الفصل الثامن

المكافحة الحيوية للحشائش

لكل النباتات بما فيها الحشائش الضارة، أعداء طبيعية. ويمكن فى بعض الحالات التعامل مع هذه الأعداء لتؤثر سلبًا فى عائلها، وهو ما يطلق عليه المكافحة الحيوية أو البيولوجية. ومن أمثلة ذلك نقل حشرة كاكتوبلاستس كاكتورام *Cactoblastis cactorum* وهى حشرة آكلة للصبار من موطنها الأصلى فى الأرجنتين إلى استراليا حيث خفضت كثافة نباتات التين الشوكى *Opuntia* spp. المنتشرة هناك إلى درجة كبيرة. كما أن خنفساء كريزولينا كوادريجيمينا *Chrysolina quadrigemina* الآكلة للأوراق والتى تم إدخالها من أوروبا إلى الولايات المتحدة عن طريق استراليا قد نجحت إلى حد كبير فى مكافحة حشيشة القلب *Hypericum perforatum* السامة.

وقد لاقت الحشرات الكثير من الانتباه بغرض استخدامها فى المكافحة الحيوية للحشائش وذلك بسبب صغر حجمها ومعدل تكاثرها السريع وقدرتها العالية فى التخصص على العائل. وقد نُشر الكثير عن نجاح المكافحة الحيوية للحشائش باستخدام الحشرات (١٠٧)، ولهذا فإن الاهتمام بها يتزايد باضطراد كوسيلة حيوية للقضاء على الحشائش.

الحشائش والمكافحة الطبيعية

يمكن لكثير من أنواع النباتات البرية أن تنمو فى معظم البيئات الطبيعية، حيث تتنافس مع النباتات الأخرى ذات الأهمية الاقتصادية للإنسان مؤثرة فى إنتاجها. وفى بعض الأحيان قد تكون مصدر إزعاج للإنسان طبيعيًا أو اقتصاديًا «كالنباتات المنتجة لحبوب اللقاح المسببة للحساسية، وكثير من النباتات السامة». وفى أواسط السبعينات سببت الحشائش خسائر للزراعة فى الولايات

المتحدة قدرت بنحو ٥ بلايين دولار سنويًا، وهذه الخسائر تزيد بكثير عن الخسائر الناجمة عن الآفات الحشرية.

ولا تتشابه مشاكل الحشائش فيما بينها، ووفرة حشيشة معينة فى منطقة ما هو إلا محصلة لتاريخ تلك المنطقة ولقدرة الحشيشة على التكاثر فى الظروف البيئية والمناخية والحيوية الموجودة بالمنطقة، فالاختلافات فى نوع التربة والماء والنظام البيئى وعمليات الزراعة تؤثر كلها فى تلك الوفرة.

وفى بعض الحالات يمكن التخطيط لتغيرات البيئة لتنظيم وفرة أنواع معينة من النباتات. وتعمل المكافحة الحيوية المتبعة على تخفيض وفرة نوع أو أنواع من الحشائش بإدخال أو زيادة الأعداء الحيوية لها.

وفى حالات كثيرة ظهرت تأثيرات الأعداء الحيوية على وفرة النبات، فعلى سبيل المثال حدثت زيادة مفاجئة لحشرة أروجا وبسترى *Aroga webstri* تسببت فى تعرية نباتات أرتميسيا تريدنتاتا *Artemisia tridentata* فى مساحات شاسعة فى موطنها الأصلى فى شمال غرب الولايات المتحدة، وخلال أعوام تسببت الحشرة فى القضاء على النبات فى آلاف الإيكرات من الأرض.

وهناك تأثيرات مشتركة للأعداء الحيوية منها تأثير الحشرة القشرية للجذر أورثيزيا أنّا *Orthezia annae* مع حشرة يوميسيا إيداهونسيس *Eumysia idahoensis* والذى أدى إلى القضاء على نبات أتريبلكس كونفرتيفوليا *Atriplex confertifolia* فى وسط إيداهو بالولايات المتحدة.

وفى معظم الحالات التى تم فيها إدخال أنواع حشرية معينة للقضاء على حشيشة سائدة - خلال برنامج معين - حدث بالفعل خفض وتأثير كبيران على الحشائش المراد مكافحتها على الرغم من عدم الحصول على نتائج ناجحة بمجرد الإدخال.

إعداد برنامج المكافحة الحيوية

يختلف حد الضرر الاقتصادى للحشيشة باختلاف نوعها وباختلاف المحصول الذى تتنافس معه وبعوامل عديدة أخرى، ولمواجهة هذه العوامل فإنه يلزم تنظيم

طرق للمكافحة موجهة نحو الهدف. وتعتبر المكافحة الحيوية إحدى وسائل المكافحة المفضلة عن غيرها ضد مشاكل بعض أنواع الحشائش، وهى تعتمد على تيسير عوامل المكافحة الحيوية المتخصصة على العائل، كما تعتمد على سهولة ودرجة الأمان المتاحة عند التعامل معها. ومن كثير من الطرق المختلفة التى يمكن اتباعها فى إعداد برنامج المكافحة الحيوية تلقى إدخال الأعداء الحيوية معظم الاهتمام.

وتتوقف طريقة إدخال الأعداء الحيوية على وفرة الكائنات التى يمكنها خفض كثافة الحشيشة دون سواها من النباتات الأخرى. ويتقدم العمل عمومًا طبقًا لنظام معين، وفيما يلى خطوات إحدى النظم العملية المقبولة:

- تقدير ملاءمة الحشيشة للمكافحة الحيوية.
- إجراء حصر للأعداء الحيوية للحشيشة.
- دراسة وتقييم بيئة الأعداء الحيوية المختلفة.
- دراسات التخصص على العائل للكائنات التى تم التأكد من أمان إدخالها للمنطقة.
- الإدخال وإقامة مجتمع الكائن.
- دراسات التقييم.

(أ) مدى ملاءمة الحشيشة للمكافحة الحيوية - النبات والمشكلة

يوجد اعتباران هامان فيما إذا كان نوع الحشيشة ملائمًا للمكافحة الحيوية وهما النبات والمشكلة ذاتها، وهل نوع النبات مستوطن native species أو تم إدخاله introduced، وهل له أنواع قريبة relatives ذات أهمية اقتصادية لاحتمالات وجود أعداء حيوية مناسبة. وهل هذه الأعداء يمكن أن تقدم عونًا معتمدًا على المشكلة، وذلك فيما يتعلق بعدد أنواع الحشائش ونوع ومدى ثبات الموطن ودرجة الاستعجال فى المكافحة.

وكلما زادت درجة القرابة لنباتات ذات أهمية اقتصادية أو بيئية كان من الصعب عمومًا العثور على أعداء حيوية متخصصة على العائل «الحشيشة» لا تهاجم نباتات نافعة. فالعمل الذى أجرى على المكافحة الحيوية لنبات حشيشة الشوك thistle فى شمال أمريكا قد أعيق بوجود نبات الخرشوف المنزرع ونبات القرطم المنتمى لنفس العائلة «المركبة». كما أن استخدام المكافحة الحيوية ضد الحشائش النجيلية لم تصل إلى درجة من النجاح بسبب القرب الوثيق بمحاصيل الحبوب.

وبالرغم من الأمثلة العديدة للمكافحة الناجحة للحشائش المتوطنة بحشرات مدخلة فإن احتمالات العثور على أعداء حيوية قادرة على مكافحة حشائش مدخلة مع القليل من الاحتياطات والانتباه قوية بالمقارنة بحالة أنواع الحشائش المتوطنة.

واستخدام المسببات المرضية للنبات plant pathogens وإمكانية العثور على أو استنباط سلالات أكثر فاعلية من المسببات الموجودة قد يحسن من المكافحة الحيوية للحشائش المتوطنة. ويعضد ذلك ما حدث عند مكافحة حشيشة البيقة العقدية jointvetch برشها بالمسبب المرضى الفطرى المستوطن كوليكتوتريكوم جليوسبوريوديس *Collectotrichum gloeosporioides* والذى سيذكر عنه فى الفصل التالى. وقد يحصل على الأعداء الحيوية للحشائش المتوطنة من مناطق أخرى تعيش فيها الحشيشة ومن الأنواع النباتية القريبة لها.

وهناك نقطة أخرى تمثل دومًا عقبة فى استخدام كائنات المكافحة الحيوية وهى تضارب الاهتمام، فبعض الحشائش الهامة قد يكون لها فائدة فى بعض الفصول والمناطق. فمثلاً حشيشة الفَرَس *Sorghum halepense* تعتبر حشيشة ضارة فى معظم الولايات الأمريكية ولكن لأوراقها بعض الأهمية فى عدد قليل من الولايات. كما أن النبات تماريكس بنتاندرا *Tamarix pentandra* يكون تجمعات كثيفة على المسطحات المائية فى المناطق الشمالية لأريزونا ونيومكسيكو وبعض أجزاء من تكساس حيث يعوق المياه مسببًا للفيضانات خلال موسم المطر كما

يسبب فقدًا كبيرًا للماء بالنتح فى الأوقات الأخرى من العام. وعلى رغم ذلك فإن هذا النبات يعمل كمناطق أعشاش لنوع من الحمام الأبيض ذى أهمية كطائر صيد فى المنطقة كما أنه يمثل مصدرًا هامًا للرحيق.

ونظرًا لأنه من الصعوبة بمكان فى أغلب الأحوال الحد من توزيع الكائنات المتغذية على الحشيشة بمجرد إدخالها للمنطقة، فإن قيمة الحشيشة وأهميتها البيئية يجب أن يقدرا بعناية مقارنة بقدرة الحشيشة على إحداث خسائر.

ومما يساعد على حل هذا التضارب فى الاهتمامات فإنه يجب تذكر أن المكافحة الحيوية - بخلاف المكافحة الكيميائية والميكانيكية - تسبب خفضًا تدريجيًا فى أعداد الحشيشة ونادرًا ما يحدث استئصالٌ فى مساحات شاسعة. ولهذا، فإذا أمكن الوصول إلى مستوى منخفض لكثافة الحشيشة كجزء من مجتمع نباتى أكثر تنوعًا فإن التضارب فى الاهتمام قد يحل. ويمكن تحديد مشكلة الحشائش بعدد الأنواع النباتية الموجودة ونوع ودرجة ثبات البيئة ومستوى وتوقيت المكافحة لجعل الخسائر أقل ما يمكن.

وتعتبر الكائنات المتغذية على الحشيشة، المتخصصة على العائل، مفيدة فى مكافحة الأنواع النباتية غير المرغوبة شديدة القرابة بالحشيشة. وحينما تشتمل المشكلة على نوعين أو أكثر من الأنواع النباتية أحدهما أو بعضهم غير عائل لتلك الكائنات، فإن الأنواع غير العائلة من الحشائش سوف تنمو بكامل قوتها بل قد تزداد فى وفرتها وقد يتطلب الأمر استخدام وسائل أخرى لمكافحتها أحدها هو إدخال أعداء حيوية إضافية. ففى بعض المناطق سبب نوع الخنافس أجاسيكلس هيجروفيلا *Agasicles hygrophila* خفضًا كبيرًا لكثافة حشيشة التمساح *Alternanthra philoxeroides* وفى نفس الوقت حدثت زيادة فى كثافة حشيشة ياسنت الماء *Eichhornia crassipes*.

وقد تركزت معظم جهود المكافحة الحيوية على الحشائش الأرضية terrestrial weeds، وقد يرجع هذا إلى الشعور بوجود أعداء أقل من الحشرات المتخصصة على العائل فى حالة الحشائش المائية aquatic weeds عنها فى حالة النباتات الأرضية. وقد تكون هذه حقيقة فى حالة النباتات المغمورة مثل الحَزَنبل الألفى

Myriophyllum spicatum، لكن توجد أنواع حشرية كثيرة نسبيًا على حشيشة التمساح مثلاً وهى نبات منبثق emersed plant وحشيشة ياسنت الماء وهى نبات طاف floating plant.

هذا وما زالت قيمة استخدام المكافحة الحيوية موضع شك فى المناطق التى تتغير بدرجة عالية «مثل المناطق المنزرعة بالمحاصيل» خاصة عند استخدام طريقة التلقيح «بمعنى إطلاق الأعداء الحيوية وتركها لكى تزيد من تلقاء نفسها إلى المستوى الفعال». كما أنه إذا كانت دورة حياة العدو الحيوى طويلة فإن فرصة إعاقة تطوره عالية. وعلى رغم ذلك، فإن مكافحة الحشيشة الحولية إيمكس سباينوزا *Emex spinosa* فى هاواى وكذلك حشيشة الحَسَك *Tribulus terrestris* فى هاواى ومناطق من كاليفورنيا وأريزونا قد ظهر منها أن المكافحة الحيوية فى المناطق المتغيرة أو المُثارة disturbed areas وكذلك التأثير على الحشائش فى المناطق قليلة التغير «مثل جوانب الطرق وخطوط الأسوار» قد يسببان أيضًا تأثيرًا إيجابيًا فى المناطق المتغيرة المجاورة.

وفى مناطق المحاصيل تعتبر المكافحة الفاعلة والسريعة للحشائش مطلوبة إذا كان من الممكن تجنب حدوث خسائر. وعلى رغم أن الحشرات المتغذية على الحشائش قد سببت مكافحة فاعلة فى بعض الحالات، فإنه قد يتطلب الأمر عامًا كاملاً على الأقل فى أفضل الظروف للوصول للمكافحة المرجوة. وفى معظم الحالات مضى ثلاثة إلى عشرة أعوام قبل حدوث خفض للحشائش تحت المستوى الاقتصادى الهام.

(ب) البحث عن الأعداء الحيوية

قد يستخدم أى كائن يقلل من نمو النبات أو تكاثره كعامل فى مكافحة الحشائش حيويًا. وقد تشمل هذه الأعداء – بخلاف الحشرات – كائنات دقيقة طفيلية مثل الفطريات والبكتيريا والفيروسات، لهذا يجب أن يشمل البحث عن الأعداء الحيوية الكائنات المصاحبة للنبات المستهدف target plant.

وقد استخدمت كائنات بخلاف الحشرات فى مكافحة الحشائش، ولو أن استخدامها كان بدرجة قليلة. وفى حالة ممرضات النبات كانت العقبة الأساسية هى صعوبة معرفة النوع النباتى بالتحديد، كما أن ضررها أقل وضوحًا عن الضرر المسبب بالحشرات إلى جانب أنها عادة ما تهاجم أطوارًا من النبات أشد صعوبة فى الفحص أو تتواجد فقط فى وقت قصير من العام كالبادرات.

وعلى رغم ذلك فقد ازداد استخدام ممرضات النبات خاصة فى حالة عدم توافر فاعلية كافية للأنواع الحشرية على حشيشة معينة أو عدم توافر التخصص على العائل لاستخدامها فى المكافحة الحيوية. وقد حدث ذلك فى حالة نبات الهندباء البرى *Chondrilla juncea* فى غرب البحر المتوسط حيث كان الفطر المسبب للصدأ *Puccinia chondrilliana* أشد فاعلية فى خفض كثافة النبات عن الحشرات المتواجدة. ونظرًا لتخصص هذا الفطر على هذا النبات فقد تم إدخاله إلى استراليا حيث انتشر سريعًا وسبب خفضًا كبيرًا لهذا النوع النباتى الموجود منذ زمن بعيد.

وقد كانت هناك محاولات لاستخدام الفيروسات أيضًا لمكافحة الطحالب المزدهرة فى برك الصرف الصحى فى بعض المناطق. ويستخدم حَلَم النبات plant mites "acarians" بدرجة أقل فى المكافحة الحيوية رغم التشابه الكبير بينه وبين الحشرات فى التركيب العام ونوع الضرر المسبب. ومثال استخدام الحلَم فى مكافحة الحشائش هو إدخال حَلَم أسيريا كوندريللا *Aceria chondrillae* إلى استراليا ضد نبات الهندباء البرى.

وفى الوقت المطلوب فيه مكافحة نوع معين من الحشائش فإن التخصص على العائل يعد هامًا للغاية لحماية النباتات الأخرى المحيطة من الضرر. وحينما يكون المطلوب مكافحة عدة أنواع من الحشائش فى منطقة واحدة فإن القليل من التخصص على العائل مطلوب طالما كان من الممكن التحكم فى انتشارها لتظل النباتات المفيدة غير مضرورة. وهذا هو الحال فى حالة النباتات المائية حيث يسمح الوضع باستخدام عدد كبير من الكائنات ضد هذه النباتات.

ويستخدم حاليًا بعض أنواع الأسماك كالشّبّوط العشبى «المبروك» *Ctenopharyngodon idella* لمكافحة الحشائش المائية فى عديد من دول العالم منها الولايات المتحدة واستراليا ومصر كوسيلة فاعلة فى مكافحة تلك الحشائش والحصول فى نفس الوقت على عائد اقتصادى مفيد من الأسماك (٣٩، ٤١، ١٤٣).

(جـ) ملاحظات إيكولوجية

ليست الملاحظات على بيئة الكائنات المتغذية على الحشائش هامة فقط لتعميق الفهم عن التخصص على العائل بل أيضًا للتأكيد على اختيار الكائنات التى لها قدرة عالية فى المكافحة.

وللتخصص على العائل دراسات تقييم مسبقة على فاعلية عوامل المكافحة الحيوية المرشحة. ولهذا السبب فكثير من الحشرات المتخصصة على العائل قد يتم إدخالها ولكن القليل فقط هو الذى يثبت فائدته. وعلى سبيل المثال فقد تم استيراد ٥١ نوعًا من الحشرات التى تتغذى على الصبار إلى استراليا ضد نبات التين الشوكى ولم يثبت كفاءة وقيمة من هذه الحشرات سوى خمس فقط. ونظرًا لأن كل حشرة يتم إطلاقها تتطلب جهودًا وتكاليف من الوقت والمال فمن المفيد اختيار الكائنات الأعلى كفاءة فى المكافحة.

هذا ويجب أن تتحمل أو تتأقلم الحشرات المدخلة مع الظروف البيئية فى المنطقة المراد استخدامها فيها إذا ما تكاثرت ووصلت إلى مستويات المكافحة. ويؤخذ هذا عمومًا فى الاعتبار خلال الدراسات الأولية إذا ما بُذِل جهدٌ لاختيار الأعداء الحيوية من المناطق المشابهة بيئيًا للمنطقة التى تحتوى الحشائش المثلة للمشكلة.

وبمجرد إدخال كائنات المكافحة الحيوية وإقامة مجتمعها فى منطقة جديدة فقد تتأقلم بصورة أفضل فى بيئتها الجديدة وقد تمتد تدريجيا وتحسن من مكافحتها للحشيشة. فقد ظهر تأقلم حشرة كرايزولينا كوادريجيمينا *Chrysolina*

quadrigemina مع الظروف المناخية لكولومبيا البريطانية وأعطت مكافحة متحسنة لحشيشة القلب *Hypericum*.

ومن الأمور بالغة الأهمية تزامن الضرر synchronization of damage المسبب بالأعداء الحيوية لدورة تطور النبات وظروف معينة أو عوامل محددة تحتها يتطور النبات. فتساقط أوراق نبات حشيشة القلب فى الخريف والشتاء بسبب يرقات كرايزولينا كوادريجيمينا يسبب موت النبات خلال موسم الصيف الجاف فى كاليفورنيا، نظرًا لأن النباتات التى تتساقط أوراقها ليس لديها وقت كافٍ لإنتاج كمية كافية من المجموع الجذرى قبل جفاف الصيف.

أما حشرة التيليونيميا سكرابيولوسا *Teleonemia scrupulosa* فتسبب تساقط أوراق نبات اللانتانا Lantana خلال الصيف فى هاواى، ولكن النبات يمكنه استرداد قوته خلال الوقت الباقى من السنة. إلا أنه حينما تم مد فترة تساقط الأوراق بإدخال عدة حشرات من رتبة حرشفية الأجنحة التى تتغذى على النبات خلال الشهور الباردة فإن كثيرًا من هذه النباتات تم القضاء عليها فى المناطق الأقل مطرًا.

ومن الأمثلة الأخرى لعدم إمكانية الحشيشة تعويض الضرر المسبب بهجوم جيد التزامن هو تساقط أوراق نبات سينسيو يعقوب *Senecio jacobaea* بحشرة تيريا جاكوبيا *Tyria jacobaea* فى نوفاسكوتيا نحو شهرين قبل الصقيع بما لا يسمح للنباتات بأن تخزن احتياطيًا كافيًا من الغذاء بالجذور قبل حلول الشتاء مما يتسبب فى موتها.

وقد تدل الملاحظات على دورة حياة النبات، على نوع ووقت الهجوم الذى يكون عنده النبات قابلاً للتأثر بهذا الهجوم. فمستوى المخزون من الكربوهيدرات فى أعضاء التخزين فى الحشائش المعمرة هو المؤشر لرشات المعاملة بمبيدات الحشائش. ويحصل عمومًا على مكافحة أفضل عندما تكون المعاملة بالمبيد موقوتة بمستويات منخفضة من الكربوهيدرات المخزون. وقد استنتج أن عوامل المكافحة الحيوية المختارة لمهاجمة الحشيشة فى وقت انخفاض مخزون الكربوهيدرات

تعتبر مفضلة، ولكن أشير إلى أن هذه الفترة تختلف من نبات لآخر وحذر من أن التوقيت غير الدقيق للهجوم قد يسبب تنبيها للحشيشة. ويعد تساقط أوراق حشيشة التمساح بواسطة أجاسيليس هيجروفيلا *Agasicles hygrophila* في الوقت الذى كان فيه مخزون الكربوهيدرات فى النباتات فى أقل مستوى «مارس - يونيو» من عوامل النجاح فى مكافحة هذا النبات فى إحدى مناطق فلوريدا التى تم فيها الإطلاق.

هذا وعلى رغم إتقان الملاحظات البيئية على النبات وأعدائه الحيوية فإنه ما زال صعبًا التنبؤ بأى العناصر المستخدمة أعلى كفاءة فى المكافحة. وقد اقترح لذلك حلٌ ممكنٌ وذلك بإعطاء نقاط تشمل ١٢ صفة لمقارنة فاعلية العناصر قبل البدء فى اختبارات التخصص على العائل «مثلاً نوع الضرر الموجه وإنتاجية الحشرة وعدد الأجيال وعوامل الموت».

(د) تقدير التخصص على العائل

يعتبر استخدام وسائل المكافحة الحيوية - المتوطنة indigenous أو المجلوبة exotic - عمليًا إذا ما كانت هناك ثقة بعدم إضرارها بالنباتات النافعة. ولهذا فإن الإثبات المستخدم لتقدير التخصص على العائل لعدو ما ودرجة الاعتماد التى يمكن وضعها عليه تعد ذات أهمية قصوى. ومعظم الإثبات يأتى طبيعيًا من الاختبارات المعملية. ولكن يجب الأخذ فى الاعتبار أن قدرة الطفيل على أخذ غذائه من نبات مًا ليست سوى إحدى الضروريات لحياته، فيجب أن يكون أيضًا قادرًا على أن يجد النبات وأن يتمم دورة حياته فى البيئة المحيطة. لهذا فإن الفحص الكامل للتخصص على العائل - والذى لا يعتبر دائمًا ضروريًا - يوجه ناحية العنصر المستخدم. وفيما يلى ملخصًا لخطوات تعد ضرورية فى دراسات التخصص على العائل للحشرات المتغذية على الحشائش، وهذه الخطوات تحتاج إلى تعديلات عند التعامل مع المسببات المرضية أو غير الحشرية.

١ - دراسة البيولوجى والتأقلم على العائل

المطلب الأول هو معرفة بيولوجى الحشرة مع التركيز على التأقلمات المورفولوجية والفسيولوجية والسلوكية، وتلك المحددة للمدى من النباتات التى تتخصص عليها «فمثلاً طول آلة وضع البيض فى كثير من الحشرات التى تبيض فى رءوس الأزهار يحدد حجم الرءوس وبالتالى نوع النبات القابل للهجوم، كما أن التفاعل المعقد بين سلوك الحشرات المسببة للقروح النباتية والاستجابات الفسيولوجية المعينة للنبات تحدد ملاءمة العائل». هذه الدراسات تدعم طبيعيًا بحصر دراسى وحقلى واسع لتقدير المدى النباتى الحقيقى للعائل. وبالطبع فإن أفضل البراهين هو أن تكون الحشرة قد سبق استخدامها فى المكافحة الحيوية وأثبتت أنها مأمونة، ولكن قد يحتاج الأمر إلى اختبارات إضافية إذا كان المجتمع النباتى متنوعًا فى البيئة الجديدة.

٢ - النباتات المهاجمة بالحشرات الغريبة

يمكن الوصول إلى درجة عالية من الاعتماد للتخصص على العائل لحشرة ما إذا كانت تنتمى إلى مجموعة تقسيمية "genus, subgenus" يقتصر غذاؤها على مجموعة نباتية واحدة، وهذا يدل على أن الحشرة متخصصة على تلك المجموعة النباتية. ومن ثم فخلال فترة زمنية طويلة وعادة فى مساحة جغرافية واسعة لم تستخدم الحشرة أى نبات آخر. وفى هذا الصدد فإن النباتات العائلة من الأنواع النباتية الغريبة تعتبر ذات أهمية خاصة.

٣ - اختبارات التخصص على العائل

توجد استراتيجيتان أساسيتان للاختبار هما تحديد النباتات التى لا يمكن استخدامها وتحديد المدى من النباتات التى يمكن استخدامها. وقد تستخدم طريقة واحدة من هاتين الطريقتين، ولكن معظم الباحثين يستخدم الاثنتين. ويُرَكّز على الطريقة الأولى إذا كانت الحشرة من منطقة لا يعرف عنها إلا القليل فيما يختص بالتقسيم والمدى من العوائل أو عن الآفات لمحاصيل معينة. ولكن الطريقة

الثانية مفضلة إذا ما كان هناك وفرة فى المعلومات. وتجرى الاختبارات عادة فى المعمل وقد تستعمل الأقفاص الحقلية filed cages.

ويسمح التركيز على الطريقة الأولى بالتعرف على عدم إضرار الحشرة بنباتات محاصيل هامة، وهذا أمر ضرورى بالذات لاختبار النباتات الاقتصادية التى قد تنمو مع الحشيشة المراد مكافحتها. وتلك الأنواع التى لم تتعرض أو تعرضت بدرجة بسيطة للحشرة من قبل ليس من المحتمل أن تحتوى على المنبه الذى يمكنه جذب الحشرة «إلا إذا كانت قريبة للعائل» ولكن قد ينقصها المثبطات المانعة لهجوم الحشرة، وهذا لا يجعلها حساسة لانتقال الحشرة إليها والذى يمكن أن يحدث بعد إضرار أو اختفاء الحشيشة مباشرة، وقد يحدث ضررٌ مؤقت للمحصول تحت هذه الظروف، ويعيب الطريقة الأولى أن النتائج قد لا تقود إلى الطريق السليم إذا ربيت الحشرات فى أقفاص صغيرة أو تمت التغذية تحت ظروف إجبارية، حيث عادة ما تأكل الحشرة فى مثل هذه الأحوال لتحافظ على حياتها ولكن فى الطبيعة لا تتم التغذية. وتتميز الطريقة الثانية أنه إذا أمكن تحديد مدى العائل للعنصر المستخدم، فإن بقية النباتات الأخرى تعد منيعة، وتختار نباتات الاختبار على أساس الخطر المتوقع فى الهجوم عليها.

٤ - تحليل التخصص على العائل النباتى

اختبار التخصص على العائل للحشرات التى تتغذى على أنواع قليلة من النباتات stenophagous يقدر أوليًا باستخدام مواد نباتية ثانوية بالإضافة إلى المظاهر المرئية وباللمس. وتعتبر هذه التقديرات معقولة لمعرفة التخصص على العائل ولإيضاح العوائل غير القريبة تقسيميًا، إلا إن فحص علامات تعرف الحشرة على عائلها تعتبر صعبة لأن معظم الحشرات تتطلب عوامل عديدة لتكون جاهزة لقبولها للنبات تلقائيًا.

(هـ) الإطلاق وترسيخ المجتمع

على الرغم من التخطيط الحاذق فى اختبار العناصر المرشحة لمكافحة الحشيشة، فإن ترسيخ مجتمعاتها قد يبوء بالفشل فى المناطق المراد مكافحة

حشائشها. فالطفيليات والمفترسات المتوطنة فى مناطق الإطلاق قد تهاجم عوامل المكافحة «الحشرات الليلية nocturnal المطلقة خلال النهار قد تكون عرضه للافتراس بالذات»، كما أن الكائنات المرضة التى قد تجلب مع الحشرات المتغذية على الحشيشة قد تسبب فشلاً فى ترسيخ المجتمع الحشرى. والإبادة الشاملة للنباتات فى مناطق الإطلاق باستخدام مبيدات الحشائش أو حيوانات الرعى أو بتأثير الفيضانات تمنع أيضًا ترسيخ المجتمع ،كما أن الاختلاف فى عوامل البيئة العديدة «مثل النباتات المنافسة وظروف التربة والمناخ» بين منطقة الإطلاق ومصدر عنصر المكافحة قد يؤخر أو يبطل فعل المكافحة.

(و) دراسات التقييم

لا تعتبر دراسات التقييم ضرورية لنجاح مشروع المكافحة الحيوية قدر إفادتها فى العمل على نجاح المشاريع المستقبلية. وبصفة مثالية فإنه يجب تقدير المجتمع الطبيعى للأعداء الطبيعية وربطه بالضرر المسبب على العائل النباتى. وقد يتراوح تأثير كائنات المكافحة ما بين إبادة كبيرة وسريعة للنوع النباتى إلى تقليل بسيط لدرجة تنافس النبات المستهدف مع النباتات الأخرى فى المجتمع النباتى. وفى الأمثلة الأخيرة ينطلب الأمر إجراء دراسات على درجة إنتاجية النباتات المصابة وغير المصابة، كما أن التصوير قبل وبعد إجراء المشروع يعد مفيدًا ويزود بتسجيل لدرجة نجاح المشروع.

تطبيقات المكافحة الحيوية

أثبتت الكائنات المجلوبة إلى منطقة لم يكن موجودًا بها من قبل أنها مفيدة عند غياب الأعداء الطبيعية الفاعلة. وعند وجود هذه الأعداء فإن إمكانية حفظ أو زيادة فاعليتها أمر يجب ألا يغفل عنه.

وقد ثبت أن حشرة داكتيلوبينس *Dactylopins* sp. لم تكن فاعلة فى مكافحة التين الشوكى المنتشر بصورة وبائية كحشيشة ضارة فى بعض المناطق بجنوب أفريقيا نتيجة لافتراس خنافس أبو العيد "Coccinellides" لتلك الحشرة. إلا أن المعاملة بجرعة منخفضة من مبيد D.D.T. «٢ أوقية لكل إيكر» على نباتات التين

الشوكى مباشرة سببت خفضًا لأعداد المفترسات بدرجة كافية تم الحفاظ معها على الحشرة مما سمح لها بالقضاء على النباتات.

هذا ويوجد ما يربو عن ٧٥ نوعًا من النباتات الخشبية أمكن إخضاعها للمكافحة الحيوية. والعدد الفعلى للمشاريع أكثر من هذا العدد نظرًا لأنه بمجرد أن يثبت عامل المكافحة الحيوية نجاحه فى منطقة مًا فإنه غالبًا ما ينقل إلى مناطق أخرى لمكافحة نفس النوع النباتى أو النباتات شديدة القرابة. ولهذا فإن محاولات مكافحة التين الشوكى *Opuntia* spp. حيويًا قد تمت فى عشر مناطق مختلفة على الأقل فى العالم، واللانتانا *Lantana* فى إحدى عشرة منطقة، وحشيشة القلب *Hypericum* فى ست مناطق، والسينسيو يعقوب *Senecio jacobaea* فى أربع مناطق. ويبدو الآن أن الحشرات قد أظهرت مكافحة ممتازة لبعض الحشائش صعبة المكافحة.

(أ) الحشائش المعمرة

١ - التين الشوكى *Opuntia* spp. Prickly pear Cacti

توجد أنواع مختلفة من التين الشوكى كنباتات ضارة فى مدى ومناطق منزرعة بالمحاصيل من العالم زاحمة بذلك النباتات الورقية الأكثر فائدة. وقد أظهر خفض أنواع أوبانشيا إنيرميس *Opuntia inermis* وأوبانشيا ستريكا *O. strica* من ٦٠ مليونا من الإيكرات إلى جزء بسيط من هذه المساحة بواسطة الفراشة الأرجنتينية كاكتوبلاستيس كاكتورام *Cactoblastis cactorum*، قيمة الطريقة الحيوية لمكافحة النباتات الضارة.

٢ - حشيشة القلب *Hypericum perforatum* Klamath weed

هذا النبات الأوروبى الموطن انتشر خلال كثير من المناطق الحارة فى العالم ولكنه جذب الانتباه كآفة نباتية رئيسية فى استراليا وشمال غرب أمريكا الشمالية وكندا حيث أجريت محاولات لمكافحته بالحشرات. وبعد حصر الحشرات المصاحبة لهذا النبات الضار فى إنجلترا وجنوب فرنسا بواسطة العلماء

الاستراليين تم إدخال ثمانية أنواع إلى استراليا، وقد تم الوصول إلى بعض المكافحة بنوعين من الخنافس هما كرايزولينا كوادريجيمينا *Chrysolina quadrigemina* وكرايزولينا هيبيريسى *C. hyperici*. وقد أدخل علماء الحشرات الأمريكيون هذه الخنافس إلى الولايات المتحدة وصاحب هذا نجاحًا ملحوظًا «أكثر من مليونى إيكر من الأراضى الموبوءة بالنبات انخفضت إلى أقل من ١٪ من هذه المساحة».

وفى كندا قضت خنافس الكرايزولينا على هذا النبات فى كولومبيا البريطانية فخفضت النبات بنسبة ٩٨٪ من كثافته الأولية. وتمت محاولات للمكافحة فى نيوزيلاندا وجنوب أفريقيا وغيرها وقد حالفها بعض النجاح.

٣ - اللانتانا *Lantana camara* Lantana

اللانتانا وموطنها الأصلى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية فى أمريكا الجنوبية والوسطى – أوبأت ٤٤٣ ألف إيكر من الأرض فى هاواى عام ١٩٦٢ م. وقد تم إدخال حشرة تيليونيميا سكربيولوسا *Teleonemia scrupulosa* من المكسيك إلى الولايات المتحدة فى عام ١٩٠٢ م وخفضت من انتشار هذا النبات. وفى الخمسينات تم الحصول على مكافحة أفضل فى المناطق الأكثر جفافًا بإدخال ثلاث حشرات من رتبة حرشفية الأجنحة المتغذية على الأوراق وهى: كاتابينا إيسولا *Catabena esula* وهيبينا ستريجاتا *Hypena strigata* وسنجاميا هيموروياليس *Syngamia haemorrhoidalis* وحشرة أخرى للساق هى بلاجيوهاماس سبينيبينيس *Plagiohammus spinipennis* واثنان من الخنافس المتغذية على الأوراق هما أكتوتوما سكابريبينيس *Octotoma scabripennis* ويوروبلاتا جيراردیا *Uroplata girardia* تم إدخالهم لمساعدة عملية المكافحة فى المناطق الأعلى رطوبة. وقد حلت خنافس الأوراق الاثنتان محل حشرات حرشفية الأجنحة فى بعض المناطق. وفعالية الحشرات الأخيرة انخفضت أيضًا بحدوث تطفل على البيض واليرقات والعذارى.

٤- سنسيو يعقوب *Senecio Jacobaea* Tansy ragwort

هذا الحشيشة الأوروبية السامة تعتبر مشكلة فى أراضى المراعى فى شمال غرب الولايات المتحدة وأجزاء من كندا ونيوزيلندا واستراليا وجنوب أفريقيا. وقد أُدخلت حشرة تيريا جاكوبيا *Tyria jacobaea* التى تتغذى يرقاتها على الأوراق والأزهار إلى كثير من المناطق الموبوءة بهذه الحشيشة وأظهرت درجات مختلفة من المكافحة، كما حُصِل على مكافحة جيدة فى مناطق بكاليفورنيا وكندا. وهناك حشرتان أخريات هما ذبابة البذور هيليميا سينيسيللا *Hylemiya seneciella* وحشرة تصيب القمة هى لونجيتارساس جاكوبيا *Longitarsus jacobaea* أدخلتا إلى الولايات المتحدة لتحسين المكافحة حيث زادتا فى كثافتهما إلى مستويات عالية فى بعض المناطق مع تأثير جيد على النبات.

(ب) الحشائش الحولية

هناك الكثير من المشاريع لاستخدام عناصر المكافحة الحيوية لكثير من الحشائش الحولية. فقد أمكن القضاء بكفاءة على حشائش المراعى إيمكس أوستراليس *Emex australis* وإيمكس سبينوسا *E. spinosa* فى هاواى باستخدام السوسة الصغيرة أبيون أنتيكام *Apion antiquum* المدخلة من جنوب أفريقيا. وقد أُدْخل نوعان آخران من السوس وهما ميكرولارياس لارينى *Microlarinus lareynii* وميكرولارياس ليبريفورميس *M. lyprıformis* لمكافحة حشيشة تربيولاس تيريسترى *Tribulus terrestris* فى الولايات المتحدة وبعض المناطق الأخرى.

(جـ) الحشائش المائية

١- حشيشة التمساح *Alternanthera philoxeroides* Alligator weed

فى عام ١٩٦٤ م أدخلت خنفساء أجاسيليس هيجروفيلا *Agasicles hygrophila* إلى الولايات المتحدة لمكافحة الكتل الطافية فوق سطح الماء من حشيشة التمساح. كما أطلقت حشرة أخرى هى حفار الساق فوجتيا مالوى *Vogtia malloi* فى عام ١٩٧١ م. وقد كان لتساقط أوراق هذا النبات بواسطة

اليرقات والحشرات الكاملة للأجاسيليس الأثر الأكبر فى خفض كثافة النبات فى شمال فلوريدا ولويزيانا وتكساس.

٢ - ياسنت الماء *Eichhornia crassipes* Water hyacinth

أجرى العديد من المحاولات لمكافحة ياسنت الماء حيويًا، ومنها إطلاق الخنافس الصغيرة نيوختينا إيهورنيا *Neochetina eichhornia* ونيوختينا بروخى *N. bruchi* لمكافحة النبات فى الولايات المتحدة واستراليا والسودان ومصر، وقد أثبتت كفاءة عالية فى خفض كثافته. ونظرًا للتخصص العالى لهذه الحشرات وغيرها مثل يرقات حشرة ساميوديس البجيوتاليس *Sameodes albiguttalis* على الياسنت الذى يعد من أخطر عشر حشائش فى العالم ويغزو مساحات مائية شاسعة كنهر النيل وروافده، كما ذُكِرَ عنه تفصيلاً فى الفصل الثالث، فهناك إمكانية عالية فى التركيز على استخدام المكافحة الحيوية فى مكافحته (٤٨) إلى جانب الوسائل الميكانيكية الفاعلة التى تؤدى دورها حاليًا فى مصر بكفاءة عالية خاصة بعد التوقف عن استخدام مبيدات الحشائش المائية.