

الفصل السابع

**الطرق الزراعية وإدارة بيئة المحصول للسيطرة
على الآفات الحشرية**

الطرق الزراعية وإدارة بيئة المحصول للسيطرة على الآفات الحشرية

بالإضافة للأعداد الطبيعية فإن هناك عديد من العوامل الأخرى في بيئة المحصول التي تؤثر بشدة في أعداد الحشرات، والتي يمكن أن تلعب دورا مؤثرا في إدارة الآفة، ولكي يسهل فهم هذه العوامل، فإنه يلزم إدراك الأسس الإيكولوجية للمشاكل الحشرية، وعلى سبيل المثال فإنه من المعروف أنه عند إنتاج المحاصيل في منطقة ما يحدث عادة تغيير معنوي في الأنواع التي تشغل هذه المنطقة، علاوة على تطويرات مختلفة بالتربة، والمياه والطبيعة الطبوغرافية. وقد تراح كائنات حية حيوانية ونباتية من المنطقة لصالح النباتات والحيوانات التي يتم جلبها أو إدخالها والتي يركز عليها الإنتاج الزراعي. والأنواع المحصولية هذه يتم تأسيسها عن طريق إزالة أو تخليص المنطقة من الأنواع غير المرغوبة وإحلالها بتلك المنتجة لغذاء وكساء الإنسان. وعادة فإن الأنواع المحصولية تتطلب جهدا عاليا للمحافظة عليها، وتشتمل هذه الجهود على عمليات الحرث، التسميد، الفلاحة والري، وهذه العمليات التي يتم إجراؤها خلال نمو المحصول والإنتاج الحيواني تستهدف توفير البيئة المناسبة للأنواع المرغوبة. وعادة فإن هذه البيئة تكون بسيطة من الناحية الإيكولوجية، ولكنها توفر أيضا المسكن الملائم لبعض الحشرات وغيرها من الكائنات الحية الأخرى ومنها على سبيل المثال بعض النباتات غير المرغوبة والكائنات الحية الدقيقة. وهذه الأنواع قد تكون موجودة أصلا بالمنطقة أو أنه يتم جلبها أو إدخالها من مناطق أخرى. ومع التزود بالمستلزمات الجديدة أو القيام بمتطلبات

إضافية لهذه المستلزمات فإن معدلات تكاثر وبقاء العشائر غير المرغوبة تتزايد، وينتج عن ذلك ظهور أنشطة للآفات من خلال التحول المحصولي . ولا يحدث ذلك بصورة فورية بمجرد إدخال المحصول بالمنطقة ، حيث أنه تشغل المساحة بالمنتجات (الكائنات المنتجة) في البداية قبل غيرها من المحصول الجديد، وتزيد الأنشطة الزراعية منها، وفي هذا الوقت فإن القلق فيما يتعلق بمقدرة الآفات يكون قليلا، ولفترة ما فإن هذه الأنواع ستحتل قليلا من الاهتمام. وغالبا فإن فترة الكمون في مشاكل الآفات هذه تعطى أفكار خاطئة عن الأهمية المستقبلية للعشائر الضارة، وربما تعطى إحساس زائف بالأمان ، حيث أنه مع تأقلم الأنواع بالبيئة الجديدة، فإن عشائر الآفة تنمو، ويتزايد الفاقد، وفي النهاية فإن الانتباه سوف يعطى للتخفيف من هذه المصاعب، وأحد أهم وأقدم التوجهات للتعامل مع المشاكل الناشئة هذه هو تعديل خطط الإنتاج المتبعة أو السائدة وإتباع التقنيات التي تجعل من بيئة المحصول غير مناسبة للآفات أو على الأقل تخفيض الفاقد للحد الأدنى بدلا من الضرر.

١- الإدارة الإيكولوجية

من المعروف تاريخيا أن الإجراءات المتعلقة بتعديل بيئة المحصول من خلال التغيير في تقنيات الإنتاج يطلق عليها المكافحة الزراعية، ويمكن تعريف المكافحة الزراعية بأنها المعالجة البارعة المتعمدة للبيئة للحد من معدلات زيادة الآفة وأضرارها. وتشتمل المكافحة الزراعية على العوامل البيئية الموجودة فعلا والتي يمكن من خلالها تجنب أو الحد من إضافة عوامل جديدة مثل المبيدات الحشرية أو الأعداء الطبيعية.

وبصفة عامة فإن الإدارة الإيكولوجية تتسع بفكر مكافحة الزراعة الى آفاق أوسع وأكثر شمولاً، وتبنى الإدارة الإيكولوجية من خلال الفهم الجيد لبيئة الآفة بإرتباطها المتعددة بالمحصول الذي سيتم إنتاجه ، ولذا فإنه يجب علينا فهم المستلزمات الإيكولوجية للآفات، والمعرفة بمدى وكيفية توفر هذه المستلزمات فى النظام البيئي الزراعي، وسلوكياتها فى تحقيق هذه المستلزمات ، وتتضمن المستلزمات الأساسية للآفة الغذاء، المساحة أو الحيز المناسب للتغذية، التزاوج، ووضوح البيض علاوة على المأوى أو السائر من الطقس القاسى أو الأعداء. وعندما تصل الحالة بالآفات لأن تكون من المشاكل الرئيسية، فإن هذا يعنى أن المستلزمات قد تتواجد كليا فى المنطقة أو المساحة المنزرعة بالمحصول، أو أنه يمكن التزود بها من مصادر الجوار القريبة، وعلى سبيل المثال فإن أنواع نطاطات الأوراق *Melanoplus spp*، وغيرها تجد مصدر وفير من الغذاء فى المحاصيل الحقلية الحولية مثل الذرة وفول الصويا، ولكنها لا بد أن تعود للطبقة العليا من التربة النجيلية بحواف الحقول كأماكن مناسبة لوضع البيض. وبالمثل فإن حشرة حفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis* تجد الغذاء الكافي والأماكن المناسبة لوضع البيض بحقول الذرة، ولكن الحشرات البالغة تبحث عن المجارى المائية والمناطق النجيلية خارج حقول المحصول بإعتبارها بيئة مناسبة للتزاوج، والفكرة وراء الإدارة الإيكولوجية هى إيجاد نقط الضعف فى الدورة الموسمية للحشرة وإستغلالها. وقد تتمثل نقط الضعف هذه فى النماذج السلوكية المرتبطة بإستكمال التطور، مثل الزحف على سطح الأرض للوصول لأماكن تغذية مناسبة وذلك كما هو الحال فى يرقة حفار الساق *Papaipema nebris* أو البحث على مأوى

مناسب خلال فصل الشتاء كما هو الحال في بالغات سوسة اللوز *Anthonomus grandis*. وغالبا فإن الغذاء يمثل العامل البيئي المتضمن نقطة الضعف الأساسية، وتختلف الحشرات بدرجة كبيرة فيما بينها في إحتياجاتها الغذائية لحد بعيد مع بعض الإنتقائية أو الإختيارية (على سبيل المثال يرقات دودة جذور الذرة الشمالية *Diabrotica barkeri* على الذرة)، وبعضها يقوم بالتغيير الموسمي من نوع من الغذاء إلى آخر (ومنها بعض أنواع البق *Blissus leucopterus* التي تتحرك من القمح الناضج إلى الذرة). ومثل هذه العادات تعطي الإمكانيات المؤثرة للإستغلال في إدارة الآفة من خلال الدورة الموسمية للحشرات. وبالإضافة لكونه عامل حيوى هام للحشرات فإن الغذاء يعتبر واحدا من أهم العوامل العملية في خطة الإنتاج التي يمكن معالجتها ببراعة، وتعديل مصدر الغذاء قد يكون له تأثيرات عميقة على أنواع الآفات، حيث أنه غالبا لا يزودها فقط بالمغذيات، ولكن أيضا الحيز السكنى اللازم للتكاثر وغيره من الأنشطة.

والعوامل الفيزيائية تعتبر أيضا حرجة في بيئة الحشرات، وهي قد يتم معالجتها ببراعة من خلال الإدارة الأيكولوجية، وقد تؤدي الأنشطة الزراعية المختلفة مثل حرث التربة وإزالة البقايا أو المخلفات لتعريض الحشرات إلى طقس قاس غير محتمل وبالتالي الموت. والمعالجة الحرارية أوبالرتوبة فوق أو أدنى من المستويات المحتملة للحشرات من الإجراءات التي يتم بها تعديل البيئة الفيزيائية للحصول على الإدارة الأيكولوجية (في الحبوب المخزونة). وتبعاً للهدف المراد تحقيقه فإن عمليات الإدارة

الايكولوجية للآفة التي يمكن إتباعها تكون من خلال أربعة توجهات رئيسية هي:

١- التقليل من أو إختزال معدل القدرة الإيجابية للنظام البيئي.

٢- تمزيق إستمرارية مصادر المستلزمات الغذائية.

٣- تحويل عشائر الآفة من على المحصول.

٤- التقليل من أثر ضرر الآفة.

وقد يستخدم واحد أو أكثر من هذه التوجهات للإدارة الإيكولوجية للمحافظة على عشائر الآفة فى نطاق السيطرة ومنعها من الوصول إلى مقدراتها المدمرة الكاملة.

٢ - التقليل من أو إختزال معدل القدرة الإيجابية للنظام البيئي

يتمضن النظام البيئي العناصر الحيوية وغير الحيوية المتداخلة معا أو على حد سواء على المحصول وعلى المساكن غير الزراعية المصاحبة، ومستوى المستلزمات المتاحة لأنواع الآفات فى أى نظام بيئى زراعى تقىس درجة ومتوسط كثافة الآفة، والمعانة من مشاكل الآفات والخطوات المتبعة فى هذا التوجه يستهدف أساسا تقليل كثافة الآفة عن طريق إختزال المعدل المتاح من الغذاء، المأوى، والحيز أو المساحة القابلة للسكن. ويجب لفت الإنتباه هنا أن هذه الخطوات ترمى للتقليل من مستوى المستلزمات حيث أن الإزالة الكاملة غير مرغوبة أو أنها غير عملية.

٢-١- الإجراءت الصحية (التصحاح)

التصحاح أحد أهم الخطوات الأساسية فى إختزال القدرات الإيجابية للنظام البيئى الزراعى بالنسبة لأنواع الآفات، وحيث أن هناك العديد من الأنواع التى يتم تربيتها أو تقضى فصل الشتاء فى كل أنواع البقايا أو المخلفات، فإن إزالة هذه البقايا من المساكن يمكن معه إختزال معدلات التكاثر والبقاء.

٢-١-١- إزالة وهدم مخلفات المحصول والانتفاع بها

هدم أو إزالة مخلفات المحاصيل من مواقع إنتاجها أحد أهم السبل الأساسية للحد من مواقع الديات الشتوى للآفات والتقليل من انتشار الإصابة، ويمكن إنجاز الهدم عن طريق الحرث المباشر أو عن طريق الحش والتقطيع بواسطة أدوات حقلية خاصة قبل الحرث، وحرق المخلفات فى مكانها، أو تجميعها وجرفها فى أكوام لحرقتها (و المعالجة الكيماوية طريقة أخرى مستخدمة للحد من الإصابات الناشئة عن المخلفات). وقد يكون هناك توجهات أفضل من ذلك مع بعض المخلفات (على سبيل المثال الفواكه المتساقطة) وذلك بتغذية حيوانات المزرعة عليها، مما يحقق المنفعة الاقتصادية. وفى بعض الأحيان فإنه يمكن أن ترعى الماشية عليها فى أوقات مناسبة وذلك لاستهلاك المخلفات وسحق الآفات الشتوية بأقدامها. و مع ذلك فإن أكثر محددات تنظيف المخلفات تتمثل فى التكلفة وعدم الاستفادة بها أو نفعها فى صيانة التربة، وإذا ما كان الهدم يتطلب عمالة أكثر فإن هذا التوجه يصبح غير عمليا من الناحية التجارية. وعلى سبيل المثال فإن

تجميع الفواكه المتساقطة والتخلص منها يعتبر طريقة فعالة لإختزال الإصابات بعديد من الحشرات (*Cydia* ، *Rhagoletis pomonella*) (*Contrachelus nenuphar* ، *pomonella*) في البساتين الصغيرة، ولكنه يكون عادة غير عمليا في البساتين التجارية الكبيرة. وقد تترك المخلفات النباتية على سطح التربة للتقليل من التآكل بفعل الرياح والمياه، ولكن يحكم هذا الإجراء اعتبارات صيانة التربة عندما تحتل قمة الأولويات. من المعروف أن من أهم وأكثر الطرق شيوعا لهدم مخلفات المحاصيل الحقلية بغرض الإدارة الحشرية يتم إجرائها مع القطن، الذرة والقمح وعلى سبيل المثال فإنه يتبع إجراء هدم نباتات القطن المصابة بعد الحصاد في الولايات الجنوبية والجنوبية الغربية للولايات المتحدة قبل موسم الصقيع القاتل، وبرنامج التصحاح للقطن يحقق نجاحا بصفة خاصة في كثير من المناطق، وقد يسمح باستخدام مسقطات الأوراق وبعض وسائل الإزالة الميكانيكية لتخليص الحقول من الأجزاء النباتية المصابة والمخلفات المتبقية يتم حرثها وتقليبها لأسفل التربة، ومثل هذه الإجراءات تحتل أهمية خاصة في اختزال الإصابة بديدان اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypiella*، وسوسة اللوز. وبالنسبة لحقول الذرة فإن الأطوار الشتوية لعشائر حفار ساق الذرة الأوربي يتم اختزالها عن طريق عمليات شق أو تقطيع المخلفات و الحرث العميق لها. ومع ذلك فإن نظم الإنتاج التي تولي اهتماما لصيانة التربة بمناطق الذرة تقلل من تنفيذ هذا التوجه. وفي حالة القمح فإن الحرث أسفل الجذامة (الجزء المتبقى من النبات بالتربة) والتخلص منها مازال أحد الخطوات العملية لاختزال العشائر الشتوية لآفات هامة مثل ذبابة الهمسين

Mayetiola destructor ، ويبقى التصحاح أيضا خطوة هامة جداً لإدارة الآفات فى الزراعات المغطاة وتجرى فيها خطوات فعالة لإزالة الخضراوات المتساقطة خلال عمليات التعبئة والنقل من الحقل أثناء الحصاد، وهذه الخضراوات يتم إزالتها وهدمها أو تغذية حيوانات المزرعة عليها وذلك لمنع بناء عشائر بعض الأنواع الحشرية من حرشفية الأجنحة، وبق الكوسة (القرعيات) *Anasa tristis*، بعض أنواع المن، وغيرها من الآفات، وإزالة العرش والدرنات المصابة أحد الإجراءات الهامة التى يتبعها مزارعى البطاطس فى إدارة دودة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* ، وسوسة البطاطا *Cylasformicarius elegantulus*.

وكما ذكر سابقا فإن الإزالة المتكررة للفواكة المتساقطة يمكن أن تقلل من الإصابة ببعض الآفات الحشرية ويوصى بها بالنسبة للبيساتين فى حالة ما إذا كانت عملية، وأيضا فإنه يلزم إزالة الأشجار بالبيساتين المهجورة أو التى تعاني من الإصابة بالحشرات القشرية والتخلص منها.

٢-١-٢- إزالة المخلفات الحيوانية

تؤدى إزالة المخلفات الحيوانية الموجودة داخل وحول المناطق الملاصقة لحظائر حيوانات المزرعة إلى تقليل الغذاء والمسكن اللازم لتطور يرقات الذباب، كما أنها لازمة لتحقيق الإدارة الملائمة للذبابة المنزلية *Musca domestica* ، وذبابة الأسطبل *Stomoxys calcitrans* ، ومن بين الطرق المستخدمة فى هذا المجال إجراءات فرش وتفتيت السماد لتجفيفه ومنع استعمارها بالذباب، ويلزم التنويه هنا إلى أن معالجة هذه المخلفات والمخلفات النباتية الصلبة مع المخلفات العضوية الأخرى من

خلال تجهيزات عملية الكمر أو الكمبوست تقوم بتحويل المواد غير المفيدة هذه إلى منتجات لها قيمة من الناحية السمادية أو كوقود (البيوجاز) في نفس الوقت الذي تعتبر فيه إزالة فعالة لمساكن الحشرات.

٢-١-٣ - تنظيف المخازن والمنشآت الغذائية

تنظيف التجهيزات وإزالة البقايا المتناثرة له أهمية قصوى في تخزين الحبوب وغيرها من السلع. والإجراءات الصحية مع المحافظ على البرودة والجفاف من الضروريات المطلقة في منع الإصابة بآفات الحبوب المخزونة، والتشغيل بمعظم المنشآت الغذائية يتضمن برنامج للتصحيح من أجل تنظيف حاويات التخزين أو الصوامع والتأكد من أنها خالية من الحشرات كل مرة قبل ملئها. وغالبا فإن مكانس الشفط الكبيرة تستخدم للتنظيف في هذا الغرض بكل من منشآت الأغذية والمخابز والمستودعات. وبصفة عامة فإن الفحص والتنظيف المنتظم يعتبران من أفضل الإجراءات اللازمة لهذا النوع من التصحيح.

٢-٢ - هدم أو تعديل العوائل المتعاقبة والمساكن أو الموائل

هناك عديد من الآفات التي لها احتياجات لا تتوفر في المحصول نفسه وتكون في حاجة إلى التحرك أو الانتقال إلى أغذية أخرى خلال فترات من العام. وإذا ما كانت هناك إمكانية لهدم هذه العوائل المتعاقبة أو المساكن أو الحد من انتشارها فإن أعداد الحشرات يمكن اختزالها، وفي حالة آفات عديدة للمحاصيل الحولية فإن البعض يترك حافة من المساحة غير محمية خالية من المحصول خلال الخريف، وفي هذه الحالة فإن الآفات

قد تجد البيئة اللازمة من المساحات الخضراء الكثيفة وغيرها من الأغذية اللازمة لقضاء فصل الشتاء. ووجود مأوى للحشرات في هذه المناطق، مع حالة السكون يمكن أن يساعد في نجاحها في البقاء بالرغم من الظروف القاسية في فصل الشتاء، وتصبح كمصدر للإصابة في الربيع التالي، وعليه فإن حرق أو حرث هذه المساكن يعتبر أحد الوسائل العملية للتقليل من هذه المصادر. ومن بين الآفات التي تتطلب مثل هذا النوع من الإدارة ذبابة السورجم *Contarinia sorghicol* وأحد أهم مصادر أصبتها للسورجم حشيشة السودان وذرّة المكناس، وفي الولايات المتحدة الأمريكية يبدو أنها من حشيشة جونسون الموجودة في أو علي حواف الحقول، وقد أشارت التقارير أنه يتم الاختزال المعنوي لأعداد الآفة عند حرق الأعشاب أو هدم الأشكال الأخرى من مساكن الآفة. والعديد من أنواع البق مثل بق القرعيات، وبق النتانة، وغيرها من آفات الحديقة تقضى أيضا الشتاء في النفايات أو على النباتات التي تغطي حواف الزراعات، وإزالة هذه المساكن الشتوية يمكن أن يقلل إلى حد كبير جدا من إصابة القرعيات، وغيرها من الخضراوات.

وهناك مصدر آخر للإصابات الحشرية يتمثل في النباتات الطوعية التي تترك من المحصول في بعض أجزاء الحقل بعد الحصاد، وهذه النباتات يمكن أن تكون مأوى لعدد كبير من الآفات وعليه فإن هدم هذه النباتات الطوعية يعتبر إجراءً عملياً هاماً وخاصة في حالة التعاقب المحصولي بهدف الحد من الآفات، وعلى سبيل المثال فإن نباتات الذرة الطوعية في حقول فول الصويا يجب إزالتها لمنع بالغات دودة جذور الذرة

Diabrotica specie من وضع البيض وإنتاج يرقات يمكن أن تستعمر الذرة فى الموسم التالي. ومن الآفات الأخرى التى يوصى بهدم النباتات الطوعية لها كل من نطاطات الأعشاب، ذبابة الهيسين، سوسة البطاطا، دودة درنات البطاطس، من البطاطس، وحلم القمح. وبالرغم من أن هدم العوائل المتعاقبة والمساكن قد يكون إجراء عمليا لبعض الآفات الحشرية، إلى أنه قد يكون أيضا عاملا هاما فى الحد من المساكن الضرورية للحشرات النافعة أو الحياة الفطرية. ولذا فإنه يلزم قبل البدء فى تنفيذ الهدم على نطاق واسع إجراء حصر للكائنات الحية النافعة وتقييم فائدتها مقابل الفائدة التى ستعود من تقليل أعداد الآفات، وفى بعض الحالات فإن اتخاذ القرار المنافي للهدم قد يكون هو القرار المناسب.

٢-٣- الحرت

أحد أهم الأنشطة الزراعية الرئيسية فى برامج الإنتاج لنباتات عديدة حيث أنه يوظف أولا لإعداد مهاد البذور ومكافحة الحشائش، وأيضا فإنه غالبا الطريقة المختارة لإزالة بقايا النبات وتدمير المساكن المعتادة للآفات فى أغراض إدارة الحشرات، وبالإضافة لهذه المنافع أو الفوائد فإن الحرت يغير فى البيئة الفيزيائية للحشرات الساكنة بالتربة. والتغير فى بيئة التربة يمكن أن يكون مؤثر جدا على الحشرات حيث أن الغالبية العظمى (ربما أكثر من ٩٠%) من الأنواع الأرضية تقضى جزء من حياتها فى التربة أو على سطح التربة. وحرت التربة بغرض إستزراعها يعدل من قوام التربة، الرطوبة، الحرارة، وغيرها من الموصفات بالطريقة التى قد تكون نافعة أو ضارة، ولهذا فإن تطوير أو تعديلات عملية الحرت لكبح الحشرات يجب أن

يعتمد على المعرفة الجيدة لمجتمعات أو عشائر التربة ، النواحي الإيكولوجية، وفي نفس الوقت الحدود المقبولة من الإجراءات الزراعية الجيدة. وغالبا فإن موعد وعمق الحرث يعتبر من التعديلات الرئيسية التي يتم إجراؤها لإدارة الحشرات، ومن المعروف أن القيام بعملية الحرث قد يكون في الخريف أو في بداية الشتاء أو في الربيع قبل الزراعة، وفي حالة الأرض المراحة (الشرافي) فإنه قد يجرى حرثها عدة مرات خلال فصل الصيف، ويختلف عدد مرات الحرث من مرة واحدة باستخدام قرص في اتجاه واحد (والذي غالبا ما يستخدم بالأرض الجافة لإنتاج القمح الربيعي) إلى عدة مرات يتم فيها الحرث والعزيق (تستخدم في إعداد مهد البذور لمحاصيل الخضراوات). ويتأثر عمق الحرث بكيفية إجراء العملية وهو يتراوح بين 15-30سم ويتم تحقيقه باستخدام محارث لوحة الإثارة السطحية بالعذاقات. وفي مناطق عديدة فإن إجراءات حرث طبقة الأرض الواقعة تحت التربة، أو إثارة التربة الصلدة تحت مستوى العمق العادي تعتبر أحد الطرق الأخرى المستخدمة للحرث، وغالبا فإن نظم الحرث التي يتم توظيفها لصيانة التربة تتضمن مثل هذه العمليات.

وإذا ما وظف الحرث للتقليل من الإصابات الحشرية، فإنه يجب أن يتوافق من حيث التوقيت مع دورة حياة الحشرات، وذلك بهدف تحريك الحشرات وهي في أضعف أطورها عندما تكون ساكنة أو غير متحركة من الأماكن المفضلة إلى أخرى غير مفضلة، ولذا فإن انتوقيت المناسب لذلك يكون في الفترة من دورة الحياة التي تكون فيها الحشرات في طور العنراء أو السكون ، ويوصى في هذه الحالة بالحرث العميق في الأماكن التي

تستواجد فيها هذه الأطوار الضعيفة غير المتحركة . وكمثال على التوقيت والعمق المناسبين، فإن ما يتم اتخاذه في الإدارة الإيكولوجية لحفار ساق الذرة الأوربي خير مثال على ذلك، حيث أن هذه الحشرة تقضى طور السكون كيرقة مكتملة النمو في بقايا الذرة (السيقان والأشطاء) أو فوق سطح التربة، ولذا فإنه يوصى بتقطيع السيقان وتمزيقها ثم الحرث العميق في الربيع، ومع هذا الإجراء فإنه تحدث بعض الوفيات للحشرات نتيجة للتعرض لدرجة الحرارة المنخفضة فوق سطح التربة بفصل الشتاء وبعض الوفيات الأخرى الناشئة عن عمليات التقطيع والتمزيق، أما الحشرات الباقية فإنه يتم دفنها خلال عملية الحرث، وقد يستخدم الحرث فقط إلا أنه ليس فعالا بنفس الدرجة وبالإضافة لاختزال أعداد عشائر حفار ساق الذرة الأوربي فإنه يوصى بالحرث في الربيع لتقليل الإصابة بذبابة ساق القمح *Cephus cinctus* في القمح الربيعي. وعلاوة على ذلك فإنه يستخدم بغرض هدم أماكن وضع بيض نطاطات الأوراق، واستئصال الحشائش المبكرة التي تستخدم كغذاء للعذارى حديثة الخروج. وفي هذا المثال فإن بيض نطاطات الأوراق يتم تحريكها من باطن التربة إلى سطحها حيث يتم تعريضها للجفاف والافتراس بواسطة الحشرات الأخرى أو الطيور. وفي مزارع العنب فإنه يوصى بالحرث في الربيع تحت تعريشة العنب لتغطية الشرائق الشتوية لفراشة العنب *Endopiza vieana* وذلك لتقليل الإصابة بها. وغالبا فإن الحرث في الخريف يكون أكثر ملائمة للحشرات التي تتجذب إلى السطوح غير المقلقة لوضع البيض أو لقضاء الشتاء في التربة، وبالنسبة لبعض الحشرات مثل دودة الذرة *Heliothis zea* وبعض أنواع الديدان القارضة من رتبة حرشفية الأجنحة التي تقضى الشتاء ساكنة في

التربة، فإن الحرث في الخريف يحركها إلى سطح التربة حيث تتعرض لدرجات الحرارة المنخفضة والمفترسات الأخرى كالطيور والفئران.

ومن ناحية أخرى فإن عمليات الحرث لا تكون نافعة دائما لإدارة الآفات وقد تشجع في الواقع على بعض مشاكل الآفات. وعلى سبيل المثال فإن حرث الأرض المراحة خلال شهري أغسطس وسبتمبر في المراعي ينجح معه وضع البيض بواسطة الدودة القارضة *Agrotis orthogonia* وهي آفة هامة للحبوب الصغيرة، وتجنب الحرث خلال هذه الشهور يعزز تغليف سطح التربة ويمنع الإناث من اختراق التربة لوضع البيض. وكمثال آخر، فإن طفيليات بعض خنافس الأوراق *Oulema melanopus* (والتي تعتبر آفة للحبوب الصغيرة) يمكن أن تتأثر بشدة بعملية الحرث التي يكون لها تأثيرا قليلا على الآفة نفسها.

٢-٤- الري وإدارة المياه

يكون الري أحد الأنشطة الزراعية الأولية في العديد من المناطق، ومع ذلك فإن القليل من التأكيدات التي ركزت على استخدامه في تجنب مشاكل الحشرات، والاستثناء الحالي لذلك يتمثل في التكنولوجيا الحديثة المعروفة بالري الكيماوي Chemigation والتي يستخدم فيها أنظمة الري لنشر المبيدات على المنطقة المروية، وذلك مع مراعاة أن هذا التوجه لا يعتبر أحد توجهات الإدارة الإيكولوجية، واستخدام الإدارة المائية كأحد أشكال الإدارة البيئية يمكن توضيحه بما يحدث في منطقة ايفرجلاديس Eyerglades الزراعية بفلوريدا، حيث يتم تغريق الأرض المراحة قبل إنتاج الخضراوات الشتوية، وهناك ما يقرب من ٣٠٠,٠٠٠ هكتار

(حوالي ٢٠%) يتم تغريفها سنويا لكبح آفات التربة وصيانة وتثبيت التربة العضوية في المنطقة. والمستهدف الأول من إدارة الآفات في هذا الإجراء الديدان السلكية غير الناضجة من رتبة غمدية الأجنحة التي تهاجم البادرات والأجزاء تحت الأرضية من النبات. والإجراء الفعال تجاه هذه الآفة يتمثل في تغريق مناطق الإنتاج لمدة ٦ أسابيع أو أكثر. وكمثال آخر فإن الري بالتنقيط يكون فعالا في كبح بعض الحشرات المتغذية على المجموع الخضري، ومنها فراشة البطاطس *Phthorimaea operculella* التي يتم كبحها بفعالية من خلال الري الرأسي Overhead للبطاطس في نيوزلندا. ويعتقد هنا أن ظروف الرطوبة قد تعوق أو تحول دون وضع البيض وتسبب في موت اليرقات الحديثة قبل أن تشق أنفاقها للنبات، وبالطبع فإن توجه إدارة المياه يمكن استخدامه أيضا في تنمية نباتات أكثر قوة، كما أنه يقلل من الفاقد، ومع ذلك فإن هذا الإجراء لا يعتبر وسيلة أساسية لتقليل أعداد الآفة أو الإنقاص من المعدلات المفضلة في بيئة الآفة.

٣- إعاقة استمرارية مستلزمات الآفة

تنشأ مشاكل الآفات الحشرية مع تثبيت واستقرار الأنظمة البيئية الزراعية واستحداث البيئة المفضلة لبعض الأنواع. وتستمر هذه المشاكل طالما أنها لا تقطع أو تعوق مصادر المستلزمات التي يتم التزود بها في التوقيت والمكان المناسبين وذلك بالارتباط مع الدورة الموسمية لهذه الأنواع. وفي حدود الإجراءات الزراعية الجيدة، فإن الإمداد بالمستلزمات يمكن قطعة أو إيقافه في بعض الأحيان لتقليل الإصابة بالآفات، وفي هذه الحالة فإننا عادة ما نتعامل مع الأنواع المحصولية نفسها، التي يعالج

وجودها ببراعة فى الوقت والمكان المناسبين لاستئصال المستلزمات الحشرية، ومثل ذلك قد يقلل من معدلات تكاثر الحشرات أو يتسبب فى أن تبحث الآفة عن مكان آخر لتلبية احتياجاتها.

٣-١-١- تقليل التواجد المستمر للمأوى (الاستمرارية المكائنية)

فى هذا التوجه فإن الوقت يعتبر ثابتا، وذلك من منظور التخطيط المحصولي للمساحة خلال الموسم للمحاصيل الحولية أو طوال حياة زراعة واحدة بالنسبة لمحصول مستديم، ويكون التركيز على التخطيط المحصولي، ومكان نباتات المحصول بالنسبة لبعضها البعض وبالعلقة مع المحاصيل الأخرى والمسكن غير المروضة.

٣-١-١- الحيز المحصولي

موقع النباتات بالنسبة للمحصول يلقي اهتماما كبيرا دائما من قبل المزارعين فيما يتعلق بأقصى إنتاج، والنباتات القليلة جدا أو الكثيرة جدا يكون إنتاجها أقل من المحصول المتوقع، وبالرغم من أنه يعرف كثيرا عن الحيز المحصولي بالعلقة مع الآفات العشبية، فإن المعروف عن ذلك بالعلقة مع الإصابات الحشرية يعتبر قليلا. وبصفة عامة فإن الحيز يمكن أن يؤثر على معدلات النمو النسبية للنباتات وتطور النواحي البيئية المفضلة لنمو عشائر الحشرات، والنباتات المتقاربة من بعضها البعض تعمل على تقارب الظل مما يساعد فى حركة الحشرات، وهذه الحالة قد تكون مفضلة لكلا من الآفات والأعداء الطبيعية ولذلك فإن الأضرار أو المنافع المتعلقة بالحيز قد تختلف من آفة لأخرى. وعلى سبيل المثال فإنه يبدو أن المناطق

المشمسة المفتوحة تعتبر أحد المتطلبات اللازمة لبقاء سوسة اليبسية *Thylaeites incanus* ، حيث أنه إذا ما كان وضع الأشجار جيدا فإن البيض الموضوع فى المساحات المفتوحة يتلقى أشعة الشمس الكافية ودرجات الحرارة اللازمة للفقس. وعلى ذلك فإن أحد توجهات الإدارة بغرض التقليل من إصابات السوسة تتضمن إقامة نباتات من الأشجار الصغيرة لتكون متقاربة بقدر الإمكان لتحقيق ظلة مبكرة متقاربة، وبهذه الطريقة يتم استئصال استمرارية المناطق المفتوحة. وإنتاج فول الصويا يعتبر مثالا آخر على ذلك حيث أن الظلة المتقاربة تكون مهمة فى التقليل من بعض المشاكل الحشرية، و قد وجد أن ديدان الذرة تفضل الظلال المفتوحة ولذا فإنها تستعمر النباتات المتأخرة فى الزراعة، وتكون الصفوف العريضة من فول الصويا أكثر سهولة. والزراعة المبكرة فى صفوف متقاربة ينشأ عنها الظلال المتقاربة المبكرة التى تساعد فى التقليل من الإصابات وعلاوة على ذلك فإن الرطوبة العالية بالظلال المتقاربة لفول الصويا تعزز وبائية أو انتشار الفطر الممرض *Nomuraea rileyi* وهو أحد الأعداء المهمة لبعض الأنواع من الديدان القارضة. وأيضا فإن الظلال مهمة جدا فى حالة أكاروس صدأ الموالح *Phyllocoptruta oleivora* حيث أنه يلاحظ أن الأشجار المنزرعة تحت أشجار البلوط أو النخيل التى تكون مظلة فى الصباح تكون أعداد عشائر الأكاروس بها أقل بكثير من تلك المنزرعة فى المناطق غير المظلة. وعلى ذلك فإن الإجراءات المتبعة بالبساتين المشجعة لاستخدام الميكنة فى التقليم أو تقطيع الأشجار ينشأ عنها ظروف بيئية قليلة الظلة وبالتالي مزيد من مشاكل الأكاروس.

٣-١-٢- موضع المحصول

عند اختيار موضع الزراعة، فإنه من المهم أن يؤخذ في الاعتبار المحاصيل الأخرى والبيئات القريبة من الموقع المقترح، حيث أنه يمكن للعديد من الحشرات التحرك بسرعة من حقل إلى آخر وفيما بين المحاصيل المرتبطة من الناحية النباتية لتحقيق مستلزماتها، ويجب الأخذ في الاعتبار أيضا الآفات التي لها بيئات شتوية (الآفات شتوية البيئات) والتي يمكن أن تنتقل خارج الأشجار والمساكن غير المدبرة القريبة من المحاصيل المنزرعة. ولذا فإنه عند التخطيط لموضع المحصول يجب أن يؤخذ في الاعتبار حجم الحقل ومصادر الحشرات التي تستعمر المحصول المقترح. وتختلف طبيعة المستعرة الحشرية للحقل تبعا للعديد من العوامل غير المحكومة أو التي لا يمكن التحكم فيها مثل الرياح. والأنواع الحشرية الأقل حركة وضعيفة الطيران، تقضى بيئات شتوية أو أنها تتغذى أو لا خارج الحقل الملائم، مسببة توزع أو نشر الضرر في صورة نمط محدد الحافة (تأثير الحافة The edge effect) والحشرات النشطة قوية الطيران، لها مقدرة غزو سريعة وقادرة على إحداث الضرر أو الإصابة على طول الحقل. والآفات التي ينتج عنها تأثير الحافة لإحداث أضرار أكبر لا تتناسب مع الحقول الصغيرة وذلك بعكس الحقول الكبيرة حيث يكون تأثير الحافة أكبر بالنسبة لمعدل المساحة في الحقول الصغيرة، وكمثال على ذلك حشرة حفار الساق *Papaipema nebris* والتي تقضى فصل الشتاء بحدود الحقل لكنها تسبب أضرارا بحقول الذرة المعتاد حرثها وذلك في أكثر من ١٠ صفوف من حافة الحقل، ولذا فإن الحقول الصغيرة أو المنزرعة في صفوف بالقرب

من المجاري المائية أو المنازل تعاني ضررا أكثر من الحقول الكبيرة، وبالنسبة للآفات الأكثر حركة فإن حجم الحقل عادة ما يجعلها قليلة الاختلاف.

وكقاعدة إيهام اليد فإنه من الحكمة أن توضع المحاصيل المتباينة لتكون متقاربة من بعضها البعض لتهدئة حركة الآفات. وعلى سبيل المثال، فإن وضع الصويا بالقرب من الذرة يعتبر اختيارا جيدا، وذلك بسبب التباين النباتي (بقولي يلي عشبي) وأنواع قليلة من الحشرات سوف تجد مستلزماتها في كلاهما، ولا يدعم أي محصول منهما عادة إصابة الآفة للمحصول الآخر. ومن ناحية أخرى فإن زراعة فول الصويا عقب البرسيم الحجازي (بقولي عقب بقولي) لا يكون فكرة جيدا، حيث أن ذلك يشجع الإصابة (بصفة خاصة في بداية الموسم بالصفوف الموجودة بالحافة) بنطاطات أوراق البطاطس *Empoasca fabae* والتي يمكن أن تنتقل إلى فول الصويا عند حش البرسيم لعمل الدريس . وبالمثل فإنه يجب عدم زراعة بطاطس البذور بالقرب من زراعات البطاطس الرئيسية للحد من الإصابة بالمن، ومثل هذا التكتيك يتم إتباعه لتجنب انتقال فيروس البطاطس بواسطة المن، وهذا مهم جدا في برامج شهادات البذور.

وهناك حالات أخرى لا يوصى فيها بزراعة بعض الحبوب الصغرى بعد الذرة حيث أن ذلك قد يؤدي لتتسيط مشاكل بعض أنواع البق في الذرة، القطن، وفول الصويا التالية للقمح، وذلك بسبب مشاكل حشرة *Cyclocephala immaculata* في القطن وفول الصويا، وزراعات البطاطس المتأخرة التالية لزراعات البطاطس المبكرة، وذلك بسبب مشاكل

حشرة دودة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* فى
الزراعات المتأخرة.

٣-٢- الإخلال بتوقيت توفر مصدر الغذاء

الفكرة العامة لهذا التوجه هى إحداث فجوة فى توقيت مصدر غذاء
الحشرة، والأنشطة أو الإجراءات اللازمة أو المعنية بتحقيق هذا الهدف يتم
تنفيذها فى فترات مختلفة خلال موسم النمو، ومن موسم إلى آخر أو الذى
يليه أو من زراعة إلى أخرى بالنسبة للنباتات المستديمة.

٣-٢- التناوب المحصولي

قد يكون التناوب أحد أهم طرق حجب استمرارية مستلزمات الآفات
وذلك بالتعاقب فيما بين محصول وآخر بالدورة أو بالزراعات البديلة، وفى
الواقع فإن تطبيق التناوب المحصولي فى هذا المجال قد تطور أساسا من
الفائدة المرغوبة فى التناوب والمتعلقة بتحسين قوام التربة وخصوبتها حيث
أن الفوائد المتحصل عليها فى إدارة الآفات غالبا ما تتوافق مع هذا الهدف
الرئيسي. وقد أنتشر استخدام هذه الطريقة على مدى واسع مع عدد من
المحاصيل المختلفة وأنواع متباينة من الآفات. ومخطط أو برنامج التناوب
يكون أفضل ما يمكن إذا ما توفرت له ثلاثة عوامل رئيسية هى:

- ١- أن يكون للآفة عدد محدود من العوائل.
- ٢- أن يتم وضع البيض قبل زراعة المحصول الجديد.
- ٣- أن لا يكون الطور المتغذى كثير الحركة أو التنقل.

والعامل الأخير غالبا ما يكون صفة مميزة للأفات المتغذية تحت سطح التربة على الجذور النباتية، والحشرات التي لها الخصائص السابقة عادة ما يتم تطهيرها من أحد المناطق أو المساحات عندما يزرع المحصول الذي لا يلبي المستلزمات الغذائية في المكان الذي تتواجد به. ومثل هذه الحشرات لا تستطيع الانتقال أو الحركة خارج هذه المناطق أو المساحات للحصول على مستلزماتها وغالبا فإنها تموت في الوقت الذي تكتمل فيه دورة التناوب. ومن الشائع أن تحتوى دورات التناوب على محصولين أو ثلاثة ومن أفضل الأمثلة على استئصال الآفات الحشرية بواسطة التناوب المحصولي تلك المتعلقة بديدان جذور الذرة *Diabrotica virgifera virgifera*، *Diabrotica barberi* على الذرة في الوسط الغربي للولايات المتحدة، وفي هذه الحالة فإن التطور التكنولوجي لإنتاج الذرة خلال فترة الخمسينات والستينات من القرن الماضي قد شجع على تطبيق الزراعة الأحادية للذرة، وذلك بالاستمرار في إنتاج نفس المحصول في نفس المساحة أو المنطقة، وتبعاً لذلك فإن الزراعة الأحادية شجعت على انتشار ديدان جذور الذرة بمنطقة زراعته التي تعرف بحزام الذرة، وتخرج يرقات ديدان الجذور في الربيع من البيض الموضوع بحقول الذرة في منتصف إلى نهاية الصيف بالموسم السابق، وهي أحادية التغذية على جذور الذرة النامية التي تم زراعتها في مساكنها، واستخدمت دورة تناوب على عامين فيما بين الذرة وفول الصويا بفعالية لاستئصال المشكلة حيث أن اليرقات لا يمكنها البقاء في بيئة فول الصويا، ولكن بعد ذلك فإن بعض سلالات جذور الذرة الشمالية قد تطورت في كل من الجنوب الشرقي لولاية داكوتا الجنوبية، والشمال الغربي لولاية أيوا، وجنوب مينسوتا والتي يمكنها البقاء في صورة

بيض ساكن لمدة عامين، ومع تطور هذه السلالات فإن دورة التناوب على عامين لم يعد لها الفعالية، وأصبح مثلها في ذلك مثل بعض أنواع النيماتودا (*Heterodera species*)، والعديد من الكائنات الدقيقة الممرضة للحشرات تتطلب دورات على فترات أطول وتحتوي على أكثر من محصول وذلك لإدارة هذه السلالات الجديدة من دودة الجذور. وأيضا فإن التناوب حقق نجاحا مع أنواع أخرى مثل يرقات رتبة غمدية الأجنحة من عائلة Scarabaeidae وبعض الحشرات الأخرى المتغذية على الجذور في الطبقة العليا من التربة أو مروج الأعشاب، ومع هذه الحشرات فإنه يتم زراعة أحد المحاصيل البقولية مثل البرسيم الحجازي الذي يستزرع خلال دورة تناوب لمدة عامين على الأقل، وأيضا فإن بعض أنواع الخنافس مثل أنواع *Graphognathus species* يمكن إدارتها من خلال التناوب المحصولي. وهذه الحشرات لا تطير وتصبح إناثها خصبة بعد تغذيتها على الفول السوداني، فول الصويا والفول المصراعي وعند زراعة الذرة والحبوب الصغرى في دورة تناوب، فإن الحشرات تتغذى عليها ولكنها لا تتحصل على التغذية المناسبة وتضع الإناث بيض قليل فقط. وعليه فإن المحاصيل العشبية هذه لا تصاب بدرجة كبيرة بالخنافس، وعشائر هذه الآفة يمكن اختزالها عن طريق التناوب والمكافحة الفعالة للحشائش. وهناك بعض أنواع الحلم التي يمكن إدارتها بفعالية عن طريق التناوب، ومنها أكاروس الحبوب الشتوي *Penthaleus major* على القمح، الشوفان والشعير والذي يمكن كبحه عن طريق مناوبة المحاصيل غير العشبية كل ثلاث أعوام، وبصفة عامة فإنه في كل الأمثلة تقريبا يجب تجنب التناوب

فيما بين المحاصيل المتشابهة من الناحية النباتية، وعلى سبيل المثال فإن الذرة التالي لمرعى عشبي قد يعاني من أضرار خطيرة من الديدان السلكية، ولكن ذلك لا يستعدى القول أن تناوب المحاصيل غير المتشابهة يكون دائما آمنا ، حيث أنه قد تظهر مشاكل الدودة السلكية في البطاطس عند زراعة هذا المحصول بعد البرسيم الحلو أو الأحمر.

٣-٢-٢- الإراحة المحصولية

استخدم لسنوات عديدة تطبيق الإراحة في المناطق الجافة للسماح بزيادة رطوبة التربة وخصوبتها لتنمية المحاصيل، وعلى سبيل المثال فإنه في غرب ولاية كنساس غالبا ما يتم زراعة القمح الشتوي في الحقول غير المنزرعة بالموسم السابق، وبدون استزراعها فإن الأرض المراحة تكون قادرة على تخزين حصة معنوية من المطر الموسمي ، والرطوبة المخزنة هذه مع ما يتجمع من الموسم التالي تكون قادرة على تدعيم محصول قمح الحولين. وأيضا فإن الإراحة قد يتم تطبيقها أيضا كجزء من البرامج المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية لاختزال الفضلات أو البقايا وأيضا لمكافحة الحشائش.

وبالرغم من أن الإراحة ليست عملية دائما، إلا أنها يمكن أن تكون فعالة تجاه بعض الآفات الحشرية، ومن الناحية الإيكولوجية فإن الإراحة تخلق فجوة في الإمداد بالمستلزمات المطلوبة للآفات ، وقد تكون وسيلة لتطهير مساحة ما من الآفات الصعبة، ومن بين الآفات الأخرى فإنه يمكن القول أن الديدان السلكية يمكن اختزالها بتطبيق الإراحة ببعض المناطق، ومع هذه الحشرات فإن الإراحة لمرتين أو ثلاثة قد تكون مطلوبة لاختزال

الإصابات الشديدة. وعندما يتم استزراع نفس المحصول لأكثر من مرة خلال موسم النمو الواحد، فإن بعض فترات الإراحة الصغيرة فيما بين الزراعات قد تكون ملائمة لاختزال الإصابات، وفي بعض الأحيان فإنه مألوف في كاليفورنيا وفلوريدا بالنسبة لزراعات الكرفس المبكرة والمتأخرة المتداخلة في نفس الوقت. وفي هذه الحالة فإن حشرات المن التي تصيب الزراعات المبكرة تتسبب في مشكلة بالزراعات المتأخرة عند الهجرة وتنقل معها فيروس موزايك الكرفس، وعندما توظف فترة الإراحة الخالية من الكرفس وذلك لإزالة أو منع تداخل العائل، فإنه إصابات المن وأمراض الموزايك قد تم كبحها بفعالية.

٣-٢-٣- الإخلال بتزامن الحشرات مع المحصول

جزء من الأسباب التي تؤدي لأن تكون الحشرات آفات على محاصيل معينة يرجع إلى أن الدورة الموسمية للحشرة متزامنة مع الدورة الموسمية لهذه المحاصيل. وإذا ما أمكن تغيير النواحي الفينولوجية (موعد الظواهر البيولوجية مثل الانبثاق، التزهير، الإثمار ونضج البذور) لتصبح غير متزامنة مع النواحي الحشرية مثل وضع البيض وتطور اليرقات، فإن أعداد الحشرات أو الضرر الذي تحدثه يمكن اختزاله، وفي بعض الأحيان فإن التغييرات في النواحي الفينولوجية للمحصول قد ينجز بزراعة الأصناف البديلة لنفس المحصول وتغيير مواعيد الزراعة أو كليهما، ومع بعض المحاصيل مثل البرسيم فإن الحش قد يعدل من فينولوجيا التكاثر.

والتعديل في مواعيد الزراعة أحد أكثر الطرق انتشارا لإحداث التباين أو الإخلال بالتزامن فيما بين المحاصيل والآفات الحشرية، وأحد

الأمثلة الكلاسيكية لهذا التوجه أو الاقتراب يبدو مع ذبابة الهيشين وزراعة القمح الشتوى الذى يزرع وينبتق فى الخريف وذلك مثل بالغات الذبابة التى تخرج فى هذا الوقت، والحشرات البالغة هذه تعيش فقط ثلاث أو أربع أيام وتضع الإناث خلالها البيض على الأوراق المبكرة للقمح المنزوع، وبالطبع فإن البيض يفقس فى الخريف، وتتطور اليرقات إلى طور العنراء الذى يتواجد طول الشتاء، والإدارة الإيكولوجية يمكن إجرائها من خلال الفهم والإلمام بالفترة التى تخرج فيها البالغات، وتأخير موعد زراعة القمح حتى موتها. وبالقيام بذلك فإن القمح المنبتق يهرب من الإصابة بجيل الخريف. وتشير التقديرات إلى أن مواعيد الزراعة التى تحقق ذلك تكون متاحة لمعظم الولايات الشمالية بالولايات المتحدة، ويوصى بها بصفة خاصة عندما تكون الأصناف المقاومة للذبابة غير متوفرة. وكمثال آخر فإن تعديل مواعيد زراعة بعض أنواع الكرنب يمكن أن يقلل من الإصابات بيرقات نطاطات الكرنب *Trichoplusia ni* على المحصول. وتتوفر الآفة بأعداد كبيرة فى أواخر الربيع وبداية الخريف فى الولايات الجنوبية بأمريكا، والأعداد على الكرنب يمكن كبحها للمستويات التى يمكن إدارتها وذلك بالزراعة المبكرة للمحصول الربيعي، والزراعة المتأخرة للمحصول الخريفي. ومن خلال هذا التخطيط فإن المحصول ينضج مبكرا جدا فى الربيع، والتأخير الشديد فى الخريف سوف يكون متأثراً بعشائر الآفة العالية. وأيضاً فإن ذلك قد حقق فائدة مع الطماطم عند تغيير مواعيد زراعتها فى ولاية كارولينا الشمالية عند التبكير فى موعد الزراعة حيث يظهر النضج قبل نضج الذرة وتكون الإصابة بديدان أسطاء الذرة فى حدها الأدنى، أما الطماطم المنزرعة متأخرا فإنها يمكن أن تصاب بدرجة عالية

بالفرشات التي تنتقل من الذرة المتخلفة الأقل جاذبية إلى الطماطم المثمرة. وفي حالة مختلفة إلى حد ما فإن تكوين بذور البرسيم يمكن تأخيره عن طريق الرعي الربيعي أو الحش، ويتم ذلك بغرض تجنب الضرر بذبابة بذور البرسيم *Dasineura leguminicola* في الشمال الغربي للولايات المتحدة وذلك عند زراعة البرسيم للبذور، وفي هذا المثال فإن تأخير النواحي الفينولوجية المسببة لوضع البذور بعد أن تموت بالغات ذبابة الجيل الأول. وعند حلول موعد الجيل الثاني فإن إناث الذبابة تكون جاهزة لوضع البيض وفي هذه الحالة فإن البذور تكون بعيدة كل البعد على أن تكون عائل لها.

٤- تحويل عشائر الآفة بعيدا عن المحصول

في العديد من الأمثلة، قد لا يكون التبديل في المحصول نفسه عمليا، أو التبديل في البيئة الكائنة حيث أنه ربما لا يظهر فعالية عالية لإدارة الآفة. وانعدام الفعالية قد يكون سائدا عندما يكون للحشرة معدل انتشار عالي، وكتوجه آخر لإدارة المسكن فإنه يكون ممكنا في بعض الأحيان الاستفادة بميزة مقدرة الحشرة على الانتشار أو تفضيلها لعائل على آخر، وعن طريق هذه الخطوات فإننا نحاول تحويل الحشرة عن المحصول المراد حمايته من خلال تواجدها بديل أكثر تفضيلا، ومن بين الأساليب الشائعة لتحويل الحشرات استخدام المصائد المحصولية والزراعة الشريطية.

٤-١- المصائد المحصولية

تتضمن المصائد المحصولية زراعة مساحات صغيرة من المحصول أو أنواع أخرى بالقرب من المحصول المراد حمايته، والقدرات التفضيلية لهذه البيئة البديلة (المصيدة) تجبر الآفة للانتقال إليها والبقاء بعيداً عن المحصول المراد حمايته. وتبعاً للدورة الموسمية، فإن الحشرات تترك للتطور في المصيدة أو أنها تقتل باستخدام أحد المبيدات الحشرية، وحتى إذا ما استخدم أحد المبيدات الحشرية فإن التكاليف والأثر البيئي يكون قليلاً لأن الحقل لا تعامل كلية، وكما سبق ذكره فإن المصائد المحصولية قد تكون أنواع مختلفة عن المحصول أو أنها من نفس الأنواع التي تزرع في وقت مختلف. وأحد الأمثلة التي تظهر جدوى هذه الطريقة تم تطويرها مع فول الصويا في منطقة دلتا المسيسيبي جنوب الولايات المتحدة الأمريكية. وفي هذا المثل، فإن عشائر خنافس أوراق الفول *Cerotoma trifurcate* يمكن كبحها بزراعة ٥-١٠% من الحقل بصنف مبكر النضج من فول الصويا (مجموعة V) وذلك بحوالي ١٠-٢١ يوماً قبل الزراعة الرئيسية والتي تكون من أصناف متأخرة النضج (المجاميع VI أو VII)، وفي بداية الموسم فإن النموات الخضرية للزراعات المبكرة تجذب خنافس أوراق الفول التي تعدت فصل الشتاء لكي تبحث عن الغذاء وتضع بيض الجيل الأول، والمعاملة بالمبيدات الحشرية للمصائد تكون بعد ٧-١٠ أيام من خروج بالغات الجيل الأول وذلك لمنعها من إصابة الزراعة الرئيسية، (وفي نهاية الموسم ومع امتلاء قرون الفول فإن حشرة البقة الخضراء تتجذب أيضاً للمصيدة وتتركز بها)، والنتيجة النهائية لاستخدام هذا التوجه يمكن أن

تؤدي لتقليل كل من تكاليف المعاملة ومتبقيات المبيدات في البيئة. وبالإضافة لذلك فإنه يمكن صيانة الأعداء الطبيعية للحشرات في النظام البيئي الزراعي. وزراعة أشربة البرسيم الحجازي في حقول القطن في غرب الولايات المتحدة الأمريكية مثال آخر للمصائد المحصولية. وهذا الإجراء أظهر فعالية في إدارة بق اللجس *Lygus hesperus* بكلا من الحقول التجريبية والتجارية، وفي هذه الطريقة يتم زراعة أشربة البرسيم الحجازي بعرض 5-10م بين كل 100-120م من نباتات القطن، والبرسيم الحجازي يسحب حشرات البق بفعالية وتبقى للتغذية عليه بعيداً عن القطن. وبهذه الطريقة فإن الأضرار الواقعة على القطن نتيجة تغذية البق عليه يتم اختزالها بدرجة معنوية، كما أن البرسيم الحجازي لا يصاب سوى بأضرار طفيفة. وقد وجد أن هذه الطريقة تكون أكثر فعالية في حالة العشائر المنخفضة والمتوسطة من بق النبات.

٤-٢- الزراعة الشريطية

الزراعة الشريطية تشبه المصائد المحصولية فيما عدا أن المصائد بها تكون في المحصول الرئيسي وذلك بزراعة مساحات مختلفة في أوقات مختلفة. أما في هذه الطريقة فإن الحشرات الموجودة على المحصول لا تجبر للبحث عن مستلزماتها في المحاصيل المجاورة. ومرة أخرى فإن المثال الرئيسي لهذه الطريقة هو بق اللجس الغربي مع القطن والبرسيم. ففي كاليفورنيا فإن القطن والبرسيم الحجازي يتم إنتاجهما بجوار بعضهما البعض، وتكون حقول البرسيم الحجازي مصدر الحشرة، والتحرك الكثيف للحشرة إلى القطن يكون بعد حش حقول البرسيم لعمل التبن. وللتقليل من

هذه الحركة فإنه يمكن زراعة البرسيم في أشرطة متعاقبة أو متناوبة، وفيها عندما يتم حش شريط تكون الأشرطة التي على كلا الجانبين في منتصف نموها، وبالتالي فإنه بدلا من أن تغادر الحشرة الحقل وتتحرك للقطن فإنها تبقى في حقول البرسيم للتحرك من النباتات التي يتم حصادها أو حشها إلى النباتات القائمة التي لم يتم حصادها. وهذا التوجه يكون أكثر قابلية للتطبيق على محاصيل العلف التي يتم حصادها عدة مرات كل موسم نمو.

٥- التقليل من أو اختزال الأثر الضار للحشرة

الهدف من هذه الطريقة هو إدارة الفاقد، وذلك مع إدراك أن الحشرات تتواجد على المحاصيل وأن الضرر يكون محتملا، وبدلا من التركيز على الحشرات نفسها، فإن الاهتمام هنا يتركز على المحصول ويعمل على تحسين الطرق الزراعية لتقليل الفاقد من الضرر إلى أقل حد ممكن. وغالبا فإن هذا التوجه يستخدم بالتوافق أو التزامن مع التكتيكات الأخرى لإدارة الآفات.

٥-١- تعديل تحمل العائل

تحسين الأنواع النباتية أو الحيوانية لتكون أكثر تحملا لأضرار الحشرات يمكن تحقيقه غالبا من خلال المورثات أو الوسائل الجينية، والأشكال الجديدة من النباتات أو الحيوانات التي يتم تربيتها لهذا الغرض تعطى محصولا جيدا بالرغم من هجوم الحشرات، ويمكن تحسين تحمل العائل بالصنف، أو بالتربية بالوسائل غير الجينية. وتتحمل معظم المحاصيل مدى واسع من الفاقد في المحصول حتى درجة معينة للضرر

ويتوقف ذلك على قوة نمو المحصول. وعلى سبيل المثال فإن فول الصويا المنزرع أثناء فترات الجفاف في وسط غرب الولايات المتحدة يمكن أن يعاني فاقد في المحصول بمقدار ضعف الكمية التي يمكن خسارتها في الأعوام الممطرة العادية. ولهذا فإن عمليات الإنتاج أو الإجراءات الجيدة مثل الري المناسب، والتسميد المناسب، ومكافحة الحشائش يمكن أن يكون له تأثيرا معنويا في قوة المحصول وبالتالي كمية الضرر الناتجة عن الحشرات. وعن طريق إنتاج محاصيل قوية فإنه يمكن أحيانا تعدي درجة الضرر التي من ناحية أخرى يمكن تحملها من عشيرة الآفة. وبالرغم من أن النمو القوي للنباتات والحيوانات قد تقلل من الفاقد في العديد من الحالات فإن هناك أمثلة موثقة من أن مثل هذا النمو يجذب أعداد أكبر، وعلى سبيل المثال فإن نشاطات الأوراق وجد أنها أكثر وفرة على الأرز المسمد بمعدلات عالية من النيتروجين، بالإضافة إلى الطم (الأكاروس) والمن على صفوف المحاصيل المسمدة جيدا. ولا يعني ذلك أنه يجب أن نحدد خصوبة المحصول، ولكن فقط يجب أن نكون مطلعين على الزيادة الممكنة للآفات، وأن نكون مستعدين للتعامل معها إذا ما حدث ذلك.

٥-٢- تعديل مواعيد الحصاد

يمكن أن يختلف موعد الحصاد للعديد من المحاصيل خلال بعض الحدود المقبولة. وعندما تكون الحالة كذلك فإن مواعيد الحصاد يمكن تعديلها أحيانا لتجنب بعض أنواع فاقد الحشرات، وكقاعدة فإن المحاصيل المصابة بالحشرات يجب حصادها في أقرب المواعيد المبكرة الممكنة. وفي محاصيل العلف مثل البرسيم الحجازي فإن الضرر الناجم عن نشاط أوراق

البطاطس *Empoasca fabae*، وسوسة البرسيم *Hypera postica* يمكن إختزاله لأقل قدر ممكن بالحش المبكر. وإذا ما تواجدا أعداد معنوية من نطاط أوراق البطاطس، فإن الحش يتم إجراءه في مرحلة الإزهار المبكرة جدا أو مرحلة التبرعم المتأخرة. وبالنسبة لسوسة البرسيم فإن قرار الحش المبكر في مقابل الرش بالمبيدات الحشرية يتوقف على أعداد اليرقات وارتفاع النبات، وإذا ما كان المحصول قريب من مرحلة الحصاد فإن الحش المبكر قد يؤدي إلى عائد اقتصادي أفضل عنه من الرش مع تأخير الحصاد. والحصاد المبكر يوصى به أيضا للآفات الحشرية لمحاصيل أخرى، ومنها ذبابة ساق القمح التي تقوم بعمل أنفاق في ساق القمح مؤدية لفاقد بالمحصول، وفي ولاية داكوتا الشمالية الأمريكية فإن بعض المزارعين يقومون بقص القمح المصاب وصفه لعمل التين قبل أن يصبح مأوى للحشرة. وبعد أن يجف النبات المصفوف يتم دراسة باستخدام وصلة خاصة بالكموبين (آلة الحصاد والدرس) مما يقلل من فاقد المحصول. وأيضا فإن فاقد المحصول نتيجة التساقط المبكر لكيزان الذرة الناجم عن أنفاق حفار ساق الذرة الأوربي، يمكن إختزاله بالحصاد المبكر. وذلك بالرغم من أن حصاد الذرة المبكر عادة ما يصاحبه ارتفاع غير مقبول في محتوى الرطوبة يستلزم تجفيفها قبل التخزين. وفي الغابات فإن عمليات قطع الأخشاب يتم جدولتها في مواعيد معينة بالعام لتقليل الأضرار الناجمة عن حفارات الخشب أو الحشرات الصانعة للأنفاق. والفاقد الناجم عن بعض خنافس اللحاء في الصنوبر يكون أقل ما يمكن إذا ما اكتملت عمليات قطع الأخشاب خلال أشهر الخريف أو الشتاء، حيث أن ذلك يؤدي لتجنب الفترة القصوى لنشاط الخنافس.