية، ولذا فإنه يعتقد أن هذا الأسلوب يتناسب فقط مع المحاصيل مرتفعة القيمة أو عالية الثمن التي تتميز بأن الحدود الاقتصادية للآفات الحشرية التي تصيبها طفيفة جداً، وأنها وحيدة الجيل، ومع ذلك فإن طريقة الإغراق تتناسب بدرجة أكبر مع الكائنات الممرضة.

### ٥-٣-٥- الصيانة

يعنى بها الإجراءات والوسائل التي يمكن استخدامها للمحافظة على الأعداء الطبيعية الموجودة سلفاً في بيئة المحصول سواءً المحلية أو التي يتم إدخالها، وبصفة عامة فإن المحافظة على الأعداء الحيوية النافعة يتطلب توفير الغذاء لها، وأماكن الاختباء أو الإعاشة، وحمايتها من تأثيرات المبيدات وغيرها من المواد التي تستخدم في أغراض مكافحة، ويمكن استيفاء كثير من هذه المتطلبات في معظم الأنظمة البيئية الزراعية بالاختيار الواعي لأساليب الاستزراع، الدورة الزراعية، والعمليات الزراعية (الرى، الحرث، الحصاد)، والحذر في استخدام المبيدات باستعمالها عندما تصل الآفة إلى المستويات الاقتصادية، والتطبيق عن طريق معاملة البقع، والاعتماد على الحد الأدنى من الجرعات الكافية لقتل الآفة المستهدفة، وأيضاً اختيار المبيدات المتخصصة التي لها تأثير سام أشد على الآفات

عنها من الأعداء الطبيعية، ولا شك في أن تحسين فعالية الأعداء الطبيعية وصيانتها يتوقف بدرجة كبيرة على درجة الاستمرار والثبات والعوامل البيئية المناسبة.

#### ٤ - الأسس التي تبنى عليها قرارات مكافحة الحيوية

تتميز الإجراءات والمتطلبات اللازمة لتطبيق مكافحة البيولوجية بأنها ليست سهلة أو هينة، وعليه فإنه ينبغي أن تبنى قرارات استخدام مكافحة البيولوجية في الحد من انتشار الآفات الزراعية والسيطرة عليها بناءً على أسس معينة يلعب كل منها دوراً مؤثراً في درجة النجاح الذي تحققه هذه الطريقة، ومنها:

١- التعرف الصحيح لأنواع الآفات وأعدائها الطبيعية، والإلمام الجيد بالنواحي البيولوجية والإيكولوجية وبصفة خاصة المتعلقة بوبائيتها ووفرتها وتوزعاتها الموسمية وتأثرها بكل من الأعداء الطبيعية (مفترسات، طفيليات، كائنات ممرضة، تضاديات) والطقس ونمو وتطور النبات العائل أو العوائل البديلة، وغيرها من العوامل التي يمكن أن تتأثر بها، وفي بعض الأحيان فإنه قد لا يقتصر الأمر على التعرف فقط على نوع الآفة وإنما يلزم التعرف على السلالة أو النمط البيولوجي لها والمميزات الخاصة بكل منها.

٢- الاهتمام بالآفات الرئيسية وتقييم العلاقة بين مستويات الإصابة بها ومقدار الفقد في المحصول وتكاليف المكافحة، وتقدير مستويات الآفة المسببة للضرر بأخذ العينات المنتظمة من المحصول وإيجاد العلاقة بين كثافة الآفة

ومقدار الفقد وتكلفة المكافحة، وذلك مع الأخذ في الاعتبار أن مقدار الضرر للأفة الواحدة يختلف من سنة لأخرى ومن مكان إلى آخر.

٣- تحديد ومعرفة الحد الاقتصادي الحرج للأفة، وأخذ قرارات التدخل بمقارنة هذا الحد بمستوى الكثافة العديدة للأفة الذي يتم تقديره فعلا، ومن المعروف أن هناك عوامل عديدة يتوقف عليها مستوى الحد الاقتصادي الحرج، و على سبيل المثال فإن اتخاذ القرارات الخاصة بتقدير المكافحة البيولوجية للحلم العنكبوتي باستخدام أحد المفترسات يكون بناءً على التعداد أو مستوى الإصابة بالحلم.

٤- اختيار العدو الحيوى المناسب للاستخدام فى مكافحة الآفات سواءاً بالزراعات المفتوحة أو المحمية، وتوصى بعض الدراسات بالاعتماد على الأعداء الطبيعية المحلية فى مكافحة آفات الصوب، والتحقق من مدى فعالية الأعداء الطبيعية المستوردة حيث أن درجة الحرارة السائدة قد تثبط فعاليتها، وعلى سبيل المثال فإن فعالية المفترس *Phytoseiulus* تنخفض بارتفاع درجات الحرارة عن ٢٠م°، كما أن المفترس *Encarsia formosa* يفشل فى مكافحة الذبابة البيضاء بالصوب عند درجات حرارة أقل من ٢٤م°.

١- الاختيار السليم لتوقيت وطريقة الإطلاق، من المعروف أن نجاح الطريقة المتبعة فى المكافحة البيولوجية لأفة ما يعنى خفض تعدادها من حالة التوازن التى تنشأها فوق مستوى الحد الاقتصادي للضرر إلى حالة توازن جديدة تحت هذا المستوى، وتشير بعض الدراسات على أن طريقة الإدخال تعتبر أفضل من الطرق الأخرى التى تحتاج لعمليات تربية مكثفة واطلاقات مستمرة، ومع أن التنبؤ بنجاح طريقة الإدخال يعتبر صعباً إلا

أنها تفيد مع الآفات ذات معدلات التكاثر المنخفضة أو المتوسطة، حيث أن الآفات التى تتصف بمعدلات تكاثر عالية تميل إلى رفع مستوى التوازن الذى تم تحقيقه مرة أخرى إلى فوق مستوى الحد الاقتصادى الحرج، وفى هذه الحالة فإنه يلزم إتباع طرق الأزداد أو التطعيم أو الإغراق، كما أن طريقة الإدخال تعتبر أقل نجاحا ضد الآفات المهاجرة مثل الجراد وبعض أنواع حرشفية الأجنحة، حيث أن هذه الآفات تتحرك على مدى واسع تاركة الأعداء الطبيعية غير القادرة على مثل هذه الحركة مما يؤدي لموتها، وعليه فإن استخدام طريقة الإغراق فى أوقات فوران الآفة يتوقع نجاحها مع مثل هذه الحالات ومن ناحية أخرى فإنه تعتمد إستراتيجية مكافحة البيولوجية لآفات الصوب على الإطلاق المبكر للعدو الطبيعى عند بداية النشاط الطبيعى للآفة، ويشجع ذلك العدو الطبيعى فى اكتساب قدرة البحث عن الآفة، وتفيد هذه الطريقة على سبيل المثال فى مكافحة المن الذى يتميز بانتشار غير متجانس مما يصعب معه تقدير تعدادة وبالتالي تقدير التعداد من العدو الحيوى.

٢- دور النظام المحصولي فى نجاح مكافحة البيولوجية للأعشاب، ومن المتوقع أن يكون إدخال العدو الحيوى فى المحاصيل المعمرة ذات النظم الثابتة كالأشجار والنباتات العشبية المعمرة والمنخفضة فى معدلات تكاثرها بالمراعى أكثر نجاحا منه فى حالة المحاصيل غير الثابتة والحولية القصيرة العمر والسريعة الانتشار حيث يقل معدل إنتاجها العالى للبذور ونموها السريع وانتشارها الواسع فرض نجاح مكافحة البيولوجية، كما أن مقدار التنافس بالمراعى بين النبات العشبى والنباتات الأخرى على الضوء والماء

يجعل النبات العشبي ضعيفا لا يتحمل مهاجمة الحشرة المستخدمة في مكافحة البيولوجية فترتفع كفاءتها، وعليه فإن العشب النامي في زراعة محصولية خالية من التنافس يصعب مكافحته بالطرق البيولوجية.

٣- تؤثر الظروف المناخية بدرجة كبيرة في نجاح أو فشل مكافحة البيولوجية، حيث أنه يتوقع أن تكون فرص النجاح كبيرة جدا بالمناطق التي يسود بها مناخ زراعي منتظم تقتصر فيه فترات الجفاف والتغيرات الحرارية.

٤- يرتبط نجاح مكافحة الحيوية تحت ظروف الزراعة المفتوحة بصفة عامة بتطبيقها في مساحات كبيرة متصلة، وعليه فإن فرص النجاح في الزراعات الواسعة، والمشاريع الزراعية الكبيرة تكون أكثر عنها من الزراعات المتناثرة والفردية.