ترتيب مخارج الرش لمكافحة يرقات الجيل الثانى لحفار الذرة الأوروبى

الوحـــدة الثالثـــة

إختيـــارات الإدارة المتكاملة للآفـــات

الفصل السابع: الإدارة الإيكولوجية لبيئة المحاصيل

تتكون الوحدة الثالثة من إدارة الآفات الحشرية من ثمانية فصول تشكل أهم الوسائل "الخيارات" المستخدمة فى إدارة الآفات. ويشمل الفصل السابع فيها بعرض للوسيلة الأولى التى تتمثل فى الإدارة الإيكولوجية لبيئة المحـاصيل. يتعرض الفصل أولاً إلى الأساس الأيكولوجى للآفات الحشـرية ثـم كيفيـة خفض معدل ملاءمة النظام البيئى للآفة ثم التدخل فى إتلاف متطلبات الآفات وكيفية خفض تأثير الضرر الحشرى ثم ينتهى إلى السبل المختلفة لتحويـل عشائر الآفة بعيداً عن المحصول. الأمثلة التى تناولها هذا الفصل معظمـهـا من بلاد ذات دراية دقيقه بأيكولوجى وبيولوجى الآفات الرئيسية بها لتنـير الطريق لإستخدام الادارة الإيكولوجيـة كوسـيلة مؤثـرة لمكافـة الآفـات فى مصـــر.

obeikandl.com

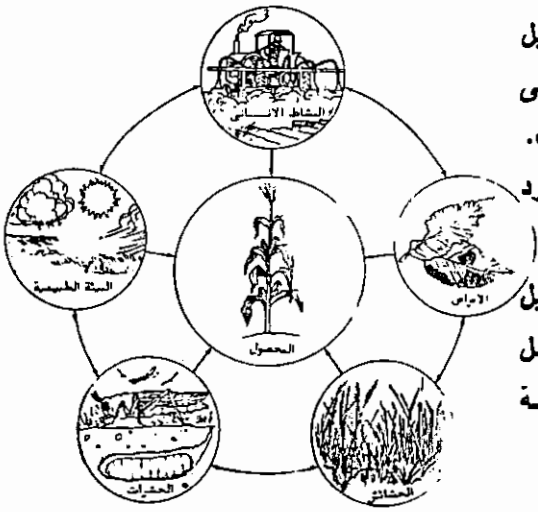
الوحدة الثالثة: إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات
Options of Insect Pest Management

لقد تم مناقشة أنماط الآفات وطبيعة إدارتها وإستراتيجية النظر إليها. ثم عرضنا الدعائم الأساسية التى سيستقر عليها نظام مؤثر وإقتصادى فى إدارة الآفات والتى بدون هذه الدعائم لن نستطيع عمل خفض معنوى لكميات مبيدات الآفات المستخدمة ولن نقلل المخاطر البيئية الناجمة عن تدخل الإنسان. والآن جاء الوقت لمعرفة السبل المختلفة المستخدمة فى الإدارة "المكافحة" ذات المكون الواحد والمتاحة حالياً وما يحتوى كل منها من إستراتيجيات مختلفة. إن جمع عدد من السبل أو بعض اتجاهاتها معاً ضد آفه خطيرة تكون برنامج إدارة شامل متعدد الوسائل يختلف واختلاف المحصول والبلد والآفة... الخ. ويعمل البرنامج على خفض أفضل فى عشيرة الآفة الشديدة الخطورة كما يؤدى إلى عدم الاعتماد على وسيلة واحدة فى الإدارة كما كان فى الماضى.

الفصل السابع: الإدارة الإيكولوجية لبيئة المحاصيل
Ecological management of the crop environment

أولاً: الأساس الإيكولوجى للآفات الحشرية
Ecological basis for insect pests

هناك عوامل أخرى فى بيئة المحاصيل إلى جانب الأعداء الطبيعية تؤثر كثيراً فى أعداد الحشرات وذات تأثير فى عشائر الآفات. لتفهم تلك العوامل الأخرى ــ من المهم سرد الأساس الإيكولوجى لمشاكل الآفات.



فى العادة ما ينتج عن إنتاج المحاصيل فى منطقة ما تغير هام فى الأنواع التى تحتل المكان بالإضافة إلى تغيرات عديدة فى التربة والماء وطبوغرافيا المكان.

وعند البدء فى زراعة المحاصيل فى منطقة لم تزرع من قبل قد تستبدل الفلورا والفونا لصالح نباتات وحيوانات غالبيتها غريب عن المنطقة التى تركز على الإنتاج الزراعى. وتستقر أنواع النباتات التى تنتج الغذاء والنسيج للإنسان بإستئصال الأنواع النباتية الغير مرغوبة ويحافظ على المحاصيل المنتجة ببذل طاقة كبيرة تتضمن عمليات مثل الحرث والتسميد والزارعة والرى.

تهيئ العمليات الزراعية هذه إلى جانب العمليات الخاصة بالإنتاج الحيوانى بيئة مناسبة لأنواع غير مرغوبة. فعادة ما تتشكل بيئة بسيطة تمنح المسكن الملائم Favorable habitat لبعض الحشرات وكائنات أخرى بعض منها كائنات ونباتات غير مرغوبة. وهذه الأنواع الغير مرغوبة قد تكون من كائنات كانت موجودة فى السابق أو أن جزء منها انجذب من مناطق أخرى ومعدلات التكاثر ومعدلات الحياة للعشائر الغير مرغوبة تزداد عن طريق امدادها بمستلزمات جديدة أو إضافة لكمية مستلزمات الحياة الموجودة فعلاً وينتج عن أنشطة الضار منها "الآفات" خفض فى المحصول الناتج.

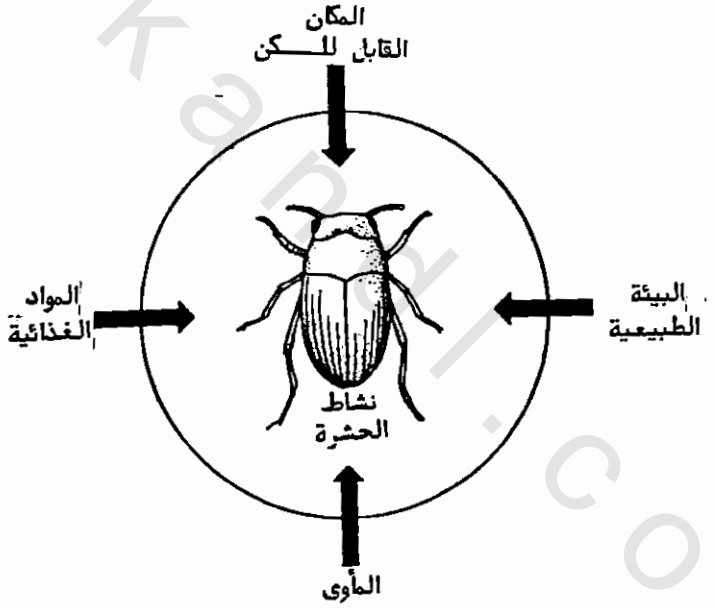
وعادة لا يحدث الخفض فى الإنتاج فى الحال عند دخول محصول جديد لمنطقة ما. وينشغل مزارعى المحصول فى البداية بالمحصول الجديد وتعمل الأنشطة الزراعية على زيادته مع اهتمام قليل بالآفات المؤثرة potential pests لقلة عشائرها فى هذا الوقت. وعادة ما يعطى البطئ فى ظهور المشاكل فكرة خاطئة عن أهمية العشائر الضارة فى المستقبل وقد يعطى انطباع زائف للأمان. وبمجرد تأقلم الأنواع الضارة فى البيئة الجديدة تنمو عشائر الآفات ويزداد الفقد وأخيراً ينتبه المزارعين لتخفيف وطأة هذه المشاكل.

ومن أقدم طرق التعامل مع تلك المشاكل الجديدة هو تحوير الأنظمة الثابتة فى الإنتاج بإتخاذ طرق تجعل بيئة المحاصيل أقل ملاءمة للعشائر الضارة أو على الأقل لتقليل الفقد فى المحصول رغم إستمرار الضرر.

من الناحية التاريخية أطلق علماء الحشرات على إدارة الحشرات من خلال العمليات الزراعية القياسية التى تعمل على تغير فى البيئة لكى تجعلها أقل جذباً أو أقل مناسبة للأفات أى من خلال التغيرات فى زراعة وإنتاج المحاصيل بالمكافحة الزراعية cultural control. ويمكن تحديد المكافحة الزراعية بأنها المعالجة المتعمدة للبيئة

لتقليل معدل ضرر أو زيادة عشائر الآفات وتشمل معالجات المكافحة الزراعية العوامل البيئية المتاحة فعلاً. ومواصلة لمفهوم وفلسفة إدارة الآفات وتوسيعاً لمفهوم المكافحة الزراعية نستخدم هنا مصطلح الإدارة البيئية ecological management لطرح المفهوم الجديد للمكافحة الزراعية.

يعتمد أساس الإدارة الإيكولوجية على تفهم إيكولوجى الآفة وعلاقة ذلك بنمو وإنتاج المحصول. وبصفة عامة من المهم تفهم المتطلبات الإيكولوجية للآفة ومعرفة كيف تتاح تلك المتطلبات فى النظام البيئى الزراعى ومعرفة سلوك الحشرة لتحقيق هذه المتطلبات. وتشمل غالبية متطلبات الآفة الغذاء والمكان الملائم للتغذية والتزاوج ووضع البيض ومأوى للحماية من الطقس القاسى والأعداء الطبيعية (شكل ٥٨).



شكل (٥٨) رسم يوضح العوامل البيئية الرئيسية التى يمكن التعامل معها لخفض ضرر الآفة.

وعندما تصل الحشرة إلى الوضع الآفى أى تشكل آفة رئيسية فإن ذلك يعنى أن تلك المتطلبات قد توجد كاملة داخل المنطقة أو المتطلبات المتاحة مكملة لمتطلبات

أخرى تحصل عليها من مصادر أخرى فى المناطق المجاورة. على سبيل المثال نطاطات الحشائش *Melanoplus* species وغيرها فى حقول المحاصيل الحولية مثل الذرة وفول الصويا تغطى الحشرة متطلباتها الغذائية من الإمداد الوفير من الغذاء الغنى بالمواد الغذائية من نباتات المحصول وتجد المكان الملائم لوضع البيض بين الحشائش المتاحة حول حواف الحقل. وبالمثل حفار ساق الذرة الأوربى *Ostrinia nubilalis* تجد الفراشات المكان الملائم لوضع البيض وتغذية يرقاتها فى حقول الذرة ولكن تبحث تلك الأطوار الكاملة على الطرق المائية والمناطق المملوءة بالأعشاب والموجودة خارج الحقول كبيئة مناسبة للتزاوج.

تهدف الفكرة خلف الإدارة الإيكولوجية إلى الوصول إلى صلات الضعف weak links فى الدورة الموسمية للحشرة للاستفادة منها فى مكافحة الآفة. وقد تكون نقاط الضعف هذه أنماطاً سلوكية لإتمام النمو مثل الزحف على الأرض للوصول إلى أماكن بها غذاء كاف كما هو الحال فى ثاقبة الساق *Papaipema nebris* أو للوصول إلى مأوى مناسب للبيات الشتوى كما فى حالة سوسة اللوز *Anthonomus grandis*

عادة ما يمثل الغذاء كعامل لأحد صلات الضعف البيئية. وتختلف الحشرات كثيراً فى متطلباتها الغذائية فالبعض قد يكون هذا المتطلب اختيارى مثل يرقات ديدان جذور الذرة الشامية *Diabrotica barberi* على الذرة والبعض يبدى انتقالات فصلية من نمط غذائى إلى آخر كما فى الـ *(Blissus leucopterus)* chinch bug الذى ينتقل من القمح الناضج إلى الذرة. ومثل تلك العادات تمدنا بالفرصة الهامة لإستغلال دورة الحشرات الفصلية insect seasonal cycle فى الإضرار بالآفة. وعلى ذلك تتمثل الإدارة فى معرفة ما هو ملائم للحشرة قبل الإضرار بها.

وليس الغذاء فقط هو العامل البيئى الهام للحشرة ولكن قد يكون أيضاً واحد من العمليات التى تستخدم فى نظام الإنتاج والتى يمكن معالجتها. فقد ينتج عن تغير المصدر الغذائى تأثيرات كبيرة على نوع الآفة حيث يمدها بالغذاء والمسكن للتكاثر والأنشطة الأخرى.

البيئة الفيزيائية physical environment هامة أيضاً فى إيكولوجى الحشرة

ويمكن معالجتها خلال الإدارة الإيكولوجية فيمكن أن تُعرض الأنشطة الزراعية النباتية مثل حرث التربة وإزالة البقايا النباتية الحشرات لظروف طقس قاسية لا تتحملها.. يؤدى إلى موتها. وتداول درجات الحرارة والرطوبة فوق أو أسفل تحمل الحشرات فى الحبوب المخزونة هى إجراءات تغير من البيئة الطبيعية للوصول إلى إدارة إيكولوجية.

ويمكن تجميع معظم إجراءات الإدارة الإيكولوجية ـ اعتماداً على الهدف ـ فى واحد من الأقسام الأربعة الآتية: (١) خفض معدل ملائمة النظام البيئى، (٢) إتلاف إستمرارية متطلبات الآفة، (٣) خفض تأثير الضرر الحشرى، (٤) تحويل عشائر الآفة بعيداً عن المحصول.

ثانياً: خفض معدل ملائمة النظام البيئى

Reducing average favorability of the ecosystem

تشمل الأنظمة البيئة على تفاعل كلاً من العناصر الحية biotic وغير الحية abiotic فى المحصول والمساكن habitats الغير زراعية المرتبطة. ويحدد مستوى المتطلبات المتاحة لنوع الآفة فى نظام بيئى زراعى ـ لدرجة ما ـ متوسط كثافة الآفة وشدة مشكلة الآفة. وتهدف إجراءات هذا القسم إلى خفض كثافة الآفة بخفض معدل الغذاء والمأوى والمسكن المتاح. ويكون الخفض فى مستوى المتطلب فقط لأن الأبعاد النهائى غير عملى.

أ- النظافة العامة Sanitation

النظافة العامة أو الزراعة النظيفة clean culture هى واحد من أكثر الإجراءات الشائعة فى خفض ملائمة النظام البيئى الزراعى لأنواع الآفات ونظراً لأن كثير من أنواع الآفات يتربى أو يمضى الشتاء فى بعض أنواع البقايا النباتية لذا فإن إزالة تلك المساكن من بيئة المحاصيل يمكن أن يقلل معدلات تكاثر وحياة عدد من الآفات.

١- إتلاف بقايا المحاصيل والإستخدام

Crop residue destruction and utilization

إتلاف أو إزالة بقايا المحاصيل من الحقول واحد من الطرق الأساسية لتقليل

انتشار الإصابة بالآفات بإزالة المساكن التى تمضى فيها الشتاء. ويمكن تحقيق الإتلاف بالحرق المباشر أو تمزيقها وفرمها بواسطة أدوات خاصة قبل الحرث. وحرق البقايا فى أماكنها أو تجميعها وتكويمها للحرق أو للمعاملة الكيماوية طريقة أخرى تستخدم للتخلص من الحشرات الموجودة فى البقايا النباتية. وربما من الإتجاهات الجيدة فى التخلص من البقايا النباتية مثل ثمار الفاكهة المتساقطة هو جمعها وتقديمها لحيوانات المزرعة وبالتالى تحصل على فائدة اقتصادية أو يمكن إدخال حيوانات المزرعة إلى البساتين فى أوقات مناسبة للرعى واستهلاك المتبقيات ولكى تستحق بأقدامها الآفات التى فى بيات.

ربما ترجع القيود الكبرى فى تنظيف الأرض من المتبقيات إلى تكلفة إتلافها أو إلى نفع تلك المتبقيات فى صيانة التربة. وإذا تطلب إتلاف بقايا المحاصيل عمالة كبيرة يصبح هذا الاتجاه غير عملى من ناحية التكلفة الاقتصادية. على سبيل المثال جمع والتخلص من ثمار الفاكهة المتساقطة فى البساتين الصغيرة طريقة مؤثرة لخفض الإصابة بفراشة الكودلنج *Cydia pomonella* وذبابة التفاح *Rhagoletis pomonella* وسوسة الخوخ *Conotrachelus nenuphar* بأمريكا. ومع ذلك يصبح هذا الإجراء غير عملى فى البساتين التجارية الكبيرة. بالإضافة إلى ذلك قد تكون عملية ترك المتبقيات النباتية على سطح التربة هامة فى تقليل تأثير تعرية المياه والرياح على التربة وهنا تكون الأولوية لحماية التربة.

فى المحاصيل الزراعية مثل القطن والذرة والقمح يجرى على نطاق واسع إتلاف لبقايا المحاصيل كوسيلة من وسائل إدارة الآفات. وعلى وجه الخصوص إنتاج القطن فى الجنوب والجنوب الغربى من الولايات المتحدة تركز مناطق الإنتاج على إتلاف نباتات القطن المصابة بعد جمع المحصول. وكان البرنامج الكبير لتنظيف الأراضى فى حقول القطن بتكساس على وجه الخصوص ناجح حيث يستخدم مسقطات الأوراق وأجهزة ميكانيكية لإزالة الأجزاء النباتية المصابة وإتلافها وما يتبقى من النباتات يحرث فى الأرض. ولمثل تلك الأنشطة أهمية خاصة فى خفض الإصابة بيرقات اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypiella* وسوسة اللوز. فى مصر يعمل الفلاح على جمع حطب القطن وتخزينية فوق بيته ويصبح الحطب مصدراً للإصابة فى الموسم

الثانى. وللعمل على تقليل الإصابة بدودة اللوز القرنفلية والشوكية شجعت وزارة الزراعة فى السبعينات الفلاح على جمع اللوز المصاب وشراؤه ثم حرقه. ومثل هذا الإجراء لم يكن له سند إيكولوجى سليم. فإلى جانب التكلفة المادية فى شراء اللوز ثم حرقه يوافق جمع اللوز بداية نشاط عدد من الأعداء الطبيعية التى تهاجم هذه الآفات. ولهذه الآفات عدداً من العوائل البديلة حيث تتربى أيضاً دودة اللوز القرنفلية فى نباتات التيل والخطمية والكركديه والجوت بينما تمثل نباتات الباميا والخطميه والخبازى بعض من العوائل البديلة لدودة اللوز الشوكية بمعنى أن إتلاف اللوز المصاب كان يؤدى إلى إتلاف أشد للأعداء الطبيعية مقارنة بعوائلها. ولم يؤدى إتلاف اللوز إلى غياب المصدر الغذائى لوجود مصدر بديل.

فى حقول الذرة أمكن خفض العشائر الساكنة لحفار ساق الذرة الأوربى وثاقبة الذرة الغربية *Diatraea grandiosella* بتمزيق المتبقيات النباتية والحرث العميق. وقد قللت أنظمة الإنتاج فى منطقة حزام الذرة من إستخدام هذا الأسلوب للعمل على الصيانة الأكبر للتربة. وفى القمح لا يزال الحرث والتخلص من البقايا هو الإجراء العملى لإتلاف العشائر الساكنة للآفات الهامة مثل ذبابة الهسيان *Mayetoila destructor*.

قد تشكل النظافة العامة إجراء هام فى إدارة الآفات فى زراعة الخضروات. فمن المهم إزالة الخضروات المتساقطة أثناء عمليات التعبئة أو جمعها من الحقل أثناء الحصاد. ويتم إتلاف الخضراوات المزالة أو تقدم للحيوانات كغذاء لمنع بناء عشائر من حرشفيات الأجنحة وبق القرع *Anasa trists* وبعض المن وآفات أخرى. كما أن إزالة العروش والدرنات المصابة عملية هامة يقوم بها المزارعين فى إدارة فراشة درنات البطاطس *Pthorimaea operculella* وسوسة البطاطا *Cylas formicarius elegantulus*.

كما لاحظنا من قبل تعمل الإزالة المتكررة لثمار الفاكهة المتساقطة على خفض الإصابة بعدة آفات حشرية ولذا يوصى بها إذا كان ذلك عملياً. كما يجب إزالة وحرق الأشجار فى البساتين المهجورة أو تلك المصابة بشدة بالحشرات القشرية. ومن المهم إزالة متبقيات قطع الأشجار الخشبية لمنع تكاثر وزيادة عشائر خنافس القلف ولتقليل

الضرر للأشجار النامية بالقرب من مناطق القطع. كما أن حرق الأفرع المصابة بخنافس قلف الإلم الأوربية *Scolytus multistriatus* وخنفساء قلف الإلم elmbark beetle (*Hylurgopinns opaculus*) هام فى خفض إنتشار مرض الإلم Dutch elm disease.

٢- إزالة البقايا الحيوانية: Elimination of animal wastes

تقل إزالة البقايا الحيوانية فى وحول حظائر الحيوانات الزراعية من مساكن وأغذية يرقات الذباب. ومن وسائل الإدارة المؤثرة للذباب المنزلى *Muscu domestica* وذباب الإسطبلات *Stomoxys calcitrans* تجفيف الروث بإضافة المساحيق أو إسالته لمنع إستقرار الذباب. كما يمكن القضاء على مساكن الذباب بإستخدام الروث مع الفضلات العضوية الأخرى لتحويلها إلى سماد.

٣- التخزين الجيد والإعداد للتصنيع Efficient storage and processing

يفقد على النطاق العالمى نحو ١٠% من حبوب القمح المخزونة نتيجة الإصابة الحشرية. والوسائل الخاصة بإزالة بقايا الحبوب مهمة جداً فى تقليل الفقد عند تخزين الحبوب والسلع التجارية الأخرى. والنظافة العامة مع وجود جو بارد جاف ذات ضرورة قصوى فى منع الإصابة بآفات الحبوب المخزونة. ولمعظم عمليات تعبئة الأغذية النباتية برامج صيانة لتخزين كميات ضخمة من الحبوب والتأكد من خلوها من الحشرات. وعادة ما يستخدم شفاطات ضخمة لإزالة بقايا الحبوب التى تشكل المسكن والغذاء الأولى للآفات الحشرية.

ب- إتلاف أو تغير المساكن والعوائل البديلة:

Destruction or modification of alternate hosts and habitas

لكثير من الآفات الحشرية متطلبات لا يمكن أن يغطيها المحصول نفسه وتحتاج بعض الآفات الحركة بعيداً بحثاً عن عائل بديل أو التحول إلى أغذية أخرى فى أوقات معينة من السنة. وإذا أمكن إتلاف تلك العوائل والمساكن البديلة أو تم تغيرها ستقل أعداد الآفات الحشرية تبعاً لذلك.

عقب جمع المحصول تغادر كثير من آفات المحاصيل الحقلية المنطقة التى

أصبحت خالية من النباتات ولا تشكل لها مأوى تحتمى فيه لكى تذهب أثناء الخريف إلى حدود الحقل حيث قد تجد أغطية نباتية بديلة كثيفة نسبياً تتخذها مأوى لها وتدخل فى السكون وتعايش الشتاء الغير مناسب وتصبح مصدراً للعدوى فى الربيع التالى. وحرق أو حرث هذه المساكن habitats قد يشكل وسيلة عملية فى تقليل تلك المصادر وخفض فى عشائر بعض الآفات كما هو الحال فى ذباب السورجم *Contarinia sorghicola*. وتأتى معظم عشائر هذه الذبابة من حشيشة السودان وغيرها التى توجد على طول حواف الحقول إلى نبات السورجم ووجد أن حرق تلك الحشائش والأشكال الأخرى من المساكن أدى إلى خفض معنوى فى هذه الآفة.

عموماً آفات المحاصيل ليست وحيدة العائل monophagous وقد تعمل الحشائش كعوائل بديلة بصفة منتظمة أو غير منتظمة. فحفار ساق الذرة الأوروبى على سبيل المثال يهاجم أكثر من ٢٠٠ نبات مختلف كثير منها حشائش. ويمضى حفار ساق الذرة الأوربى الشتاء كيرقات كاملة فى بقايا المحصول. ويجب قطع تلك البقايا واستخدامها كعلف للحيوان كلما كانت عشائر الحفار كبيرة. والأضرار أو الحرث العميق لبقايا المحصول سيخفف كثير من المشاكل.

قد تأوى الحشائش آفات تنتقل إلى المحاصيل عندما تصبح الأخيرة عوائل مناسبة. فديدان البنجر على سبيل المثال تنجذب حشراتها الكاملة إلى عدد من الحشائش مثل lambs quarter والـ Russian thistle لوضع البيض وتبنى عشائر أكبر ثم تنتقل إلى حقول البنجر. وتأثير هذه الآفة يكون أشد عندما تحوى حقول البنجر مثل تلك الحشائش.

كثير من البق مثل بق القرع squash bugs والـ stink bugs وآفات حدائق أخرى تمضى أيضاً الشتاء فى الأغطية والبقايا النباتية عند حدود الزراعات النباتية. والتخلص من مساكن البيات الشتوى للحشرات يمكن أن يخفض معنوياً الإصابات فى القرعيات وبقوليات الحدائق والخضراوات الأخرى.

المصدر الأخر للإصابات الحشرية هو النباتات الحرة volunteer plants التابعة للمحصول السابق والتى بقى فى أجزاء من الحقل بعد الحصاد. ويمكن أن تأوى مثل

هذه النباتات أعداداً كبيرة من الآفات فى الوقت التى ينخفض فيه أعـــداد المفترسات. وإتلاف مثل تلك النباتات يشكل أهمية خاصة عند ممارسة الدورة الزراعيـــة بغـرض التخلص من الآفات. مثال ذلك ــ يجب إزالة نباتات الذرة الحرة من حقول فول الصويـا للقضاء على الحشرات الكاملة لديدان جذور الذرة *Diabrotica* species التى تنجـذب إليها لوضع البيض وإنتاج يرقات تصيب الذرة فى الموسم التالى. والآفـــات الأخـرى ذات العلاقة بالنباتات الحرة لأغطية نباتية أخرى والتى يجب إزالتها لخفض تعداداتـــها تشمل نطاطات الحشائش وذبابة الهسيان وسوسه البطاطـــا ويرقـات فراشـة درنـات البطاطـا ومـن البطـاطس *Macrosiphum euphoribiae*. وحلـم تجعـد القمـح *Eriophyes tulipae*

ورغم أن إتلاف العوائل البديلة والمساكن الحشرية الأخرى قد يكون عملى لبعـض الآفات الحشرية إلا أن هذا الإجراء قد يعمل على إزالة مسكن هام للحشـرات النافعـة والحياة البرية. لذا قبل إجراء إتلاف واسع لتلك المساكن يجب عمل حصـر للكائنـات النافعة وتحديد فوائد الفونا النافعة وتوزن تلك الفوائد مع فوائد تقليل أعداد الآفـات وقـد يكون فى بعض الحالات قرار إتلاف هذه المساكن هو الأكثر ملائمـة وفـى حـالات أخرى خاصة الحشائش التى لا تأوى آفات مباشرة قـد يكـون تركـها هـام لإمـداد الحشرات الكاملة النافعة بالغذاء وبناء عشائر مؤثرة.

فى الحالات التى يكون فيها الاستبعاد الكامل للغطاء النباتى للمساكن البديلـة غـير حكيم فإنه قد يكون من الممكن إحلال أغطية نباتية أقل ملائمة للآفات وأكـثر ملائمـة للحشرات النافعة. مثل هذا الاتجاه نجح من عدة سنوات مضت مع نطاط أوراق البنجـر *Circulifer tenellus* فى جنوب Idaho. هذه الآفة ناقلة للفيروس الذى يسـبب تجعـد القمة فى محاصيل عديدة ووجد أن مصدر الإصابة يأتى من أحد أنواع الحشائش وهـو النبات الشوكى الروسى Russian thistle الذى ينمو فى مـدى واسـع فـى المنـاطق المحيطة بالحقول وفى المناطق الصحراوية. وفـــى عـام ١٩٥٩ تـم زراعـة نحـو ١١٦,٠٠٠ إيكر من هذا المسكن البديل بأعشاب مراعى مستديمة لكى تحل محل هـــذا النبات وكان لهذا البرنامج نجاح متميز أدى إلى خفض هائل فى نطـاط أوراق البنجـر وبالتالى خفض فى معدل حدوث مرض تورد القمة الفيروسى.

جـ- الحرث Tillage

تشكل عمليات الحرث النشاط الزراعى الرئيسى فى كثير من أنظمة الإنتاج النباتى حيث تجرى أساساً لإعداد مهاد البذور ومكافحة الحشائش وهى أيضاً عملية إختيارية خاصة فى حالة إزالة النباتات الغير مرغوبة وكذلك فى حالات إتلاف المساكن البديله للآفات فى إدارة الحشرات بالإضافة إلى هذه الفوائد يغير الحرث من البيئة الطبيعية للحشرات التى تسكن التربة.

يمكن أن يؤثر التغير فى بيئة التربة كثيراً على الحشرات وذلك لأن الغالبية الكبرى منها وربما أكثر من ٩٠% من الأنواع الأرضية تقضى جزء من حياتها فى التربة أو على سطح التربة. وتغير عملية حرث التربة للزراعات النباتية من النسيج التركيبى للتربة والرطوبة والحرارة وخصائص أخرى بطرق قد تكون مفيدة أو ضارة للحشرات. لذا فإن تغير عمليات الحرث لخفض عشائر الحشرات يجب أن تكون على أساس إيكولوجى عشيرة التربة المعقدة soil ecology community مع مراعاة الحدود التى يمكن قبولها للعملية الزراعية الجيدة.

عادة ما يشكل وقت وعمق الحرث أهم عناصر إدارة حشرات التربة لإحداث التغيرات المطلوبة. ويمكن أن يجرى الحرث فى الخريف أو فى بداية الشتاء أو فى الربيع قبل الزراعة. وبالنسبة للأرض المراحة أى التى تحرث ثم تترك من غير زراعة فإنه يمكن حرث تلك الأرض عدة مرات أثناء الصيف. ويختلف الحرث من مرة واحدة بقرص الإتجاه الواحد one way disk ــ الذى يستخدم عادة فى الأرض الجافة dry land فى إنتاج قمح الربيع إلى حرثات متكررة ثم التسوية المستخدمة فى تحضير مهاد البذور فى محاصيل الخضر. وعمق التربة المتأثرة بالحرث قد يكون من ١٥ إلى ٣٠ سم.

عند إستخدام الحرث بغرض خفض الإصابات الحشرية فإن توقيته يجب أن يوقت مع دورة حياة الحشرة. والهدف هو نقل الأطوار الغير متحركة للحشرة من المكان المناسب لسكنها إلى مكان غير مناسب. أى يحدد التوقيت عادة عندما توجد الحشرة فى طور العذراء أو فى طور ساكن. ويوصى بعمق الحرث الذى تتواجد فيه هذه الأطوار.

والإدارة الإيكولوجية لحفار ساق الذرة الأوربية تمثل مثال لتوقيت وعمق الحرث. تدخل هذه الحشرة فى سكون كيرقات تامة فى بقايا الذرة تحت أو فوق سطح التربة. لذا يوصى بتمزيق وفرم النباتات ثم يتبع ذلك حرث عميق فى الربيع. وبهذه الوسيلة يحدث موت فى بعض عشائر الحشرة نتيجة التعرض لدرجات حرارة الشتاء المنخفضة فوق السطح ولفعل المفترسات بالإضافة إلى موت نتيجة عمليات التمزيق والفرم. وما يتبقى من أحياء يدفن فى الأرض بواسطة عمليات الحرث. وإذا استخدم الحرث فقط فإنه يصبح غير فعال.

بالإضافة إلى خفض عشائر حفار ساق الذرة الأوربى، يوصى بحرث الربيع لخفض الإصابات بالذباب المنشارى *Cephus cinctus* فى قمح الربيع. كما يستخدم الحرث فى الأضرار ببيض نطاطات الحشائش والتخلص من الحشائش التى تظهر مبكراً والتى تشكل غذاء للحوريات الحديثة الفقس. ويعمل الحرث على نقل بيض نطاطات الحشائش من التربة إلى السطح حيث يتعرض للجفاف والافتراس بالحشرات والطيور.

يوصى فى بساتين العنب بحرث الربيع لتغطية شرانق فراشة حبات العنب *Endopiza viteana* تحت تعريشات العنب حتى لا تستطيع الفراشات الخروج من التربة وبالتالى تقل الإصابة كما تعمل هذه الطريقة على رفع نسبة الرطوبة حول العذارى فيسهل إصابتها بالأمراض الفطرية. وهناك مثال آخر لإدارة حرث الربيع فى نيوزيلندا لخفض الإصابة بيرقات خنافس الأعشاب *Costlytra zealandica*. يعمل الحرث فى سبتمبر وأكتوبر (الربيع فى جنوب الكرة الأرضية) على الإضرار بخلايا عذارى الخنافس فى التربة فلا تستطيع الحشرة إعادة تشكيل هذه الخلايا فيتسبب ذلك فى موت الحشرات.

حرث الخريف مناسب جداً للحشرات التى تتجذب للسطح الذى لم يقلق undisturbed surface لوضع البيض أو للبيات الشتوى فى التربة. فهناك حشرات مثل دودة كيزان الذرة *Helicoverpa zea* وعدة أنواع من الديدان القارضة (Lepidoptera: Noctuidae) تدخل فى سكون فى التربة أثناء الشتاء ويعمل حرث

الخريف على نقل الحشرات إلى سطح التربة حيث تتعرض لدرجات حـــرارة الشـــتاء القاسية وللمفترسات الحشرية والفقرية مثل الطيور والفيران.

فى كثير من الحالات هناك علاقة قوية بين فاعلية الحرث على عشائر الحشـــرات ودرجات حرارة الشتاء. ففى دراسة على ديدان جـذور الـذرة *Diabrotica* species انخفض حياة هذه الحشرات فى وسط شمال الولايات المتحدة بنسبة ٧٠% أثناء الشـــتاء القارص فى القطاعات التى تم حرثها فى الخريف بينما لم يحدث خفض معنـــوى فـــى حياة البيض فى القطاعات التى لم تحرث.

بالإضافة الى إستخدام الحرث كعنصر لزيادة موت الحشرات فى الشتاء فإنه يمكـن استخدامه أيضاً لمنع توطن أو استقرار الحشرات فى المنطقة المستهدفة. ومثـــال لـــهذا الاتجاه يمكن ملاحظته فى إدارة الدودة القارضة *A grotis ipsilon* فى الذرة. تـــهاجر هذه الآفة إلى أعلى الوسط الغربى للولايات المتحدة كل ربيع وتنجذب لوضـــع البيـــض فى الأراضى الغير منزرعة التى توجد بها الحشائش وعند فقس البيض تترك اليرقـــات الحشائش إلى نباتات الذرة عندما تبدأ النباتات فى الظهور على سطح الأرض. ولتقليـــل الضرر يوصى بحرث الحشائش قبل الزراعة بمدة كافية لكى يقلل من ملائمـــة المكـــان لإستقرار الحشرة فيها.

بعض عمليات الحرث لا تفيد دائماً إدارة الآفات وفى الحقيقة قد يشجع فى ظـــهور مشاكل آفات خطيرة فحرث الأرض التى تترك بور لفترة أثناء أغسطس وسبتمبر فـــى كندا يشجع الدودة القارضة الغربية *Agrotis orthogonia* على وضع البيض وهى آفـة على محاصيل الحبوب الصغيرة small grains. وتجنب الحرث فى هذه الأشهر يعمـل على تكوين قشرة صلبة على سطح الأرض تمنع الآفات من إخـــتراق التربـــة لوضـــع البيض. كما أن طفيليات أحد آفات محاصيل الحبوب الصغيرة وهـــى خنفســـاء أوراق الحبوب *Oulema melanopus* تتأثر بشدة عمليات الحرث والتى ليس لها تأثير كبـــير على الآفة نفسها.

د- إدارة الرى والمياه Irrigation and water management

الرى irrigation هو نشاط أساسى لزراعة النباتات فى كثير من المناطق ولم يلقى إستخدامه فى تقليل الحشرات الإهتمام الكافى. والإستثناء الوحيد فى استخدامه خاص بالتكنولوجى الذى يطلق عليه chemigation الذى يستخدم نظام الرى فى توزيع المبيدات الحشرية ومبيدات لآفات أخرى والأسمدة الكيماوية على المساحة المنزرعة. ورغم ذلك هذا الاتجاه ليس ضمن اتجاهات الإدارة الإيكولوجية.

يؤثر وجود المياه المتاحة أو رطوبة التربة على كثير من الآفات الحشرية وإدارة المياه water management عندما تجمع معلوماتها مع المعلومات التى تتعلق بإستجابة الحشرة للماء يمكن أن تستخدم فى تنظيم الآفات الحشرية. وتمارس إدارة المياه كشكل للإدارة الإيكولوجية فى المنطقة الزراعية بفلوريدا حيث تغمر الأرض المراحة fallow land بالمياه قبل إنتاج الخضراوات الشتوية. فنحو ٢٠% من إجمالى قدره ٣٠٠,٠٠٠ هكتار يغمر سنوياً لخفض آفات التربة ولحفظ وثبات التربة العضوية فى المنطقة قبل زراعة الخضر. والمستهدف الرئيسى فى هذه العملية من إدارة الآفات هى الأطوار الغير كاملة للديدان السلكية (Coleoptera: Elateridae) التى تهاجم البادرات والأجزاء النباتية تحت الأرض. ولكى تكون هذه الطريقة مؤثرة على عشائر هذه الآفة تغمر مناطق الإنتاج بالمياه لمدة ستة أسابيع أو أكثر.

وجد فى حالة أخرى أن الرى بالرزاز sprinkler irrigation يمكن أن يؤثر فى خفض عشائر آفات معينة تتغذى على المجموع الخضرى. حيث أمكن تقليل الإصابة بفراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* بطريقة مؤثرة بتكرار الرى فوق النباتات فى نيوزيلندا. ويبدو أن الظروف الرطبة تحول دون وضع البيض وتسبب موت اليرقات الحديثة الفقس قبل أن تثقب النبات. ومن الأمثلة الأخرى لإدارة الآفات بالرى بالرزاز الفراشة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella* على نبات قوة العين المائى فى هاواى وعلى رؤوس الكرنب فى إنديانا. فى هذه الأمثلة وجد أن التطبيقات المتقطعة للمياه والتى تجرى فى ساعات الليل المبكرة يعتقد أنها تربك تزاوج الفراشات ووضع البيض.

وبالتأكيد يمكن إستخدام إدارة المياه للوصول إلى نمو نباتى أفضل وبالتالى أكثر مقاومة للفقد الحشرى ومع ذلك لا تعنى وجهة النظر هذه تقليل أعداد الآفات أو خفض معدل الملاءمة البيئية للآفة.

هناك إستخدام أخر هام جداً عندما استخدمت إدارة المياه فى خفض حشرات الباعوض. ففى الولايات المتحدة وجد أن ضبط مستوى المياه فى الخزانات والسدود أو المصادر الأخرى ساهم كثيراً فى خفض عشائر الباعوض والأمراض التى تنتقل للإنسان وإزعاجات الباعوض أيضاً. وقد يجابه التغيرات فى بعض مناطق الملاحات بمعارضة للمحافظة على مساكن الأسماك والأنواع الخاصة بالحياة البرية.

ثالثاً: إتلاف إستمرارية متطلبات الآفات

Disrupting continuity of pest requisites

تنشأ مشاكل الآفات الحشرية عند ثبات الأنظمة البيئية الزراعية وخلق بيئات مناسبة لأنواع معينة من الحشرات. وتستمر هذه المشاكل فى حالة عدم إعاقة مصادر تلك المتطلبات فى المكان والزمان المناسب لدورة الحياة الفصلية لهذه الأنواع. ويمكن إعاقة مورد متطلبات الآفة داخل حدود العملية الزراعية الجيدة لخفض الإصابات الحشرية. وعادة ما نتعامل فى هذه الحالة مع نوع المحصول نفسه ويدار المحصول الموجود فيما يخص الزمن والمكان لمنع أو إعاقة المتطلبات الحشرية. ويعمل إتمام هذا الهدف على خفض معدلات تكاثر الحشرات أو إجبار الآفة على البحث عن مكان للوصول إلى متطلباتها.

أ- خفض الإستمرارية فى المكان Reduce continuity in space

مع ثبات الزمن ــ ينصب تفكيرنا بالنسبة للمحصول الذى يغطى مساحة معينة أثناء فصل نمو المحاصيل الحولية أو خلال حياة نوع نباتى من النباتات المستديمة. ويتركز الاهتمام على خطة زراعة المحصول وأين توضع نباتات المحصول بالنسبة لبعضها البعض وعلاقتها بالمحاصيل الأخرى والمساكن النباتية الأخرى الغير مدارة unmanaged habitats. أى المناطق القريبة من المنطقة الزراعية.

١- المسافة المحصولية Crop spacing

كثيراً ما لقى موقع النباتات بين بعضها البعض داخل المحصول الاهمال لدى المزارعين فيما يخص بالإنتاج الأقصى maximum production. حيث ينتج عن الكثافة النباتية القليلة جداً أو الكثيرة جداً إنتاجاً أقل من المثالى وقد كان ذلك موضع لدراسات تفصيلية كثيرة. وبالرغم من أن الكثير معروف عن المسافة المحصولية وعلاقتها بالنباتات الغير مرغوبة (الحشائش) لكن هناك القليل من المعلومات عن هذا الموضوع وعلاقته بالإصابات الحشرية.

يمكن أن تؤثر المسافة spacing بين النباتات على معدل النمو النسبى للنباتات وتكوين بيئات مناسبة للعشيرة الحشرية. فالنباتات التى تزرع قريبة من بعضها تساعد فى تلاحم المجموع الخضرى للنباتات معاً مما يساعد فى حركة الحشرات. وقد تكون هذه الحالة مناسبة أو غير مناسبة للآفات وبالمثل للأعداء الطبيعية. وقد يختلف التأثير الضار للمسافة المحصولية من آفة إلى أخرى.

فيبدو فى حالة سوسة شجرة البيسية spruce weevil *(Thylacites incanus)* أن المناطق المفتوحة المشمسة أى تباعد النباتات أحد متطلبات حياتها. فإذا كانت الأشجار متباعدة فإن البيض على النباتات المتباعدة يتلقى أشعة شمس ودرجات حرارة كافية لنموه وفقسه. ويتضمن إتجاه الإدارة فى خفض الإصابات بهذه الآفة إقامة زراعات لأشجار صغيرة متقاربة قدر الإمكان لتحقيق إغلاق مبكر للمجموع النباتى canopy وتمنع هذه الطريقة استمرارية المناطق المفتوحة بين الأشجار.

إنتاج فول الصويا مثال لأهمية المجموع الخضرى المغلق closed canopy أى تقليل المسافات بين النباتات فى خفض مشاكل بعض الحشرات. حيث تفضل فراشة ديدان كيزان الذرة *Heliothis zea* النباتات المتباعدة أى المجاميع الخضرية المفتوحة open canopies لذا تصيب بسهولة النباتات المتأخرة الزراعة وفول الصويا المنزرع فى صفوف واسعة. وتسبب الزراعة المبكرة فى صفوف ضيقة التحام مبكر للمجموع الخضرى للنباتات فتساعد فى خفض الإصابات الحشرية. بالإضافة إلى ذلك تساعد الرطوبة العالية المجموع الخضرى للنباتات المتلاحمة فى إحداث وباء بالفطر

الممرض *Nomuraea rileyi* العدو الهام ليرقات حرشفية الأجنحة التى تتغذى على الأوراق.

فى حالات أخرى قد يكون الظل هام فى إعاقة بناء عشائر الآفة كما هو الحال مع حلم صدأ الموالح *Phyllocoptruta oleivora* الذى يصيب الموالح فى فلوريدا. فالأشجار الموجودة تحت أو قريبة من شجر البلوط أو النخيل والمظللة أكثر خلال النهار تحوى عشائر أقل من الحلم عن تلك النامية فى الأماكن الغير مظللة.

٢- موقع المحصول Crop location

من الحكمة عند اختيار مكان زراعة المحصول مراعاة المحاصيل والبيئات الأخرى المجاورة للمكان المقترح للزراعة. حيث يمكن لكثير من الحشرات أن تتحرك سريعاً من حقل لآخر مجاور والإنتقال بين المحاصيل ذات العلاقة النباتية للوصول إلى متطلباتها. كما يؤخذ أيضاً فى الاعتبار الآفات التى تمضى بياتاً شتوياً والتى قد تأتى من قطاع من الأشجار أو مساكن غير مداره قريبة للمحصول.

عند النظر فى موقع المحصول المراد زراعته يجب أن يؤخذ فى الإعتبار حجم الحقل والمصدر الذى ستأتى منه الحشرات للمحصول المقترح. حيث تختلف طبيعة دخول وإستقرار الحشرات للحقل تبعاً لعوامل غير متحكم فيها مثل الرياح ووجود مصدات الرياح من عدمه وموقع المصدر الحشرى. فالأنواع الأقل حركة والضعيفة الطيران والتى تمضى الشتاء أو تغذيتها الأولية خارج الحقل يتسبب عنها ضرر نمطى فى حواف الحقل the edge effect وتسبب ضرر أكبر فى الحقول الصغيرة مقارنة بالحقول الكبيرة وذلك لكبر حواف الحقل بالنسبة للمساحة المنزرعة فى الحقول الأصغر. وتدخل الحشرات النشطة القوية الطيران بسرعة وتحدث ضرر فى الأنحاء المختلفة للحقل. ومن أمثلة ذلك ثاقبة الساق *Papaipema nebris* تدخل السكون فى حواف حقول الذرة ويندر أن يتعدى ضررها أكثر من ١٠ صفوف من حواف الحقل التقليدى، وتعانى الحقول الصغيرة أو القريبة من الممرات المائية من ضرر أكبر من الحقول الكبيرة.

إن الإختيار الحكيم لموقع زراعة المحاصيل هو زراعة محاصيل مختلفة نباتياً

قريبة من بعضها البعض لتقليل أو تهدئة حركات الآفات من حقل لآخر فزراعة فول الصويا بالقرب من الذرة يعتبر إختيار جيد لإختلافهم نباتياً (بقولي بجانب عشب) بمعنى أن قليل من آفات المحصولين ستجد متطلباتها فى كلا المحصولين كما أن أى إصابة فى أحدهما لن تدعم الإصابة بالآفات فى المحصول الآخر

وزراعة فول الصويا بجانب برسيم (بقولى بجانب بقولى) ليس اختيار جيد حيث يؤدى إلى إنتشار الضرر من نطاط أوراق البطاطس *Empoasca fabae* الذى ينتقل من البرسيم إلى فول الصويا ويبدأ انتشاره فى الصفوف الأولى المجاورة لحقل البرسيم عقب حش الأخير لاستخدامه كعلف.

بالمثل لا تزرع درنات البطاطس مجاورة لحقل بطاطس لعدم تجديد الإصابة بالمن. ويستخدم هذا الأسلوب لتجنب فيروسات البطاطس التى ينقلها المن والهامة فى برنامج شهادة البذور. هناك أمثلة أخرى والتى لا يوصى فيها بزراعات معينة متجاورة وتشمل محاصيل الحبوب الصغيرة small grains المجاورة للذرة لتجنب مشاكل الـ chinch bugs فى الذرة وتجنب زراعة القطن وفول الصويا بجانب القمح للمشاكل الخاصة بحشرة *Cyclocephala immaculata* فى القطن وفول الصويا. وتجنب زراعة البطاطس المتأخرة بجانب البطاطس المزروعة مبكراً لمشاكل فراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* فى الزراعات المتأخرة.

ب- قلب الإستمرارية الزمنية Upset chronological continuity

الفكرة فى هذا الاتجاه هو خلق فرغ زمنى فى مصدر غذاء الحشرة ويمكن تحقيق ذلك بوسائل مختلفة.

(١) الدورة الزراعية Crop rotation

ربما التحول من محصول لآخر فى زراعة تبادلية هى الوسيلة الأكثر أهمية التى تؤدى إلى عدم استمرارية لمتطلبات الآفة. لقد نشأت ممارسة الدورة الزراعية فى الحقيقة من الرغبة فى تحسين خواص التربة، وقد تلاقت معظم فوائد إدارة الآفات مع هذا الغرض الرئيسى.

لقد استخدمت الدورة الزراعية بتوسع مع عدد من المحاصيل وأنواع مختلفة من

الآفات. ويعمل نظام الدورة الزراعية بطريقة أفضل عندما: (١) يكون للآفة مدى ضيق من العوائل (٢) عندما يوضع البيض قبل زراعة المحصول الجديد (٣) عندما يكون الطور المتغذى للآفة ليس شديد الحركة. ويخص العامل الأخير معظم الآفات التى تتغذى تحت سطح التربة على جذور النبات. ويمكن التخلص من الحشرات التى بها مثل هذه الخصائص عند زراعة محصول تغيب فيه المتطلبات الغذائية للآفة فى مكان المحصول الذى كانت تعيش عليه هذه الحشرة. ولا يمكن لمثل تلك الحشرات أن تتحرك خارج المنطقة لكى تتحصل على متطلباتها الغذائية وتموت عندما يكتمل وقت الدورة الزراعية الكاملة. والدورات الزراعية الشائعة هى التى تشمل على إثنين أو ثلاث محاصيل.

من أفضل الأمثلة فى خفض عشائر الآفات بالدورة الزراعية ما تم بالنسبة لديدان جذور الذرة *Diabroctica virgifera virgifera* و *D. barberi* التى تصب الذرة فى وسط غرب الولايات المتحدة. فلقد لوحظ أن التطور التكنولوجى فى إنتاج الذرة فى الخمسينات والستينيات إتجه إلى ممارسة الزراعة الواحدة للذرة corn monocropping أى الإنتاج المستمر لنفس المحصول فى نفس المنطقة. وشجعت تلك الممارسة الزراعية على إنتشار ديدان جذور الذرة فى حزام الذرة.

تفقس يرقات جذور الذرة فى الربيع من البيض الموضوع فى حقول الذرة فى وسط إلى أواخر صيف الموسم السابق وهى آفة وحيدة العائل monophagous تتغذى يرقاتها على جذور الذرة النامية التى تزرع فى مساكن الآفة. وإستخدمت دورة زراعية ثنائية بكفاءة مؤثرة (فول صويا ــ وذرة) مدتها سنتان للتخلص من هذه المشكلة حيث لا يمكن لليرقات أن تعيش فى بيئة فول الصويا. ورغم ذلك تكونت حديثاً سلالات من دودة جذور الذرة الشمالية *D. barberi* فى عدد من الولايات الأمريكية مثل داكوتا ومينيسوتا يتميز البيض الخاص بها بالدخول فى سكون لمدة سنتان. وأصبحت الدورة الزراعية التى مدتها سنتان غير مجدية مع ظهور هذه السلالة. ويعتمد حل المشكلة الآن على البرامج التى إستخدمت مع الينماتودا المتحوصلة *(Heterodera* species) والكائنات الدقيقة الممرضة للنباتات بإستخدام دورات زراعية لمدة أطول ومحاصيل أكثر حتى يمكن إدارة سلالات دودة جذور الذرة.

لقد كانت الدورات الزراعية ناجحة أيضاً مع مفصليات أرجل أخرى مثل يرقات الخنافس البيضاء (Coleoptera; Scarabacidae) وحشرات أخرى تتغذى على الجذور في مروج الأعشاب. ومع مثل تلك الحشرات تزرع بقوليات (مثل البرسيم) ويستمر في الدورة على الأقل لسنتان.

أمكن أيضاً إدارة السوسة ذات الأهداب البيضاء *Graphognathus* species بالدورة الزراعية أيضاً. هذه السوسة لا تطير وتصبح الإناث خصبة بعد التغذية على الفول السوداني وفول الصويا والـ velvetbean. وعند زراعة الذرة والحبوب الصغيرة في دورة زراعية فإن الخنافس تتغذى عليها دون أن تحصل على متطلباتها من الغذاء الكافي وتضع الإناث بيض قليل، ولا يحدث ضرر كبير لمثل هذه المحاصيل العشبية من تغذية الخنافس وأمكن خفض عشائر هذه الآفة بالدورة الزراعية مع المكافحة المؤثرة للحشائش التي ترتبط بها الآفة.

يمكن أن يدار أيضاً بعض أنواع الحلم بكفاءة بالدورات الزراعية فحلم حبوب الشتاء *Penthaleus* وهو حلم رئيسي على القمح والشوفان والشعير يمكن خفض عشائره بعمل دورة مع محاصيل غير عشبية كل ثالث سنة.

يجب تجنب ــ في معظم الحالات تقريباً ــ الدورات التي تشمل محاصيل متشابهة نباتياً. على سبيل المثال قد يعاني الذرة الذي يلي الأعشاب ضرراً شديداً بالديدان السلكية. وليس معنى هذا أن دورات المحاصيل الغير متشابهة نباتياً دائماً آمنة. على سبيل المثال قد توجد مشاكل الديدان السلكية في البطاطس إذا زرع هذا المحصول بعد البرسيم الأحمر أو الحلو.

كما يجب تجنب زراعة المحاصيل التي يمكن أن تصاب بنفس الآفة. على سبيل المثال تعرض محصول بنجر السكر في محافظة كفر الشيخ هذا العام (٢٠٠١) للإصابة الشديدة بدودة ورق القطن في زراعات العروة الاولى (يوليو) المجاورة لحقول قطن عانت من نفس الآفة مما أثر على مصانع بنجر السكر في المحافظة.

(٢) ترك الأرض دون زرع Crop fallowing

إستخدمت ممارسة ترك الأرض بور دون زراعة لسنوات كثيرة في المناطق

الجافة للسماح بزيادة رطوبة التربة وخصوبتها لتنمية المحاصيل. على سبيل المثال يزرع القمح عادة فى غرب كانساس فى الحقول التى أهملت وحفظت خالية من الحشائش فى موسم سابق للزراعة والأرض المراحة لديها القدرة على تخزين نصيب هام من الرطوبة المخزنة فى الموسم التى تركت فيه دون زرع وهذه الرطوبة مع ما يأتى فى الموسم الثانى تدعم حياة ونمو محصول القمح ذو الحولين biennial wheat crop كما يمكن ممارسة إراحة الأرض كبرنامج لخفض الزيادة فى الإنتاج التجارى ولمكافحة الحشائش (هذا الاتجاه غير موجود فى مصر).

بالرغم من أن ترك الأرض بور ليست وسيلة عملية دائماً إلا أنها يمكن أن تؤثر فى خفض عشائر آفات معينة. من الناحية الإيكولوجية يعمل إراحة الأرض على إحداث فجوة فى مصادر متطلبات الآفة وقد تشكل طريقة لتطهير المنطقة مُن آفات صعبة. من بين الآفات الديدان السلكية التى ذكر أنها تقتل بعملية إراحة الأرض صيفاً فى أجزاء من كندا. فى حالة الإصابات الخطيرة قد يتطلب خفض عشائر الحشرات من ٢-٣ إراحات للأرض. وفى حالة وجود أكثر من زراعة لنفس المحصول فى موسم نمو واحد فإن فترات إراحة قصيرة بين الزراعات قد تكون كافية لخفض الإصابات. ففى كاليفورنيا وفلوريدا من المألوف تداخل الزراعات المبكرة والمتأخرة معاً فى الوقت. وأصبح المن الذى يصيب الزراعات المبكرة مشكلة فى الزراعات المتأخرة حيث يهاجر إليها وينقل فيروس موزيك الكرفس celery mosiac virus. وأمكن خفض المن ومرض الموزيك بفاعلية عند عدم زراعة الكرفس لفترة قصيرة لمنع الوجود المتداخل من العائل.

ويوجد إجراء مشابه لحدٍ ما للإراحة مع حيوانات المزرعة. حيث تنقل الماشية والحيوانات الأخرى من مرعى لآخر تاركة المرعى الأول دون حيوانات لفترة من الوقت. ويطلق على مثل هذا الإجراء بنوبه المرعى pasture spelling. وتأثير هذا الإجراء له نفس الفعل على طفيليات حيوانات المزرعة كما فى تأثير الإراحة على بعض الآفات النباتية. فلقد كانت دورة أو نوبة المرعى مهمة فى الولايات المتحدة فى مراعى الماشية وعلى وجه الخصوص فى إدارة عشائر قراد الماشية *Boophilus annulatus* الناقل للممرضات التى تسبب أمراض الـ piroplasmosis فى الأبقار.

حيث سبب منع الأبقار فى الدهاب إلى الحقول لأشهر قليلة من جوع القراد وسمح بالتخلص فى تفشى الإصابات فى المراعى. ولم يفلح هذا الإجراء الادارى مع قراد النجمة الوحيدة *Amblyomma americanum* فى جنوب غرب الولايات المتحدة حيث أن لهذا الطفيل مدى واسع من العوائل وليس من السهل إدارته بواسطة تعرية المرعى حيث يمكنه الحياة على الطيور والحياة البرية الأخرى فى المنطقة أثناء غياب عائله الأصلى.

(٣) التدخل فى الإيكولوجى الحشرى والنباتى

Disrupting crop and insect ecology

يرجع جزء من أسباب وصول بعض أنواع الحشرات إلى الوضع الآفى على محاصيل معينة إلى تزامن أو توافق الدورة الفصلية لتلك الحشرات مع الدورة الفصلية لهذه المحاصيل. وعلى ذلك إذا أمكن التدخل فى فينولوجى المحصول crop phenology أى فى توقيت المظاهر البيولوجية مثل خروج البادرات والأزهار والأثمار ونضج البذور لكى لا يتوافق مع توقيت المظاهر البيولوجية الحشرية مثل وضع البيض ونمو اليرقات فإن أعداد الحشرات و/ أو ضررها يمكن أن يقل.

ويمكن تحقيق التغير فى فينولوجى المحصول أحياناً بزراعة أصناف بديلة لنفس المحصول وتغير مواعيد الزراعة أو كليهما ومع بعض المحاصيل مثل البرسيم clover يعمل الحش على تغير فينولوجى التكاثر.

أحد الطرق الواسعة الإستخدام لإحداث عدم توافق بين المحاصيل وآفاتها الحشرية هو تغير مواعيد الزراعة. ويمثل زراعة القمح الشتوى والأضرار بعشائر ذبابة الهسيان أحد الأمثلة الكلاسيكية لهذا الاتجاه. فالقمح الشتوى يزرع وينبت فى الخريف مع ظهور ذباب الهسيان. تعيش الحشرات الكاملة لهذه الذبابة من ٣ إلى ٤ أيام فقط. وتضع الأنثى البيض على أوراق القمح المزروع مبكراً ويفقس البيض فى الخريف وتنمو اليرقات إلى عذارى تدخل فى سكون فى الشتاء. ويمكن ممارسة الإدارة الإيكولوجية بتفهم فترة خروج الحشرات الكاملة وتأخير زراعة القمح حتى تموت الحشرات الكاملة. وإذا تم ذلك فإن القمح المنزرع سيهرب من الإصابة من جيل الذبابة فى الخريف. والآن توصل العلماء فى معظم الولايات الشمالية من أمريكا إلى تقديرات

للتواريخ الخالية من الذباب fly-free dates يوصى بالزراعة فيها على وجه الخصوص عند عدم وجود أصناف قمح مقاومة للذبابة.

هناك مثال آخر لتغير مواعيد الزراعة متعلق بنوع الكرنب kale أمكن بواسطته تقليل الإصابة اليرقية بقياسات الكرنب *Trichoplusia ni* على هذا الحصول. فالآفة فى الولايات الجنوبية تكون أكثر وفرة فى أواخر الربيع إلى أواخر الخريف ويمكن السيطرة على أعداد الآفة على الكرنب إلى مستويات يمكن إدارتها وذلك بالزراعة المبكرة لمحصول الربيع والزراعة المتأخرة لمحصول الخريف وبهذه الوسيلة ينضج المحصول مبكراً جداً فى الربيع ومتأخراً جداً فى الخريف ويهرب من الإصابة بالآفات.

من المحاصيل الأخرى ــ الطماطم ــ التى يمكن الإستفادة من تغير مواعيد زراعتها للتأثير على عشائر آفاتها ففى شمال أوكرانيا على سبيل المثال أمكن الإستفادة من تغير مواعيد الزراعة وعن طريق الزراعة المبكرة تصل الطماطم إلى تمام النضج قبل تمام نمو الذرة وبذا يقل الضرر الناتج عن يرقات كيزان الذرة. بينما الطماطم التى تزرع متأخرة تصاب بشدة بالفراشات حيث تتحرك من الذرة الذى يصبح أقل جذباً إلى الطماطم المثمرة الأكثر جذباً.

هناك إدارة مختلفة إلى حد ما فى حالة تجنب الضرر بذبابة البذور *Dasineura leguminicola* فى شمال غرب الولايات المتحدة حيث يوصى بتأخير تكوين بذور البرسيم clover بحشة فى الربيع أو يرعى الحيوانات فيه عند زراعة البرسيم لأجل البذور. ويسبب الفينولوجى المتأخر الخاص بتكوين البذور موت الحشرات الكاملة للجيل الأول للذبابة قبل تكوين البذور كما تهلك الحشرات الكاملة الخاصة بالجيل الثانى حيث يتزامن وقت وضعها للبيض مع تقدم نمو البذور فتصبح الأخيرة عائل غير مناسب للحشرة.

ويمكن السيطرة على بعض حشرات الذباب الناقل للأمراض فى الماشية بتوقيت بعض أنشطة الإنتاج الحيوانى مثل الخصى وإزالة القرون وإجراء تلك الأنشطة فى أوقات السنة الأكثر برودة عندما يقل نشاط هذه الأنواع من الحشرات.

رابعا: خفض تأثير الضرر الحشرى Reducing the impact of insect injury

العرض من هذه الطريقة هو إدارة الفقد الحشرى. فنحن ندرك أن الحشرات

موجودة فى المحصول وأن الضرر مستمر وبدلاً من التركيز على الحشرات نفسها نتجه للمحصول ونغير فى الطرق الزراعية لتقليل الفقد الناجم عن الضرر. ويستخدم مثل هذا الاتجاه عادة مقروناً مع أساليب أخرى فى إدارة الآفات.

أ- تغير تحمل العائل Modify host tolerance

فى العادة ما يتحقق التغير فى النباتات والحيوانات بجعلها أكثر تحملاً للفقد الحشرى وراثياً. فلقد أمكن تربية أشكال جديدة من النباتات والحيوانات التى تعطى إنتاجاً جيداً رغم الإصابة الحشرية.

ويمكن تغير تحمل العائل أيضاً فى الصنف بالتربية بوسائل غير وراثية. فمعظم المحاصيل تتحمل مدى واسع فى فقد المحصول لدرجة معينة من الضرر معتمدة فى ذلك على قوة نمو المحصول. على سبيل المثال فول الصويا المنزرع أثناء فترات الجفاف فى وسط غرب الولايات المتحدة يمكن أن يعانى نقد فى الأوراق يعادل ضعف الفقد العادى. وتؤدى عمليات الإنتاج الجيدة مثل الرى والتسميد المناسب ومكافحة الحشائش إلى تأثير هام على قوة المحصول وبالتالى على تقليل كمية الضرر المتسبب عن الحشرات. وأحياناً يمكن التغلب على درجة الضرر التى تحدث من عشيرة الآفة بالإنتاج القوى للمحصول.

بالرغم أن النمو القوى للنباتات والحيوانات قد يقلل الفقد فى كثير من الحالات إلا أن هناك حالات فيها يجذب هذا النمو أعداداً أكبر من الآفات. على سبيل المثال نطاط الأوراق (Homoptera: Cicadellidae) وجد أنه أكثر وفرة على الأرز المسمد بنسب عالية من النيتروجين كما لوحظ إرتفاع فى عشائر الحلم والمن فى المحاصيل المسمدة جيداً.

ب- تغير مواعيد الحصاد Modify harvest schedules

وقت الحصاد فى كثير من المحاصيل يمكن أن يختلف داخل حدود يمكن قبولها بمعنى أنه يمكن تغير تواريخ الحصاد أحياناً لتجنب بعض أنماط الفقد الحشرى. وكقاعدة يجب أن تجمع المحاصيل التى يحدث لها ضرر بالحشرات وقت الحصاد فى تاريخ مبكر.

فى محاصيل العلف مثل البرسيم ــ الضرر الناتج من نطاط أوراق البطاطس

Empoasca fabae وسوسة البرسيم *Hypera postica* يمكن تقليله بالحش المبكر. فإذا كان هناك أعداداً معنوية من نطاط أوراق البطاطس يجرى الحش فى مرحلة الازهار المبكر جداً أو فى آخر مرحلة تكوين البراعم. والقرارات الخاصة بالحش المبكر بالنسبة لسوسة البرسيم ضد إستخدام المبيدات الحشرية تبنى على أساس أعداد اليرقات وإرتفاع النبات. فإذا كان المحصول قريب من مرحلة الحصاد فإن الحش قد يعطى عائد إقتصادى أفضل عن رش السوس وتأخير الحصاد.

يوصى بالحصاد المبكر أيضاً فى حالة الآفات الحشرية لمحاصيل أخرى مثل القمح والذرة. ففى جنوب داكوتا للتقليل من عشائر ذبابة ساق القمح المنشارية التى تحفر فى السيقان مسببة تساقط النباتات وفقد وقت الحصاد يمكن حصاد الحقل المصاب قبل تساقط النباتات ثم تدرس النباتات بعد الجفاف وبذا يقل الفقد. كما يمكن خفض الفقد فى كيزان الذرة التى تسقط مبكراً نتيجة نشاط حفار ساق الذرة الأوربى بالحصاد المبكر. مع مراعاة أن الذرة فى الحصاد المبكر ذات محتوى رطوبى مرتفع غير مقبول لذا يجب تجفيفه قبل التخزين.

فى الغابات تجدول عمليات قطع الأشجار أثناء أوقات معينة فى السنة لتقليل ضرر الحشرات التى تحفر فى الأخشاب. فالضرر بحفارات الأخشاب يكون أقل عند قطع الأخشاب من أواخر الصيف إلى أوائل الشتاء. كما أن الفقد فى خنافس القلف *Ips* species فى الصنوبريات يكون أقل إذا أكملت عمليات القطع أثناء أشهر الخريف أو الشتاء لتجنب فترة أقصى نشاط للخنافس.

خامساً: تحويل عشائر الآفة بعيداً عن المحصول

Diverting pest populations away from the crop

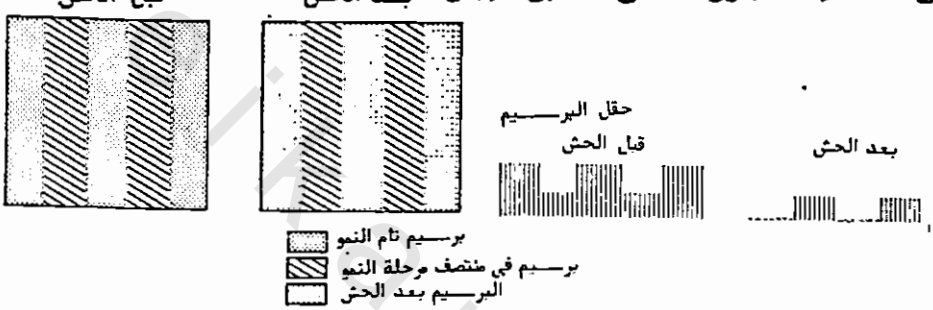
فى كثير من الحالات ــ قد لا يكون عملياً التغير فى المحصول نفسه أو قد لا تظهر التغيرات فى البيئات الموجودة تأثير هام فى إدارة الآفة. وقد تصبح عدم الفاعلية قاعدة عندما يكون للحشرات معدل عالى فى الإنتشار. لذا يجب البحث عن وسيلة أخرى للإدارة البيئية للآفات.

إدارة المسكن habitat management قد تشكل وسيلة فعالة فى إدارة العشائر الحشرية. وذلك بالإستفادة أحياناً من ميزة قدرة الحشرات على الإنتشار و/ أو تفضيلها

لعائل عن آخر. وبهذه الوسيلة يمكن أن نبعد أو نصرف إنتباه الحشرات عن المحصول المراد حمايته بتقديم محصول أو مادة نباتية أخرى أكثر جذباً لها. من بين الطرق الشائعة لتحويل الحشرات عن المحصول الحصاد فى خطوط والمصائد النباتية.

أ- حصاد القطاعات Strip harvesting

حصاد القطاعات يشابه المصائد النباتية trap cropping فيما عدا أن المصيدة (الجزء الذى لا يحصد) تنشئ من المحصول الرئيسى عن طريق حصاد مناطق مختلفة فيه. مثل هذه الإدارة لا تجبر الحشرات بعد الحصاد فى البحث عن متطلباتها الغذائية فى المحاصيل المجاورة كما فى حالة بق الليجس.



شكل (٥٩): رسم تخطيطى يوضح تأثير الحش فى قطاعات على تقليل حركة بق الليجس *Lygus hesperus* إلى حقل القطن المجاور.

فى كاليفورنيا يزرع عادة القطن بجوار البرسيم وأصبحت حقول البرسيم مصدراً لمشاكل بق الليجس الغربى فى حقول القطن. وانتقال البق إلى حقل القطن المجاور يكون شديد على وجه الخصوص عقب حش البرسيم لإستخدامه كغذاء للحيوان. ولخفض هذه الحركة يحش البرسيم فى قطاعات متبادلة (شكل ٥٩) بحيث يترك قطاع على كل جانب فى منتصف النمو وهذا يعمل على إستمرار بقاء البق فى الحقل عكس الإجراء التقليدى بحش الحقل كاملاً فيؤدى ذلك إلى إنتقال البق إلى حقول القطن المجاورة. بينما فى الحالة الأولى يبقى البق فى حقول البرسيم وينتقل من النباتات التى تم حشها إلى نباتات القطاعات التى لم تحش بعد ومثل هذه الإدارة أكثر قابلية للتطبيق فى حالة محاصيل الأعلاف التى تحش عدة مرات كل موسم. للأسف تحش حقول البرسيم كاملة فى مصر وقد ينتج عن ذلك مشاكل لم تلاحظ بعد.

ب- المصائد النباتية Trap cropping

١- خلفيات الموضوع Perspectives

المصائد النباتية هى مساحات نباتية تزرع لجذب الحشرات أو كائنات أخرى إليها مثل النيماتودا لحماية المحاصيل المستهدفة من الإصابة بالآفات. ويمكن تحقيق هذه الحماية إما بمنع الآفات من الوصول إلى المحصول أو بتركيز تلك الآفات فى جزء معين من الحقل حيث يمكن مكافحتها إقتصادياً. وحتى عند إستعمال مبيد حشرى لمكافحتها فإن التكلفة البيئية ستكون قليلة لعدم معاملة الحقل بأكمله. على سبيل المثال يمكن جذب ٧٠-٨٥% من عشيرة البقة الخضراء *Nezara viridula* ومشابهاتها فى فول الصويا إلى المصائد النباتية التى تغطى فقط من ١ إلى ١٠% من المساحة الكلية فى منطقة المحصول المستهدف.

يعتمد زراعة النباتات كمصائد trap cropping على حقيقة أن جميع الآفات من الناحية الواقعية تظهر تفضيل مميز لأنواع نباتية أو أصناف cultivars أو مرحلة نباتية معينة certain crop stage من مراحل نمو النبات. وتعمل الإدارة على أن تكون هذه النباتات متاحة فى الوقت الحرج للآفة و/ أو لفينولوجى المحصول المستهدف crop's phenology لتشكل عوائل نباتية أكثر جذباً من المحصول الرئيسى فتعمل إلى تركيز الآفات فى الموقع المرغوب وهو المصيدة النباتية. وتتراوح وسائل الإدارة من زراعة مصيدة نباتية مبكرة أو متأخرة من نفس نوع الصنف الرئيسى الذى يمثل المحصول المستهدف إلى زراعة أنواع نباتية مختلفة تماماً. وقد يستخدم مركبات كيمائية خاصة مثل الفرمونات الحشرية والكيرومونات النباتية plant kairomones أو مواد غذائية إضافية للحشرات لزيادة فاعلية الإنجذاب الحشرى للمصائد النباتية.

تشكل صعوبات مكافحة الآفة بطرق أخرى الحافز الأساسى لدى المزارعين لإستخدام المصائد النباتية. ففى بعض الأحيان تكون تكلفة مبيدات الآفات الكيماوية وعدد المعاملات المطلوبة عاليه جداً بدرجة تتطلب تطوير طرق أكثر إقتصادياً. بالإضافة إلى ذلك تصبح بعض الآفات عادة مقاومة لمبيدات الآفات المستخدمة الشائعة وتصبح هناك حاجة إلى بعض الإستراتيجيات البديلة فى المكافحة كما أنه فى بعض الحالات لا تكون هناك مبيدات آفات كيماوية متاحة لظروف خاصة مثل الحاجة إلى معاملة القرنبيط قبل الحصاد مباشرة.

تشجع الفوائد الإقتصادية والبيئية المرتبطة عادة بهذه الإستراتيجية على إستخدام المصائد النباتية. ومما يجعل هذه الإستراتيجية أكثر جذباً: (١) التوفير فى تكلفة المبيدات الحشرية جوهرى حيث يفوق تكاليف إجراءات المصائد النباتية (٢) الإنتاج القابل للتسويق عادة ما يكون أعلى وأكثر سعراً مما فى الزراعة التقليدية (٣) يندر أن يحتاج المحصول الرئيسى للمعاملة بالمبيدات الحشرية وهى تمثل أحد الفوائد الكبرى للمصائد النباتية حيث تظل المكافحة الطبيعية بكامل أدائها فى معظم المحصول (٤) الإستخدام الإجمالى لمبيدات الآفات أقل معنوياً مما فى الزراعة التقليدية.

المصائد النباتية ذات علاقة كبيرة بالتقدم الحديث فى علوم البيئة والزراعة. خاصة المفاهيم المتعلقة بزراعة المحاصيل المتداخلة intercropping والتنوع المحصولى crop diversification والإدارة المتكاملة للآفات كما أن اليقظة الزراعية الإيكولوجية ذات اتصالات واضحة بنظرية وممارسة المصائد الزراعية. وفى الحقيقة قد يفتح التقدم فى هذا الإتجاه والميادين العلمية الأخرى مثل سلوك الحشرات والـ allelochemicals والبيوتكنولوجى والذى أضيف عليه التقدم التقنى فى علم المحاصيل طرق جديدة لإستخدام مفيد وعقلانى للمصائد النباتية كجزء هام فى الإنتاج المتكامل للمحاصيل. وطرق المصائد النباتية rap cropping techniques إلى جانب دورها الهام فى تحسين سلامة البيئة والأداء الكلى للزراعة التقليدية السليمة فإنه قد يكون لها أهمية خاصة فى مورد رزق مزارعى الدول النامية. بالإضافة إلى ذلك يمكن أن يستغل قطاع الزراعة العضوية organic farming هذه الاستراتيجية فى مكافحة الآفات فى توسيع برامجه.

إلى جانب الإستخدام المباشر لمكافحة الآفات إستخدمت المصائد النباتية فى أغراض أخرى كثيرة. فى الحقيقة وحتى سنوات ١٩٧٠ إستخدمت بكثرة فى دراسة ايكولوجى أنواع معينة من الآفات. على سبيل المثال إستخدمت فى دراسة إيكولوجى سوسة لوز القطن *Anthonomus grandis* من ناحية إنتشارها والبيات الشتوى ومعايشة الشتاء وخروج الربيع. وكانت طريقة ذات قيمة فيما يخص الأنواع الصعبة الإهتداء إليها فى طور معين مثل يرقات الدودة القارضة *Euxoa* spp. وإستخدم علماء المحاصيل هذه الطريقة أيضاً فى اختيار فاعلية مبيدات الآفات وأحياناً تكون ذات قيمة

فى الحصول على معلومات لحصر الآفات.

هناك وظيفة أخرى للمصائد النباتية وهو إستخدامها فى جذب الأعداء الطبيعية للآفات الحشرية إلى الحقل وتركيزها فيه لتعزيز تواجد المكافحة البيولوجية الطبيعية. وإستخدم مثل هذا النمط من المصائد الزراعية فى الإتحاد السوفيتى خاصة فى حماية نباتات الكرنب ومحاصيل أخرى أيضاً كما إستخدمت لحد ما فى أماكن أخرى.

رغم أن المصائد الزراعية إستخدمت بنجاح ضد النباتات الطفيلية والنيماتودا والحشرات إلا أننا هنا سنذكر فقط الإستخدام المباشر لها ضد الآفات الحشرية.

٢- نظرة عامة على زراعة المصائد النباتية Overview of trap cropping

عرف منذ قرون أساس مكافحة الحشرات بالمصائد النباتية ومازالت تستغل فى كثير من أنظمة الزراعة التقليدية. وظهرت الأفكار الحديثة الخاصة بمكافحة الآفات والتى بنيت على هذا الأساس فى القرن العشرين كوثائق علمية فى المراجع الحشرية ولكن يندر أن يكون وصل أى منها إلى الإستخدامات العملية الواسعة النطاق. على سبيل المثال إقترح فى أمريكا عام ١٨٦٠ مكافحة ديدان الجزر الأبيض *Depressaria depressella* , *Depressaria daucella* فى الجزر الأصفر. بزراعة الجزر الأبيض على مسافات ٢-٣ متر بين الجزر الأصفر. حيث تفضل الفراشات الجزر الأبيض لوضع البيض على هذه المصائد النباتية كما يمكن قتل الحشرات الموجودة عليها بوسائل عده. وإقترح نفس الغرض فى أمريكا فى ١٩٠٠ لمكافحة سوسة اللوز من خلال المصائد النباتية بعد سنوات قليلة من إكتشاف الآفة فى الولايات المتحدة. ومع ذلك التطبيقات الناجحة للمصائد النباتية من الناحية العملية هى ظاهرة الأربعون سنة الأخيرة.

٣- الإستخدامات الناجحة Successful uses

إستخدم حتى يومنا هذا قليل جداً من التطبيقات العملية للمصائد الزراعية فى الزراعة الحديثة فهناك فقط نحو ١١ نوعاً من الآفات تشمل ٧ مجاميع من الأنواع تم إدارتها بنجاح فى أربعة أنظمة بيئية للمحاصيل حيث أدت المصائد المحصولية دوراً رئيسياً فى ضبط عشائر بعض الآفات فى القطن، فول الصويا، البطاطس والقرنبيط.

وظهر لأنظمة المصائد المحصولية للقطن وفول الصويا أهمية ضخمة على النطاق العالمى (جدول ٥).

جـــدول (٥): أمثلة لأنظمة لمصائد نباتية طبقت بنجاح فى الممارسة الزراعية

الآفة المستهدفة	المحصول الرئيسي	المصيدة النباتية	المكان
بق الليجس *(Lygus hesperus, Lygus elisus)*	القطن	البرسيم	كاليفورنيا
سوسة لوز القطن *(Anthonomus grandis)*	القطن	القطن	أمريكا
	القطن	القطن	نيكاراجوا
بق النباتات *(Nezara viridula, Euschistus spp.,*	فول الصويا	فول الصويا	أمريكا
Acrosternum hilare, Piezodorus guildinii)	فول الصويا	فول الصويا	البرازيل
	فول الصويا	فول الصويا واللوبيا	نيجيريا
خنفساء الفول المكسيكية *(Epilachna varivestris)*	فول الصويا	Snap beans	أمريكا
خنفساء أوراق الفول *(Cerotoma trifurcata)*	فول الصويا	فول الصويا	أمريكا
خنفساء الكلورادو *(Leptinotarsa decemlineata)*	البطاطس	البطاطس	أمريكا
	البطاطس	البطاطس	بلغاريا
خنفساء الأزهار *(Meligethes aeneus)*	لفت	لفت	فنلاند
	قرنبيط	القطيفة	
خنفساء أفرع الصنوبر *(Tomicus piniperda)*	أشجار الصنوبر	قطع من الصنوبر	بريطانيا
خنفساء قلف البيسة *Ips typographus*	أشجار البيسة	أشجار البيسة أو قطع منها	أوروبا

بالإضافة إلى الإستخدامات الزراعية ــ إستغل الأساس العلمى للمصائد النباتية فى مكافحة آفات الغابات. فإستخدمت فى أوروبا المصائد الشجرية trap trees أو الأشجار المقطوعة فقط لجمع آفات حشرية معينة. على سبيل المثال تم ممارسة هذه الطريقة لأكثر من ٢٠٠ سنة سابقة فى مكافحة خنافس قلف أشجار البيسة *Ips typographus* . وإستبدلت فى الوقت الحالى كثير من تلك الأنظمة التقليدية بمصائد نباتية مخلقة synthetic trap crops ــ مصائد فرمونية pheromone traps ــ التى تستخدم للجمع الضخم لآفات الغابات.

٤- الحالات المدروسة Case studies

٤. ١. القطن Cotton

تم ممارسة المصائد النباتية عملياً فى مكافحة افات القطن فى مساحات أكبر من أى غرض آخر. فلقد تم تطوير البرامج الواسعة النطاق لمكافحة سوسة لوز القطن فى جنوب الولايات المتحدة ولمكافحة بق الليجس فى كاليفورنيا فى نهاية سنوات ١٩٦٠.

سوسة اللوز Boll weevil

تمثل سوسة لوز القطن مشكلة خطيرة لإنتاج القطن فى شمال ووسط أمريكا. ويقال أنها أكثر الحشرات تكلفة فى تاريخ الزراعة الأمريكية. ويقدر ما يستخدم من المبيدات الحشرية لمكافحة هذه الحشرة بما يعادل ثلث إجمالى المبيدات المستخدمة للأغراض الزراعية. وفى نيكاراجوا وصلت تكاليف الضرر والمكافحة فى موسم ١٩٨٣-١٩٨٤ أكثر من ٤٠ مليون دولار أى ما يعادل ١٦% من عوائد التصدير الزراعى القومى.

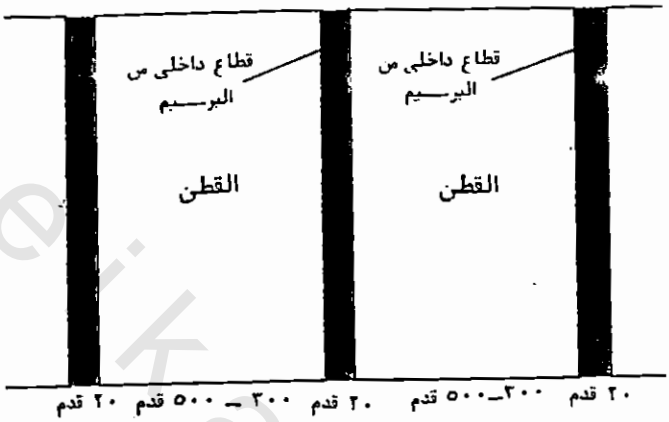
فى أمريكا ــ تم زراعة ٥% من المساحة الكلية للقطن كمصائد نباتية من القطن المبكر الإثمار وإستخدمت المصائد النباتية بين الفصول فى نيكاراجوا. وكبر كثيراً شأن المصائد النباتية لسوسة اللوز بعد إكتشاف وتخليق الـ pheromone grandlure لسوسة اللوز فى بداية السبعينات. وسمح التخليق المحسن للـ grandlure الآن بإقامة مصائد نباتية صناعية synthetic trap crop فى مساحة صغيرة عند حافة حقل القطن الرئيسى تشكل ٢-١٠% من المساحة الإجمالية والتى تطعم فيها النباتات بالفرمون وتصبح بذلك عالية الجذب للسوس القادم للحقل. بعد ذلك تقتل الحشرات برش المصيدة النباتية بالمبيدات الحشرية.

لقد أصبح الآن إقامة المصائد النباتية جزء مكمل فى إدارة سوسة لوز القطن فى جنوب الولايات المتحدة وتلعب دوراً هاماً فى محاولة إستئصال الآفة تماماً.

عموماً المصائد النباتية المطعمة بالجراندليور grandlure baited trap وسائل جاذبة إقتصادياً وبيئياً فى تقليل المبيدات الحشرية لسوسة اللوز خلال المجال الكلى لها.

بق اللجيس Lygus bugs

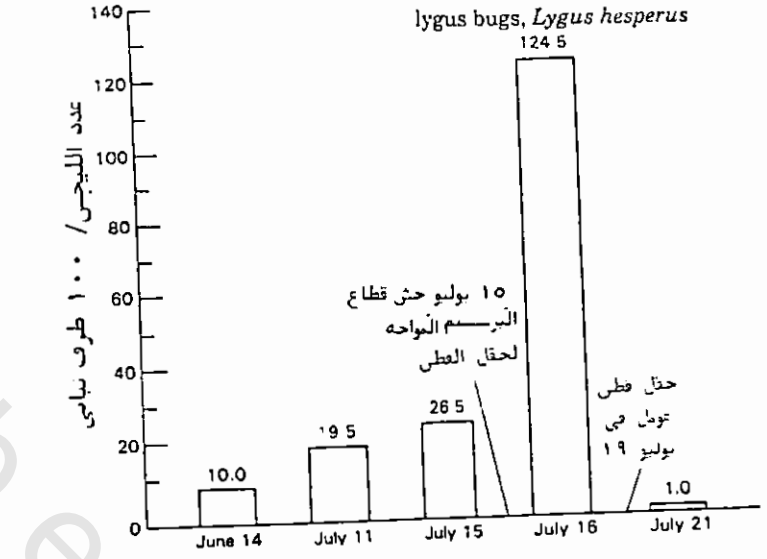
ظهر فى نهاية الستينات أن بق الليجس آفة رئيسية فى كاليفورنيا وأن هـذه الآفـة تفضل البرسيم النامى عن القطن. لذا يزرع من ٥-١٠ أمتار من قطاعات البرسيم كـل ١٠٠ إلى ٢٠٠ متر قطن (شكل ٦٠) ومع الرى المناسب يجذب البرسيم بكفاءة البق



شكل (٦٠): رسم تخطيطى يوضح زراعات محدودة للبرسيم بين القطن لجـذب عشـائر بـق الليجس *Lygus hesperus* حماية لمحصول القطن.

من نباتات القطن ويبقى فى البرسيم للتغذية فينخفض نسبة الأزهـار التالفـة فـى القطن التى يسببها البق وفى نفس الوقت ضرر البق فى البرسيم قليل ووجـد أن هـذه الطريقة أكثر تأثيراً فى العشائر المنخفضة إلى المتوسطة مـن بـق النبـات. ويـرش البرسيم بالمبيدات الحشرية ٤-٦ مرات. وفى الحقول التـى يسـتخدم فيـها البرسـيم كمحصول بذرة يتطلب الأمر تكرار الرى لجعل البرسيم جـذاب أكـثر لبـق الليجـس (شكل ٦١). لقد أدت المصائد إلى الإستغناء عن رش المحصول الرئيسى لمكافحة بـق الليجس. علاوة على ذلك يمثل البرسيم مسكن بيئى ممتاز لكثير مـن أنـواع الأعـداء الطبيعية الهامة وأدت ممارسة الزراعة الداخلية إلى زيادة تواجد المكافحـة البيولوجيـة الطبيعية لعدد من الآفات مثل *Heliothis zea* والحلم العنكبوتى فى المحاصيل القريبة.

فى أوغندا توجد محاولات مشجعة بإستخدام *Cissus adenocaulis* كمصائد نباتيـة لبق ليجس القطن *Lygus voessleri*. ووجد أن إقامة حاجز واحد من الـ *Cissus* بيـن مصدر العدوى والقطن كان مؤثراً بدرجة كافية وأعطى نتائج جيدة.



شكل (٦١): تأثير حش البرسيم على تعداد بق الليجس على نباتات القطن المجاورة لحقل البرسيم

٤. ٢. فول الصويا Soybean

فى إقليم دلتا المسيسيبى Mississippi delta فى جنوب الولايات المتحدة أمكن خفض عشائر خنفساء أوراق الفول بزراعة ٥ إلى ١٠% من الحقل بصنف مبكر النضج من فول الصويا (مجموعة V) ١٠ أيام إلى ٣ أسابيع مبكراً عن الزراعة الرئيسية بينما المحصول الرئيسى لصنف متأخر النضج (مجاميع VI أو VII). ويجذب النمو النباتى للزراعة المبكرة خنافس أوراق الفول الخارجة من البيات الشتوى والتى تبحث عن غذاء ومكان لوضع بيض الجيل الأول. وتعامل المصائد النباتية بالمبيدات الحشرية ٧-١٠ أيام بعد خروج الحشرات الكاملة للجيل الأول لمنع إصابة نباتات المحصول الرئيسى فى أواخر فصل النمو. عند إمتلاء القرون تنجذب أيضاً البقة الخضراء *Nezara viridula* وعدة أنواع أخرى من البق وتتجمع فى المصائد النباتية وتعامل بالمبيدات الحشرية إذا استدعت الضرورة ذلك والمحصلة النهائية لهذا الاتجاه هو خفض كلاً من تكاليف المعاملة ومتبقى المبيدات الحشرية فى البيئة. بالإضافة إلى فائدة المحافظة على الأعداء الطبيعية الحشرية فى النظام البيئى الزراعى وإلى تراجع فيروس القرون المبرقشة الذى ينقل بواسطة خنافس الأوراق.

لقد كان الفينولوجى الخاص بالآفات السابقة فى محصول فول الصويا مرتبط بشدة

بالفينولوجى الخاص بنباتات المحصول وهذا جعل من المصائد النباتية إستراتيجية مناسبة للمكافحة.

ووجد أن المساحة المستخدمة من المصائد النباتية كافية لجذب ما يصل إلى ٨٥% من عشائر الآفات.

لمكافحة خنفساء الفول المكسيكية زرع من ٦ إلى ١٢ خط من الـ snap beans ملاصق لمحصول فول الصويا وقبل أسبوعان من زراعة الأخير وأعطى ذلك نتائج جيدة حيث تفضل الخنافس الـ snap beans عن أى من الأنواع الأخرى من الـ *Phaseolus* والأجناس الأخرى من الفول. ووجد أن مساحة تقدر بـ ٠,٢ هكتار من المصائد النباتية كافية دون النظر لحجم المحصول الرئيسى.

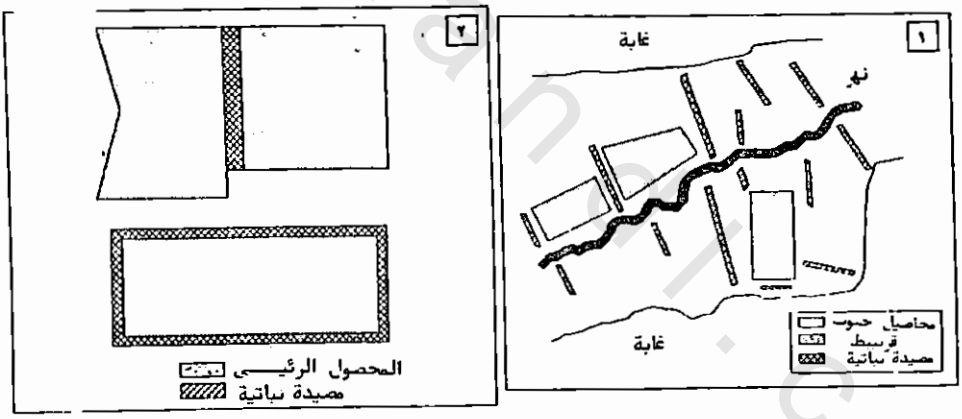
٤. ٣. البطاطس

ممارسة المكافحة المتكاملة لآفات البطاطس نشات فى Belorussia منذ ١٩٥٧. حيث تزرع مصائد نباتية من البطاطس مبكراً ليتجمع عليها خنفساء الكلورادو ثم تقتل الخنافس على المصائد النباتية على فترات. فى أحوال أخرى تم القضاء على الخنافس فى المصائد النباتية بالمبيدات قبل وضع البيض أو عندما يصل تعدادها من ٥-١٠ خنافس/ نبات. ووجد أن مساحة قدرها ٢-٥ هكتار من المصائد كافية لـ ٢٠٠-٥٠٠ هكتار من المحصول الرئيسى حيث قللت من عشائر الخنافس وأخرت الإصابة بنحو أسبوعان وهذا استدعى رشة واحدة للمحصول بدلاً من رشتان. ويوصى فى بلغاريا بزراعة مصائد نباتية بنحو ٥% من المساحة الرئيسية وذلك خلال ١٠-١٥ يوماً مبكراً عن المحصول الرئيسى لمكافحة خنفساء الكلورادو على البطاطس.

٤.٤. القرنبيط Cauliflower

خنفساء أزهار اللفت فى فنلندا ــ الآفة الطبيعية على البذور الزيتية للصليبيات ــ أصبحت آفة خطيرة على القرنبيط فى بداية سنوات ١٩٨٠. ولم يجد المزارعون وسائل لمكافحة الخنافس على محصول القرنبيط الناضج ويصل الفقد إلى ثلث المحصول الإجمالى. وأحجم كثير من المزارعون عن زراعة القرنبيط فى بعض المناطق خاصة التى ينتشر فيها زراعة اللفت وما يرتبط بها من أسراب للـ *Meligethes* التى تنتقل وتسبب خسائر فادحة فى القرنبيط.

أمكن تطوير نظم للمصائد النباتية لجذب هذه الخنافس بإستخدام عدة أنواع من المصائد النباتية مثل الكرنب الصينى والبذور الزيتية واللفت turnip rape وعباد الشمس والقطيفة وعادة ما تشمل المصيدة خليط من نوعان أو أكثر وإستخدمت بنجاح لمنع إنتشار الخنافس إلى نباتات القرنبيط. وبسبب التحرك النشط الذى تتصف به الخنافس زرعت المصائد فى عدة خطوط إعتراضية وفى إتجاهات متوقع إصابتها (شكل ٦٢). بلغت الخطوط المستخدمة نحو ١٥ خط بعرض ٢-٢٠ متر وبطول إجمالى يصل إلى ٥ كم (٣-٥ هكتار) لحماية ٤٢ - ٤٥ هكتار من القرنبيط. ووجد أن هناك حاجة لرشتان إلى أربعة من المبيدات الحشرية لمنع إنتشار الخنافس إلى المحصول الرئيسى حيث سرعان ما أصيبت المصائد بشدة وعدم معاملتها يعنى تحرك الخنافس منها إلى القرنبيط. ورغم الإدارة المكثفة المطلوبة لمثل هذه المصائد النباتية



شكل ٦٢:

١- وضع قطاعات المصائد النباتية لحماية القرنبيط. وهو مثال لإستراتيجية نباتات المصيدة من نوع مخالف عن نباتات المحصول الرئيسى وهى أكثر حساسية وجذباً للآفة عن المحصول الرئيسى.

٢- وضع عام لقطاعات المصائد النباتية فى إستراتيجية أخرى للمصائد النباتية. نباتات المصيدة من نفس نوع المحصول الرئيسى ولكنها تزرع مبكراً عن المحصول الرئيسى. عند وصول الآفة تكون نباتات المصيدة أكثر جذباً من نباتات المحصول الرئيسى.

إلا أن النتائج كانت إيجابية بزيادة محصولية تقدر بنحو ٢٠% من المحصول القابل للتسويق. وبالتالى أعطت هذه الإدارة عائد إقتصادى جيد. إتبع هذا النجاح إنتشار نظام المصائد النباتية فى فنلندا فى المناطق التى تشكل فيها خنافس الأزهار مشكلة لزراعات القرنبيط.

٥- إستخدامات محتملة Potential uses

هناك كثير من أمثلة الأنظمة المقترحة خاصة بإستخدام المصائد النباتية فى إدارة الآفات (جدول ٦) حيث يوجد على الأقل ٣٥-٤٠ نوعاً من الآفات الهامة أو معقدات الأنواع (بق نباتات فول الصويا، ديدان جذور الذرة) يمكن أن تضبط عشائرها بمساعدة المصائد النباتية فهى ممثلة فى عديد من رتب الآفات الحشرية وكثير من الأنظمة البيئية المنتجة. وتشمل غالبية أنظمة المصائد النباتية المقترحة آفات لحرشفية الأجنحة (نحو ١٠ أنواع) بينما الآفات الغمدية والثنائية والنصفية الأجنحة ممثلة بالتساوى (نحو ٥ أنواع لكل منها). ومن الغرابة أن الأنظمة الناجحة للمصائد النباتية والتى تمارس عملياً لم تشمل بعد حرشفيات أجنحة ولكن تشمل ٦ إلى ٧ أنواع لكل من آفات نصفية وغمدية الأجنحة.

٦- إقتصاديات المصائد النباتية Economics of trap cropping

هناك عدة دراسات قدمت حسابات إقتصادية تفصيلية عن فوائد المصائد النباتية وتشير جميعها إلى الفوائد العظيمة فى شكل عوائد إقتصادية. بلغ متوسط صافى الفوائد ١٠-٣٠% زيادة كلية نتجت أساساً من إنخفاض إستخدام المبيدات الحشرية أو خفض فى الإصابة بالآفات أو كليهما. بلغ صافى الفوائد فى الزراعة المتداخلة ٤٠ دولار/ الهكتار بينما بلغت فوائد القطن فى هذا الوقت ١٢٥-١٥٠ دولار/ الهكتار وسجلت مزارع القطن فى نيكاراجوا التى إستخدمت المصائد النباتية ضد سوسة اللوز خفض فى تكاليف المبيدات الحشرية بلغ ٤٣% فى المتوسط مثل عائد إجمالى ١٢٠% من الإستثمار. وبلغت العوائد فى المناطق ذات الأمطار الطبيعية نحو ٢٥٠% بينما ظهر

جـــــــدول (٦): أمثلة لأنظمة مقترحة للمصائد النباتية

الآفـــة المستهدفـــة	المحصول الرئيسي	المصيدة النباتية	المكـــــان
نصفية الأجنحة	البرسيم	البرسيم	أمريكا
ليجس القطن *(Lygus voessleri)*	القطن	*Cissus adenocaulis*	أوغندا
البق الملوث للنبات *(Lygus rugulipennis)*	بادرات الصنوبر	*Senecio vulgaris*	فنلندا
نطاط النبات البنى *(Nilaparvata lugens)*	الأرز	الأرز	الفلبين
نطاط أوراق النبات الأخضر *(Nephotettix virescens + RTV[a])*	الأرز	الأرز	الفلبين
ذبابة القطن البيضاء *(Bemisia tabaci + TYLCV[b])*	بادرات الطماطم	القرعيات	الأردن
	بادرات الطماطم	القرعيات	العراق
	بادرات الطماطم	القرعيات	اسرائيل
تربس البصل *(Thrips tabaci)*	بادرات القطن	البصل والثوم	مصر
جعل الورد الزغبى *(Tropinota squalida)*	التفاحيات	الفجل	مصر
ديدان جذور الذرة *(Diabrotica spp.)*	الذرة	الذرة	أمريكا
خنافس القرعيات *(Diabrotica spp.)*	القرعيات	القرعيات	أمريكا
خنفساء الخردل *(Phaedon cochleariae)*	اللفت	الخ ـ الأبيض	فنلند
الديدان السلكية *(Agriotes spp.)*	الفراولة	القمح	سويسرا
حفار خشب الموالح *(Cratosomus fivofasciatus)*	الموالح	*Cordia verbenacea*	البرازيل
ذبابة الأقرع *(Atherigona spp.)*	الذرة	السورجم	الهند
ذبابة البطيخ *(Dacus cucurbitae)*	القرع العسلى، البطيخ	الذرة	هاواى-أمريكا
ذبابة الفاكهة *(Dacus frontalis)*	القرعيات	الموالح والذرة	Cap verde
نافقات أوراق الفول *(Liriomyza trifolii)*	الكريزانثيم	الفول	كندا
ذبابة صدأ الجزر *(Psila rosae)*	الجزر	الجزر	فنلند
حفار ساق الذرة *(Chilo partellus)*	الذرة	السورجم	الهند
حفار القصب الأفريقى *(Eldana saccharina)*	قصب السكر	الذرة	Ivory Coast
دودة الذرة *(Heliothis zea)*	الطماطم	الذرة	امريكا- شمال كاليفورنيا
	الطماطم	الذرة	أمريكا ـ أركنساس
	الفراولة	الذرة	امريكا-كاليفورنيا
	القطن	الذرة	أمريكا-اركنساس
	القطن	الذرة	فنزويلا
الديدان القارضة *(Euxoa messoria, E. tessellata)*	العنب *rye*	الدخان	كندا-اونتاريو

(تابـــع)جـــدول (٦): أمثلة لأنظمة مقترحة للمصائد النباتية

الآفـــة المستهدفـــة	المحصول الرئيسي	المصيدة النباتية	المكـــــان
دودة الخريف المدرعة *(Spodoptera frugiperda)*	السورجم	الذرة	هوندوراس
دودة ورق القطن *(Spodoptera litura)*	الدخان	الخروع	الهند
حفار قرون البقوليات *(Maruca testulalis)*	اللوبيات	Crotalaria spp.	نيجيريا
حفار ساق الذرة الأوروبى *(Ostrinia nubilalis)*	الذرة	الذرة	امريكا-شمال كارولينا
حفار ساق الذرة الأوروبى *(Ostrinia nubilalis)*	الذرة	البطاطس	امريكا-شمال كارولينا
حفار ساق الذرة الأوروبى *(Ostrinia nubilalis)*	الذرة	الذرة	فرنسا
حفار ساق الذرة الأوروبى *(Ostrinia nubilalis)*	القطن	الذرة	الصين
ابى دقيق للموالح *(Papilio zelicaon)*	الموالح	الشمار الحلو	امريكا-كاليفورنيا
ذبابة اللفت المنشارية *(Athalia rosae)*	اللفت الشتوى	اللفت	المجر

فيروس الأرز = RTV[a] فيروس تجعد ورق الطماطم الأصفر = TYLCV[b]

فقد قليل فى المناطق الجافة. فيما يخص إنتاج القطن ــ لـــم يتـــأثر الإنتـــاج بالمصـــائد النباتية فى نيكاراجوا ولكن كانت هناك زيادة معنوية فـــى المحصـــول فـــى الولايـــات المتحدة بالإضافة إلى توفير بلغ ٥٠-٧٥% فى تكاليف المبيدات الحشرية.

أظهرت الحسابات الإقتصادية لعمليات المصائد النباتية فى زراعات فول الصويا فـــى Delaware أن أى حقل مساحته ٩,٢ هكتار أو أكثر تم إدارته بالمصائد النباتية أعطـــى فوائد اقتصادية مقارنة بالمكافحة الكيماوية البديلة. فى لويزيانا عملت المصائد فى مزرعة معزولة بنحو ١٠-١٥ كم عن حقول فول الصويا الأخرى على حماية مساحة من ١٤٠٠-١٦٠٠ هكتار فول صويا بطريقة موثرة جداً خلال ثلاث سنوات متصلة للدراسة لدرجـــة انحصر ضرورة المعاملة بالمبيدات فقط فى ٣٦، ٩٧، صفر هكتار على الترتيب. ومثـــل ذلك توفير يقدر بـــ ٩٠-١٠٠% من تكاليف المبيدات الحشرية.

نتج فى الفلبين عن المكافحة بالمصائد النباتية ضد نطاط الأوراق الأخضر وما يرتبط به من tungro virus فى الأرز إرتفاع العائد الإقتصادى بنســـبة ١٢% عـــن المعاملـــة الكيماوية أو ٢٩% مقارنة بالكنترول الغير معامل. وكان محصول الأرز أقل قليـــلاً فـــى معاملات المصائد النباتية مقارنة بالقطاعات المعاملة بالمبيدات ولكن كـــان التوفـــير فـــى تكاليف المبيدات والعمالة جوهرى بدرجة كافية ليعطى صافى فوائد بلغ ١٢%.

سجلت نتائج مشابهة فى ضبط عشائر نطاط الأوراق البنى فى الأرز فيما عـــدا أن المحصول فى حالة إدارته بالمصائد النباتية كان أعلى معنوياً مما فى الكنترول.

سجلت فوائد اقتصادية أعلى فى حماية القرنبيط بالمصائد النباتية فى فنلنـــد حيـث قدرت الفائدة الإجمالية بـ ٢٠% خلال ثلاث سنوات من الدراســة. ونظـراً لأن هـذه النسبة تعتمد على حجم الجزء الذى يحمى محصوله بالمصائد النباتية فإن الرقـم الـذى يعول عليه أكثر هو العائد فى الإستثمار والذى قدر للقرنبيط لـــ ٦١٦، ١٩٧، ٤١٧% فى سنوات الدراسة على التوالى.

يصبح لمفهوم إستخدام المصائد النباتية مغزى فقط عندما يكـــون هنـاك إحتمـال إصابة لحقول مثل الأرز بعشيرة كبيرة من الآفـة. وتؤثـر أيضـاً قيمـة المحصـول ومستويات الضرر الإقتصادى للآفات الرئيسية key pests على النجـاح الإقتصـادى لإستخدام المصائد النباتية. ويبدو أن المحاصيل العالية القيمة ذات التحمـل المنخفـض للآفات هى الأكثر إحتمالاً للترشيح للحماية الناجحة بالمصائد النباتية مـن أمثلـة تلـك الأنظمة القرنبيط ــ خنفساء أزهار اللفت والفراولة ــ ديدان كيزان الذرة حيث يتطلـب المستهلك نبات خالى من الإصابة تماماً.

إذا كانت المصائد النباتية هى جزء لزرع مبكر فـــى الحقـل لنفـس المحصـول الرئيسى فإنه يمكن أن يحصد مع المحصول الرئيسى وبذا سيكون الخفض فى الإنتـاج الراجع لعملية زراعة المصائد النباتية سيكون فى أدناه. أيضاً ــ إذا كان نوع المصـائد النباتية مختلف عن المحصـول الرئيسى ويمكن إستخدامه لغرض إضافى مثل الاسـتهلاك الإنسانى أو تغذية الحيوان أو سماد أو خضر أو إذا كانت المصائد تعمـل كحاضنـة أو مخزن للأعداء الطبيعية النافعة للمحاصيل المجاورة فإن إقتصاديات إستخدامها سـتزداد بالتأكيد عن النظر فقط إلى العائدات الاقتصادية.

٧- الإستراتيجيات والطرق Strategies and techniques

٧ . ١. إستراتيجيات المصائد الزراعية Strategies of trap cropping

يجب أن تكون النباتات المنزرعة كمصيدة trap crop أكـثر جذبـاً للآفـة عـن المحصول الرئيسى على الأقل فى الوقت الحرج ولكن مفضلة خلال الفترات الأطـول. ويمكن تحقيق الإختلافات فى الجاذبية بطريقتان.

أ- بإستخدام نوع نباتى أو صنف نباتى أكثر تفضيلاً من نفس النوع الـذى يشـكل المحصول الرئيسى ويزرع كلاهما فى نفس الوقت (شكل ٦٢ ــ ١).

ب- بإستخدام نباتات المحصول الرئيسى والتى توقت بحيث تكـون فـى مرحلـة نباتية أكثر جذباً فى الوقت الحرج لمكافحة الآفة والتى عندها لا يعد المحصـول الرئيسى جذاباً للآفة (شكل ٦٢ ــ ٢).

عادة ما تستخدم الإستراتيجية أ فى الحالات حيث الآفة الشديدة الحركة تصل إلـى الحقل فى مرحلة يكون فيـها المحصـول عرضـة للإصابـة "حسـاس". وتسـتخدم الاستراتيجية ب مع الآفات التى تصل إلى الحقل قبل أن يصبح المحصول حسـاس أو حتى جانب. على سبيل المثال استخدمت الإسـتراتيجية أ لمكافحـة خنفسـاء الجـزر الأبيض على القرنبيط ولكن إستخدمت الإستراتيجية ب عند مكافحة الآفة علـى اللفـت turnip أو oilseed rap. وكثير من الأمثلة الموجـودة فـى الجـدول (٦) إسـتغلت الإستراتيجية أ ولكن يلاحظ أن معظم النجاح الحقيقى يعتمد على الإستراتيجية ب مثـل: سوسة لوز القطن، آفات فول الصويا، خنفساء الكلورادو، وخنفساء الأزهار على اللفـت rape وآفات الأرز وهى نطاط النبـات البنـى ونطـاط الأوراق الأخضـر وأحيانـاً إستخدمت إستراتيجية مزدوجة (جـ) والتى قد تعطـى أفضـل النتـائج أى إسـتخدام الإستراتيجية أ، ب معاً كما فى آفات فول الصويا.

٧. ٢. إدارة المصائد النباتية Management of trap crops

تشمل إدارة المصائد النباتية على سبيل المثال اختيار نوع نباتات المصيدة النباتيـة وتحديد حجم ومكان الرقع النباتية للمصيدة "stands" وإقامتـها وعمليـات زراعتـها والمعالجات الممكنة لزيادة جاذبيتها والمعاملة بمبيـدات الآفـات وجمـع المعلومـات المفصلة عن الخصائص النوعية والكمية للكيرومونـات kairomones فـى الأنـواع النباتية والأصناف cultivars وأدوارها فى جذب الحشرات أو إعاقة الحشـرات فـى الوصول إلى النبات المستهدف أو إلزام الحشرات على التوجه إلى موقع التغذية ووضـع البيض ألخاص كل ذلك ضرورى فى التصميم العلمى لنظام المصيدة النباتية. ومثل هـذه المعلومات ــ على سبيل المثال ــ يمكـن أن تسـتخدم فـى اختيـار الأصنـاف ذات

المستويات العالية من الكيرومونات لكى تستخدم كمصائد نباتية.

المعلومات عن سلوك الحشرة المستهدفة ضرورية فى التصميم الطبيعى لحجم وترتيب نباتات المصيدة trap erogos. فقد تحتاج الآفات العالية الحركة شبكة مكثفة من المصائد النباتية (شكل ٦٢). ويجب أن تكون المصائد مع بعض الآفات (الديدان السلكية) داخل المحصول الرئيسى ولكن مع بعض الآفات الأخرى، (خنفساء أزهار اللفت) قد تقام أفضل فى مكان بعيد قليلاً. وقد تشكل أيضاً المعلومات عن قضاء الحشرات للشتاء أو مواقع البيات الشتوى وإتجاه الإصابة مفتاح النجاح فى تصميم زراعة نباتات المصيدة.

قد يختلف حجم المصيدة كثيراً ولكن يستخدم بصفة عامة نحو ١٠% من المساحة المحصولية. مع ذلك ــ الحجم المطلوب من المصيدة ليس من المحتمل أن يكون دالة لحجم المحصول الرئيسى بل بالأحرى لأعداد الآفات المتوقعة (كثافة الإصابة). وحركة الآفة المستهدفة تؤثر أيضاً على حجم المصيدة وطبقاً للحاجة إلى حماية المحصول من الإصابة من إتجاه واحد أو من إتجاهات مختلفة. لذلك لا توجد توصيات خاصة تتعلق بالحجم يمكن التوصية بها ومع ذلك هناك إنطباع بأن مساحة المصـ ـيدة الصغيرة جداً تكون أكثر تأثيراً من الكبيرة جداً.

الإقامة الناجحة للمصيدة وما يليها من إدارة لرقعة المصيدة النباتية ذات أهمية أولى لكى يعمل النظام. وهذا عادة ما يكون أكثر صعوبة عن التعجيل الذى يؤدى إلى نتائج ضعيفة وفشل أساسه الرئيسى الإدارة الغير كافية. لقد شكلت صعوبات الإدارة الاهتمام الرئيسى فى زراعة نباتات المصيدة بق لمكافحة الـ *Lygus* فى حقول القطن بكاليفورنيا ومكافحة سوسة اللوز فى نيكاراجوا ومكافحة خنفساء الأزهار فى القرنبيط فى فنلندا. على سبيل المثال توقيت إزهار نباتات المصيدة لمكافحة خنفساء الأزهار يصعب تحديده لأن نمو نباتات المصيدة يعتمد على سقوط الأمطار وأنماط درجات الحرارة أثناء الصيف وهذا بالطبع يختلف من سنة لأخرى لذا إستخدم فى فنلندا عدة تواريخ ومخاليط محصولية لضمان التوقيت السليم.

قد يستخدم فى بعض الأحيان مصائد نباتية دائمة لتقليل عمليات التكلفة من أمثله

ذلك إستخدام رقع من الشمار الحلو فى بساتين الموالح وذرة مستديمة فى أنظمة المصائد النباتية فى الذرة وأزهار مستديمة مثل *Sonchus vulgaris* لخنافس أزهار اللفت الأبيض فى حقول القرنبيط.

أحياناً يتحسن نجاح المصيدة النباتية كثيراً خلال تداولات خاصة مختلفة أخرى مثل إستخدام الفرمونات الجنسية وفرمونات التجمع aggregation pheromone. ففى القطن عمل إضافة الـ grandlure pheromone trap فى المصائد النباتية على رفع كفاءة هذه المصائد فإنتشر إستخدامها فى مكافحة سوسة اللوز. كما إستخدم أيضاً الفرمونات مع المصائد الشجرية فى مكافحة خنافس القلف *Ips*.

يتحصل أحياناً على زيادة كفاءة وفاعلية المصائد النباتية خلال إبتكارات خاصة فى النظام الزراعى الخاص. ففى القطن عمل على زيادة قوة جذب المصيدة النباتية بإزالة الوسواس المبكر فى الموسم بإستخدام الكيماويات مما يؤدى إلى وجود إختلاف كبير فى الفينولوجى بين المصائد النباتية والمحصول الرئيسى. وإدارة النمل الأحمر النارى red fire ant المفترس الكفئ لسوسة اللوز فى المصائد النباتية قد يكون له أهمية فى بعض الأماكن.

أظهرت المعاملة بمانع التغذية antifeedant لمصائد نباتية من نباتات البطاطس trap potatoes على زيادة جذب المصيدة لخنافس الكلورادو وجعلت النبات أيضاً غير ملائم لنمو اليرقات. لوحظت نفس الظاهرة الطبيعية مع حفار قرون البقوليات *Maruca testulalis* الذى كان ينجذب أكثر ويضع بيض أكثر على *Crotalaria juncea* عن أى نبات آخر بما فيها محصول نبات اللوبيا. ومع ذلك *C.juncea* غير ملائم لنمو يرقات الحفار مما يجعله مرشح جيد لمصيدة نباتية فريدة للـ *M. testulalis* ومع ذلك فقد يطرأ تفكير مؤداه أنه سرعان ما يحدث إنتخاب طبيعى مع مثل تلك النظم يظهر على أثره سلالات من الآفات لن تتفاعل مع نباتات المصيدة.

٧. ٣. التكامل مع الطرق الأخرى من المكافحة
Integrating with other controls

عادة ما تستخدم المصائد النباتية كجزء من برنامج المكافحة المتكاملة الذى

يتضمن إستخدام المبيدات وطرق أخرى من المكافحة الزراعيـــة. وعـــادة مـــا تعمـــل المصائد النباتية على تعزيز المكافحة الطبيعية فى الجـــزء الرئيســـى مـــن المحصـــول ويمكن زيادة الفوائد أيضاً بإستخدام المبيدات البيولوجية وعناصر المكافحة البيولوجيـــة وأصناف النباتات المقاومة وأنظمة الدورة الزراعية على سبيل المثال.

فى تجارب لمكافحة دودة الورق *Spodoptera litura* فى مشـــتل دخـــان اختـــبر مصائد نباتية من الخروع مع مستخلص بذور النيم وتحضير للفيروس النووى المتعـــدد الأوجه ومثبط الكيتين diflubenzuron والـ chloropyrifos. ووجد أن ضـــرر الـــ *S.litura* فى كل المعاملات إنخفض معنوياً عن الكنترول ولكن لم تكن هناك إختلافـــات بين المعاملات. وإستنتجت الحسابات الإقتصادية بـــأن إســـتخدام عنـــاصر المكافحـــة البيولوجية ومانع التغذية فى إدارة ديدان الورق مع المصائد النباتيـــة ســـليم إيكولوجيـــاً ومفيد اقتصادياً للمزارع.

٨- القيود والمخاطر Constraints and risks

هناك تقييدات ومخاطر قللت رغبة العلماء فى تطويـــر طـــرق زراعـــة المصـــائد النباتية وقللت بالمثل رغبة المزارعين فى التأقلم مع هذه الطرق. وعـــاقت مثـــل هـــذه المشاكل الإستخدام الواسع للمصائد النباتية رغم فائدتها.

٨. ١. القيود الإيكولوجية Ecological constraints

ذكر كثير من المؤلفين أحكاماً عامة وعادة متناقضة بأنه يسهل فقـــط مـــع أنمـــاط معينة من الآفات مكافحتها بزراعة المصائد النباتية. وأشير لهذا القول عامـــة للآفـــات متعددة العوائل polyphagous وليس الآفات المحددة العوائل Oligophagous ولكن لم يظهر نمط واضح من تلك الإعتبارات. ويبدو أن التعميم الوحيد المنطقى هو أنه يجـــب أن تظهر الآفات المطلوبة مكافحتها بالمصائد النباتية تفضيل واضح لأنواع من العوائـــل النباتية الخاصة أو أصناف أو مرحلة نمو نباتى والتى تكون مختلفـــة فينولوجيـــاً عـــن المحصول الرئيسى فى الوقت الحرج لظهور الآفة.

٨. ٢. القيود المنطقية Rational constraints

فى العادة ما يشكل غياب المعلومات المفصلة عن إيكولوجى وسلوك الآفة المستهدفة عامل محدد فى المكافحة الزراعية عن طريق المصائد النباتية. فإذا لم تتاح أمثلة أو تجارب مشجعة جاذبة إقتصادياً من الجيران فإن معظم الزراعيين لن يغامروا بطرق ليست مألوفة لهم حتى ولو أكد لهم رجال الإرشاد الزراعى فوائد تلك الأنظمة. وتبدو أيضاً المصائد النباتية للكثيرين أنها معقدة لأنها تشكل أنشطة مختلفة غير مألوفة فى المزرعة. كما أن غياب الأصناف varieties المناسبة للمصائد النباتية أو المعدة الخاصة لهذا الغرض والقيود الزمنية فى العمليات الجارية تلقائياً مع الأنشطة المزرعية الأخرى قد تجعل ممارستها مستحيلة.

هناك واجهة منطقية هامة فى قبول وإستخدام المصائد النباتية وهو القدرة على التنبؤ بالإصابة بالآفات. فالمصائد الزراعية غير مفيدة إذا كانت الآفات نادرة ولذا يلقى العلاج الوقائى بمبيدات الآفات الكيماوية قبولاً اكثر لدى المزارع على الأقل فى حالة الآفات العرضية occasional pests. لذا طرق التنبؤ للإصابة بالآفات يجب أن تحسن كثيراً الإستخدام المنطقى للمصائد النباتية. ولكى تكون هناك فائدة فى هذا الموضوع يجب أن يعرف التنبؤ مسبقاً من وقت طويل لتسهيل إستخدام المصائد النباتية.

هناك قيد منطقى آخر فى إستخدام هذه الطريقة ففى الحالة العادية تتواجد عدة أنوع من الآفات الهامة المختلفة فينولوجياً فى نفس الحقل. وقد تعتمد المصيدة النباتية الملائمة اقتصادياً على حجم الحقل. وبالتالى فإن وضع مصائد نباتية للمكافحة الناجحة فى الزراعات الصغيرة المدى نسبياً تكون عادة مستحيلة. وقد يتجنب بعض من هذه المشاكل خلال إستخدام إستراتيجيات مختلفة فى زراعة المصائد النباتية على سبيل المثال سيكون هناك خطر قليل فى إستخدام نفس صنف المحصول كمحصول رئيسى (الإستراتيجية ب).

٨. ٣. مخاطر زراعية Agronomic risks

تتضمن المصائد الزراعية أحياناً مخاطر تقلل من جاذبيتها للمزارع على وجه الخصوص عندما تتحول نباتات المصيدة إلى نباتات حاضنه للآفة والتى فيما بعد تشكل

خطورة لجميع المحاصيل القريبة. ويصبح الخطر حقيقى إذا لسبب ما حدث عطل فى ماكينة الرش، أو فى حالة عدم وجود مبيدات آفات متاحة، أو قيود زمنية تؤخر رش الآفات أو أصبح المبيد غير فعال أحياناً هنا قد تسبب المصائد النباتية فى هذه الحالة مشاكل آفات أخرى حتى عندما توضع الآفة الرئيسية تحت السيطرة. على سبيل المثال – فى إدارة سوسة لوز القطن قد تهئ الزراعة المبكرة لنباتات المصيدة أو رشها بالمبيدات إصابات مبكرة بآفات أخرى مدمرة مثل الـ *Heliothis* أو *Spodoptera* spp. بإتاحة العائل النباتى مبكراً عن الطبيعى و/ أو بقتل الحشرات النافعة فى نباتات المصيدة مما يسمح ببناء سريع لهذه الآفات وما يلى ذلك من إنتشارها إلى النباتات الرئيسية المزروعة.

الإقامة والصيانة الناجحة لنوعية quality نباتات المصيدة تشكل مكونات هامة للنظام. وتتعرض تلك المكونات أحياناً للخطر بسبب الصفات الزراعية لنباتات المصيدة وعوامل أخرى مثل ما شهود على سبيل المثال مع صعوبات المحافظة على نوعية quality نباتات مصيدة البرسيم فى مكافحة بق الليجس *Lygus*.

٨. ٤. مخاطر بيئية Environmental risks

تشير تقريباً جميع الدراسات على إدارة الحشرات بواسطة المصائد النباتية إلى فوائد بيئية يمكن التحصل عليها خلال هذه الممارسة. تتضمن هذه الفوائد (١) خفض هام فى الإستخدام الإجمالى للمبيدات (٢) نقص فى عبئ مبيدات الآفات على المحصول الرئيسى والذى يشكل أهمية خاصة إذا كان المحصول يؤكل (٣) حماية معظم الأعداء الطبيعية الموجودة فى المحصول الرئيسى (٤) إمكانية إقامة تلك المصائد بطريقة ما تقلل من إنتقال مبيدات الآفات drifts إلى البيئة المحيطة.

إن المخاطر البيئية فى هذه الوسيلة من الإدارة البيئية تعتبر نادرة. والمخاطر لن تكون كثيرة ولكن تتضمن (١) زيادة ظهور المقاومة فى الآفة لمبيدات الآفات (٢) الإضرار ببعض الأعداء الطبيعية الموجودة فى المصائد الزراعية.

قد يعزز تطور المقاومة لمبيدات الآفات إذا كانت جميع الأفراد عملياً تتجمع على

نباتات المصيدة والأفراد التى تبقى بعد الرش ستمثل العشيرة المتبقية المتكاثرة. وتأتى بعض دلائل هذا التأثير من الدراسات التى أجريت فى نيكاراجوا حيث وضح عموماً أن سوس لوز القطن أكثر مقاومة للميثيل براثيون عن عشائر السوس فى الولايات المتحدة والسلفادور. كما وجد أن يرقات السوس التى تصيب لوز القطن فى المصائد النباتية كانت أكثر مقاومة لمبيدات الحشرات من التى تصيب المحصول الرئيسى.

قد تنجذب بعض الأعداء الطبيعية العالية الحركة وتتجمع على نباتات المصيدة حيث توجد عوائلها وضحاياها ومن المحتمل الإضرار بها عند معاملة تلك المصائد بالمبيدات الحشرية وهذا قد يؤثر سلباً على التوازن بين العدو الطبيعى والعائل/ الضحية.

إن إدارة الحشرات بإقامة المصائد النباتية إستراتيجية مفيدة فى مكافحة آفات عديدة فى أنظمة بيئية مختلفة. وهى تقدم فوائد بيئية وإقتصادية هامة. وإستخدامها يمكن أن يتكامل بنجاح مع طرق المكافحة الزراعية والبيولوجية والكيماوية. ولا تزال المصائد النباتية تمارس فى الوقت الحالى لمدى محدود نتيجة لبعض القيود البيئية والفكرية والتقنية والإقتصادية ويمكن التغلب على كثير من هذه العقبات خلال الأبحاث البيئية والتطور التقنى فى الحقول، مثل إكتشاف وتخليق وتوزيع الـ allelochemicals والمشاريع التى توضح فوائدها. وقد تزداد أهمية المصائد النباتية كبديل للإعتماد التقليدى على المبيدات الكيماوية خاصة فى ظل السياسات المتشددة تجاه إستخدام المبيدات فى معظم البلدان.

٩- الخلاصة Conclusions

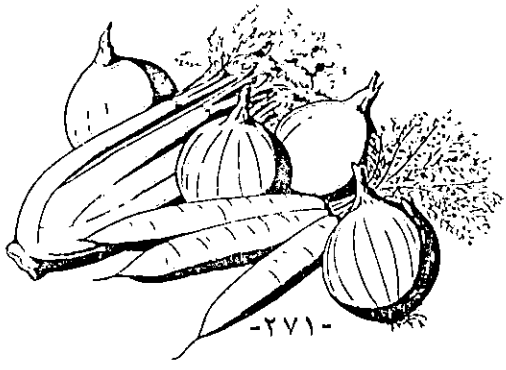
الإدارة الإيكولوجية أحد السياسات الهامة والأقل تكلفة والأكثر انسجاماً بيئياً لحل المشاكل الحشرية ولإستخدام هذا الإتجاه يجب تحديد نقاط الضعف فى الدورة الفصلية للحشرات وإستغلالها. وذلك بجعل المصادر الغذائية أو العوامل الفيزيائية لبيئة المحصول غير مناسبة خلال إدارة عمليات الإنتاج التقليدية. ويكون الإتجاه فى معظم الحالات لعمليات وقائية تسبق المشاكل قبل وجودها ومحاولة تجنب أو تقليل تأثير تلك المشاكل. وتصلح الإدارة البيئية كإجراء أساسى يتلاءم ويمكن أن يتكامل مع كثير من

السياسات الأخرى لإدارة الآفات. وكقاعدة ــ الإدارة الإيكولوجية أكثر تأثيراً مع الحشرات ذات المدى العائلى الضيق والمعدل المنخفض فى الإنتشار و/ أو لها متطلبات معقدة فى الدورة الفصلية.

التحديد الرئيسى للإدارة البيئية يعنى أن معظم الإجراءات المؤثرة فى إدارة الآفات قد لا تكون عملية من ناحية أهداف إنتاج المحاصيل. ورغم أن الإنتاج جزء هام فى إنتاج المحاصيل فإن الأولويات الأخرى وهى الكفاءة الأكبر والمحاصيل الأعلى وحماية التربة تطرح قيوداً أو حدود يمكن خلالها إجراء الإدارة البيئية.

بالإضافة إلى ذلك ــ تؤدى التقنيات الحديثة إلى تغيرات فى إنتاج المحاصيل وتجعل الطرق الأقدم فى الإدارة البيئية أقل تطبيقاً. لقد سمح ــ على وجه الخصوص ــ ظهور مبيدات الحشائش الإختيارية بتهذيب وقبول عمليات اللاحرث أو تقليل عمليات الحرث. ومثل هذه العمليات تشجع على صيانة التربة وتوفير الوقود والوقت والعمالة وبالتالى تمنع أو تزيل مثل تلك الخيارات مثل النظافة العامة والحرث من أجل إدارة الآفات الحشرية.

بقى سؤال ــ هل مثل تلك التغيرات فى زراعة المحاصيل ستسبب تغيرات فى وضع الآفات الحشرية؟ هناك احتمال قائم. وقد تزداد عشائر بعض الآفات الحالية وقد تنقص فى البعض الآخر. وفى أى حال سيحتاج مديرى الآفات قبول مثل تلك التقنيات وتفهم إيكولوجى البيئات الجديدة للمحاصيل وكلما إزدادت الإصابات بالآفات تصبح هناك حاجة لطرق أخرى لجعل المحاصيل أقل مناسبة للحشرات.



الإدارة الإيكولوجية لبيئة المحاصيل

١- الزراعة المحمية

تهدف الزراعة المحمية للحصول على إنتاج ذات نوعية عالية من الخضر ونباتات الزينة لتباع فى غير موسمها بأسعار أعلى كما تهدف إلى إنتاج يصلح للتصدير بغرض الحصول على عملة صعبة. ويعمل الدفء والحماية داخل البيوت المحمية إلى نمو سريع لعدد من الآفات مثل المن والذباب الأبيض والتربس والأكاروس. وتتطلب الزراعة المحمية إكثار كمى للأعداء الطبيعية لمكافحة الآفات للحصول على إنتاج زراعى خالى من الملوثات الكيماوية.

٢- مبيدات الآفات

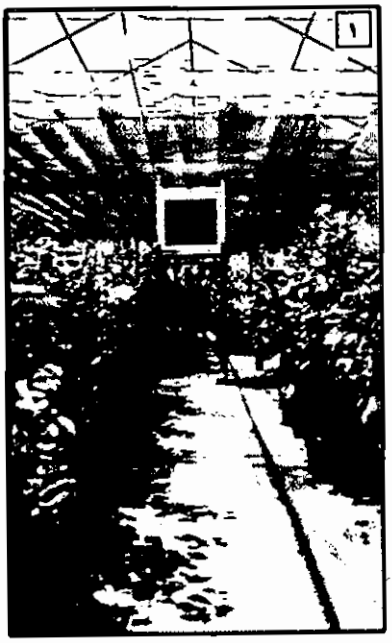
تلعب مبيدات الآفات دوراً كل يوم فى حياتنا ــ وتجاهل المبيدات هو تجاهل للحقائق ــ وسواء نحبها أم نكرهها ــ هى صمام الأمان فى بعض مجالات صحة الإنسان والإنتاج الزراعى والحيوانى والرش بالطائرات (شكل ٢) لا يشكل أحد قرارات إدارة الآفات إلا فى حالات خاصة جداً حيث يؤدى إلى تلوث بيئى اكثر وفاعلية أقل ومشاكل أخرى متعددة.

٣- زراعة المحصول الواحد Monoculture

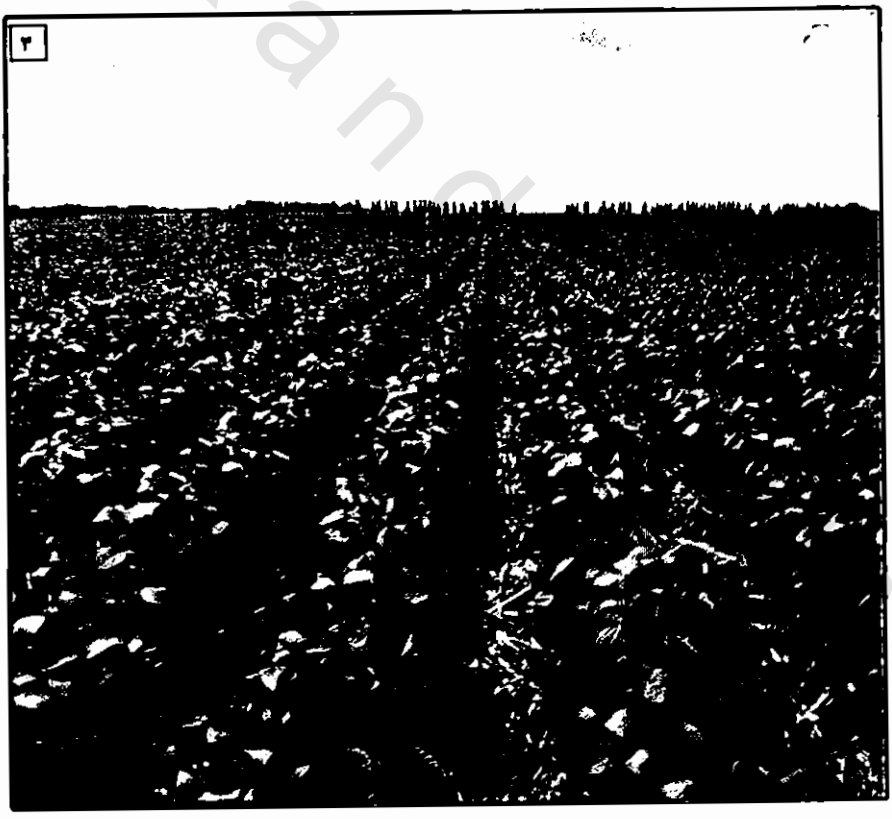
سياسة زراعية عملت على تحويل الأنظمة البيئية المعقدة المناسبة للمكافحة البيولوجية الطبيعية إلى أنظمة بيئية بسيط معاكسة لنشاط وتأثير الأعداء الطبيعية نتيجة هدم المساكن البيئية الخاصة بها واختلال التوازن بين عشائرها وعشائر عوائلها. وأوضحت الخبرة أن تغير العمليات الزراعية عمل فى بعض الحالات على تحسين أداء الأعداء الطبيعية المحلية مثل زراعة المحصول دون حرث والتى قد تمارس تحت ظروف خاصة تعمل على حفظ مساكن الأعداء الطبيعية المحلية.

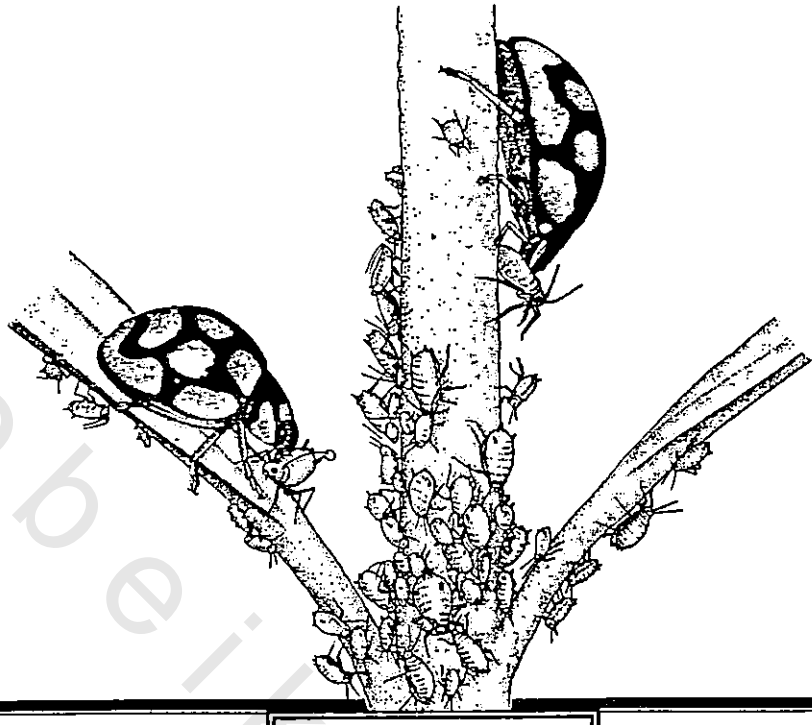
obeikandl.com

obeikandl.com


١

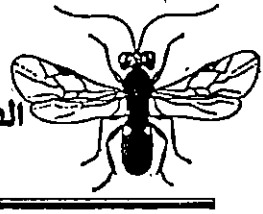
٢


٣



تابـــع
الوحـــدة الثالثة

إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات

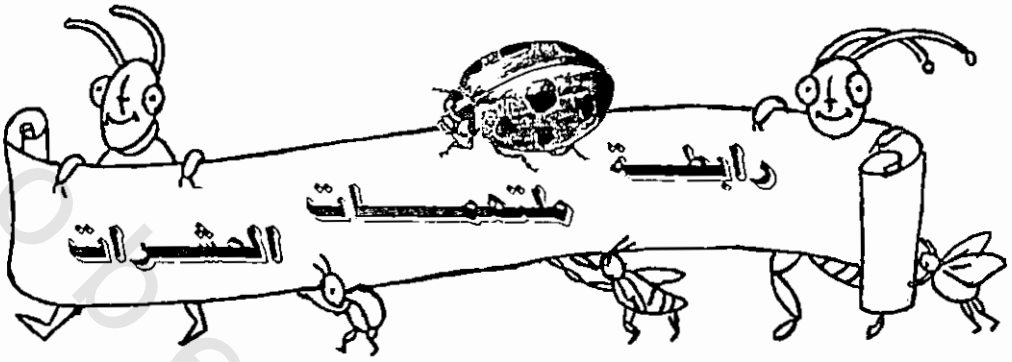


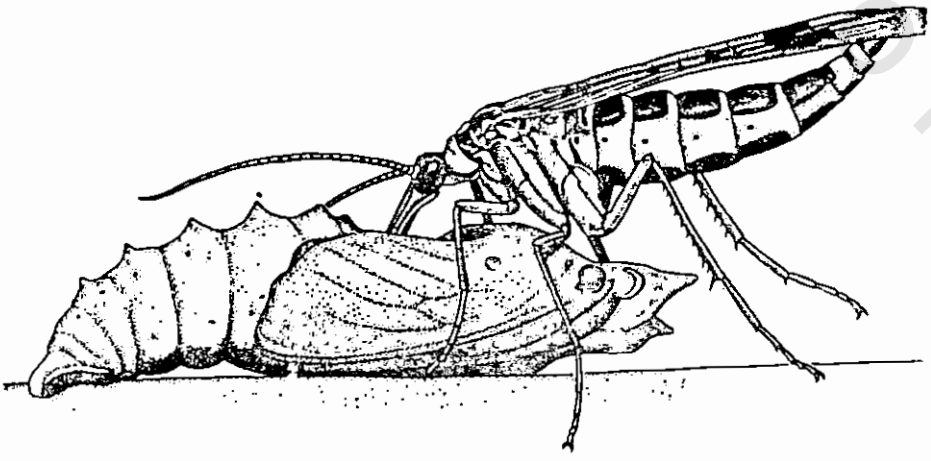
الفصـــل الثامـــن : المكافحـــة البيولوجيـــة

يشمل هذا الفصل عرض موجز عن المكافحة البيولوجية كوســـيلة هامة من الوسائل التى لا غنى عنها فى برامج إدارة الآفـــات الحشـــرية ويبدأ بعرض لتاريخ وتطور المكافحة البيولوجية وعرض لمجاميع وأشكال ملتهمات الحشرات ثم إلى إستخدام الحشرات كعناصر للمكافحة البيولوجية للحشائش وتناول آخر مثير عن إستخدام خنافس الروث فى تقليل مشـكلة الروث والحشرات المرتبطة به ثم إلى الكائنات الدقيقة الممرضة للحشرات (نيما تودا – فطريات – بكتريا – فيروسات – بروتوزوا). وينتهى الفصل إلى طرق ممارسة المكافحة البيولوجية وهى ممارسة هامة جداً وتشـــكل أحد الإختيارات الهامة فى برامج إدارة الآفات.

obeikandl.com

obeikandl.com



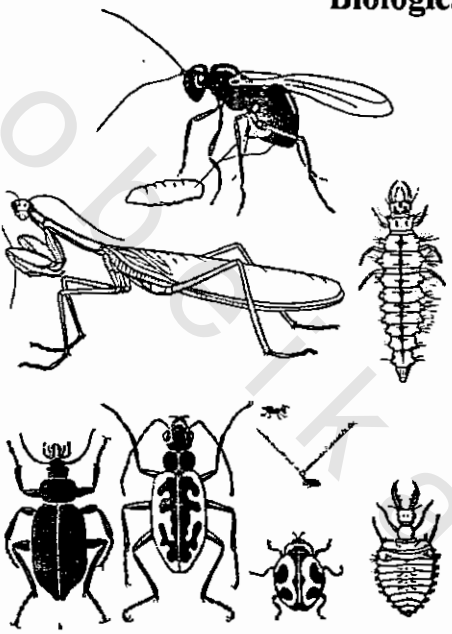


obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الثامن : المكافحة البيولوجية

Biological Control



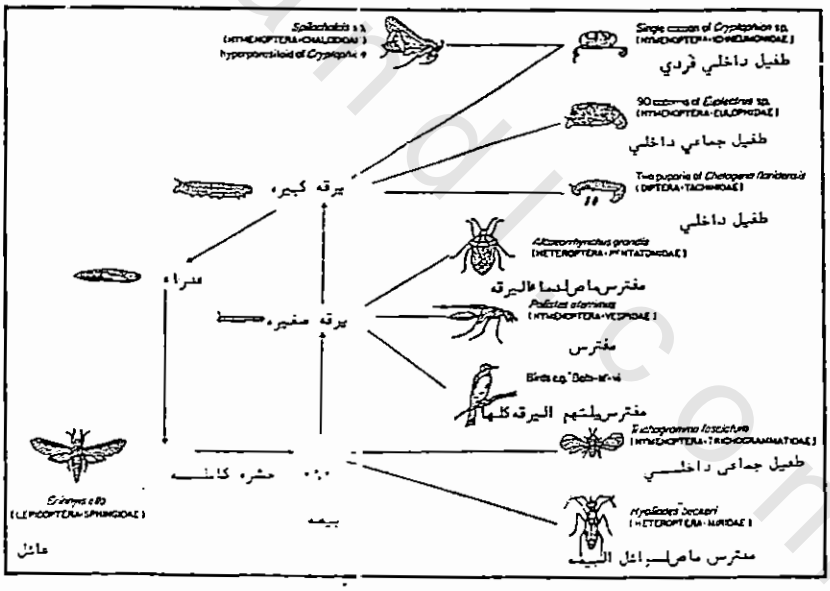
ربما تكون المكافحة البيولوجية والتى عادة ما تختصر إلى Biocontrol أقدم الطرق المعروفة لمكافحة الآفات الحشرية. وتعرف اليوم على أنها أكثر الطرق الهامة والمتقدمة فى خفض عشائر الآفات الحشوية. ويرجع أحد الأسباب الرئيسية فى ذلك إلى أن إستخدامها مبنى على أساس إيكولوجى معروف وسليم. وحيث أن المكافحة البيولوجية ما هى إلا علم البيئة التطبيقى Applied ecology لذا تصلح كطريقة مركزية يلتف حولها ويتكامل معها طرق المكافحة الأخرى.

يقابل معدل الزيادة الكبير فى تعداد الحشرات فى معظم الأحيان بنسب موت عالية وهناك مجموعتان من عوامل الموت الطبيعية تشمل المجموعة الأولى عوامل بيئية والمجموعة الأخرى تشمل أنشطة كائنات حية أخرى ومن أمثلة الكائنات الحية مجموعة من الحشرات يطلق عليها ملتهمات الحشرات Entomophagous insects وهى تشمل الطفيليات والمفترسات الحشرية والتى لها دور كبير وهام كعناصر موت لغيرها من الحشرات (شكل ٦٣). وفى نفس الوقت فإن الحشرات تعانى أيضاً من الأمراض التى تسببها كائنات دقيقة تطلق عليها بالممرضات والتى فى بعض الأحيان تكون ذات أهمية بالغة فى الحد من تعداد الحشرات.

ويمكن تعريف المكافحة البيولوجية على أنها إستخدام الأعداء الطبيعية لخفض تعداد أنواع الآفات ويشير العدو الطبيعى أساساً إلى الطفيليات والمفترسات وقد يتضمن المصطلح الكائنات الدقيقة الممرضة (بكتريا – فيرس – فطر – نيماتودا – بروتوزوا).

أى تعنى خفض فى تعداد الآفـــات بواسـطة المفترسـات والطفيليـات أو الأمـراض لمستويات أقل مما يمكن أن توجد فيـه عنـد غيـاب تلـك العنـاصر. وفـى بعـض الاحيان تستخدم الكائنات الدقيقة تحت مصطلح منفصـل هـو المكافحـة الميكروبيـة Microbial control. والمكافحة البيولوجية فى معنى أخر تشمل تداول مدروس لبعـض عناصر الضبط الطبيعى Natural control والأخير يشير إلى تنظيم تعـداد الحشـرات الذى يحدث فى جميع الأوقات دون تدخل الإنسان و هـذا الضبـط الطبيعـى يتضمـن مكونات بيئية حية وأخرى غير حية.

فى نطاق التعريف البسيط السابق ذكره هنـاك، رؤيتـان ذات علاقـة بالمكافحـة البيولوجية. الأولى تتصل بالمعنى الإيكولوجى أو "الطبيعى" وتصف التـأثيرات التـى تحدثها الأعداء الطبيعية (الطفيليات والمفترسات أو الأمراض) عند تواجدهـا. وتغطـى الثانية الانشطة الإنسانية مع هذه الأعداء وبالتالى تصف مجال المكافحة البيولوجية.



شكل ٦٣: مثال لآفة (فى البرازيل) يوضح إرتباط الطفيليات والمفترسات بالأطوار المختلفة للآفة

كلا الرؤيتان لهما مكان فى إدارة الآفات الحشرية الاولى لحد ما غير مباشره وتشمل الإدارة الحكمية فى الإنتاج الزراعى وعمليات المكافحة الحشرية بدرجة لا تضر بالمكافحة البيولوجية الناتجة عن التواجد الطبيعى للمفترسات والطفيليات والأمراض الموجودة فعلاً فى الحقل. الثانية تشمل مجهودات الإنسان فى تعزيز المكافحة البيولوجية إما خلال إدخال أعداء طبيعية جديدة أو خلال التأثير المباشر لتحسين فاعلية الأعداء الطبيعية المتاحة فعلاً فى البيئة.

يقترح فى بعض الأحيان أن ميدان المكافحة البيولوجية يجب أن يكون عريضاً متضمناً إستخدامات أخرى مثل تعقيم الذكور وإستخدام فرمونات الحشرات وحتى إستخدام النباتات المقاومة للآفات على أساس أن جميع تلك الإستخدامات تشتمل على كائنات حية أو مواد نشطة بيولوجياً مشتقة من كائنات حية.

وهناك إختلاف بسيط بين المكافحة البيولوجية للحشرات والحشائش. فكلاهما يشمل أعداء طبيعية تعمل على خفض أو حفظ الآفة أسفل مستويات الضرر الإقتصادى ولكن هناك بعض الإختلافات فى المكافحة البيولوجية للمجموعتين (الحشرات والحشائش) فالحشرة التى تتغذى على النبات الغير مرغوب (الحشيشة) يجب أن تكون ذات تخصص عالى لعائلها أى يجب أن تكون تغذيتها مقصورة على عائل واحد Monophagy حتى لا تكون هناك فرصة لكى تهاجم أى نبات آخر له قيمة إقتصادية. وعلى ذلك فالحشرات التى يشرع فى إستيرادها لمقاومة الحشائش تخضع لإختبارات مكثفة من ناحية تغذيتها وتفضيلها لعائلها قبل الشروع فى إطلاقها فى الحقل ولا يسمح لأى حدود من الخطأ فى هذه الإختبارات حيث أن إدخال الحشرة الملتهمة لجزء هام فى الحشيشة فى بيئة جديدة لا يمكن إستعادتها مرة أخرى من البيئة إذا ثبت فشلها ولا يمكن إقصائها .. من ناحية اخرى فإن ملتهمات الحشرات ليس من المهم أن تكون محدودة التغذية Oligophagy أو متعددة التغذية Polyphagy وليس من الضرورى إستيراد طفيل أومفترس ذات تخصص ضيق أى لعائل حشرى معين Monophagy إن ما يهم ملتهمات الحشرات هو ألا ندخل للبيئة ملتهمات تؤثر على الانواع النافعة مثل نحل العسل أو تتطفل على ملتهمات الحشرات الاخرى (Hyper parasites) .

إن خفض أعداد النباتات الحشائشية بواسطة الأعداء الطبيعية المستوردة يختلف عن خفض الآفات الحشرية بواسطة الأعداء الطبيعية ففى الحالة الاخيرة ينتج الخفض مباشرة كنتيجة للموت المبكر للعائل ولكن فى حالة الحشيشة يكون دور العدو الطبيعى أكثر تعقيداً.

(١) فقد يقض مباشرة على العائل (النبات).

(٢) أو يضعف من شدته فى المنافسة بين النباتات الأخرى أو يجعله أكثر حساسية لعوامل الموت الاخرى المحيطة به.

(٣) أو قد يقلل من القدرة التكاثرية للحشيشة عن طريق إتلاف الأجزاء الزهرية والبذور.

(٤) او قد تؤدى تغذيته لإفساح الطريق لعدوى قاتلة بواسطة الكائنات الدقيقة الممرضة

وللمكافحة البيولوجية مميزات خاصة تنفرد بها عن الطرق الأخرى: (١) الأمان للإنسان والحيوان (٢) البقاء أو الدوام (٣) الإقتصاد. وفيما يخص إقتصاديات هذه الطريقة قدرت الفوائد المباشرة للزراعة ما بين ١٩٢٣ ، ١٩٥٩ فى كاليفورنيا من إدخال الطفيليات والمفترسات بنحو ١١٥ مليون وكانت تكلفتها الإجمالية ٤,٣ مليون دولار فقط. ولم يتضمن ذلك الفوائد التى تلت إستخدامها منذ ١٩٥٩ ولم تتضمن أيضاً ملايين الدولارات للفوائد من المشاريع التى تمت فى كاليفورنيا مثل ١٩٥٣ هذا بالإضافة إلى أن إدخال المفترسات والطفيليات نتج عنه خفض فى إستخدام المبيدات وفوائد بيئية لا حصر لها.

إلى جانب مميزات المكافحة البيولوجية هناك أيضاً عيوب نذكر منها:

١- تحتاج لبعض من الوقت حتى يظهر تأثيرها.

٢- لا يمكن للمكافحة البيولوجية أن تمنع كل الفقد الناجم عن الإصابة الحشرية.

٣- قد يعاكس الطقس والعوامل الإيكولوجية الاخرى عناصر المكافحة البيولوجية.

٤- قد تنشأ مشكلة خاصة إذا تطلب الامر مكافحة أكثر من آفة على نفس المحصول الواحد.

٥- قد يصعب إنتاج كميات كبيرة من بعض العناصر البيولوجية مثل بعض الطفيليات وبعض الكائنات الدقيقة.

أولاً: تاريخ وتطور المكافحة البيولوجية:

إن المكافحة الفعالة للآفات الحشرية والحشائشية بإستخدام العناصر البيولوجية حديثة العهد نسبياً حيث لم تصبح كوسيلة فعالة فى المكافحة البيولوجية إلا منذ عام ١٨٩٠ ومع ذلك هناك وقائع تاريخية سابقة ساهمت فى تطور بعض المفاهيم الأساسية للمكافحة البيولوجية وكثير من تلك الوقائع تبين إهتمام الإنسان بالطبيعة. فبدون إكتشافات ما قبل القرن التاسع عشر عن مفاهيم علم البيئة الحديثة لحدث تأخر وقصور فى تقدم علم المكافحة البيولوجية وحديثا فى تقدم وظهور علم إدارة الآفات الحشرية .. من تلك الإكتشافات والمفاهيم الإتزان الطبيعى ونمو العشيرة وحدود هذا النمو والضبط الطبيعى للأعداد والتعايش بين الأنواع المختلفة خاصة التى بين النباتات والحيوانات وأعدائها الطبيعية والدور الذى تلعبه تلك الأعداء فى تحديد أعداد تلك الكائنات.

وعلى ذلك فإن تاريخ المكافحة البيولوجية يعكس تاريخ معرفتنا لعلم البيئة وفى الحقيقة ساهمت مفاهيم وأفكار المكافحة البيولوجية خاصة فى أواخر القرن التاسع عشر فى تطور نظريات وأساسيات علم البيئة والتى عززت بالتالى الظهور العملى للمكافحة البيولوجية للآفات ثم مفاهيم وأسس إدارة الآفات الحشرية. وهذا ليس بمستغرب حيث أن المكافحة البيولوجية ما هى إلا ظاهرة إيكولوجية وتطبيقها عملياً ما هو إلا مثال لعلم البيئة التطبيقى... إن فكرة إستخدام الحشرات فى خفض تعداد حشرات أخرى فكرة قديمة فلقد استخدم الصينيون قديماً المفترسات مثل النمل المفترس لمقاومة آفات حشرية معينة تهاجم الموالح. ومما هو جدير بالذكر أن مزارعى البلح العرب فى القرون الوسطى عملوا على نقل فصلى لأعداد من النمل المفترس من الجبال القريبة حيث موطنها الطبيعى إلى الواحات لمكافحة نمل آخر يهاجم نخيل البلح مثل هذه العملية تشكل المثال الأول من نوعه لعمل الإنسان فى نقل الأعداء الطبيعية لأغراض المكافحة البيولوجية وهذه شهادة توضح أن مزراعى البلح العرب القدامى كان لهم المقدرة فى التفرقة بين أنواع النمل المختلفة على أساس عاداتها الغذائية.

إن الإدراك عن إحتمالات إستخدام الحشرات الطفيلية فى حفظ تعددات الآفات كان أكثر بطئاً فى الظهور عملياً وربما لأن الحشرات الطفيلية دقيقة وذات عادات غير واضحة للعيان. إن التطفل الحشرى عرف لأول مرة فى إيطاليا بواسطة Valisnieri (١٦٦١-١٧٣٠) الذى لاحظ الارتباط بين الطفيل *Apanteles glomeratus* وعائلة أبى دقيق الكرنب *Pieris rapae(L.)* بعد ذلك إزدادت المشاهدات التى تشير إلى عادة التطفل بين الحشرات مع بداية القرن الثامن عشر ولكن فكرة إستخدام تلك الأعداء الطبيعية تأخرت إلى القرن التالى. وفى أواخر الثمانينيات خطط لأول مشروع ناجح فى العالم للمكافحة البيولوجية ضد آفة موالح خطيرة هى البق الدقيقى الاسترالى *Icerya purchasi* (Maskell) كما وضح المشروع الأوجه الأساسية لهذه الطريقة من طرق المكافحة.

من المعروف أن البق الدقيقى الإسترالى آفة خطيرة للموالح والكمثرى وألأكاسيا ونباتات أخرى وسجلت لأول مرة فى إحدى مدن كاليفورنيا الشمالية عام ١٩٦٨ على أشجار الأكاسيا ثم ظهرت فى مزارع الموالح الكبيرة فى لوس أنجلوس وخلال سنوات قليلة إنتقلت الآفة إلى جنوب كاليفورنيا حيث سجلت على أشجار الليمون ثم إنتشرت إنتشاراً واسعاً وأصبحت تهدد مزارع وصناعة الموالح وأرسلت عينات من الآفة إلى العالم C.V.Reily عام ١٨٧٢ فى ميسورى وأوضحت دراسته أن الموطن الأصلى للآفة هو إستراليا وأنها دخلت إلى أمريكا مع النباتات التى استوردت من تلك المناطق. ثم أجريت دراسات فى عام ١٨٨٠ فى استراليا على الأعداء الحيوية لهذه الآفة ووجد نوعان أحدهما طفيل ثنائى للأجنحة *Cryptochaetum iceryae* (Williston) والأخر مفترس يعرف بحشرة الفيداليا *Rodolia cardinalis* (Mulsant) وأرسل الإثنان بالبواخر إلى سان فرانسيسكو فى أمريكا حيث فحصا وربيا وأطلقا فى لوس أنجلوس كحشرات كاملة على أشجار الموالح المصابة التى جهزت تحت خيم من القماش وفى الحال بدأت خنافس الفيداليا فى التغذية ووضع البيض على البق الدقيقى وازداد تعداد الخنافس كثيراً مما سمح بإنتشارها فى الأماكن المجاورة ووجد أن خنافس الفيداليا إنتشرت بسرعة أكبر من ذبابة الـ *Cryptochaetum* وفى خلال أشهر قليلة إنخفض تعداد البق الدقيقى كثيراً إلى مستويات غير ضارة بالموالح.

وكان للنجاح الكبير لخنافس الفيداليا ومحاولة إستخداماتها فى كثير من بلاد العالم ورخص وسهولة مثل هذه الطريقة من المكافحة أن إتجه نحو مكافحة آفات أخرى بنفس الطريقة لهذا أجريت فى استراليا دراسات للبحث عن أعداء أخرى وأمكن التوصل إلى خنافس الكريبتوليمس *Cryptolaemus montrouzieri* وهو عدو طبيعى لمجموعة أخرى من البق الدقيقى الذى يهاجم الموالح وأطلق عليه قاتل البق الدقيقى mealybug destroyer وسرعان ما إستقر لبعض الوقت فى جنوب كاليفورنيا وخاصة على طول الساحل حيث لوحظ شراهته فى مهاجمة البق الدقيقى على الموالح ولكن لوحظ حساسيته الشديدة للبرد فى الشتاء الذى حد من إستمرارية فاعليته وضعف تأقلمه. وهذا أدى إلى ظهور فكرة الإكثار الصناعى لهذا المفترس فى المعامل خلال فصل الشتاء والعمل على إطلاقه فى الحقول فى الربيع والصيف مثل هذه الطريقة تعرف بإسم التوطين الفصلى periodic colonization والتى أصبحت طريقة فعالة ناجحة فى عام ١٩١٩. بقدوم عام ١٩٠٠ إزدادت برامج المكافحة البيولوجية وتطورت مفاهيم طرق تداول الأعداء الطبيعية وظهرت عدة أنشطة منها:

أ- استيراد الأعداء الطبيعية:

حيث إستوردت أعداء طبيعية من بلاد مختلفة وضد مجموعة مختلفة من الآفات ومن الأمثلة الأولى فى ذلك ما حدث عام ١٩٠١ عند إستيراد الطفيل *Scutellista cyanea* Motsche من جنوب أفريقيا إلى كاليفورنيا لمكافحة حشرة الزيتون السوداء.

ب- تشييد معامل تربية الطفيليات المستوردة.

حيث شيد فى عام ١٩٠٣ أول معمل لتربية الطفيليات فى سان فرانسيسكو والذى زود بتسهيلات لتربية الحشرات بغرض تدعيم برامج المكافحة البيولوجية.

جـ- نقل الطفيلات المحلية.

د- تطبيق إجراءات الحجر الزراعى على الحشرات النافعة المستوردة.

هـ- تقدم برامج المكافحة البيولوجية حيث:

١- فى الفترة من ١٩٠٠ إلى ١٩١٠ إزدادت مشاريع المكافحة البيولوجية وعمل على إستيطان أكثر من ١١ عدو بيولوجى خلال إحدى عشر مشروع فى أماكن متفرقة من العالم.

٢- فى الفترة من ١٩١٠ إلى ١٩٢٠ أجرى ١٤ مشروع وثبت نجاح ستة منهم نجاحاً مؤكداً فى كندا وأجزاء من أمريكا.

٣- خلال الفترة من ١٩٢٠ إلى ١٩٤٠ سجل إستيطان أكثر من ٣٠ عدو بيولوجى ومن أمثلتها نقل الطفيل *Aphelinus mali* (Haldeman) من موطنه فى بيوانلجلاند إلى نيوزلاندا ثم عمل على نشره فى بريطانيا ـ كولمبيا ـ شيلى ـ جنوب أفريقيا ـ إيطاليا ـ البرازيل ـ وبلاد أخرى كثيرة.

وصلت مشاريع المكافحة البيولوجية لأقصى نشاط لها خلال الفترة من ١٩٣٠-١٩٤٠ وأمكن بنجاح العمل على إستيطان ٥٧ عدو بيولوجى.

بعد ذلك إنخفض تعداد مشاريع المكافحة البيولوجية نتيجة لإندلاع الحرب العالمية الثانية وظهور المبيدات العضوية فى أواخر عام ١٩٤٥.

و- ظهرت هيئات دولية تهتم بالمكافحة البيولوجية.

أنشأ فى بريطانيا معمل للمكافحة البيولوجية سمى بإسم farnham house إهتم بإستكشاف ودراسة وإطلاق الأعداء البيولوجية ثم نقل المعمل إلى كندا بسبب الحرب وسمى Imperial parasite service وتغير الأسم أكثر من مرة وفى النهاية سمى بمعهد الكومنولث للمكافحة البيولوجية Commonwealth Institute for biological control أو CIBC وفى عام ١٩٦١ نقلت رئاسته إلى trinidad فى الهند حيث ظلت إلى الآن وإتسع المعهد وأصبح له فروع كثيرة فى الأرجنتين ـ سويسرا ـ ماليزيا ـ باكستان ـ أوغندا ـ غرب أفريقيا. وفى الحقيقة فإن CIBC كان أول هيئة أو منظمة للمكافحة البيولوجية عالمية الإنتشار تقدم خدماتها لدول الكومنولث وتستجيب إلى طلبات الدول الأخرى بالتعامل المادى. فى عام ١٩٥٥ ظهرت منظمة أخرى للمكافحة البيولوجية رئاستها فى زيورخ وتسمى:

Commission International de lutte Biologiuqe Contre les Ennemis des Cultures (CILB)

تضم الدول الأوربية ودول البحر المتوسط وأنشئ لها مجلة علمية تسمى Entomophaga وفى عام ١٩٦٢ غير إسمها وأصبح مختصراً OILB وأصبحت عالمية الإنتشار وتغير اسم المجلة فى أواخر التسعينيات ليصبح Biocontrol.

- ملتهمات الحشرات Entomophagous

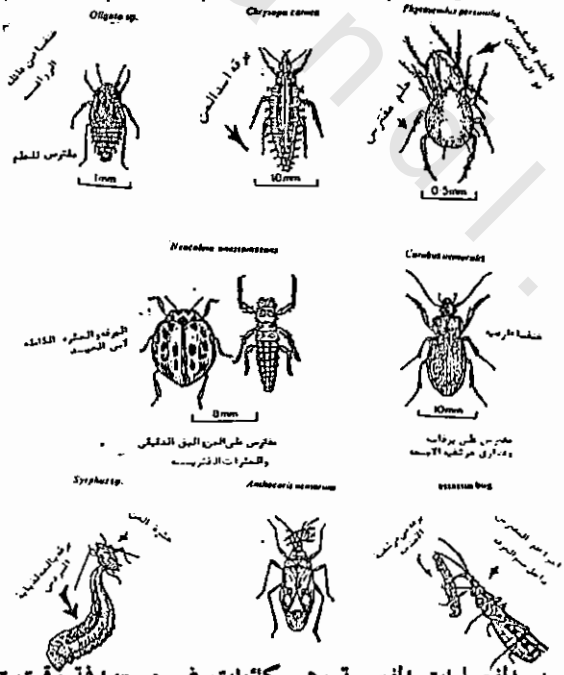
فى الحديث عن المكافحة البيولوجية فإن الأعداء الطبيعية تعنى مجاميع الطفيليات والمفترسات والأمراض ويطلق على الطفيليات والمفترسات مصطلح ملتهمات الحشرات entomophagous بينما الأمراض يشار إليها بالأمراض الحشرية entomogenous.

ثانياً: المفترسات Predators

مفترسات الحشرات Predators هى تلك الحيوانات التى تسعى لأسر الحشرات وإستخدامها كمصدر للغذاء... كثير من تلك المفترسات حشرات أو مفصليات أخرى (شكل ٦٤) ولكن توجد أيضاً بعد الحيوانات تتغذى على الحشرات فقط والبعض يستعملها كأحد عناصر غذائه بصورة منفردة أو مخلوطة مع المادة الغذائية كما هو الحال فى بعض الحيوانات الفقارية مثل بعض الطيور والحيوانات الثديية الصغيرة.

أ- المجاميع الرئيسية للمفترسات الحشرية وضحاياها

عادة الإفتراس منتشرة على نطاق واسع بين مجاميع مختلفة من الحشرات كما أن بعض الأنواع المفترسة توجد فى معظم الرتب الحشرية (شكل ٦٤) ومن أهم تلك الرتب:



شكل (٦٤): أمثلة لبعض المفصليات المفترسة وهى كائنات غير مستهدفة وقت تطبيق المبيدات ولكن تضار بشدة عند هذا الإجراء

١- غمديات الأجنحة Coleoptera

تحوى رتبة الخنافس كثير من العائلات التى تشتمل على أعداد كبيرة من المفترسات التى تشكل أكثر من نصف جميع المفترسات الحشرية، وأهم العائلات المفترسة هى Lampyridae, Histeridae, Staphylinidae, Coccinellidae, Dytiscidae, Carabidae, Cicindelidae, Meloideae, Cantharidae, Cleridae.

خنافس أبى العيد coccinellids والخنافس الأرضية carabids أكثر المفترسات أهمية فى المكافحة البيولوجية للآفات الزراعية. فلقد أعطيت خنافس أبى العيد على وجه الخصوص نتائج باهرة فى مشاريع المكافحة البيولوجية التى تعتمد على إستيراد المفترسات فخنافس الفيداليا كانت مسئولة عن أول نجاح مسموع فى المكافحة البيولوجية للبق الدقيقى. وتمتاز عائلة أبى العيد بأنها واسعة الإنتشار وتتخصص أساساً فى التغذية على الحشرات القشرية والبق الدقيقى والمن والذباب الأبيض.

بعض العائلات ذات عادات غذائية متخصصة إلى حد ما كما فى Lampyridae والتى يرقاتها وحشراتها الكاملة تلتهم القواقع وديدان الأرض وأفراد Meloidae تلتهم ما يصادفها فى التربة من بيض الجراد أو البيض المتواجد فى أعشاش النحل البرى. والخنافس الأرضية Carabidae تلتهم يرقات وعذارى حرشفية الأجنحة وهناك خنافس Cleridae التى يرقاتها وحشراتها الكاملة تتغذى دائماً على خنافس Scolytidae وغيرها التى تحفر فى الأخشاب والتى تشكل عامل هام فى مكافحة تلك الآفات. بعض العائلات تتواجد فى بيئات خاصة ولكنها لحد ما متغذيات عامة فالخنافس الغاطسة Dytiscidae تعيش فى الماء وتتغذى تقريباً على أى شئ ذات حجم مناسب يتضمن حشرات مائية، عديد من القواقع التى تعيش فى الماء، ديدان أرضية، صغار الضفادع رغم أن معظمها يتغذى على الأطوار الغير كاملة للرعاشات وذباب مايو والبق المائى. هناك خنافس الـ Cicindelidae التى تمتاز برشاقتها وسرعة حركاتها وهى خنافس أرضية وذات مدى واسع من الضحايا التى تقابلها فى الأماكن المفتوحة مثل المساحات الرملية والطرق والممرات وعدد كبير من الخنافس الرواغة Staphylinidae تلتهم يرقات ثنائية الأجنحة المتواجدة فى الروث أو الأماكن الأخرى أو على بقايا الحيوانات المتحللة فى التربة.

٢- شبكيات الأجنحة: Neuroptera

معظم أنواع الرتبة مفترسات التى تشمل الأشكال الشائعة من شبكيات الأجنحة الخضراء Chrysopidae وشبكيات الأجنحة البنية Hemerobiidae إلى جانب أسود النمل التى تشيد مساكنها على هيئة حفر فى المناطق الرملية أو الترابية. وتقريباً معظم شبكيات الأجنحة ذات فكوك عليا طويلة مقوسة تعمل كملاقط تساعدها فى القبض وفى ثقب جسم الضحية وامتصاص سوائلها.

أهم العائلات فى المكافحة البيولوجية شبكيات الأجنحة الخضراء وشبكيات الأجنحة البنية التى تهاجم كثير من الآفات الهامة مثل الحشرات القشرية والبق الدقيقى والمن والذباب الأبيض والحلم وأنواع أخرى. يحمل بيض شبكيات الأجنحة الخضراء على أعناق رقيقة وطويلة ويوضع فى مجاميع يخرج منها يرقات ذات فكوك عليا وشكل عام مخيف تتغذى أساساً على المن والبق الدقيقى وحشرات أخرى وأكاروسات. الحشرات الكاملة جميلة المظهر ذات لون أخضر زاهى وعيون ذهبية وشائعة التواجد فى البساتين والحقول والحدائق وتتغذى على نفس الأنواع والضحايا.

شبكيات الأجنحة البنية تتغذى على المن والبق الدقيقى والذباب الأبيض والحشرات القشرية وغيرها. الحشرات الكاملة تتشابه فى شكلها مع شبكيات الأجنحة الخضراء إلا أنها أصغر حجماً وذات لون بنى وأظهرت الدراسات أنها هامة فى المكافحة البيولوجية للبق الدقيقى.

٣- غشائيات الأجنحة Hymenoptera

ربع عائلات هذه الرتبة مفترسات ومعظم أشكالها المفترسة تميل لأن تعيش معيشة إجتماعية فى مستعمرات. النمل (Formicidae) يمثل أهم المجاميع المفترسة وهام فى المكافحة البيولوجية رغم أن عديد من أنواعه تصنف كآفات زراعية. استخدم عدداً من الأنواع المفترسة للنمل فى أوروبا فى المكافحة البيولوجية لبعض آفات الموالح. والنمل ذات فعالية خاصة ضد العديد من الأشكال المتنوعة من اليرقات والعذارى أو الحشرات التى تقطن التربة.

تمون مستعمرات دبابير Vespidae أعشاشها الورقية بأجسام يرقات حرشفية

الأجنحة وأجسام الحشرات الاخرى الرخوة والعائلة هامة فى المقاومة الطبيعية خاصة على اليرقات المعرضة على النباتات ولقد أستخدمت عدة أنواع تابعة للجنس *polistes* فى مشاريع عديدة من المكافحة البيولوجية. دبابير Specoidae تذود أعشاشها بحشرات أخرى ولكنها أقل إجتماعياً من Vespidae فالأعشاش تتراوح من خلية واحدة إلى مجموعة من الخلايا وتبنى عادة فى التربة أو فى سيقان النباتات والبعض يبنى أعشاشه من الطين أو الرمل وعوائلها تشتمل على ضحايا متنوعة من جميع الرتب الحشرية خاصة مستقيمة ونصفية ومتشابهة وغشائية وحرشفية وثنائية الأجنحة. عندما تستخدم تلك الحشرات عوائل كبيرة الحجم عادة ما تضع بيضة واحدة فى الخلية (Cell) وهنا تصبح اليرقة كطفيل ولكنها عادة ما تذود هذه الحشرة خليتها بأكثر من فرد من الضحايا التى تشلها لفترة طويلة أو قصيرة.

٤- ثنائيات الأجنحة Diptera

تحوى الرتبة عائلات مختلفة قليل منها جميع أنواعها مفترسات وكثير منها تحوى انواعا مفترسة. المفترسات قد تكون أحد أطوار الحشرة أو كلاً من طورى اليرقات والحشرات الكاملة. المفترسات بصفة عامة هامة فى المكافحة الطبيعية وعدد منها إستخدم فى المكافحة البيولوجية التطبيقية. وأهم العائلات الإقتصادية Syrphidae ، Asilidae ، Cecidomyiidae ، Bombyliidae ، Anthomyiidae ، Calliphordae ، Sarcophagidae. تحوى الأربع عائلات الأخيرة مفترسات على كتل بيض نطاطات الحشائش. يرقات Syrphidae مفترسات شائعة هامة على المن رغم أن عدد منها يهاجم الحشرات القشرية والأشكال القريبة منها. الذباب السارق (Asilidae) حشراتها الكاملة مفترسة على الحشرات الطائرة والتى بعضاً منها حشرات نافعة لكن يرقات هذا الذباب تتغذى فى التربة فى الأخشاب المتعفنة على الحشرات التى تصادفها.

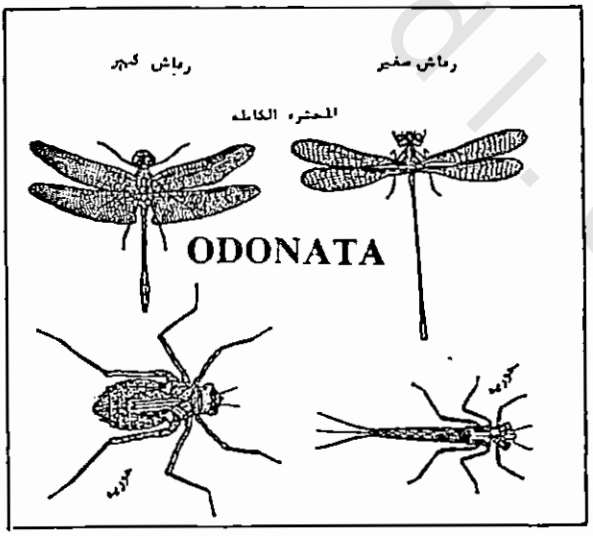
٥- نصفيات الأجنحة: Hemiptera

رغم أن الرتبة تحوى العديد من الحشرات التى تتغذى على النباتات إلا أن بها عدد لا بأس به من الأنواع المفترسة وكثير من ضحاياها آفات إقتصادية هامة ولذا إعتبرت ذات أهمية فى المقاومة الطبيعية مثل Geocoris والبعض مثل *Cyrtorhinns mundulus* استخدم فى مشاريع المكافحة البيولوجية لنطاطات أوراق قصب السكر فى

هاواى. بالإضافة إلى أن عدد آخر من الأنواع من نفس العائلة Miridae تعتبر مفترسات وبين أفراد عائلة Anthocoridae هناك مفترس مشهور *Orius insidiosus* الذى يمتص سوائل جسم ضحايا متنوعة من بينها التربس وبعض من متشابهه ونصفية وحرشفية الأجنحة والأكاروس. كما أنه مفترس نشط على البيض واليرقات الحديثة لفقس لبعض حرشفيات الأجنحة التى تهاجم الذرة. عائلة Reduviidae تفترس مدى واسع من الضحايا التى تتغذى على النباتات مثل يرقات حرشفيات الأجنحة ونطاطات الاوراق والمن. وهناك عديد من العائلات مائية المعيشة تفترس الحشرات المائية وعدد من الكائنات الاخرى كما فى بعض الافراد التابعة لفوق عائلة Gerroidae.

٦- الرعاشات Odonata

هناك الرعاشات الكبيرة والصغيرة (شكل ٦٥) وهى تشمل عدة آلاف من الأنواع جميعها مفترسات فى طورى الحورية والحشرة الكاملة. الحوريات مائية المعيشة تتغذى على مدى واسع من الحشرات المائية والكائنات الأخرى. تأسر الحشرات الكاملة ضحيتها على الجناح وعادة ما تفضل البعوض وعدد من الذباب وحرشفيات وغشائيات الأجنحة كما تلتهم عديد من أفراد النمل الأبيض المجنح أثناء إرتحالها.



شكل ٦٥: أمثلة لمفترسات عامة فى طورى الحورية والحشرة الكاملة

ب- المفترسات الغير الحشرية:

هناك بعض المفترسات قريبة الصلة بالحشرات مثل العناكب Spiders وهى فى الحقيقة مفترسات ضحاياها معظمها حشرات تأسرها بطرق مختلفة مثل أسرها عن طريق خيوط حريرية تنصبها بكل دقة فى الأماكن التى ترتادها الحشرات. العقارب الكاذبة Pseudoscorpions مفترسات أخرى قريبة من الحشرات تتغذى على بيض الحشرات واليرقات الحديثة الفقس والأكاروسات وغيرها من مفصليات الأرجل وتشاهد عادة الإفتراس أيضاً بين مجاميع الحلم ومنها مجاميع إستخدمت بنجاح لمقاومة بعض أنواع الآفات التى تتغذى على النباتات. كذلك هناك فقريات مفترسات على الحشرات مثل بعض أنواع الطيور وفيران الغيط وحيوانات تشبه الفأر Shrew يطلق عليها الذبابة. والخفافيش وهى حيوانات تتغذى على الحشرات بنشاط ولكنها أقل أهمية فى الإعتماد عليها كوسيلة لمقاومة الحشرات الضارة وهناك كثير من الحيوانات الراقية مثل السحالى والضفادع قد تكون ذات أهمية خاصة فى إلتهام الحشرات فى بعض البلدان الدافئة.

جـ- سلوك التغذية فى المفترسات الحشرية:

هناك نموذجان من المفترسات الحشرية الأولى تشمل المفترسات التى تبحث بنشاط عن ضحاياها لأسرها ثم إلتهامها .. والنموذج الثانى يشمل تلك المفترسات التى تجلس منتظرة وتنقض على ضحاياها عندما تقترب منها. مفترسات النموذج الأول عادة نشطة ذات أرجل قوية كما فى الطور الكامل للخنافس الشرسة .. بعض مفترسات هذا النموذج تمتلك وسائل خاصة تساعدها فى أسر ضحاياها كما هو الحال فى الأرجل الأمامية لأفراس النبى والتى يطلق عليها أرجل قنص وهى ذات قدرة ومرونة عالية فى الإنبساط وإلتقاط الفريسة بين أجزائها بإحكام. بعض مفترسات هذا النموذج مثل حشرات أبى العيد لا تمتلك أجزاء تركيبية خاصة لعملية القنص حيث أن ضحاياها قليلة الحركة وسهلة الأسر. من أمثلة النموذج الثانى أنواع من شبكيات الأجنحة Fam: Myrmeleonidae والتى تلقب بأسود النمل تصنع يرقات هذه العائلة حفراً قمعية الشكل وهى يرقات قصيرة سميكة لها فكان طويلان وجسمها مغطى بشعر قوى يساعدها على تثبيت نفسها فى التربة. هذه اليرقات تستقر فى قاع القمع لتتصيد النمل الذى يتساقط فى

هذه الحفرة وتتغذى عليه بإمتصاص عصارة جسمه.

المفترسات الحشرية بعضها ذات أجزاء فم قارضة كما فى الخنافس والبعض ذات أجزاء فم ثاقبة ماصة كما فى البق المفترس ومفترسات المجموعة الأولى نجد أنها تقطع ضحاياها إلى أجزاء صغيرة حتى تلتهمها بينما مفترسات المجموعة الأخرى نجد فكوكها قد أصبحت على هيئة تراكيب منجلية الشكل ذات قنوات فى أسطحها الخلية وعند إستعمالها فإنها تغرس أطراف تلك الفكوك فى جسم الضحية وتمتص دمائها ولا يتبقى بعد ذلك من الضحية سوى هيكل فارغ. مجاميع البق والأكاروسات المفترسة تفترس الحشرات بطريقة مشابهة لتلك الأنواع التى تمتص عصارة النبات ولكن بدلاً من ثقب وإمتصاص عصارة النبات تثقب وتمتص سوائل جسم ضحاياها.

كثير من الحشرات المفترسة مفترسات فى أطوارها كيرقات أو كحشرات كاملة كما هو الحال فى حشرات أبى العيد والمفترسات الشبكية الأجنحة. فى بعض المجاميع الأخرى نجد أن اليرقات فقط أو الحشرات الكاملة فقط للنوع هى المفترسة ومن الأمثلة على ذلك ذبابة السرفس التى هى مفترسات فقط فى طورها اليرقى بينما طورها الكامل يتغذى أساساً على الرحيق وحبوب اللقاح وعلى العكس من ذلك نجد أن الذباب السارق الحشرات الكاملة هى المفترسة بينما يرقات معظم أنواعها تتغذى كمترممات على بقايا النباتات المتعفنة.

د- نوعية وتعداد الضحايا:

إن نوعية وتعداد الضحايا Preys التى تلتهمها مفترسات الحشرات قد تختلف بإختلاف المكان والزمان طبقا لما هو متاح. نفس الشئ يمكن تطبيقه على الفقريات التى تتغذى على الحشرات فكثير من الطيور على سبيل المثال نجد أنه يهمها من الدرجة الأولى موقع ووفرة الحشرات فى مكان ما عن أهمية البحث على النوع المعين من الضحية كمصدر للغذاء ومع ذلك فإن بعض المفترسات لها إختيارية عالية لضحاياها الحشرية التى ستتغذى عليها فبعض حشرات أبى العيد لا تقبل إلا أنواع معينة من المن كغذاء بينما بعض الأنواع الاخرى لأبى العيد قد تقتصر غذائها على نوع واحد من الحشرات القشرية. عموماً الحشرات المفترسة ذات مرونة أكبر فى عاداتها الغذائية عن الحشرات الطفيلية.

هـ- نموذج لدورة حياة أحد المفترسات الحشرية:

Chilocoruse bipustulatus L.

(Coleoptera; Coccinellidae)

خنفساء صغيرة (٤ مم طول). الجسم ذات لون بنى محمر أو أسود والرأس حمراء وعلى كل من الغمدين ثلاثة دوائر حمراء. اليرقات والحشرات الكاملة تفترس الحشرات القشرية والمن.. تضع الإناث البيض فردى أو فى مجموعات من ٢ – ٦ بيضات تحت قشور الحشرات القشرية. عدد البيض قد يصل لعدة مئات ويفقس البيض بعد نحو أسبوع إلى أربعة أسابيع. اليرقة بيضاوية الشكل وذات لون أصفر برتقالى ورأس أسود ولها أربعة إنسلاخات، تتحول إلى عذراء بعد فترة تتراوح من أسبوعين وعشرة أسابيع تبعاً لدرجة الحرارة. تعيش الحشرة الكاملة من شهر إلى ثمانية أشهر ولهذه الحشرة نحو أربعة أجيال فى السنة.

ثالثاً: الطفيليات Parasitoids

الطفيليات الحشرية على الحشرات Parasitoids هى تلك الحشرات التى تتغذى يرقاتها داخلياً أو خارجياً على جسم حشرة أخرى والحشرة التى تهاجم يشار إليها بالعائل Host والأخير يحفظ حياة يرقة أو يرقات الطفيل حتى يكتمل نموها. الطفيليات الحشرية أقل حجماً من عوائلها وهى قد تكون أقل قليلاً فى الحجم من عوائلها فى الطفيليات الفردية Solitary parasitoids والتى فيها يلزم أن تنمو يرقة واحدة فى الفرد الواحد من العائل الحشرى وقد تكون الطفيليات أقل كثيراً فى الحجم من عائلها وذلك فى الطفيليات الجماعية Gregarious Parasitoids والتى فيها ينمو أكثر من يرقة من يرقات الطفيل داخل الفرد الواحد الحشرى.

صغر حجم الطفيل بصفة عامة عن عائلة صفة تميز الطفيليات عن المفترسات فالأخيرة يكون حجمها دائماً أكبر من ضحاياها. وهناك صفة أخرى تفصل الطفيليات عن المفترسات وهى أن عائل واحد فقط يلزم لنمو الطفيل بينما فى المفترسات يحتاج المفترس الفرد لأن يلتهم عدة أفراد من ضحاياه خلال فترة حياته كيرقة حتى يكتمل نموه.

نهاية العلاقة بين الطفيل الحشرى وعائله هى موت العائل فـــور إكتمـــال الطفيـــل لنموه وهذا ما يميز الطفيليات الحشرية عن الحشرات والطفيليات الأخرى التى تتطفـــل على الحيوانات الراقية مثل القمل والبراغيث وفى الحالة الأخيرة فإن العلاقـــة لا تعـــدو أكثر من مضايقة للعائل ولا تؤدى إلى موت العائل كما أن الطفيل يمكن أن يمض أكـــ جيل على الفرد الواحد من العائل والأخير دائماً من مرتبة تقسيمية مختلفـــة ونظـــر ، الإختلافات فإن علماء الحشرات يستخدمون المصطلح Parasitoids لكـــى يشـــير إلى الطفيليات الحشرية.

التطفل على الحشرات ظاهرة شائعة (شكل ٦٦) ومعظم الحشرات ير بط بها واحد أو عدة أنواع من الطفيليات ومع ذلك فإن مستوى التطفل فى وقت ما يختلف كثيراً تبعـــاً للظروف البيئية السائدة .. الطفيليات قد يكون لها جيل واحد لكل جيل من عائلها فيطلـــق عليها طفيليات وحيدة الجيل Univoltine أو إثنين أو أكثر من الأجيال لكل جيـــل مـــن العائل فيطلق عليها بالطفيليات متعددة الأجيال Multivoltine.

دورات حياة الطفيليات بصفة عامة قصيرة تتراوح من ١٠ أيام إلى أســـبوعان أو هكذا فى منتصف الصيف ولكن بالطبع تكون أطول من ذلك تحـــت ظـــروف الطقـــس البارد. ومع ذلك بعض الطفيليات قد تكمل حياتها فى سنة أو أكثر إذا إرتبطت بعوائلـــها ذات جيل واحد فى العام. عامة الطفيليات ذات مقدرة فى الزيادة المطردة فى العدد.

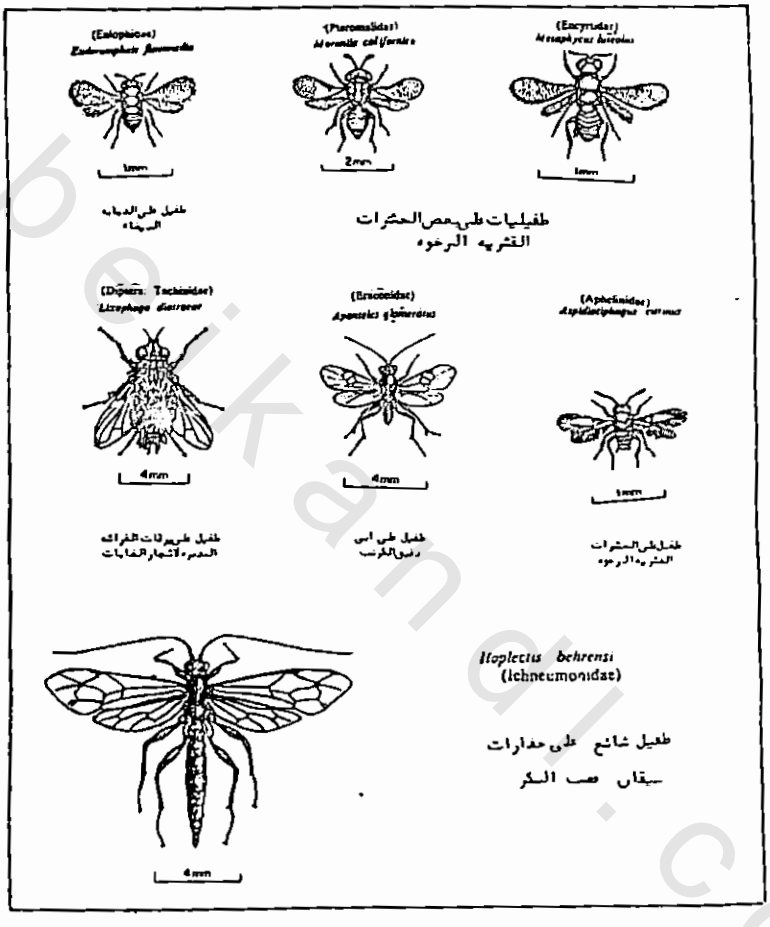
أ – المجاميع الرئيسية للحشرات الطفيلية:

الحشرات الطفيلية لا تتوزع فى عديد من المجاميع الحشرية كما هو الحـــال فـــى الحشرات المفترسة ولكنها بصفة عامة تنحصر فى رتبتى غشـــائية وثنائيـــة الاجنحـــة (شكل ٦٦) وتحوى غشائية الاجنحة غالبية الحشرات المتطفلة والمعلومات عـــن تلـــك الطفيليات إنحصرت فقط فى الحشرات الطفيلية على الآفـــات الحشـــرية فقـــط ولـــهذا فمعلوماتنا عن الطفيليات الحشرية بصفة عامة مازالت فقيرة.

١– غشائيات الأجنحة: Hymenoptera

تشكل أهم رتب ملتهمات الحشرات على الإطلاق سواء من ناحية ما تحويـــه مـــن أعداد أو من ناحية الإستخدام الناجح فى المكافحة البيولوجية. فأكثر من ثلثـــى مشـــاريع

المكافحة البيولوجية الناجحة للآفات الحشرية تمت عـن طريـق الطفيليـات الغشـائية الأجنحة وذلك لكثر أنواع الأقلمة البيولوجية والإيكولوجية بين طفيليات تلك الرتبة ومـن ذلك:



شكل ٦٦: حشرات غير مستهدفة أثناء تدخل سبل المكافحة وينتج عن بعض تلـك السـبل (مثل إستخدام المبيدات) أضرارا كبيرة لها.

١- آلة وضع البيض: التى تخصصت كعضو واضع للبيض تتكون مـن صفـائح كيتينية يمر خلالها البيض. وتعمل آلة البيض كمثقاب لثقب العـائل أو المـادة

المحيطة به وفي كثير من الأحوال تستخدم فى حقن سم يؤدى إلى شلل العائل. آلة وضع البيض هى نفسها مثل عضو اللسع فى النحل والدبابير الكبيرة الحجم. فى أنواع أخرى من الطفيليات تستخدم لإفراز وتكوين أنبوبة غذاء والتى من خلالها تندفع سوائل جسم العائل فيرتشف الطفيل هذه السوائل بنفس طريقة الماصة التى يستخدمها الإنسان فى سحب عصائر الفواكه وأهمية أنبوبة الغذاء هذه تنبع من حاجة الطفيل للحصول على البروتين اللازم لاستمرارية إنتاج البيض. ونظراً لأن آلة وضع البيض تتكون من كيتين لذا فإنه ينقصها العضلات ما عدا تلك التى توجد عند قاعدتها ولكن تحتوى هذه الآلة على أعصاب ممتدة بطولها من قاعدتها وحتى قمتها حيث تحوى القمة أعضاء غاية فى الحساسية بواسطتها يمكن أن تكتشف أنثى الطفيل عن طريق تنبيه كيماوى هل العائل مناسب أو لا لنشئ صغارها وهل العائل هذا قد سبق أن زارته أنثى أخرى ووضعت به بيض أم لا. ورغم حقيقة ان آلة وضع البيض نفسها ليست عضلية إلا أن العضلات المتصلة بقاعدتها تمكن أنثى الطفيل أن تديرها للخلف وتدفعها كالمنقاب وتقوسها وتثنيها لكى تكشف سطح العائل ولتجد أفضل مكان لثقب العائل ووضع البيض.

٢- **طريقة التكاثر:** فالتكاثر البكرى وأنواعه المعروفة بين الطفيليات تعنى تواجد أنماط مختلفة من طرق التكاثر البكرى بين طفيليات غشائيات الأجنحة والتى لها أهمية خاصة فى أيكولوجى وعادات ونجاح الأنواع المختلفة من الطفيليات. والتكاثر المعروف عن طريق تعدد الأجنحة Polyembryonic reproduction فى الحشرات يحدث فقط فى غشائيات الأجنحة. هذه الظاهرة غير العادية ينشأ عنها إنتاج إثنان أو أكثر وأحياناً مئات من الأفراد من بيضة واحدة معروف تواجدها على الأقل فى أربعة فوق عائلات طفيلية.

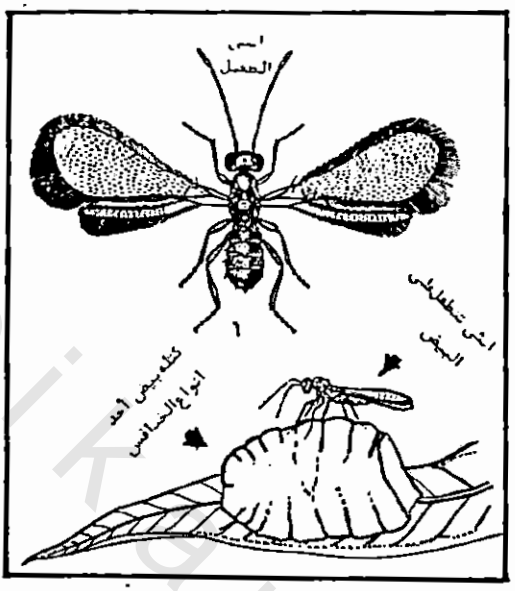
٣- **ظاهرة الحمل Phoresy :** وهى ظاهرة لعادة غاية فى الإثارة لبعض أنواع الطفيليات وخاصة لبعض الطفيليات التى تضع بيضها فى بيض عوائلها. مثل تلك الطفيليات ذات أطوار كاملة صغيرة تعلق أنفسها فى إناث عائلها الحشرى أو حامل (حشرة) له علاقة بعائلها الحشرى ثم عندما تبدأ تلك الآفات فى وضع

البيض فإن إناث هذا الطفيل تترك عائلها وتبدأ فى وضع البيض فى البيض الحديث الوضع. وهناك طفيليات تضع بيضها الذى يفقس عن صغار ذات صفات مورفولوجية تؤهلها لمقاومة الجفاف والإنتظار طويلاً بدون غذاء. مثل هذه الصغار تقف منتظرة وصول أحد الأفراد الكاملة لعائلها فتتعلق بجسمه وتنتظر حتى يصل هذا الفرد إلى المستعمرة أو عش هذه الأفراد الكاملة فتتحرر تلك الصغار من هذه الحشرات الكاملة لكى تتطفل على الأطوار الغير كاملة لعائلها الحشرى.

إن معظم طفيليات غشائية الأجنحة الأكثر عدداً وأهمية تقع فى أربعة مجموعات هى كما يلى:

١. ١. : الكالسيدات The chalcids :

تشير هذه المجموعة إلى فوق عائلة كبيرة هى الـ Chalcidoidae التى تحوى نحو عشرون عائلة وعدة آلاف من الانواع. والكالسيدات أنواع ترتبط بجميع الرتب الحشرية وتفضل منها عائلات تتبع غمدية وثنائية ومتشابهة وحرشفية الأجنحة والتى تشمل معظم آفاتنا التى تهاجم المحاصيل الزراعية. الأطوار الغير كاملة لهذه الكالسيدات تنمو أساساً فى بيض أو يرقات عائلها ولكنها أيضاً تهاجم العذارى. هناك أنواع تنمو فى الحشرات الكاملة لمتشابهة الأجنحة. والحشرات الكاملة دبابير مجنحة حرة فى معيشتها وذات حجم يتراوح من أصغر الحشرات حجماً إلى نصف بوصة أو أكثر فى الطول. وهى عموماً تتغذى على الندوة العسلية أو الرحيق وبعض أنواعها ينشئ أنابيب تغذية لكى يتغذى على عصارة جسم عائلة وطفيليات هذه المجموعة أظهرت نجاحاً فى أكثر الحالات الناجحة للمكافحة البيولوجية التطبيقية مقارنة بما أظهرته الطفيليات التابعة للمجاميع الأخرى مجتمعة. وقد يكون ذلك راجع لتخصص كثير من الحشريين فى دراسة ومقاومة حشرات مثل الحشرات القشرية والبق الدقيقى والمن والذباب الأبيض وهى مجاميع من الآفات يكثر عليها طفيليات تابعة لهذه المجموعة.

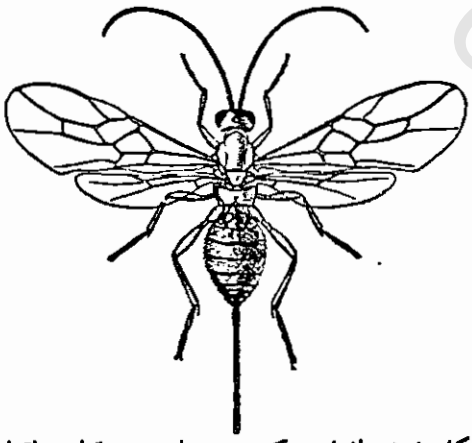


شكل ٦٧: طفيل بيض من ميماريدى *Anaphoidae mitens*

ومن بين الكالسيدات المشهورة عائلتان هما الميماريدات The mymarids (شكل ٦٧) والترايكوجراماتيدات The trichogrammatids وهى عائلات تحوى فقط أنواع من طفيليات البيض وبالتالى فهى طفيليات عادة صغيرة جداً بعضها أقل من ٠,٢٥ ملم فى الطول ومن الشائع عند جمع بيض كثير من الحشرات من الحقل وتركه فى أوعية التربية يخرج منه عديد من أفراد تتبع نوع أو أكثر من طفيليات البيض. الانسرتيدات The encyrtids والافيليندات The aphelinids مجاميع أخرى من الطفيليات الكالسيدية تخصصت فى مهاجمة الحشرات القشرية والبق الدقيقى والذباب الأبيض والأشكال القريبة لها والمعروف عنها النجاح الكبير فى برامج المكافحة البيولوجية التطبيقية. ومن الأنواع التابعة لعائلة Encyrtidae الطفيل *Metaphycus helvolus* والمسئول عن المكافحة البيولوجية الرائعة للحشرة القشرية السوداء فى عديد من بلدان العالم.

١. ٢. : البراكونيدات The braconids

تشير إلى عائلة كبيرة من الدبابير الطفيلية التابعة لفوق عائلة Ichneumonoidae والشائع استخدامها فى المكافحة البيولوجية التطبيقية وتحوى الكثير من الأنواع المؤثرة فى المكافحة الطبيعية. هذه العائلة جميع أفرادها تقريباً نافعة ما عدا إحتوائها فقط على نوع واحد طفيل على طفيل آخر Hyperparasite. البيولوجى العام ودورات الحياة تتشابه مع الكالسيدات والتطفل يكون داخلى أو خارجى وقد يكون فردى أو جماعى. يرتبط نمط التطفل عادة مع عادات العائل. فالتطفل الخارجى يشاهد بكثرة فى العوائل التى تعيش فى أماكن محمية مثل الأنفاق بينما التطفل الداخلى يشاهد على العوائل المعرضة والحرة فى معيشتها. طفيليات العائلة تفضل فى عوائلها يرقات حرشفية وغمدية الاجنحة (شكل ٦٨) إلا أنها تشاهد أيضا تتطفل على ثنائية الأجنحة كما هو الحال فى بعض طفيليات ذباب الفاكهة وفى متشابهة الاجنحة خاصة المن. إناث الطفيليات التى يرقاتها تعيش على سطح عوائلها فإنها قبل وضع البيض دائماً ما تحدث شلل دائم لعائلها بواسطة سم تحقنه فى عائلها بمساعدة آلة البيض وهذا السم يمنع يرقة العائل من الحركة فلا يقع بيض الطفيل أو اليرقات الفاقسه ويحفظ نسيج يرقة العائل طازجاً حتى تكمل يرقة أو يرقات الطفيل نموها. وينذر أن تحدث الطفيليات الداخلية شلل لعوائلها. والحشرة الكاملة الحرة المعيشة يلزم لها غذاء بروتينى ولهذا فى بعض الاحيان تنشئ أنابيب تغذية كما هو الحال فى الكالسيدات ولكن لحد ما تميل الحشرات الكاملة لأن تكون أكبر حجماً.



شكل ٦٨: طفيل براكونيدى على سوسة لوز القطن.

هناك عديد من تحت العائلات والأجناس البراكونيدية تتخصص فى مجاميع معينة من العوائل. بعض Vipioninae أساساً طفيليات خارجية جماعية على يرقات حرشفية الأجنحة وخاصة تلك التى تتواجد داخل خلايا، شرانق، نسيج عنكبوتى أو أنفاق أرضية والحشرات الكاملة تميل للبحث عن تلك الأماكن لوضع البيض بطريقة أكثر جدية مما جديه عوائلها فى البحث عن أماكن لصغارها وهذا السلوك يشاهد دائماً فى عديد من البراكونيدات. أفراد الـ Cheloninae أساساً طفيليات داخلية فردية لعوائل من حرشفية الاجنحة بينما افراد الـ Microgastrinae تتخصص بصفة دائمة فى يرقات حرشفية الاجنحة والتى كثير منها حر فى معيشته. افراد الـ Opiinae تشمل جنس هام وهو Opius ألذى يحوى انواع تهاجم أساساً يرقات ذباب الفاكهة. مجموعة Aphidiinae معظمها طفيليات داخلية فردية على المن وتحوى أنواع ثبت نجاحها فى المكافحة البيولوجية.

١. ٣. : الإكنيمونيدات The inchneumonids

تشمل عائلة كبيرة جداً تحوى عدة آلاف من الأنواع تتبع أيضاً فوق عائلة Ichnuemonoidae. العائلة ذات أهمية كبيرة خاصة فى تأثيراتها التنظيمية الطبيعية لعشائر آفات المحاصيل الزراعية. والأنواع التابعة للعائلة يفوق تعدادها تعداد الحيوانات الفقرية مجتمعة أى تفوق تعداد أنواع الثدييات والطيور والزواحف والحيوانات البرمائية والأسماك. فهذه العائلة تحوى من الأنواع ما يقدر بـ ٢٠% من الحشرات الطفيلية جميعها. ومن المثير أن قليل منها فقط أعطى نتائج ناجحة عن استيرادها فى مشاريع المكافحة البيولوجية التطبيقية ومعظم أفراد العائلة طفيليات أولية نافعة. وتحوى العائلة طفيليات تعتبر أكبر الطفيليات الحشرية حجماً ذات شهر كبيرة وتمتاز بأن آلة وضع البيض ظاهرة وأحياناً تكون طويلة جداً مقارنة بحجم الجسم.

تفضيل العوائل فى أفراد هذه العائلة مختلف تماماً إلا أنه توجد بعض تحت العائلات والأجناس تميل لأن تتطفل على مجاميع معينة من العوائل. أفراد Joppinae تشاهد كطفيليات داخلية على يرقات وعذارى حرشفيات الأجنحة. كثير من أفراد العائلة تميل لأن تتطفل على شقابات (يرقات) الخشب والسيقان الحرشفية والغمدية والغشائية الأجنحة. وكثير منها تهاجم عذارى حرشفية الأجنحة وباقى أفراد العائلة ذات عادات

مختلفة. بعض الأنواع ذات مدى واسع من العوائل وتميل كما هو الحال في البراكونيدات إلى إختيار الأماكن التى تختبئ فيها عوائلها. معظم Tryphoninae طفيليات فردية على الذباب المنشارى والـ Ophioninae أساساً طفيليات داخلية على يرقات حرشفية الأجنحة رغم أن بعضها يهاجم يرقات الجعال التى تتغذى على الجذور فى التربة.

تغطى العائلة مدى واسع من الظواهر البيولوجية منها:

١- كلاً من التطفل الخارجى والداخلى شائع ومعظم الانواع تضع بيضها فى أو على طور العائل والذى عليه يكتمل نمو يرقات الطفيل.

٢- من الشائع فى الطفيليات الخارجية أن تضع بيضها على عوائل محاطة بشرانق أو أغلفة العذارى أو أنفاق وأن تسبب شلل دائم لتلك العوائل. بمعنى أن تظل تلك العوائل فى صورة طازجة ودون أن تنمو إلى طور آخر غير مفضل ولفترة قد تصل لأسابيع أو أشهر.

٣- بعض طفيليات العائلة تحدث ثقوب عميقة فى القلف والخشب بواسطة آلة وضع البيض حتى تصل إلى عائلها حيث تضع بجانبه بيضة ذات عنق طويل جداً.

٤- الحشرات الكاملة تعيش لفترات طويلة (٦ – ٨ أسابيع) وهذه ميزة خاصة إذا كانت العوائل نادرة.

٥- كثير من الحشرات الكاملة تحتاج لماء حر وتعتمد فى غذائها على الرحيق وحبوب اللقاح من أنواع نباتية خاصة وعند غياب الأخير تتأثر كفاءة ومعيشة مثل هذه الطفيليات.

٦- الحشرات الكاملة الإناث لكثير من الانواع تتغذى على سوائل جسم طور العائل التى ستتطفل عليه عندما تخرج تلك السوائل من الثقوب التى تحدثها آلة وضع البيض. بعض الإناث قد تستهلك عائل كامل باستخدام فكوكها العليا وهنا تصبح مفترسات حقيقية ولكنها لا تبنى انابيب تغذية كما هو الحال فى عديد من الكالسيدات والبراكونيدات.

٧- وضع البيض مرتبط بعادات العائل. فيرقات العائل الحرة المعيشة ينتبه إليها الطفيل

مباشرة عندما تلامسها قرون استشعار أو آلة وضع بيض الطفيل فيحدث التطفل ولكن يرقات العائل التى تتواجد داخل شرانق أو أنفاق ينتبه إليها عندما تلامس آلة وضع البيض التى تحوى أعضاء حسية تتأثر برائحة العائل وحركته ورائحته.

١. ٤. : السرفويدات The serphoids

تحوى فوق عائلة Serphoidea العديد من العائلات أهمها Platygasteridae , Scelionidae. وجميعها طفيليات على الأطوار الغير كاملة للحشرات الاخرى وغالبيتها طفيليات اولية داخلية.

أنواع البلاتيجستيريدات تختلف نسبياً فى مظهرها عاداتها وتفضيلها لعوائلها. وهى طفيليات داخلية على يرقات ذباب الـ cecidomyiid وحوريات متشابهات الأجنحة وبعض من تلك العوائل آفات شديدة الخطورة على المحاصيل. الحشرات الكاملة لطفيليات هذه المجموعة صغيرة الحجم وذلك لان جميع عوائلها صغيرة تتراوح من ١ مم إلى عدة مليمترات فى الطول.

التكاثر بتعدد الأجنحة والذى يشاهد فى الجنس *Platygaster* كثف كثير من الدراسات على هذا الجنس. قليل من أنواع السرفويدات أستخدمت فى المكافحة البيولوجية وأحد تلك الانواع أعطى مقاومة فعالة ضد ذبابة الكمثرى فى نيوزيلندا واستورد نوعان من الجنس *Amitus* منها *A. spiniferus* إلى الولايات المتحدة وأثبتت نجاحاً فى المكافحة البيولوجية للذباب الأبيض على الموالح. الانواع التابعة للجنس *Alloptropa* طفيليات هامة على البق الدقيقى.

تشمل السكليونيدات عائلة كبيرة من ناحية التعداد وجميعها – مرة اخرى – صغيرة فى الحجم وذلك لأنها تنمو فى عوائل صغيرة الحجم مثل البيض لذا غالبيتها طفيليات بيض على حرشفيات ونصفية ومستقيمة الأجنحة وبعض أنواع الذباب والعناكب وجميع تلك الطفيليات تنمو عامة كطفيليات فردية. عديد من طفيليات هذه المجموعة ثبت نجاحها فى عديد من مشاريع المكافحة البيولوجية فى أمريكا التى أعتمدت على استيراد تلك الطفيليات من أماكن أخرى. بالإضافة إلى ظاهرة الحمل Phoresy التى تشاهد بين طفيليات تلك المجموعة فإن إناث بعض الانواع تميل لإحداث

علامات خاصة مشابعة لعلامة قلم الرصاص بواسطة الة وضع البيض علـــى بيضـــة العائل عقب وضع البيض أو بإفراز مادة كيماوية تفرز من قمة الة وضع بيض الأنثـــى حتى تخبر الإناث الاخرى أن بيضة العائل تحوى بيضة طفيل احر فتمتنع تلك الإنـــاث عن وضع البيض. من أمثلة دلك الطفيل *Trissolcus basalis* الدى ينطفل على بيضـــة البقة الخضراء فى الخضروات.

٢- ثنائيات الأجنحة Diptera :

بالإضافة إلى التاكينيدات The tachinids التى تمثل أهم عائلة فى ثنائيات الأجنحـة فى المكافحة البيولوجية تحوى هذه الرتبة العديد من العائلات الطفيليـــة ومـــن أمثلتـــها Pyrgotidae ، Conopidae ، Pipunculidae ، Cyrtidae, Nemestrinidae. هـــذا بالإضافة إلى أن معظم عائلة Bombyliidae طفيليات. كما توجد عديـــد مـــن الأنـــواع الطفيلية فى كثير من العائلات التى تحوى أساساً أنواع أخرى مختلفة العـــادات. ومـــع ذلك تعتبر التاكينيدات هى أكبر مجموعة من الطفيليات التابعة لهذه الرتبة من ناحية مـــا تحتويه من عدد الأنواع والأهمية الإقتصادية وهى أيضاً المجموعة الوحيدة فى ثنائيـــات الاجنحة التى إستخدم بعض أنواعها بتوسع فى مشاريع المكافحة البيولوجية التى تعتمـــد على استيراد الطفيليات.

التاكينيدات The tachinids

Tachinidae عائلة كبيرة جداً تحوى العديد من تحت عائلات التى تحوى كلا منـــها أنواعاً ذات أهمية فى المكافحة البيولوجية الطبيعية والتطبيقية. ولا توجد طفيليات بيـــن أفراد هذه المجموعة الكبيرة تتطفل على طفيليات أخرى Hyperparasites ونظراً لكـبر هذه المجموعة من الطفيليات لذا فتفضيلها لعوائلها يغطى مدى واسع من السلوك تجـــاه العوائل. فتحوى المجموعة عدد لا بأس به من الأنواع المتخصصة فى اختيار عوائلـــها وتحوى أيضاً أنواع تهاجم عدة عوائل Polyphagous. بعض أنواع المجموعة يعـــرف عنها أن لها مدى كبير من العوائل لا يشاهد فى أى مجاميع طفيلية فعلى ســبيل المثـــال الطفيل *Compsilura concinnata* استورد لمكافحة فراشة الغجر فى أمريكا بعد دلـــك ربى الطفيل وسجل على أكثر من ١٠٠ نوع من العوائل الاخرى فى الولايات المتحـــدة

الامريكية. ويبدو ان جميع الطفيليات التاكينيدية أقل تخصصاً فى إختيار عوائلها مقارنة بالطفيليات الغشائية الاجنحة.

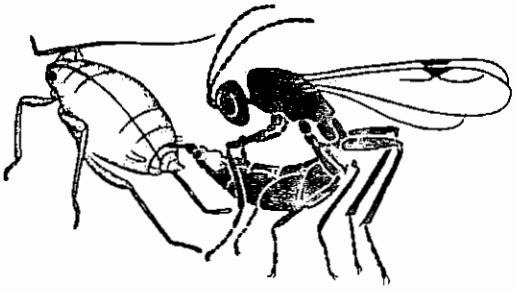
أكثر تحت العائلات أهمية Exoristinae سواء من ناحية العدد أو الاهمية الإقتصادية حيث تحوى أجناس مشهورة تهاجم آفات هامة للمحاصيل وعوائلها الاساسية يرقات حرشفيات الأجنحة والحشرات الكاملة للجعال والخنافس الأرضية وحنافس عائلة Chrysomilidae. تحوى تحت عائلة Tachininae طفيليات معظمها تتطفل على النقابات خاصة يرقات حرشفيت الأجنحة. تحت عائلة Gymnosomatinae أفرادها تتطفل على الحشرات الكاملة لعوائلها وأحياناً على حوريات تابعة لعائلات من نصفية الأجنحة مثل Pentatomidae ، Pyrrhocoridae ، Coreidae ، ومن أشهر الطفيليات على يرقات الجعال طفيليات من Dexiinae والتى تحوى أنواع تفضل الحشرات الكاملة للجعال وحرشفيات وغمديات الاجنحة التى تحفر فى الاخشاب والسيقان.

ب- أنواع وأطوار العوائل التى تهاجم بالطفيليات الحشرية:

معظم الطفيليات الحشرية تتطفل على نطاق محدود من العوائل. البعض يحصر نفسه فى مهاجمة نوع واحد من العوائل ولكن من الشائع أيضاً أن للطفيل مجموعة قريبة من بعضها من الناحية التقسيمية كأن تقع تحت عائلة أو جنس واحد. وفى المكافحة البيولوجية فإنه من المهم ان يقصر الطفيل نشاطه على نوع الآفة المستهدفة.

تختص جميع الطفيليات الحشرية فى مهاجمتها لطور من أطوار حياة عائلها. فهناك طفيليات البيض وعدد كبير من الطفيليات تتطفل على اليرقات. كذلك هناك طفيليات على العذارى ومن النادر وجود طفيليات على الحشرات الكاملة. بيض الطفيل قد يوضع أحياناً فى طور واحد من أطوار حياة العائل الحشرى ولكن النمو قد لا يكتمل إلا فى طور متأخر من العائل. بعض الطفيليات قد تضع بيضها فى بيض العائل الحشرى وتلف بيض الطفيل قد لا يفقس إلا بعد فقس بيض العائل أى بعد أن يصبح العائل فى الطور اليرقى معظم يرقات الطفيليات تتغذى وتنمو داخلياً داخل جسم العائل الحشرى ولكن يرقات بعض الانواع تتغذى خارجياً على سوائل جسم العائل التى

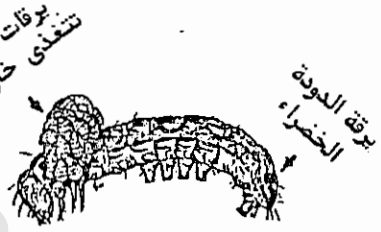
تخرج من الجروح التى تحدثها اليرقات على جسم العائل. وقد تنمو يرقة واحدة او عدة يرقات من الطفيل فى أو على العائل الفرد طبقاً لنوع الطفيل (شكل ٦٩).



أنثى الطفيل تضع البيض فى حشرة من

طفيل غشائى الأجنحة أثناء وضعه البيض داخل بيض العائل

شرانق طفيل براكونيدى على يرقة فراشة الطماطم



Euplectrus plathypenae
طفيل خارجي

شكل ٦٩ : أمثلة للطفيليات الداخلية والخارجية

جـ- أنواع الطفيليات

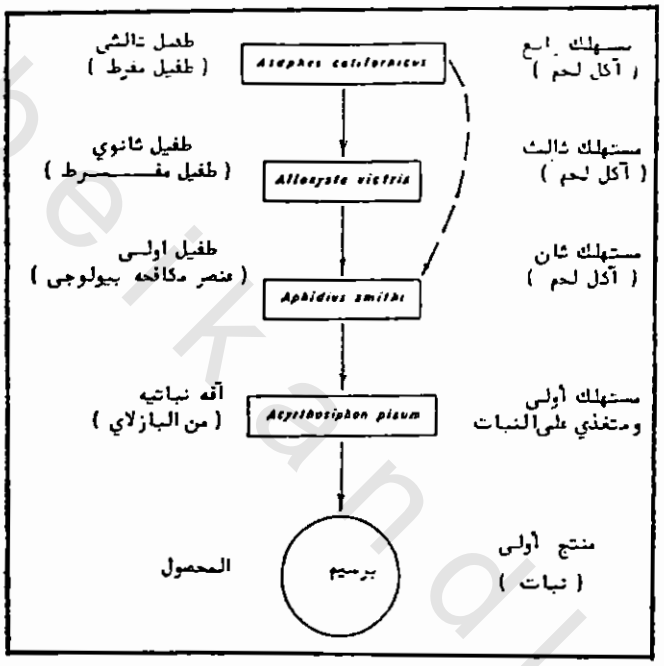
هناك عدة طرق للتطفل الحشرى وتوجد مصطلحات تصنف أنواع الطفيليات وطبيعة نموها.

١- الطفيل الأولى Primary parasite:

وهو الطفيل الذى ينمو فى أو على عوائل ليست طفيلية. هذه العوائل قد تكون آكلات نباتية، رميات، آكلات فطر، آكلات حبوب لقاح، مفترسات .. ألخ وهى فى آية حالة ليست طفيليات.

٢- طفيل الطفيل Hyperparasite:

وهو الطفيل الذى ينمو على طفيل آخر (شكل ٧٠). وقد يتواجد أكثر من مستوى لهذه العلاقة. ففى العلاقة بين من البازلاء والطفيل الأولى *A. smithi* فإن الطفيل الأولى



شكل ٧٠: السلسلة الغذائية فى النظام البيئى الزراعى للبرسيم يوضح من البازلاء والطفيل الأولى وطفيليات مفرطة

يمكن أن يهاجم بالطفيل *Alloxysta victrix* والذى يمكن أن يطلق عليه بالطفيل الثانوى والـ *Alloxysta* يمكن أن يهاجمه الطفيل *Asaphes californicus* أو الطفيل الثالثى Tertiary Parasite. والـ *Asaphes* ذاته يمكن ان يهاجمه الـ *Aphidius* مباشرة. فى هذه الحالة يمكن أن يقوم مقام الطفيل الثانوى. وكلاً من الـ *Asaphes* والـ *Alloxysta* تسمى بالطفيليات الزائدة المباشرة حيث أنها تضع البيض مباشرة فى أو على الطفيل الأولى. ولكن كلا الطفيليات يختلفا فى طريقة المهاجمة. فالـ *Alloxysta* تهاجم عائلها

عندما يكون يرقة فى عمرها الثانى داخل حشرة المن الحية ولكى يتم ذلك فإن آلة وضع البيض لأنثى الـ *Alloxysta* تخترق جسم المن وتبحث عن يرقة الـ *Aphidius* وتقتل الاخيرة فى طور ما قبل العذراء. الـ *Asaphes* تبحث عن عائلها بثقب جسم حشرة المن الميتة وتحقن مادة سامة فيما تحويه من *Aphidius* أو الـ *Alloxysta* ثم بعد ذلك تضع بيضة على سطح ضحيتها ولذلك فإن اليرقة الفاقسه تنمو كطفيل خارجى. وكما سبق القول فإن كلا من الـ *Alloxysta* والـ *Asaphes* يطلق عليها طفيليات زائدة مباشرة. وذلك لأنها تضع بيضها فى أو على ضحيتها مباشرة. وعلى العكس من ذلك بعض الطفيليات الزائدة تضع بيضها فى الحشرة سواء كانت متطفل عليها أم لا. واليرقة الفاقسه تبحث بعد ذلك عن الطفيل الأولى وإذا لم يتواجد فإنها تنتظر على أمل أن يأتى الطفيل الأولى ويضع بيضة فى الحشرة وعندما تفقس هذه اليرقة تهاجم بيرقة الطفيل الزائد. ويموت هذا الطفيل الزائد إذا لم يتم وضع بيضة الطفيل الأولى أثناء فترة الإنتظار.

٣- الطفيل الداخلى Endoparasite

وهو الطفيل الذى ينمو داخل جسم عائلة وعندما تكمل يرقة واحدة نموها داخل العائل فإنه يطلق على نوع الطفيل الداخلى الفردى Solitary endoparasite وإذا أكملت عدة يرقات نموها داخل عائل فرد واحد فإنه يطلق على نوع الطفيل هذا بالطفيل الداخلى الجماعى Gregarious endoparasite.

٤- الطفيل الخارجى Ectoparasite :

وهو الطفيل الذى ينمو خارجياً فاليرقة تتغذى عن طريق أجزاء فمها المغروسة فى جسم العائل وبالمثل هناك طفيل خارجى فردى وطفيل خارجى جماعى.

٥- طفيل زائد من نوع مغاير Multiple Parasite

يطلق على الحالة التى يتواجد فيها أكثر من نوع من الطفيليات فى أو على فرد واحد من العائل المصطلح Multiple parasitism. فى معظم الاحوال أحد هذه الأنواع يعيش ويكمل نموه بينما يهلك الآخرون نتيجة التنافس (التقاتل Fighting والتثبيط الفسيولوجى Physiological supperession). فى أحوال نادرة كما هو الحال فى أنواع

الـ *Trichogramma* التى تتطفل على البيض خاصة بيض حرشفية الأجنحة قد يكمل أكثر من نوع النمو معتمداً فى ذلك على حجم بيضة العائل.

٦- طفيل زائد من نفس النوع Superparasite :

فى الظاهرة التى تتواجد فيها افراداً كثيرة من نوع واحد فى أو على فرد واحد من العائل و يمكن جميع الافراد من النمو حتى النضج يطلق عليها Superparastism وعندما تحدث تلك الظاهرة فى الطفيليات الداخلية الفردية فإن فرداً واحداً يعمل على قتال اليرقات الأخرى أو إفساد بيض الطفيليات الأخرى او يحبط نموها بما يسمى بالتثبيط الفسيولوجى وفى بعض الأحوال يموت العائل ذاته موتاً مبكراً قبل إقصاء الطفيليات فيموت الجميع ووجد مؤلف الكتاب أن هرمونات العائل والمواد الغذائية المتاحة للطفيل داخل العائل وفى بعض الاحيان الفيرس المرتبط بأنثى الطفيل تشارك فى إحداث هذه الظاهرة.

٧- طفيل على عشيرته Adelphoparasite (Autoparasitism):

الظاهرة التى فيها نوع طفيلى يتطفل على فرد آخر من نفس النوع يطلق عليها Adelphoparasitism كما هو الحال فى الطفيلى *Coccophagous scutelloris* والتى فيها الذكر يعيش كطفيل إجبارى على أنثى نفس النوع.

٨- طفيل العائل المتطفل عليه Cleptoparasite :

يطلق على الظاهرة التى فيها الطفيل يفضل مهاجمة العوائل المتطفل عليها بنوع آخر من الطفيليات Cleptoparasitism والطفيل الـ Cleptoparasite ليس طفيل على طفيل حيث لا يتطفل على الطفيل الذى تواجد من قبل ونتيجة لهذا تنشأ ظاهرة الـ Multiple parasitism هنا وتكون العلاقة بين النوعان علاقة تنافسية ولكن لصالح الـ Cleptoparasite.

د- طرق التكاثر فى الطفيليات:

توجد أنماط مختلفة وعديدة من التكاثر Mode of reproduction بين طفيليات غشائية الأجنحة والتى لها أهمية فى أيكولوجى وعادات الأنواع المختلفة. وتعرف الظاهرة الأساسية فى جميع تلك الإختلافات وفى جميع غشائية الأجنحة بالتكاثر

البكرى الناشئ عن العدد الفردى للكروموسومات والأخير يشير إلى الحقيقة بأن البيضة الغير ملقحة يمكنها أن تنمو بكرياً لكى تعطى حشرة كاملة طبيعية. وفى جميع الحالات وفى كل حالة فإن ذلك الفرد الأحادى الكروموسومات يكون ذكراً ومن ناحية أخرى البيضة المخصبة ينتج عنها حشرة كاملة أنثى ثنائية الكروموسومات ومع ذلك إختلافات فى طريقة سلوك بعض الطفيليات لمثل هذا النوع من التكاثر ومن هذه الإختلافات ما يلى:

(١) أنواع ثنائية الآباء تتكاثر بكريا Arrhenotokous species :

إن طريقة التكاثر الأساسية هى الـ Arrhenotoky والتى فيها البيض الغير مخصب ينتج عنه ذكور والبيض المخصب يعطى إناث. وحيث أن الإناث البكر يمكنها إنتاج نشئ ولكن هذا النشئ سيكون جميعه ذكور لذا يشار إلى تلك الانواع التى تتبع هذا النوع من التكاثر بأنها ثنائية الآباء. ومن المهم أن نلاحظ أن فى بعض الانواع ثنائية الآباء يمكن للإناث الملقحة أن تعطى نشئ من الذكور او الإناث خلال تحكم إخصابى خارجى أو داخلى يؤثر بالطبع على النسبة الجنسية. ومن العوامل الخارجية التى تؤثر فى ذلك عمر العائل، عمر الأنثى، حجم العائل، درجة الحرارة، عدد مرات التزاوج ..... الخ. فى انواع اخرى الأنثى تعطى فقط ذرية من الإناث.

(٢) أنواع وحيدة الآباء إنائها تعطى إناث وذكور Deuterotokous species:

تطلق على طريقة التكاثر والتى فيها الإناث الغير ملقحة تعطى ذرية من الذكور والإناث بالأنواع الـ Deuterotokous. وتلك الانواع يطلق عليها وحيدة الآباء Uniparental والذكور الأحادية الكروموسومات فى تلك الحالات ليس لها وظائف بيولوجية أو إيكولوجية والإناث تحتفظ بالوضع الثنائى للكروموسومات خلال طرق سيتولوجية مختلفة. ومن العادة فى الانواع التى تتكاثر بهذه الطريقة أن كمية الذكور المنتجة بالنسبة إلى النشئ الإجمالى تختلف طبقاً للظروف الخارجية مثل درجة الحرارة.

(٣) أنواع وحيدة الآباء والإناث فيها تعطى إناث فقط Thelyotous species :

فى هذا النوع من التكاثر الإناث البكر تعطى فقط نشئ من الإناث بينما الذكور غير معروفة. مثل تلك الانواع وحيدة الآباء غير شائعة. وكما هو الحال فى طريقة

التكاثر السابقة فإن الإناث تحتفظ بالوضع الثنائى للكروموسومات. فى احوال قليلة فإن تلك الانواع تحت ظروف ضاغطة مثل الحرارة الشديدة على سبيل المثال تعطى ذكور وحيدة الكروموسومات وإناث ثنائية الكروموسومات. وقد يؤدى أيضا تغذية الاناث على المضادات الحيوية الى ظهور الذكور والاناث. فى مثل هذه الحالات تكون الاناث مرتبطة ببكتريا تكافلية (*Wolbachia*) توجد فى ستيوبلازم خلايا التكاثر تؤدى الى إنتاج الأنثى إلى ذرية من الإناث فقط كما هو الحال فى بعض أنواع الترايكوجراما.

هـ- دورة الحياة النموذجية لأحد الطفيليات:

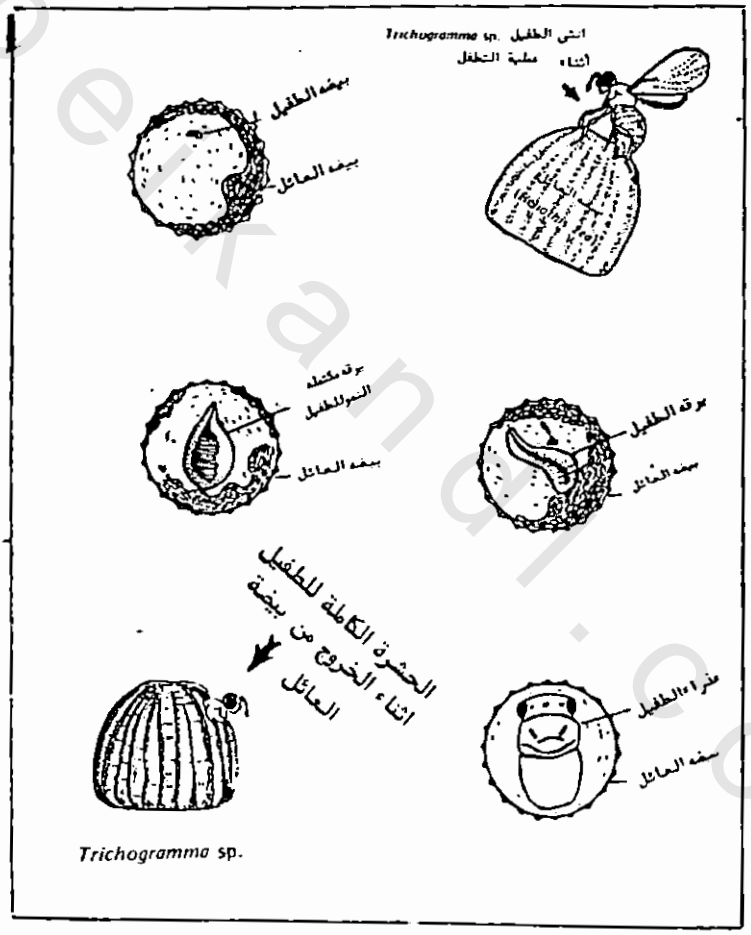
***Trichogramma minutum* Riley**
(Hymenoptera; Trichogrammatidae)

الحشرة الكاملة (شكل ٧١) صغيرة جداً يبلغ طول الجسم نحو ٠,٥ مم. الرسغ ٣ عقل. الجناح عليه شعيرات مرتبة فى صفوف. تتحد العروق وتكون عرق سميك يأخذ شكل قوس بالقرب من حافة الجناح.

إستعمل الطفيل على نطاق واسع فى برنامج المكافحة البيولوجية فى الولايات المتحدة الأمريكية. يمضى هذا النوع الشتاء كيرقة فى منتصف العمر فى بيض العائل ... عدد الأفراد التى قد تنمو فى بيضة العائل تعتمد أساساً على حجم البيضة. تتزاوج الإناث فوراً عقب الخروج ولكنها قد تتكاثر بكرياً والنشئ الناتج يكون ذكور. تضع الأنثى معظم بيضها فى الأيام الأولى عقب الخروج حيث تمشى على ورقة النبات وتلامس قرون الإستشعار السطح الذى تمشى عليه باحثة عن بيض العائل. وإذا قابلت بيضة فإنها تقف لثوان لتتفحصها وإذا إستعدت لوضع البيض تصعد فوقها وتدفع آلة وضع البيض داخلها. وتحتاج الأنثى من ٢ - ٣ دقائق حتى تضع بيضة والانثى قد تستمر فى وضع نحو ٢٠ – ٢٥ بيضة فى بيض العائل دون توقف. ومتوسط البيض الذى تضعه الأنثى يتراوح من ٤٠ – ٥٠ بيضة.

يفقس بيض الطفيل فى الطقس الدافئ بعد ساعات قليلة ويمكن مشاهدة يرقة الطفيل تتحرك فى بيضة العائل ويشاهد سيل من محتويات البيضة فى إتجاه مقدمة الطفيل. يعقب التطفل توقف فورى للنمو الجنينى للعائل. مع زيادة نمو الطفيل فى الجسم تقل حركته فيما عدا مقدمته كما يتغير لون بيض العائل إلى اللون القاتم بعد بضعة أيام قليلة

من التطفل .. درجة الحرارة عامل هام فى تحديد طول فترة دورة الحياة من البيضة حتى الحشرة الكاملة للطفيل فى الجو الدافئ فإن الفترة تتراوح من ٩ – ١٦ يوماً ... عدد الأجيال فى السنة يبلغ ١٣ جيل وتحت الظروف المثلى قد يصل إلى ٥٢ جيل. عند خروج الحشرة الكاملة من بيضة العائل فإنها تقرض فتحة فى غلاف بيضة العائل.



شكل ٧١: دورة حياة طفيل بيض فردى هام على بيض ديدان اللوز الامريكية وعدد آخر من الآفات

رابعاً: المكافحة البيولوجية المتواجدة طبيعياً

Naturally occuring biological control

تتواجد عشائر كثير من الحشرات طبيعياً تحت الضبط والسيطرة بواسطة التواجد الطبيعي للمفترسات والطفيليات أو الأمراض. وعندما تنمو فجأة هذه الحشرات إلى مستويات ضارة أى تصبح آفات Pests. يشير هذا الإضطراب فى الإتزان بين عشائر الحشرة وأعدائها الطبيعية الى تدخل الإنسان وكثير منا لاحظ الفورانات الحشرية عقب تلك الإضطرابات. حيث يؤدى تطبيق المبيدات الحشرية ذات المدى الواسع عادة إلى قتل الحشرات النافعة فيسمح ذلك للحشرات والحلم ان تزداد عشائرها وتصل إلى الوضع الآفى Pest status على النباتات التى تتغذى عليها. وعلى ذلك تعنى المكافحة البيولوجية المتواجدة طبيعياً Naturally occuring biological control بالمكافحة المستمرة لأى آفة بالمفترسات والطفيليات أو الأمراض المتواجدة طبيعياً فى البيئة دون تدخل الإنسان.

وهناك كثير من الامثلة التى يمكن سردها عن أهمية المكافحة البيولوجية الطبيعية. فلقد أظهرت الدراسات المكثفة على البرسيم فى كاليفورنيا أن هناك طفيل يلعب دوراً هاماً فى تنظيم أعداد يرقات من حرشفيات الاجنحة على البرسيم ووجد انه بدون هذا الطفيل لن يكون هناك إنتاج إقتصادى للبرسيم فى وسط كاليفورنيا. وأمكن تحديد عدد يرقات البرسيم اللازمة لإحداث ضرر إقتصادى من خلال وسائل عملية لتقييم عشائر كل من يرقات البرسيم والطفيل المرتبط بها. ووضح أنه عندما توجد عشره يرقات كاملة النمو من يرقات البرسيم الغير متطفل عليها لكل كنسة من شبكة الجمع يشير هذا لعدم فاعلية المكافحة البيولوجية الطبيعية والحاجة إلى وسائل أخرى للتطبيق. وهذا البحث الذى أوضح المستوى الإقتصادى ليرقات البرسيم حدد فاعلية الطفيل وانشئ طريقة بسيطة لأخذ العينات ومهد السبيل لإدارة الآفات التى نسمع عنها اليوم.

وتظهر اهمية المكافحة الطبيعية تحت ظروفنا المصرية فى حالة عدد من الآفات مثل دودة اللوز الأمريكية *Heliothis armigera* وذبابة القطن البيضاء *Bemesia tabaci* والبقة الخضراء *Nezara viridula* ونطاط الأوراق *Empoasca lypica* وعدد

أخر من الحشرات إلى جانب عدد من أنواع الحلم. هذه الآفات لم تشكل آفات فيما قبل سنوات ١٩٧٠ وتنامت عشائرها نتيجة الإستخدام المكثف للمبيدات الى جانب التوسع فى زراعة أصناف عده لنوع واحد كما فى الخضروات وشكلت آفات خطيرة فى قرب نهاية السبعينات وحتى وقتنا الحاضر نتيجة الأضرار بالأعداء الطبيعية المتواجدة طبيعياً.

خامساً: الحشرات كعناصر للمكافحة البيولوجية للحشائش

Insects as biological control agents for weeds

الحشائش هى ببساطة نباتات غير مرغوبة تنمو فى أماكن أعدت لإستغلالات خاصة. بعض أنواع الحشائش ذات أهمية إقتصادية وإيكولوجية قليلة بينما ينتج عن وجود أنواع أخرى فقد كبير فى الزراعة او تسبب تأثيرات ضارة فى الانظمة البيئية الطبيعية. وعصبح معظم النباتات حشائش فقط خارج توزيعها الأصلى Native Distribution حيث الظروف المناخية الملائمة كما يشجع نموها وبقائها غياب أعدائها الطبيعية ويمكن أحياناً مكافحة النباتات الاجنبية التى أصبحت حشائش بإستيراد حشرات ذات تغذية نباتية Phytophagous متخصصة العائل من المناطق التى جاءت منها الحشيشة. وهذا ما يطلق عليه بالمكافحة البيولوجية للحشائش وهى مشابهة للمكافحة البيولوجية الكلاسيكية للآفات الحشرية التى سيأتى ذكرها فيما بعد. والشكل الأخر للمكافحة البيولوجية يطلق عليه بالإكثار Augmentation الذى يتضمن زيادة المستوى الطبيعى للأعداء الحشرية للحشيشة عن طريق التربية الضخمة للحشرات والإطلاق الغزير لها Inundative release. ومن غير المحتمل أن تكون هذه الطريقة من مكافحة الحشائش مكلفة لمعظم أنظمة النبات – الحشرة. وقد يحد الضرر النسيجى الذى تسببه الحشرات المستوردة أو الإطلاقات الضخمة للحشرات من تزايد عشائر الحشيشة أو يقلل من النمو الخضرى فيقف أو ينخفض تكاثرها أو تقلل من قدرة الحشيشة على منافسة النباتات الأخرى فى البيئة فينتهى الأثر الضار لها.

يتطلب برنامج المكافحة البيولوجية الكلاسيكية خطوات متتابعة تتضمن إعتبارات بيولوجية وسياسية إجتماعية Sociopolitical. ويبدأ أى برنامج بعمل مراجعة للنتائج المتاحة التى تشمل معلومات عن تقسيم وتوزيع الحشيشة ونتائج عن النباتات القريبة

وأى أعداء طبيعية معروفة حتى يسهل تحديد جمع وتربية واختبار الأعداء الطبيعية الهامة. وقبل كل هذا يجب ان يوافق المسئولين على خطة محاولة مكافحة الحشيشة. يلى ذلك الاستكشاف الخارجى والحصر المحلى الذى يحدد عناصر المكافحة الفعالة التى تهاجم الحشيشة فى موطنها الأصلى والمواطن الأخرى التى دخلت فيها. ثم دراسة إيكولوجى الحشيشة فى موطنها الأصلى خاصة من ناحية علاقتها بالأعداء الطبيعية. كما يجب إختبار التخصص العائلى لعناصر المكافحة الفعالة إما داخل أو خارج بلد الإدخال. ويكون الإختبار فى الحالة الاولى داخل معامل الحجر. ومن نتائج هذه الإختبارات سيحدد ما إذا كان المسئولين سيوافقوا على استيراد هذه العناصر لعملية الإطلاق أوالحاجة إلى إختبارات أخرى او عدم الموافقة على هذا الإجراء. وإذا تم الإستيراد تربى الأعداء الطبيعية فى معامل الحجر الزراعى حتى يمكن إستبعاد الامراض او الطفيليات قبل التربية الضخمة عند التحضير للإطلاق الحقلى. ويعتمد الإطلاق على إجراءات الحجر الموافق عليها من قبل المسئولين. وبعد الإطلاق – يجب تتبع ودراسة توطن الحشرات وإنتشارها وتأثيراتها على الحشيشة. وإذا تبين الوصول إلى مكافحة فعالة فى منطقة الإطلاق الأولى تعزز مساعدة الحشرات على الإنتشار بالتوزيع اليدوى لها فى مناطق أخرى.

هناك بعض الحالات الخاصة بإستيراد الحشرات لمكافحة الحشائش الاجنبية التى حالفها النجاح سنذكر منها مثالان هما مكافحة الحشيشة المائية Salvinia بإستيراد سوسة الـ *Cyrtobagous* وصبار الكمثرى الشوكى *Opuntia Spp.* بواسطة يرقات فراشة الـ *Cactoblastis* (شكل ٧٢). ونباتات الهالوك *Orobanchae Spp.* التى تنتمى إلى الفصيلة الهالوكية Orobanchaceae هى نباتات زهرية إجبارية التطفل وهى مثال لنباتات غير مرغوبة تكافح بواسطة ذبابة صغيرة (*Phytomyza orobanchia*) وتطلبت المكافحة زيادة صناعية محلية لتعداد هذه الحشرة عن طريق جمع وتخزين العذارى الساكنة او التربية الضخمة المحلية ثم إطلاقها أو عن طريق إدخالها فى المناطق الغير موجودة فيها. ومع ذلك – فرص نجاح المكافحة البيولوجية للحشائش عن طريق إطلاقات الكائنات التى تتغذى على النباتات Phytophagous oganisms ليست عالية وتتغير فى الحالات المختلفة وفى العادة غير متوقعة.

شكل ٧٢: يرقات فراشة *Cactoblastis cactorum* استخدمت فى المكافحة البيولوجية لأحد حشائش المرعى.

بصفة عامة – المكافحة الكلاسيكية مناسبة جداً للحشائش الاجنبية المستديمة Perennial weeds التى ظهرت فى المناطق الغير منزرعة حيث أن النباتات التى تعيش طويلاً عادة ما يرتبط بها أعداء حشرية متخصصة العائل والزراعة فى أو بالقرب من تلك المناطق تربك عشائر تلك الحشرات. المستخدمة فى مكافحة الحشائش وعلى النقيض من ذلك الإطلاقات الضخمة للأعداء الحشرية لحشيشة ما قد يكون أفضل لمكافحة الحشائش الحولية Annual weeds فى الأراضى المنزرعة حيث يمكن إطلاق التربية الضخمة للحشرات لمكافحة الحشائش مبكراً فى بداية موسم نموها. يقال أحياناً أنه يصعب مكافحة الحشائش ذات الإختلاف الكبير التى حدث لها خلط وراثى وأن الحشرات الجديدة التى إرتبطت بها فى البيئة الجديدة ذات قدرة أكبر على مكافحتها لضخامة الضرر التى تحدثه بها. عدد الدراسات التى تم فيها تقدير المكافحة محدود.

وأسباب الإختلافات أو الفشل فى مكافحة الحشائش متنوعة والتنبؤ بنجاح المكافحة فى الوقت الحالى غير كاف فالتفاعلات بين النباتات والحشرات والعوامل البيئية معقدة ومن المحتمل ما تكون تبعاً للحالة.

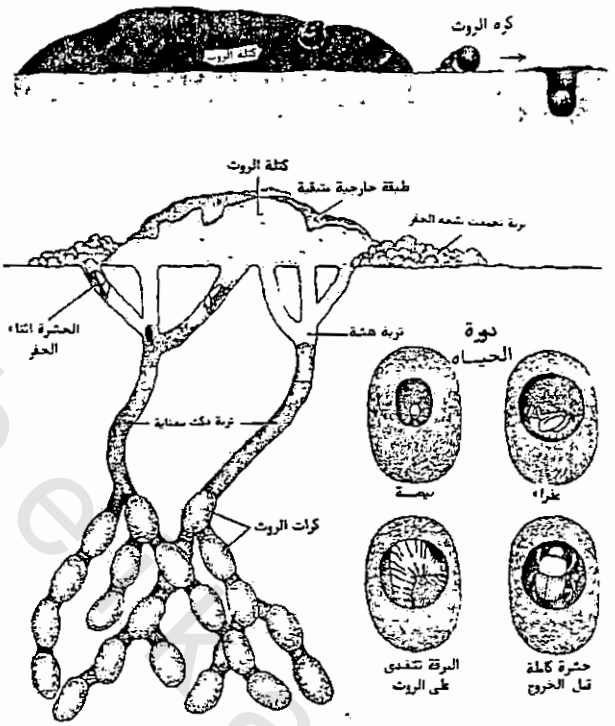
بالإضافة إلى عدم التأكد من نجاح المكافحة البيولوجية الكلاسيكية قد يكون هناك تعارض فى الاهتمام عند مكافحة بعض الحشائش. على سبيل المثال فى استراليا يطلق على الحشيشة الأجنبية الموطن *Echium plantagineum* إسم لعنة باترسون Paterson's curse بالنسبة للأشخاص اللذين يعتبرونها حشيشة زراعية بينما يطلق عليها رعاة الغنم والنحالين اسم المنقذة Jane (Salvation Jane) حيث تشكل مصدراً لغذاء الماشية ورحيق وحبوب لقاح عدد من أنواع النحل. والنمط الأخر من تعارض الاهتمام قد يظهر عندما تكون الآكلات الطبيعية الحشرية للأعشاب Natural phytophagous للحشيشة محدودة العوائل Oilgophagous ولا تتغذى فقط على عائل واحد Monophagous حيث قد تتغذى الأولى على قليل من الانواع النباتية الاخرى بخلاف الحشيشة المستهدفة. فى هذه الحالة إدخال الحشرات الغير شديدة التخصص قد تشكل خطورة على النباتات المرغوبة فى المنطقة المقترح الإدخال فيها. على سبيل المثال بعض الحشرات التى دخلت فى إستراليا كعناصر للمكافحة لنبات *E. plantagineum* تغذت أيضاً على نباتات أخرى إقتصادية. لذا يجب تقييم مخاطر ضرر الحشرات المستوردة لمكافحة حشيشة ما على الانواع النباتية الغير مستهدفة قبل الإطلاق. فبعض الحشرات المستوردة المتغذية على النباتات قد تصبح آفات فى المنطقة أو البيئة التى ستدخل فيها.

سادساً: الحشرات والروث Insects and dung:

الروث الذى تخرجه الفقاريات مصدر غنى بالغذاء لعدد من الحشرات والتى بعضها ضار وذات أهمية طبية وبيطرية، ففى الأراضى الخاصة بالمراعى والحشائش فى أمريكا الشمالية وأفريقيا تنتج الحيوانات الكبيرة ذات الحوافر كميات ضخمة من الروث الغنى بالنيتروجين والألياف والمحتوى على بكتريا وبروتوزوا. والحشرات التى

تتغذى على الروث Coprophages تستخدم هذا المصدر بعدة طرق. فهناك عدد من أنواع الذباب التابع لعائلة Scathophagidae و Muscidae (مثل الذباب المنزلى *Musca domestica* والذبابة الإسترالية *M vetustissima* وذبابة الجاموس الإستوائية *Haematobia irritans*) و Faniidae و Calliphoridae الذى يضع بيضه أو يرقاته فى الروث الحديث الوضع ويحدث نمو اليرقات قبل أن تجف قطع الروث كثيراً. ويرقات الذباب المفترس (خاصة أنواع أخرى من Muscidae) داخل بيئة الروث يمكن أن تؤثر كثيراً على الحشرات المتغذية على الروث. وفى غياب المفترسات أو عدم بعثرة الروث تنتج مستويات عالية من عشائر الذباب الضار نتيجة نمو اليرقات فى روث المراعى والتى قد تسبب مشاكل لحيوانات المزرعة.

الحشرات الأساسية المسئولة عن بعثرة الروث وبالتالى تحد من تربية الذباب فيه هى خنافس أو جعال الروث التابعة لعائلة Scarabaeidae. ولا تستخدم جميع يرقات الجعال Scarabs الروث. فالبعض يتغذى على المواد العضوية العامة فى التربة بينما بعض يرقات الجعال الأخرى متغذيات نباتية تتغذى على جذور النبات ومع ذلك كثير من الجعال متغذيات روث Coprophagous. وفى أفريقيا حيث توجد المتغذيات الفقرية العشبية الكبيرة التى تنتج كميات هائلة من الروث توجد عدة آلاف من أنواع الجعال المتغذية على الروث والتى تظهر تنوع واسع فى إستراتيجياتها للحصول على الروث. فهناك كثير من الأنواع التى تكتشف الروث فوراً عندما تنتجه العشبيات أى فور وقوعه على الأرض ويستقر عليه كثير من الأفراد. على سبيل المثال قد يصل عدة آلاف من الأفراد على الروث الحديث السقوط من أحد الأفيال. وتبنى معظم خنافس الروث شبكة من الأنفاق تحت أو بجانب كتلة الروث (شكل ٧٣) ثم تعمل على سحب كريات الروث إليها. وتزيل بعض أنواع الخنافس الأخرى قطع من الروث وتحركها لمسافة ما ثم تبنى

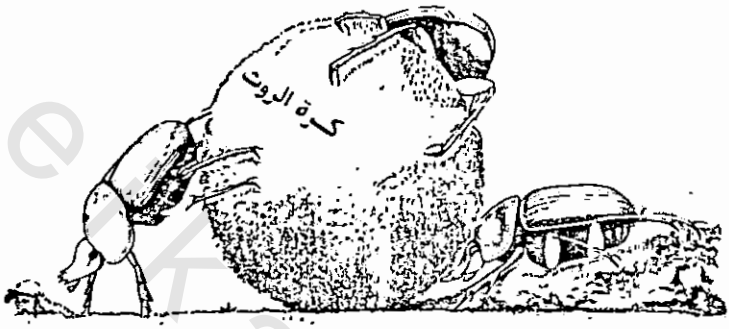


شكل ٧٣: زوج من خنافس الروث *Onthophagus gazella* تملئ الأنفاق التى أنشئتها تحت كتلة الروث. لاحظ كريات الروث التى تنمو داخلها الحشرة من البيض حتى الحشرة الكاملة.

حجرة ذات ممرات متشابكة. ويحدث تحريك الروث من مكان سقوطه حتى مكان دفنه فى الأرض إما بضربات من رأس الحشرة لكتلة غير مشكلة من الروث أو بدحرجة كرات دائرية على الأرض (شكل ٧٤). تضع إناث الجعال البيض فى كرات الروث المدفونة لتنمو اليرقات داخل كرات الروث حيث تتغذى على الجزئيات الغذائية الدقيقة والخشنة التى فيها. وقد تتغذى الحشرات الكاملة للجعال على الروث أيضاً ولكن على سوائلها والمواد الغذائية الناعمة التى بها. بعض الجعال متغذيات عامة على الروث أى تستخدم أى روث تقابله بينما البعض متخصص تبعاً لحجم كتلة الروث ورطوبتها وتركيبها والمحتوى الليفى لها والمنطقة الجغرافية والمناخ ونوع الحيوان الذى ينتجه. ومع ذلك معظم أنشطة الجعال المختلفة تتضمن دفن جميع الروث خلال أيام.

لم تستطع الخنافس المتوطنة فى إستراليا وهى القارة التى تغيب فيها العشبيات

الكبيرة على تداول الكميات وتراكيب الروث المنتجة من آلاف الحيوانات المستوردة مثل الأبقار والخيول وغيرها. لذا تظل كتل الروث على أرض المراعى لفترات طويلة تؤدى إلى خفض فى توعية المرعى وتسمح بتربية أعداد هائلة من الذباب. لذا تضمن البرنامج الناجح لمكافحة الذباب إدخال خنافس روث أجنبية من افريقيا ومناطق من أوروبا تطل على البحر الأبيض المتوسط للإسراع فى دفن الروث فى مناطق الرعى.



شكل ٧٤: خنافس الروث وهى منهمكة فى دحرجة كرة كاملة من الروث

سابعاً: الكائنات الدقيقة الممرضة Pathogenic microorganism:

الكائنات الدقيقة قسمان الـ Prokaryotes اى الصغيرة جداً مثل البكتريا والفيروسات والـ Eukaryotes الصغيرة مثل البروتوزوا والفطريات والنيماتودا. بعضها ممرض وعادة ما يقتل الحشرات وكثير منها ذات تخصص عائلى لجنس أو عائلة معينة من الحشرات.

عرفت أمراض الحشرات منذ القدم منذ ٢٧٠٠ قبل الميلاد فى الصين فى نحل العسل *Apis mellifera* ودودة حرير القز *Bombyx mori* . تناولت الدراسات العلمية المبكرة فى أمراض الحشرات المرض المسكردينى الأبيض المتسبب عن فطر *Beauveria bassiana* ومرض البيرين المتسبب عن الميكروسبوريديا *Nosema bombycis* على ديدان حرير القز. وترجع فكرة إستخدام الكائنات الدقيقة (فطر) لمكافحة الآفة (سوسة بنجر السكر *Leonus punctiventus*) إلى القرن الثامن عشر الميلادى. وأصبح علم أمراض الحشرات Insect pathology علماً قائماً بذاته يساهم

بفاعلية فى المكافحة البيولوجية للحشرات.

الأمراض التى تسببها الكائنات الدقيقة قد تقتل الحشرات فوراً او تخفض قدراتها التكاثرية او تخفض نموها أو تعيق تطورها. وتفهم تأثيرات الكائنات الدقيقة المسببة للأوبئة الطبيعية المرضية فى العشائر الحشرية يشكل جزءاً مهماً فى التنبؤ بديناميكيات العشائر فى كثير من الآفات.

تحدث العدوى من الجراثيم أو الجزئيات الفيرسية التى تتواجد فى البيئة الحشرية خاصة التربة. وتدخل الممرضات جسم الحشرة بعدة طرق. والدخول عبر أجزاء الفم (*Per os*) شائع فى الفيروسات والبكتريا والنيماتودا والبروتوزوا. والدخول عبر الكيوتكل او الجروح تتميز به الفطريات والنيماتودا كما تمثل الثغور التنفسية والشرج أماكن أخرى للدخول. ويمكن أن تصيب الفيروسات والبروتوزوا الحشرات أيضاً خلال آلة وضع بيض الانثى أو أثناء طور البيضة حيث تضع الأم بيضاً يحوى الممرض الذى ينتقل للصغار. بعد ذلك تتزايد الكائنات الدقيقة داخل جسم الحشرة الحبة ولكن عليها أن تقتلها لكى تنطلق جراثيم أكثر معدية أو يافعات Juveniles (فى حالة النيماتودا). ويكون المرض شائع فى العشائر الحشرية المزدحمة أو تحت الظروف البيئية المناسبة للكائنات الدقيقة. ومع ذلك تكون العدوى المرضية منخفضة عامة تحت الكثافة المنخفضة نتيجة لغياب التلامس بين الممرضات وعوائلها الحشرة.

يمكن إستخدام الكائنات الدقيقة التى تسبب أمراضاً فى العشائر الطبيعية أو المزارع الحشرية كعناصر للمكافحة البيولوجية بنفس طريقة الأعداء الطبيعية الأخرى والتى سيأتى ذكرها فى نهاية هذا الفصل. وإستراتيجيات المكافحة المناسبة كما يلى:

١- المكافحة البيولوجية الكلاسيكية Classical biological control: تعنى إدخال ممرض أجنبى الموطن مثل البكتريا *Bacillus popilliae* المتوطنة فى الولايات المتحدة لمكافحة الخنفساء اليابانية *Popillia jabonica* (Scarabaidae).

٢- الإكثار Augmentation: وهذا يتأتى إما عن طريق:

أ. العدوىInoculation : وتعنى تلقيح المنطقة بمعاملة واحدة تؤدى أو ينتج عنها مكافحة طوال الموسم كما فى الفطر *Verticillium lecanii* الذى إستخدم ضد المن *Myzus persicae* فى البيوت الزجاجية.

ب. الإغراق Inundation: وتعنى غمر المنطقة بالممرض الحشرى مثل إستخدام الممرض البكتيرى *Bacillus thuringiensis* كمبيد ميكروبى.

٣- الصيانة Conservation: أى المحافظة على الممرضات الحشرية خلال عمليات الإدارة البيئية مثل رفع الرطوبة لتشجيع إنبات والمحافظة على حيوية الجراثيم الفطرية.

المبيدات الميكروبية Microbial Insecticides (جدول ٧) ما هى إلا تحضيرات بيولوجية عادة ترش أو توزع بطرق مشابهة للمبيدات الحشرية الكيماوية التقليدية. وتشمل التجهيزات المختلفة لها الطعوم والمساحيق والمحببات والرش. ولهذه التحضيرات البيولوجية ملصقات إرشادية على عبواتها كما هو الحال مع المبيدات الحشرية كما يجب أن تسجل لدى هيئة مسئولة مثل هيئة حماية البيئة فى الولايات المتحدة وذلك قبل بيعها وطبقاً لتقارير عام ١٩٩٤ هناك ١٢ ممرض تم تسجيلهم منذ أول تسجيل للبكتريا *Bacillius popilliae* الذى تم فى عام ١٩٤٨.

وإلى وقتنا هذا – البكتريا هى أكثر الكائنات الدقيقة إستخداماً كمبيدات حشرية ميكروبية وإلى حدٍ أقل الفيروسات والفطريات. ولم تستخدم البروتوزوا أو الركتسيا على نطاق واسع وذلك لأن من عيوبها بطئ قتلها للحشرات وقد لا تقتلها على الإطلاق.

تقتل بعض البكتريا وكثير من الفيروسات الحشرات بسرعة نسبياً (يوم إلى أسابيع قليلة وليس عدة أسابيع أو أشهر). ورغم أن الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن تخفض بشدة بقاء الفيروسات إلا أن الاخيرة مرنة مع ظروف الطقس الأخرى.

تختلف تطبيقات الخمس مجاميع الرئيسية للكائنات الدقيقة (الفيروسات – البكتريا – البروتوزوا – الفطريات والنيماتودا) فى مكافحة الآفات الحشرية. لقد إستخدمت المبيدات ذات الأساس البكتيرى *Bacillus thuringiensis* على نطاق واسع بينما الفطريات والنيماتودا والفيروسات ذات تطبيقات خاصة وأحياناً تكون عالية النجاح. ورغم أن البروتوزوا مسئولة عن الفوران المرضى الطبيعى فى كثير من المجتمعات الحشرية وتناسب المكافحة البيولوجية الكلاسيكية إلا أنها أقل إستخداماً تجارياً عن

الكائنات الدقيقة الأخرى لإنخفاض مرضيتها فالعدوى بها مزمنة Chronic وليست حادة Acute كما إنه حتى الوقت الحالى هناك صعوبات فى الإنتاج الضخم لمعظم انواعها.

بعض الكائنات المرضية ذات تخصص عائلى عالى (مثل الفيروسات). بينما ممرضات أخرى مثل الفطريات وأنواع النيماتودا ذات مدى عائلى كبير. الممرضات تحوى سلالات مختلفة تختلف فى تأقلمها العائلى لذا عند تجهيزها كمبيدات حشرية ميكروبية يمكن إستخدام أنواع أو سلالات مختلفة لقتل أنواع معينة من الآفات مع قليل أو عدم وجود أى تأثير ضار على الحشرات الغير مستهدفة. وهناك مميزات أخرى للمبيدات الميكروبية بالإضافة إلى سميتها للأنواع المستهدفة تشمل تناسقها أو إنسجامها مع الطرق الأخرى من المكافحة وإستخدامها الآمن فهى غير سامة وغير ملوثة. لبعض الممرضات الحشرية Entomopathogens مميزات أخرى مثل سرعة تثبيط تغذية العائل الحشرى عقب المعاملة وثباتها وطول حياة تخزينها وقدرتها للتكاثر الذاتى وبقائها فى عشائرها الحشرية المستهدفة. وواضح أنه لا تنطبق كل هذه المميزات على كل ممرض فهناك الكثير من الممرضات بطيئة الفعل أو التأثير على العائل وذات كفاءة تعتمد على الظروف البيئية المناسبة (مثل الرطوبة العالية والحماية من أشعة الشمس) وعلى عمر العائل المناسب أو كثافته. قد تشكل إختيارية العناصر الميكروبية لعائلها عقبات عملية حيث أن المحصول النباتى الواحد يحتوى على إثنان أو أكثر من الأنواع الحشرية الضارة وكل منها يتطلب مكافحة ميكروبية منفصلة. وإنتاج جميع الممرضات الحشرية عالى التكلفة عن الكيماويات وبذا تصبح تكلفة المكافحة أعلى إذا تطلب الأمر إستخدام عدة عناصر ميكروبية. ومع ذلك يمكن عمل إنتاج ضخم من البكتريا والفطريات والنيماتودا فى مخمرات سائلة Liquid fermenters أى فى مزارع خارجية *in vitro cultures* لذا فإن إنتاجها يكون أرخص كثيراً عن الكائنات الدقيقة مثل البروتوزوا والفيروسات لتى تتطلب إكثارها فى عوائل حية in vivo techniques ولقد أمكن التغلب على بعض مشاكل إستخدام العناصر الميكروبية بالبحث فى طرق تجهيزها وطرق الإنتاج الضخم فيها.

يمكن أن تكون الحشرات مقاومة للممرضات كما هو واضح من النجاح المبكر فى إختيار سلالات من نحل العسل وديدان الحرير مقاومة للممرضات الفيروسية والبكتيرية

والبروتوزوية علاوة على ذلك – تبدى كثير من أنواع الآفات إختلاف وراثى كبير داخل أفراد النوع فى إستجابتها تجاه كل المجاميع الرئيسية للممرضات. وربما يرجع الندرة الحالية فى المقاومة الحقلية المعنوية فى الآفات للعناصر الميكروبية نتيجة التعرض المحدود للحشرات للممرضات وليس إلى عدم قدرة معظم الحشرات الضارة على تكوين المقاومة. وعلى خلاف الكيماويات الممرضات لها القدرة على التطور مع عوائلها ومع الوقت قد تظهر مقاومة العائل للممرض وقد تتولد فى نفس الوقت زيادة فى شدة سمية الممرض للعائل.

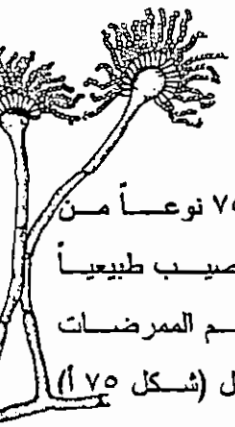
أ. النيماتودا:

توجد نحو ٣٠ عائلة ذات علاقة بالمكافحة البيولوجية الطبيعية للحشرات وتحوى النيماتودا التى تتبع الأربع عائلات وهى Mermithidae و Neotylenchidae و Heterorhabditidae و Steinernematidae أنواعاً هامة مؤثرة كعناصر للمكافحة البيولوجية للحشرات. نيماتودا المرميثيدى عائلة كبيرة تصيب عوائلها فرادا وتقتلها فى النهاية عند تمزيقها لجدر جسم عوائلها. وهى تصيب وتقتل مدى واسع من الحشرات ولكن اليرقات المائية للذباب الأسود والباعوض هى الحشرات المستهدفة الأولية فى المكافحة البيولوجية المرميثيدية.

الـ Heterorhabditids والـ Steinernematids عائلات صغيرة تحوى نيماتودا تقطن التربة ذات إرتباطات تكافليه مع بكتريا المعدة (تابعة لجنس *Xenorhabdus*) الممرضة لعوائلها الحشرية حيث تقتلها بالتعفن الدموى septicaemia. وبسبب إقتران النيماتودا *Heterohabditis* و *Steinernema* مع البكتريا الخاصة بكل منها فإنه يمكنها أن تقتل عوائلها خلال يومان من العدوى. ويمكن إنتاج هذه النيماتودا بكميات ضخمة بسهولة وبتكلفة بسيطة كما يمكن تطبيقها بالمعدات التقليدية. وتمتاز هذه النيماتودا بقدرتها فى البحث عن عوائلها. والطور المعدى لها هو الطور الثالث اليافع (أو dauer stage) وهو الطور الوحيد الذى يوجد خارج العائل. تهتدى هذه النيماتودا إلى عوائلها عن طريق تنبيهات فيزيائية وكيميائية. ورغم أهمية هذه النيماتودا فى مكافحة آفات

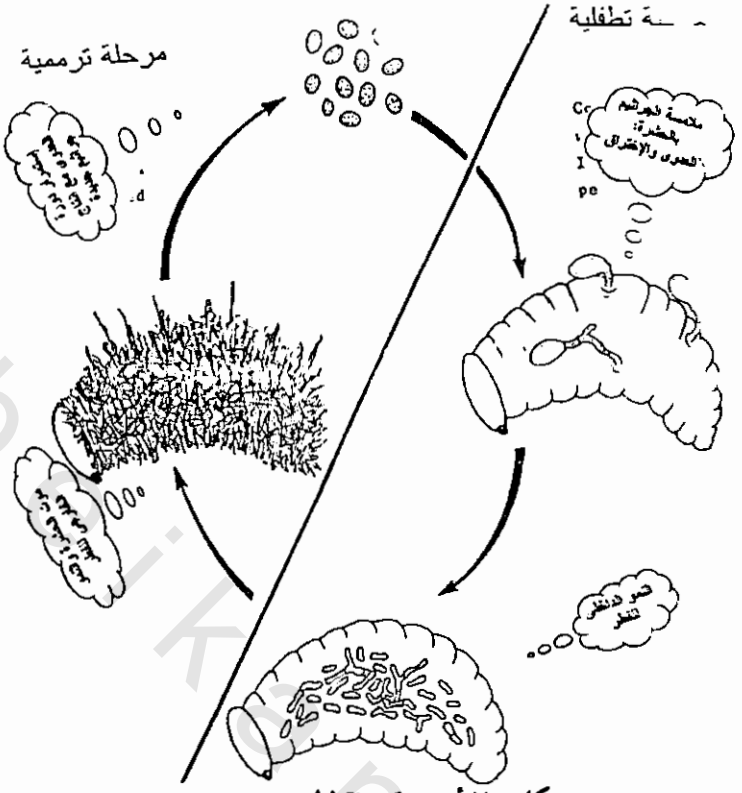
التربة إلا أنها يمكن ان تكافح أيضاً بعض الخنافس الثاقبة وآفات حرشفية الأجنحة بهذه النيماتودا. لبعض نيماتودا حشرات التربة تأثيرات معاكسة على النيماتودا التى تصيب النباتات وهذه التأثيرات الجانبية تزيد من قدرة النيماتودا فى حماية النبات من آفات مختلفة فى آن واحد.

تحوى عائلة Neotylenchidae النيماتودا الطفيلية *Deladenus siridicola* وهى أحد عناصر المكافحة البيولوجية لدبور الخشب *Sirex notilio* الذى يشكل آفة خطيرة فى إستراليا لأشجار الصنبور فى الغابات من النوع *Pinus radiata* . عندما تصيب النيماتودا اليافعة يرقات *S. noctilio* تسبب عقم فى إناث الحشرات الكاملة لهذه الدبابير.. لهذه النيماتودا شكلين مختلفين تماماً أحدهما ذات دورة حياة طفيلية كاملة داخل دبور الخشب والشكل الآخر ذات عدد من الدورات تتغذى داخل أشجار الصنبور على الفطريات التى يدخلها الدبور بواسطة آلة وضع البيض. وتستخدم الدورة المتغذية على الفطريات للـ *D. siricidicola* فى التربية الضخمة للنيماتودا وعن طريق هذه التربية يتحصل على الأفراد اليافعة iuvenile nematodes لإستخدامها فى المكافحة البيولوجية الكلاسيكية.



ب. الفطريات Fungi:

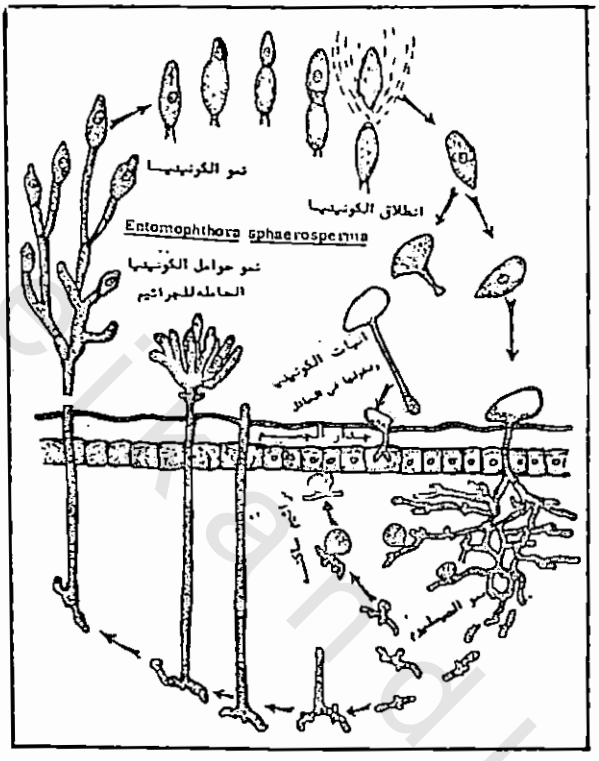
الفطريات من أكثر الكائنات الممرضة شيوعاً فهناك تقريباً نحو ٧٥٠ نوعاً من الفطريات تصيب مفصليات الأرجل رغم أن هناك فقط عدد قليل منها يصيب طبيعياً الحشرات الزراعية والحشرات ذات الأهمية الطبية. على خلاف معظم الممرضات الحشرية الاخرى للفطريات القدرة على إصابة الحشرات خلال الكيوتيكل (شكل ١٧٥) فعندما تلامس الجراثيم الفطرية الحشرات وتلتصق بها فإنها تنبت وترسل هيفات الكيوتيكل حيث تغزو الفراغ الدموى مسببة الموت إما بسرعة نتيجة إنطلاق السموم أو ببطئ نتيجة النمو الهيفى الغزير الذى يفسد وظائف الجسم. ثم تتجرثم الفطريات مطلقة جراثيم تعمل على إصابة حشرات أخرى وقد ينتشر بذلك المرض الفطرى بين عشيرة الحشرة



شكل ٧٥ أ: دورة حياة فطرى حشرى ممرض

عادة ما تحتاج عملية التجرثم وعملية إنبات الجراثيم والعدوى بالفطريات المسببة لأمراض الحشرات لظروف رطبة. ورغم أن تجهيز الفطريات فى الزيت حسن من قدرتها على العدوى عند الرطوبة المنخفضة إلا أن المتطلبات المائية قد تحدد إستخدام بعض الانواع فى ظروف بيئية خاصة مثل التربة والصوب الزجاجية أو المحاصيل الإستوائية. ورغم هذا القصور فإن من مميزات الفطريات كعناصر للمكافحة البيولوجية هو قدرتها على عدوى أو إصابة الحشرات عن طريق إختراقها للكيوتيكل فى أى مرحلة من النمو. وتعنى هذه الميزة أن الحشرات فى جميع أعمارها وعاداتها الغذائية حتى الحشرات الماصة لعصير النبات تصبح حساسة للمرض الفطرى. من عيوب الفطريات أنها – بصفة عامة – صعبة الإنتاج الضخم كما ان فترة التخزين محدودة لبعض المنتجات الفطرية ما لم تحفظ على درجة حرارة منخفضة تشمل الفطريات الأكثر إنتشاراً والمسببة للأوبئة المرضية فى الحشرات أنواعاً تابعة للأجناس *Beauvaria* و *Entomophthora* و *Hirsutella* و *Metarhizium* و *Nomuraea* و

Verticillum و *Zoophthora*. كثير من هذه الفطريات تتغلب على عوائلها بعد قليل من نموها فى الفراغ الدموى الحشرى. وفى هذه الحالة يعتقد أن السموم التى تطلقها هى التى تسبب الموت السريع.



شكل ٧٥ ب: مراحل النمو الأساسية لأحد الفطريات الممرضة للحشرات يمثل النصف السفلى للشكل يمثل خط النمو الذى يحدث داخل جسم الحشرة و يوضح النصف العلوى يوضح ما يتواجد على سطح أو خارج الحشرة.

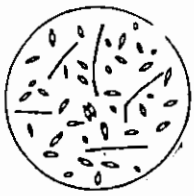
لقد إستخدم الفطر *Verticillium Lecanii* تجارياً لمكافحة المن والحشرات القشرية فى البيوت الزجاجية فى أوروبا وتوجد فى مصر سلالات من هذا الفطر مؤقلمة للظروف المصرية يمكن إستخدامها ضد انواع المن والسلالات البيولوجية للذبابة البيضاء فى البيوت المحمية. أنواع الـ *Entomophthora* (شكل ٧٥ ب) مفيدة أيضاً فى مكافحة المن فى البيوت الزجاجية وتعرف أنواع الاجناس *Beauveria* و *Metarhizium* باسم المسكاردينات البيضاء والخضراء على التوالى لطبيعة أنواع

جراثيمها وهى ممرضات لآفات التربة مثل النمل الأبيض ويرقات الخنافس وقد تصيب بعض أنواع أخرى من الحشرات مثل بق قصب السكر وبعض الفراشات الخاصة التى تعيش فى أوساط بيئية محددة رطبة. فطر الـ *B. bassiana* شوهد فى مصر مرتبط بالحشرات الكاملة لسوسة ورق البرسيم أثناء البيات بين قلف الأشجار وبيرقات ثاقبات الذرة الثلاث (دودة القصب الصغيرة – دودة القصب الكبيرة – حفار ساق الذرة الأوروبى) مما يشير بإمكانية إستخدامه ضد هذه الآفات وآفات أخرى. أحد أنواع الجنس *Metarhizium* وهو *M. flavoviridae* مفيد كمبيد فطرى للجراد.

بالرغم من أن الفطريات إستخدمت بنجاح كبير فى أنحاء عديدة من العالم وخاصة فى جمهورية الصين الشعبية والبرازيل إلا أن تقدمها قليل فى بعض الدول الأخرى مثل أمريكا. من المنتجات التجارية BAY BIO 1020 المحتوى على *Metarhizium anisopliae* الذى يسوق لخفض الخنافس التى تسكن التربة فى أراضى الحشائش ونباتات الزينة. وهناك منتج آخر وهو *Mycar* الذى استخدم ضد الحلم يصيب الموالح وقد توقف حديثاً.

أوصت حديثاً منظمة الصحة والزراعة بإستخدام أنواع الجنس *Metarhizium* خاصة فى المناطق البيئية الحساسة وفى أحد المشاكل العالمية مثل الجراد الصحراوى تطلب العالم إستخدام طرق لمكافحة الجراد ونطاطات الحشائش بطرق أقل إعتماداً على المبيدات وأكثر أماناً للبيئة. وأمكن فى الوقت الحالى تطوير مبيدات حشرية فطرية Mycoinsecticides من الفطر *Metarhizium* مكوناتها الأساسية الكونيديات الهوائية من تجهيزات ذات اساس زيتى تطبق كمحلول رش بمبيدات الرش العادية.

لقد نالت الفطريات قدراً كبيراً من الإهتمام فى السنوات الاخيرة لأهميتها كأحد عناصر المكافحة البيولوجية الفعالة والآمنة ضد عدد من الآفات وتشتد فاعليتها عند الإهتمام بالعزلات الفطرية المؤقلمة للظروف المحلية. ومن المهم أن لا ننسى دور الفطريات فى المكافحة الطبيعية ولكن عدم تخصص الكثير من أنواعها وانتاج البعض منها لسموم قد تؤثر على الكائنات الغير مستهدفة يشكل بعض عقبات إستخدام بعض الفطريات على نطاق واسع.



جـ- البكتريا Bacteria:

يندر أن تسبب البكتريا أمراض فى الحشرات مقارنة بالممرضات الأخرى رغم أن الحشرات الميتة من الشائع ما تهاجم ببكتريا رمية Saprophitic bacteria التى تخفى المسبب الحقيقى للموت. إستخدم عدد قليل نسبياً من البكتريا فى مكافحة الحشرات ولكن أثبتت عدة أنواع منها أهميتها كممرضات معينة ضد حشرات معينة . وأنواع البكتريا المكونة للجراثيم هى الأكثر أهمية فى مكافحة الحشرات خاصة الجنس *Bacillus*. من الأمثلة الأكثر ملاحظة البكتريا *B. popilliae* و *B. lentimorbus* التى تسبب المرض اللبنى فى الخنفساء اليابانية *Popillia japonica* وهى ممرضات إجبارية.

تبتلع الخنفساء اليابانية وبعض يرقات الجعال جراثيم الـ *B. popilliae* و *B. lentimorbus* هذه البكتريا حيث تنبت الجراثيم وتخترق معدتها مسببة تعفن دموى septicaemia ويأخذ الدم المظهر اللبنى. وتموت اليرقات فى الحال فور ظهور هذا المظهر. هذه البكتريا fastidious أى لا تنمو على بيئات صناعية. ولذا فهى صعبة ومكلفة عند الإكثار. تموت اليرقات والحشرات الكاملة المصابة ببطئ وهذا يعنى أن هذه البكتريا غير ملائمة كمبيدات ميكروبية. ولكن يمكن أن ينتقل المرض إلى خنافس أخرى عن طريق الجراثيم التى تظل ثابتة فى التربة. لذا فإن البكتريا هامة فى المكافحة الميكروبية عن طريق الإدخال introduction أو العدوى inoculation.

هناك نوعان من البكتريا التابعة للجنس *Serratia* التى تسبب المرض الكهرمانى فى الجعل *Costelytra zealandica* وهو آفة فى المراعى فى نيوزيلند وأمكن تجهيزها لمكافحة هذا الجعل وهناك *Bacillus sphaericus* التى تحوى سم يقتل يرقات الباعوض.

من البكتريا الأخرى المسببة للأمراض *B thuringensis* التى تصيب كثير من يرقات الفراشات (حرشفية الأجنحة) والباعوض (ثنائية الأجنحة – عائلة Culicidae) وقليل من الخنافس (غمدية الأجنحة). وهى على عكس *B. popilliae* و *B. lentimorbus* يمكن إكثارها على البيئات الصناعية ولذا فهى أكثر ملائمة للتسويق التجارى. ولكن يمكن أن تستعمل فقط كمبيدات إغراقية inundative لنقص ثباتها فى الحقل. ويشار إلى سلالاتها عادة بالـ *Bt*.

لقد عزلت الـ Bt أولاً من يرقات ديدان حرير القز *Bombyx mori* منذ نحو قرن مضى بواسطة عالم بكتريا ياباني الذى إستنتج بأن بها سم مسئول عن مرضية الـ Bt. بعد ذلك بقليل أوضح بعض الباحثين اليابانيين أن السم ما هو إلا بروتين يوجد فقط فى المزارع المتجرثمة ويغيب فى المزارع عند ترشيح الأخيرة. أى ليس بها سم خارجى exotoxin.

تختلف الـ Bt عن البكتريا السابقة فى كونها بكتريا مكونة للبلورات crystaliferous bacterium (شكل ٧٦) والتى تمثل بروتينات سامة. تختلف طريقة تأثير الـ Bt بين الحشرات الحساسة المختلفة. ففى بعض الأنواع يرتبط التأثير الإبادى الحشرى بتأثيرات سم بروتينات البللورة فقط كما فى بعض الفراشات والذباب الأسود ولكن فى حشرات أخرى كثيرة بما فيها عدداً من حرشفيات الأجنحة يزيد وجود الجراثيم السمية كثيراً وينتج الموت فى قليل من الحشرات الأخرى من التعفن الدموى عقب إنبات الجراثيم فى معدة الحشرة وليس من البللورات وفى الحشرات المتأثرة بالسموم يحدث الشلل فى أجزاء الفم والمعدة وعامة الجسم وبدرجة تثبط التغذية. عقب إبتلاع يرقة الحشرة للجرثومة تذوب البللورة فى المعدة الوسطى فتنطلق بروتينات يطلق عليها delta-endotoxin والتى يجب تنشيطها بواسطة إنزيمات البروتيز midgut proteases الخاصة بالمعدة الوسطى قبل أن تتمكن من التفاعل مع طلائية المعدة وتتلف سلامة جدار المعدة حيث تموت الحشرة بعد ذلك فى النهاية. عموما – الأعمار اليرقية الأولى أكثر حساسية للـ Bt من يرقات الأعمار الكبيرة أو الحشرات الكاملة.

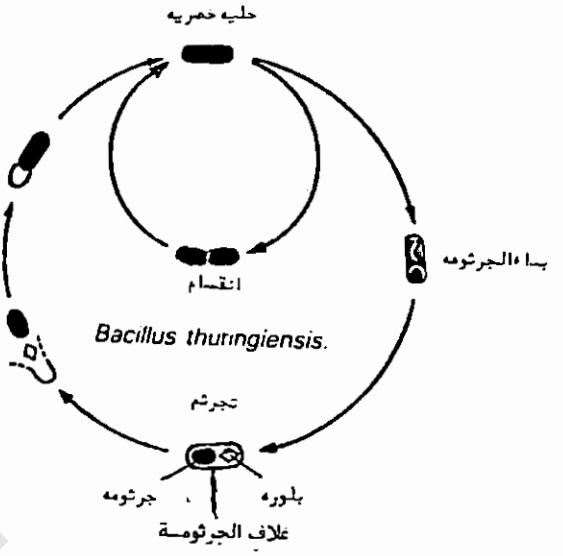
تعتمد المكافحة الفعالة للآفات الحشرية بالـ Bt على العوامل الآتية:

١- يجب أن تكون عشيرة الحشرة صغيرة متجانسة.

٢- الرش بالـ Bt يجب أن يغطى الحقل كاملة كما يجب أن تبتلعها الحشرات بنشاط مع الغذاء حتى يمكن أن تبتلع الجرعة المميتة.

٣- يجب أن تظل الـ Bt ثابتة دون أن تتغير طبيعتها بالأشعة فوق البنفسجية.

٤- يجب أن تلائم سلالة وتجهيز الـ Bt الحشرة المستهدفة.



شكل ٧٦: إتجاهات النمو فى أحد أنواع البكتريا الممرضة للحشرات

يوجد حتى الوقت الحاضر نحو ٤٠ تحت نوع من الـ Bt أمكن التعرف عليها على أساس النمط السيرولوجى serotype وبعض النتائج البيوكيمائية ونتائج المدى العائلى لها. وهناك عدم إتفاق فيما يخص أساس الهيكل التقسيمى للـ Bt. وقد يكون من الانسب إستخدام نظام تقسيمى مبنى على الجينات المنتجة للبلورات السامة التى تحدد مباشرة مستوى ومدى نشاط الـ Bt. وتبنى التسمية والهيكل التقسيمى الحديث على النمط الفينولوجى Phenotype ونمط بروتينات البللورة المنتجة ومجال بروتين العائل كسموم إبادة حشرية Peotein's host range as insecticidal toxins . رمز للسموم بالأجسام الجينية cryI و cryIII و cryII و cryIV و cyt. يرتبط الجينات cryI بالبلورات ثنائية الهرم Bipyramidal السامة لبرقات حرشفية الأجنحة و cryII للبلورات المكعبية الشكل النشطة ضد كل من يرقات حرشفية وثنائية الأجنحة و cryIII للبلورات المربعة المسطحة السامة ليرقات غمدية الاجنحة و cryIV و cyt للبلورات ذات الأشكال المختلفة التى تقتل يرقات ثنائية الأجنحة. على سبيل المثال تحوى *B.t. israelensis* جينات cryIV و cyt. بينما *B.t. tenebrionis* تحوى جينات cryIII

وتحوى *B.t. Kurstaki* جينات cryI و cryII . علاوة على ذلك هناك شكل اخر من الـ Bt تحتوى على سم خارجى (beta -exotoxin) تم إكتشافه سيوسع إستخدام الـ Bt ضد آفات أخرى لا تتأثر بالـ Bt ذات السم الداخلى ومنها خنفساء بطاطس الكلورادو. وتستخدم الـ Bt الآن فى المحاصيل الصليبية والقطن والذرة ومحاصيل العلف والغابات ونباتات الزينة والبطاطس والحبوب المخزونة وأشجار الفاكهة والدخان. وتستخدم فى الحشرات الطبية ضد الباعوض والذباب الأسود.

إن طبيعة وتأثيرات العزلات المختلفة للـ Bt كمبيدات حشرية ليست بسيطة ومن المرغوب فيه دراسة طرق تأثير السموم خاصة لتفهم القوة والمقاومة Resistance الحقيقية للـ Bt.

تزايد إستخدام منتجات الـ Bt منذ ١٩٧٠ لمكافحة حرشفيات أجنحة مختلفة مثل اليرقات التى تصيب الصليبيات. وكمثال للإستخدام الواسع النطاق ما حدث فى كندا فى ١٩٦٨ عندما عوملت ١,٤ مليون هكتار من الغابات بالمستحضر التجارى للـ Bt فى إدارة دودة براعم الـ Spruce (شجرة صنوبرية). ولم يكن هناك مشاكل خطيرة من ناحية المقاومة resistance حتى عام ١٩٨٦ مع استثناء لحالة واحدة للمقاومة فى فراشة الحبوب المخزونة (Pyralidae) *plodia interpunctella*. وأول حشرة أظهرت المقاومة فى الحقل كانت لآفة نباتية رئيسية وهى الفراشة ذات الظهر الماسى (Plutellidae) *plutella xylostella*. كما إشتكى مزارعى Watercress فى اليابان وهاواى من إنخفاض قدرة الـ Bt على قتل هذه الحشرة. وظهرت تقارير فى ١٩٨٩ عن مقاومة مؤكدة فى الفراشات فى هاواى فى المناطق التى إستعمل فيها تركيزات عالية من الـ Bt. وفى اليابان وجد مقاومة عالية للـ Bt فى الفراشات داخل الصوب الزجاجية التى يزرع بها الـ Watercress طوال العام عقب إجمالى من ٤٠ إلى ٥٠ تطبيق للـ Bt طوال ٣ إلى ٤ سنوات. سجلت أيضاً مقاومة للـ Bt فى تايلاند وفى الفلبين والولايات المتحدة. وأشارت الدراسات المعملية إمكانية تربية الحشرات الأخرى لتوضيح المستويات المختلفة من المقاومة.

أدت مشاكل المبيدات الحشرية الكيماوية إلى الإهتمام بإستخدام منتجات الـــ Bt كطريقة بديلة لمكافحة الآفات. وبالإضافة إلى التطبيقات التقليدية للـ Bt أدى إستخدام الهندسة الوراثية لجينات الـ Bt إلى نقل جينى للنباتات حتى يمكنها إنتاج سموم حماية خاصة بها. وأدى التفاؤل الحالى إلى الإعتقاد بأنه من غير المحتمل أن تظهر الحشرات مستويات عالية من المقاومة للـ Bt فى الحقل وذلك لعدم ثبات المقاومة ولتخفيف الظاهرة بسبب خلط عشيرة الحشرة المعاملة بحشرات أخرى لم تعامل بالـــ Bt. إن إستراتيجيات منع او خفض تطور المقاومة للـ Bt هى نفسها التى إستخدمت لتأخير المقاومة فى المبيدات الحشرية المصنعة. ومن الواضح أن إستمرار النجاح لمنتجات الـ Bt والفوائد الخاصة بالتقدم التكنولوجى سوف يعتمد على الإستخدام المناسب وتفهمنا لسلالات البكتريا والمقاومة المحدودة للبروتينات البلورية للـ Bt.

يوجد فى الوقت الحاضر مبيدان إضافيان من البكتريا أظهرا فاعلية كبيرة كعناصر لإدارة الحشرات بالأساس الميكروبى وهما الـــ avemeetin و spinosad. المستحضر الأول إشتق كعنصر للمكافحة الطبيعية من النوع *Streptomyces avermitilis* وتم تسجيله لمكافحة الحلم ونافقات الأوراق ويستخدم الان كعنصر أساسى فى إدارة الآفات الحشرية فى محاصيل الخضر والبساتين. الخصائص التوكسيكولوجية والأداء الخاص بهذا المركب – على خلاف المنتجات ذات الأساس الميكروبى الأخرى – متشابهة جداً مع المبيدات الحشرية المخلقه التقليدية. والإكتشاف الثانى الذى أعلن عنه حديثاً هو Spinosad وهو منتج طبيعى للبكتريا *Saccharopolyspora spinosa* . وبالرغم من وضعه الخاص من قبل هيئة حماية البيئة EPA فإن الـ spinosad تمت الموافقة عليه للإستخدام التجريبى على نطاق تجارى فى ١٩٩٥. ولهذا المنتج الطبيعى خصائص للثدييات وللكائنات الغير مستهدفة مشابهة للمنتجات التى أساسها الـــ Bt وأداؤها مشابه للمبيدات الحشرية المصنعة التقليدية. وتقدم كلاً من هذه المنتجات الطبيعية ذات الأساس البيولوجى ميزة جديدة فى إدارة الآفات من ناحية الإختيارية وطريقة التأثير الجديدة.

جـــــدول ٧ : بعض المبيدات الحشرية الميكروبية المسجلة

الكائـــن الدقيـــق	الأسم التجـــارى	الآفـــة المستهدفـــة
مبـــيـــدات بكتيـــــريـــة		
Bacillus popilliae	Doom	الخنفساء اليابانية
B.thuringiensis var. *kurstaki*	Dipet	عدة أنواع من الفراشات
	Biocot	
	Biobit	
	Thuricide	
B. thuringiensis var. *kurstaki* beta Exotoxin	Javelin	الديدان المدرعة وفراشات أخرى
B. thuringiensis var. *aizawi*	Agree	فراشة الشمع
B. thuringiensis var. *tenebrionis*	Trident	خنفساء بطاطس الكلورادو
B. thuringiensis var. *israelensis*	Vectobac	الباعوض والذباب الأسود
B. thuringiensis var. *san diego*	M-Cap	خنفساء أوراق الإلم (Elm)
	M-One	خنفساء الكلورودا
مبيـــــدات فطـــــريـــة		
Metarhizium anisopliae	BAY BIO 1020	خنفساء التربة التى تصيب الأعشـــاب والزينة
مبيـــــدات فيرسيـــــة		
فيرس حرشفيات الأجنحة	Instar	حرشفيات الأجنحة
فيرس فراشة الفجر	Gypcheck	فراشة الفجر
فيرس الذباب المنشارى الذى يهاجم الصنوبـــر الأوروبى	Neochek – S	ذباب شـــجر الصنوبـــر المنشـــارى الأوروبى

د- الفيـروســـات Viruses :

بالرغم من أن البكتريا ظهر أنها مؤثرة ضد كثير من أنـــواع الآفـات المفصليـة الأرجل إلا أن علماء أمراض الحشرات يعتقدون أن للفيروسات كثير من الآمال الهامـة والمؤثرة فى المكافحة البيولوجية. تنتمى الفيروسات المرتبطة بالحشرات إلى العـائلات (لا تشكل وحدة تقسيمية) الآتية :

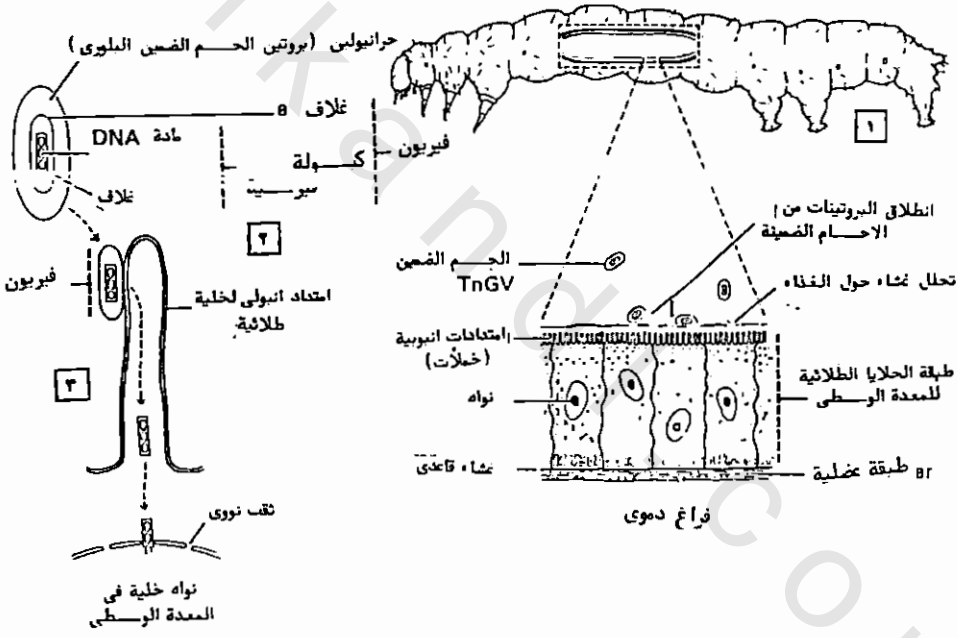
Parvoviridae, Iridoviridae, Baculoviridae, Poxviridae, Polydnaviridae, Ascoviridae, Nodaviridae, Birnaviridae, Picornaviridae, Tetraviridae, Reoviridae, Rhabdoviridae, Togaviridae, Flaviviridae, Bunyaviridae.

تحوى معظم هذه العائلات أنواعاً تهاجم النباتات وأنواع تـهاجم الفقريـات ولكـن تحوى أيضاً أنواعاً تسبب عدوى مميتة وأمراضاً وبائية بين العشائر الحشـرية وتعتـبر عائلة Baculoviridae أهم العائلات حيث تحوى نحو ٦٠% من الفيروسات الممرضـة للحشرات بينما تحوى Polydnaviridae فيروسات نافعة توجد مرتبطة بأنـاث بعـض الطفيليات وهى ذات علاقة هامة بنجاح نمو الطفيل داخل عائلـة وعلاقـات أخـرى لا مجال لها هنا. أمكن تسجيل حتـى الوقـت الحـاضر نحـو ١٢٠٠ فـيرس مرتبطـة بالحشرات. معظم تلك الفيروسات تؤثر على حرشفيات وثنائيات وغشائيات الأجنحة.

الفيروسات ذات الاهمية فى مكافحة الحشرات هى تلك الفيروسات التى تنتمى إلـى ثلاث مجاميع فيروسية وجميعها ذات أجسام ضمنية بروتينية تحوى داخلها الفيريونـات virions أى الجزيئات الفيروسية. وأعتبرت تلك الفيروسات المحبوسة occluded آمنـة لأنها وجدت فقط فى مفصليات الأرجل ويبدو أنها غير قادرة على التزايد فى الفقريـات أو مزارع الخلايا الفقرية. كثير مـن الفيروسـات الغـير محبوسـة "non-occluded" (الحرة) إعتبرت غير آمنة لمكافحة الآفات لغياب تخصصها ولإحتمال أن لها تـأثيرات جانبية ضارة مثل إصابة فقريات أو حشرات نافعة.

المجاميع النافعة الممرضة للحشرات هى الفيروسات النووية المتعددة الأسطح Nuclear Polyhedrosis Viruses (NPVs) والفيروسـات الحبيبيـة Granulosis Viruses (GVs) وكلاهما ينتمى إلى عائلة Baculoviridae التى يطلق عليها Baculoviruses والفيروسات السيتوبلازمية المتعددة الأسطح Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses (CPVs) التـى تنتمى لعائلة(Reoviridae Cypovirus) والـ Entomopoxviruses (EPVs)التى تنتمـى لعائلة (Poxviridae. Entomopoxirinae) . تتزايد الـ Baculoviruses فـى أنويـة

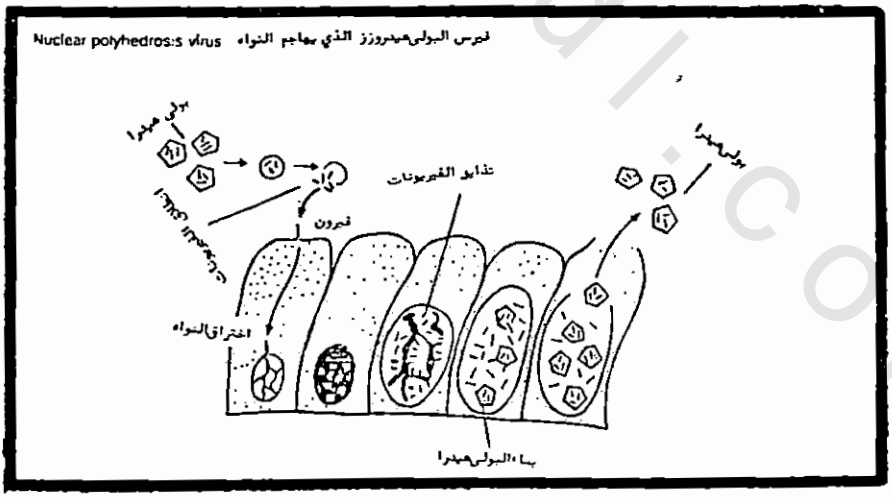
خلايا العائل بينما تتزايد الـ CPVs و EPVs فى سيتوبلازم خلايا العائل. الـ Baculoviruses مادتها الوراثية DNA. وجد معظم هذه الفيروسات فى كاملات التطور مثل يرقات الفراشات والخنافس التى تصاب عندما تبتلع الأجسام الضمنية inclusion bodies مع أغذيتها حيث تذوب الأجسام الضمنية فى الـ pH العالى للقناة الهضمية الوسطى وينطلق منها الفيريون أو الفيريونات virion (s) (شكل ٧٧، ٧٨) والأخيرة تصيب الخلايا الطلائية للمعدة وعادة ما تنتشر إلى الأنسجة الأخرى خاصة الجسم الدهنى. عادة ما تكون الأجسام الضمنية ثابتة جداً وقد تظل فى البيئة لعدة سنوات إذا كانت فى معزل عن الأشعة الفوق بنفسجية مثل تواجدها فى التربة وهذا أدى إلى زيادة إستخدامها كعناصر للمكافحة البيولوجية أو كمبيدات حشرية ميكروبية. ويؤثر أيضاً



شكل ٧٧: طريقة عدوى يرقات الحشرات بالـ Baculoviruses : (١) يرقة قياسه الكرنب *Trichoplusia ni* عندما تبلع الأجسام الفيروسية للفيروس الحبيبى المسمى TnGV مع غذائها تذوب تلك الأجسام فى الوسط القلوى للمعدة الوسطى وتنطلق بروتينات تحطم الغشاء حول الغذاء مما يتيح هذا وصول الفيريونات إلى الخلايا الطلائية للمعدة. (٢) قطاع طولى للجسم الحاوى الفيروسى وداخله فيريون. (٣) التصاق الفيريون بحلمة خلية المعدة الوسطى والتخلص من غلافه ودخوله داخل الخلية وانتقاله الى النواه حيث يتزايد الـ DNA الخاص بالفيروس.

التخصص العائلى للفيروسات المختلفة على أهمية إستخدامها كعناصر لمكافحة الحشرات. فبعض الـ Baculoviruses مثل *Helicoverpa*-NPV متخصص على جنس حشرى واحد. وقد لاقت الـ NPVs الكثير من النجاح فى إدارة الآفات الحشرية عن أى مجموعة فيروسية أخرى. لا تظهر اليرقات أية أعراض عقب إبتلاع الأجسام الضمنية ولمدة ١ – ٤ أسابيع حسب نوع الحشرة بعد ذلك يغمق الجلد اليرقى وتتسلق اليرقة النبات للوصول لأعلى موقع حيث تموت. وقد تشاهد اليرقات الميتة معلقة فى قمم النباتات. يتبع ذلك تمزق لجلد اليرقات الميتة وينطلق ملايين من الاجسام المتعددة الأسطح "الأجسام الضمنية" إلى البيئة. يطلق على مثل تلك الأمراض بالذبول اليرقى caterpillar wilt.

الـ CPVs مادتها الوراثية RNA . وجدت فى أكثر من ٢٠٠ نوع حشرى، أساساً حرشفية وثنائية الأجنحة. أجسامها الضمنية أقل ثباتاً عن تلك التابعة لل NPVs. المادة الوراثية للـ EPVs ذات DNA كبير وتصيب مدى واسع من العوائل فى مستقيمة وحرشفية وغمدية وثنائية الأجنحة. لكن العزلات الفيروسية الفردية عموماً ذات مدى عائلى ضيق ويتبع عدوى خلايا الحشرات طريق مشابه لما فى الـ Baculoviruses.



شكل ٧٨: مراحل نمو الفيروس النووى عقب إبتلاعه مع الغذاء.

برهنت المبيدات الحشرية الفيرسية مع بعض الآفات الحشرية أنها بدائل عملية ممكنة للمكافحة الكيماوية ولكن هناك عوامل عديدة قد تحد من نفع الفيروسات المختلفة. والمبيد الفيرسى المثالى يجب أن يكون متخصص ذات سمية قوية virulent سريع القتل يبقى فى البيئة بعد التطبيق لزمن مناسب وسهل الحصول عليه بكميات كبيرة. تغطية الـ CPVs لهذه المتطلبات ضعيفة. بينما تغطية الفيروسات الأخرى لهذه المتطلبات أفضل رغم أنها تصبح غير نشطة عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية خلال ساعات أو أيام وعادة ما تقتل اليرقات ببطئ أو ذات سمية منخفضة وقد تكون تكاليف الإنتاج كبيرة وذلك لضرورة إنتاجها فى الجسم الحى لليرقات *in vivo*. قد يتغلب على مشاكل القوة الفيرسية Potency بالهندسة الوراثية إما لزيادة سرعة التأثير أو زيادة سمية (virulence) الفيروسات التى تتواجد طبيعياً مثل الـ Baculoviruses التى تصيب الآفات التابعة للـ Heliothine أى لحرشفيات الأجنحة التابعة لعائلة Noctuidae مثل جنس *Helicoverpa* و *Heliothis* التى تهاجم القطن. ويبدو أن وجود بروتينات فيرسية خاصة تزيد من فعل الـ Baculoviruses. ويمكن تخير الفيروسات لإنتاج بروتين أكثر أو يمكن إضافة الجين المتحكم فى إنتاج البروتين فى الفيروسات التى ينقصها البروتين. المكافحة الفيروسية مناسبة للآفات الحشرية التى تسبب خسائر إقتصادية فى محاصيل هامة مثل ديدان اللوز على القطن والذباب المنشارى *Neodiprion* التى تهاجم أشجار الغابات الصنوبرية وفراشة درنات البطاطس على درنات البطاطس. وذلك لأن العائد الإقتصادى الكبير من هذه المحاصيل يعوض التكلفة الكبيرة فى تطوير تلك الفيروسات التى تشمل الهندسة الوراثية والإنتاج. الطريقة الأخرى التى يمكن تداول الفيروسات خلالها لإستخدامها ضد الآفات هو نقل جين من الفيرس إلى النباتات العائلة للآفات بدرجة تمكنها من إنتاج البروتينات الفيرسية التى تعمل على إتلاف جدار معدة الحشرات المتغذية على النباتات. وتتشابه هذه الإستراتيجيات مع الهندسة الوراثية للنباتات العائلة المقاومة لبعض آفات حرشفية الاجنحة عن طريق إدخال جينات غريبة إلى المادة الوراثية النباتية plant genomes بإستخدام البكتريا المسببة للتورم التاجى crown-gall gacterium كناقل.

الفيروسات كمجموعة – لم تتطور بعد على نطاق واسع فى إدارة الآفات

الحشرية. من بعض تلك الأسباب التكلفة وبطئ الفاعلية وضيق مجال القتل. وقد تكـــون تلك المشاكل المسئولة عن عدم إستمرارية تسجيل المنتج الفيرسى Elcar المستخدم ضد ديدان لوز القطن ودودة براعم الدخان فى القطن (Lep.; Noctuidae).

ثامناً: البيوتكنولوجى ومستقبل المبيدات الحشرية الميكروبية

Biotechnology and the future of microbial insecticides

يبدو أن مستقبل المبيدات الحشرية الميكروبية أكيد. فالمشاكل المـــتزايدة للمقاومـــة والتلوث البيئى بالمبيدات الحشرية التقليدية جعلت هناك حاجة دافعة لإيجاد بدائل آمنـــة. وبالرغم من عدم وجود علاج عام لكل الإصابات الحشرية فإن هذه المواد قد تســـتخدم بنفس طريقة المبيدات الحشرية وهذا قد يجعلها أكثر قابلية للتكيف مع كثير من برامـــج إدارة الآفات المتاحة. كما سيسمح التقدم فى البيوتكنولوجى بخفـــض تكلفـــة المبيـــدات الحشرية الميكروبية وزيادة فاعليتها. وسيعمل هـــذا علـــى زيـــادة الإهتمـــام بعنـــاصر المكافحة الميكروبية. قد نذكر الآتى من بين تطلعات وآمال البيوتكنولوجى:

(١) عمل تغيرات فى الممرضات الميكروبية التى لا تنمو على بيئـــات صناعيـــة Fastidious لكى تسمح بإنتاجها على بيئات صناعية.

(٢) إنتاج أنسجة حشرية من خلايا فردية يمكن إستخدامها كبيئات للممرضات التـــى لا تنمو على بيئات صناعية.

(٣) توسيع مجال فاعلية "قتل" الممرض الحشرى ليعمل ضد عدد أكبر من الآفـــات الحشرية.

(٤) تحسين الثبات البيئى.

لقد تم التوصل إلى نتائج مشجعة فى النقطتان الأخيرتان. لقد أمكن هندسة البكتريـــا والوصول إلى منتجات تحتوى على أكثر من سم فى البكتريـــا Bt. واحـــد مـــن هـــذه المنتجات مؤثر ضد فراشة الغجر ودودة براعم أحد أنواع الأشجار الصنوبريـــة وهـــى شجرة البيسيه spruce فى الغابات والمنتج الثانى مؤثر ضد خنفساء بطاطس الكلـــورادو وثاقبة الذرة الأوروبية على البطاطس. كما توجد شركة إستطاعت تحسين ثبات الـــ Bt بهندسة بكتريا الجذور Rhizobacterium (*Pseudomona fluorescens*) لكى تحتـــوى

سم الـ Bt ثم قتل الخلايا البكترية بعد ذلك. حيث تكسبل الخلايا الميتة لـ *P. fluoresecens* السم وتجعله أكثر مرونة للعوامل البيئية . وبالإضافة إلى هذا التقدم في إستخدام الـ Bt هناك أنشطة كثيرة تركز على إنتاج نباتات منقول إليها جينات Transagenic Plants تنتج سم Bt.

بالإضافة إلى الهندسة الوراثية للـ Bt إتجه لنشاط مشابه لتحسين كفاءة الفيرس. ورغم أن ذلك مازال قيد التجربة تتضمن أحد الإتجاهات هندسة الفيرس لإنتاج إنزيم محلل Juvenile Hormone Estrase (JHE) والهدف هو إستخدام الفيرس المهندس وراثياً لكي يصيب يرقات حرشفية الأجنحة ويعمل على زيادة مستوى الـ JHE مما يؤدى إلى خفض فى الجيوفينيل هرمون. لقد أوضحت نتائج المعمل أن اليرقات المصابة بالفيرس أظهرت خفض شديد فى التغذية والنمو. مثل هذا البحث والأوجه الأخرى المثيرة بإستخدام الهندسة الوراثية قد تظهر كثير من الأمال فى مستقبل التقدم فى المبيدات الحشرية الفيرسية المعملية.

يرى المؤلف أن هندسة الفيرس لإنتاج JHE قد يتداخل فى ميكانيكيات مناعة العائل "الآفة" ولصالح العائل وليس لمصلحة طفيلياته بطريقة قد تؤثر على عشائر الطفيليات الداخلية لأهمية إرتفاع مستوى الـ JH لمستوى خاص فى دم العائل لنمو وتطور الطفيل خاصة وأن بعض الطفيليات تعمل على رفع JH لتجنب دفاعات العائل (حجازى – نتائج لم تنشر بعد). هذا مثال يوضح خطورة الهندسة الوراثية فى بعض المجالات وضرورة دراسة أبعاد وتأثير تدخل الإنسان فى أى مجال.

تاسعاً: ممارسة المكافحة البيولوجية

The practice of biological control

أمكن عبر السنين تطوير طرق متنوعة لممارسة المكافحة البيولوجية ولكن معظم البرامج كانت موجهة لهدف واحد. فمعظمها يبحث فى خفض الوضع الآفى pest status بزيادة نسبة موت الآفة عن طريق زيادة نسبة الأعداء الطبيعية. وتشمل محاولات زيادة نسب الأعداء الطبيعية إدخال أعداء طبيعية فى البيئة وتغير البيئة وتعزيز الزيادة الإيكولوجية فى أعداد العدو الطبيعى. واستخدمت طريقة أخرى لرفع

نسب العدو الطبيعى عن طريق تغير عملية إنتاج المحاصيل الموجودة التى تتداخل فى حياة الأعداء الطبيعية بطريقة تعمل على حفظها وصيانتها.

للإشارة لمثل هذه الممارسات – يجمع كثير من المختصون ممارسات المكافحة البيولوجية فى ثلاثة أقسام سيأتى ذكرها فيما بعد. وبالرغم من وجود بعض التداخل بين هذه الأقسام إلا أنها ستذكر أساساً بغرض المناقشة. ويجب أن نعى بأنه قد تستخدم أكثر من ممارسة فى البرنامج الواحد للمكافحة البيولوجية.

أ- المكافحة البيولوجية الكلاسيكية "الإدخال"

Classical biological control "Introduction"

قد تعرف الممارسة أيضاً بالإستيراد Importation ومعظم الممارسات الأولى للمكافحة البيولوجية إستخدمت هذا الإتجاه. تتضمن هذه الإستراتيجية إستيراد وأقلمة أعداء طبيعية لآفات أجنبية الأصل موجودة فى المنطقة بغرض مكافحة الآفة المستهدفة مع قليل من المجهود البشرى. مثل هذه الممارسة من المكافحة البيولوجية مناسبة للحشرات التى إنتشرت أو دخلت فى منطقة جديدة (يكون ذلك عادة مصادفة) أى خارج مدى نطاقها الطبيعى وإرتفعت إلى المستوى الآفى بسبب غياب أعدائها الطبيعية. ويتطلب حل المشكلة الإهتداء إلى الموطن الأصلى الذى قدمت منه الآفة للوصول إلى الأعداء الطبيعية التى قد تكون مسيطرة فى ضبط عشائر الآفة فى الموطن الأصلى. وبمجرد إعادة الإرتباط بين الطفيل وعائله أو المفترس وضحيته وإستقرار العدو الطبيعى فى المنطقة الجديدة فإن عشائر الآفة يجب أن تستمر ولكن تحت مستويات أقل مما كانت عليه قبل إدخال تلك العناصر. وأحد تطلعات هذه الإستراتيجية هو خفض عشيرة الآفة أسفل المستوى الإقتصادى وعدم الحاجة إلى طوق مكافحة إضافية. إن المقاومة البيولوجية مفيدة جداً فى أنظمة الإدارة المتكاملة للآفات حتى ولو أدى عنصر المكافحة البيولوجية إلى ضبط جزئى لعشيرة الآفة. من أمثلة الآفات الأجنبيةالتى دخلت حديثاً إلى مصر والتى يمكن الحد من أضرارها عن طريق المكافحة البيولوجية الكلاسيكية سوسة النخيل التى دخلت مصر عام ١٩٩٥ ويقال أن موطنها هو الهند وباكستان وظهرت فى الإمارات عام ١٩٨٥ والسعودية عام ١٩٨٦ ويتطلب مكافحتها تكاتف العلماء من الجامعات ومحطات الأبحاث لإختيار العنصر أو

العناصر المناسبة من المكافحة البيولوجية من الموطن الأصلى للآفة التى تنتج تحت الظروف المصرية. ويعتقد المؤلف أن الممرضات الفيرسية والنيماتودا من أنجح الوسائل التى يمكن استخدامها ضد هذه الآفة. ولكن لكل ممرض إستراتيجية خاصة فى الإستخدام لا مجال هنا للخوض فيها.

من أشهر أمثلة المكافحة البيولوجية الكلاسيكية البق الدقيقى الإسترالى وخنفساء الفيداليا. فلقد أضرت هذه الآفة بشدة صناعة الموالح فى كاليفورنيا فى أواخر سنوات ١٨٨٠. وتحدد فى هذا الوقت أن الموطن الأصلى للآفة هو إستراليا. وأظهرت الدراسة فى إستراليا عن وجود خنفساء الفيداليا وعشائر منخفضة للآفة وأن الخنفساء تتغذى بشراهة على الآفة. لذا أرسل من إستراليا ثلاثة طرود فى نهاية ١٨٨٨ وبداية ١٨٨٩ من الخنافس تحوى ١٢٩ حشرة إلى كاليفورنيا وتم توطينها داخل أشجار موالح مقفصة ثم أرسل طردان آخران تحوى ٣٨٥ من الخنافس فى كاليفورنيا فى فبراير ١٨٨٩ ومن هذه العشائر تكاثرت عشائر الخنافس وإنتشرت ووزعت يدوياً إلى مناطق أخرى. ومع نهاية ١٨٨٩ كانت هناك مكافحة رائعة للبق الدقيقى الإسترالى.

ويمكن إستنتاج عدة نقاط هامة فى مشروع الفيداليا والبق الدقيقى الإسترالى:

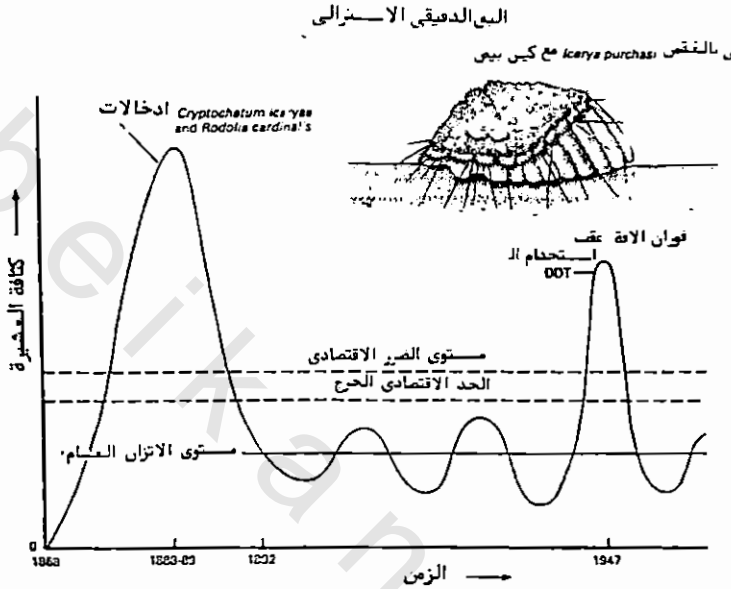
أولا: بين المشروع كيفية الوصول إلى مكافحة بيولوجية ناجحة. فلقد إستوطن عنصر المكافحة البيولوجية بسهولة وبسرعة وضبط عشائر الآفة إلى مستويات منخفضة وحافظ على الوضع المنخفض لهذه المستويات.

ثانياً: يظهر المشروع طريقة المكافحة البيولوجية كوسيلة رئيسية فى أيدى علماء الحشرات الإقتصادية.

ثالثاً: يظهر المشروع التواصل المستمر للمكافحة مع الوقت دون الحاجة إلى تدخل جديد.

رابعاً: أعطى المشروع مقياس زمنى لقياس فاعلية وقوة المكافحة البيولوجية بمعنى دوام حفظ الخنافس لعشائر البق الدقيقى تحت مستويات غير إقتصادية حتى عام ١٩٤٥ عندما عمل تطبيق المبيدات الكلورنية العضوية (شكل ٧٩)

على قلب هذا الإتزان والسماح للبق الدقيقى الإسترالى للتزايد والوصول إلـى المستوى الأقى مرة أخرى.



شكل ٧٩: مثال لمكافحة بيولوجية كلاسيكية ناجحة تدهورت بسبب إستخدام المبيدات

تشمل الامثلة الناجحة الأخرى فى أمريكا ذبابة الموالح السـوداء *Aleurocanthus woglumi* التى تم مكافحتها بـالطفيل *Eretmocerus serius* ومـن التفـاح الزغبـى *Eriosoma lanigerum* الذى تم مكافحته بالطفيل *Aphelinus mali* والحشرة القشـرية الأرجوانية *Lepidosaphus beckii* الذى تم مكافحته بـالطفيل *Aphytis lepidosaphes* وحشرة الزيتون القشـرية *Parlatoria oleae* بالطفيليـات *Aphytis maculicornis* و *Coccophagoides utilis*.

توالت نجاحات رائعة فى ممارسة إدخال الأعداء الطبيعية فى أنماط عديـدة مـن الأنظمة البيئية الزراعية وخاصة فى البساتين والغابات والمراعى. المكافحة البيولوجيـة لسوسة البرسيم فى محصول مرعى هام وهو البرسيم مثال لهذا الإتجاه. فقد أدخل فـى

الجزء الشرقى للولايات المتحدة ١١ طفيل ومفترس فى ١٩٥٩ وفى عام ١٩٧٠ تـــأكد من توطن معظمهم وسببت الطفيليات نسبة موت عالية فى أطـــوار البيـــض واليرقـــات والحشرات الكاملة لهذه الآفة. وكانت هذه الطفيليات (جميعها غشـــائية الأجنحـــة) فـــى نهاية ١٩٧٠ مسئولة عن معدلات موت لسوسة البرسيم لنحو ٧٠% ولم تتطلـــب ٧٣% من مساحة البرسيم فى الجزء الشمالى الشرقى من أمريكا معاملة بالمبيدات الحشـــرية. تلى ذلك إدخالات حديثة مماثلة فى الوسط الغربى من الولايات المتحدة وأجراء أخـــرى خاصة بإستخدام الطفيل *Microtonus aethiopoides* على أمل الحصول علـــى نتـــائج مماثلة.

إهتمت مصر فى العشرينات إلى الخمسينات من القرن العشرين بمكافحـــة الآفـــات عن طريق إستيراد الأعداء الطبيعية. ولفظ هذا الإهتمام أنفاسه بعد أن إشـــتد الإهتمـــام بتطبيق المبيدات الحشرية فى مكافحة الآفات. سنذكر على سبيل المثال هـــذا الإهتمـــام فيما يتعلق بأهم آفتين وهما دودة القطن *Spodoptera littoralis*. ودودة اللوز القرنفليـــة *Pectinophora gossypiella*. فيما يخص الآفة الأولى إستورد من إستراليا فـــى ١٩٣٩ النبابة *Actia nigritula* وفى ١٩٤٠ إستورد الطفيـــل *Microplitis demolitor*. وفـــى ١٩٣٦ و ١٩٣٧ إستورد الطفيل *Telenomus nawai* من فيجى وطفيل بيض آخر مـــن جافا – *Telenomus spodopterae* – فى ١٩٤٠. فى الخمسينات إستورد مـــن أمريكـــا ثلاثة طفيليات وهى *Chelonus texanus* و *Apanteles marginiventris* و *Hyposoter exigua*. بالنسبة لدودة اللوز القرنفلية إستورد من كينيا والســـودان الطفيـــل *Bracon kirkpatricka* وفى ١٩٣١ إستورد الطفيل *B. mellitor* من هاواى وفى ١٩٣٥ إســـتورد *B. lefroyi* من الهند.

يبدأ نمط إدخال الأعداء الطبيعية فى الأمثلة السابقة بتحديـــد المنطقـــة الجغرافيـــة الأصلية لنوع الآفة. وإذا ثبت أن الآفة أجنبية الموطن *exotic* فـــإن إســـتيراد الأعـــداء الطبيعية من موطنها الأصلى سيكون مشجع. وتجرى إستكشافات أجنبية لجميع الأعـــداء الطبيعية. وتوجد هيئات دولية لإجراء الكشف الأجنبى مثل معمل المكافحة البيولوجيـــة الاوروبى والمركز الرئيسى له فى Montpellier فـــى فرنســـا، ومعـــهد الكومنولـــث للمكافحة البيولوجية والمركز الرئيسى فى Trinidad فى الجزر الغربية والهيئة الدوليـــة

للمكافحة البيولوجية للحيوانات والنباتات الضارة والمركز الرئيسى فى زيورخ بسويسرا. حيث تدخل الأعداء الطبيعية معامل الحجر الزراعى للدراسة المكثفة وإتخاذ الإجراءات المناسبة. ويجرى أخيراً تقييم لتحديد تأثير العدو الطبيعى على عشائر الآفة. وفى النهاية يتخذ قراراً من أعلى سلطة علمية وتنفيذية بدخول أو عدم دخول العدو البيولوجى أو بعدم القيام ببرنامج لمكافحة بيولوجية يعتمد على إستيراد العدو البيولوجى. ويبدو أن إستيراد وإطلاق الأعداء البيولوجية فى مصر ذات إستراتيجية مختلفة تماماً عن العالم حيث لاحظ المؤلف – حديثاً – بحث فى أحد المجلات المصرية عن قيام أحد البحاث بمفرده بإستيراد تسعة أعداء طبيعية (طفيليات و مترسات) من إنجلترا وأمريكا وإيطاليا وهولندا للمكافحة البيولوجية لعدد من الأنواع المختلفة للذباب الأبيض (!) على عدد (!) من محاصيل الحقل ونباتات الزينة والعجيب ان معظم الإطلاقات تمت بعد ٤٨ ساعة من الاستيراد (!) ... إن إدخال حشرة أو أى كائن حى حتى ولو كان نافع فى بلد ما يجب أن يخضع لدراسات جادة فى معامل مؤهلة لذلك فى الحجر الزراعى حيث لا يمكن إستعادة الحشرة المستوردة ثانية بعد الإطلاق إذا ثبت فشلها أو ضررها فى البيئة الجديدة. العجيب أن نفس الباحث نشر فى نفس المجلة فى نفس العدد بحثان آخران عن الذباب الأبيض وطفيلياتها وذكر وجود ٢٤ نوع من الطفيليات المرتبطة بالذباب الأبيض فى مصر ويعتقد المؤلف أن من المهم البحث عن الظروف المعاكسة لنمو وتكاثر مثل هذه الطفيليات ومحاولة صيانتها وتعزيز فاعليتها حتى يعود الذباب الأبيض كسابق عهده كآفات ثانوية قبل إستيراد أعداء طبيعية والذى يجب ان يتم فقط من خلال هيئات علمية وعقب قرار سيادى بعد فحص ودراسة النتائج الخاصة بهذا الإختيار وليس من خلال أفراد.

قيمة إستيراد الأعداء الطبيعية كبيرة عندما يكون الإدخال ناجحاً وذات بقاء طويل وإقتصادى. ومع ذلك هناك حدود معينة يجب ذكرها. فالإستيراد يكون مفيد أساساً فقط للآفات الأجنبية. وفى الولايات المتحدة – الآفات الاجنبية مهمة جداً ولكنها تشكل فقط نحو ٣٩% من ٦٠٠ نوع من معظم الآفات المفصلية الأرجل. كذلك هذا الإتجاه يكون غير عملى فيما يخص الآفات المحلية. وهناك قليل من الأمثلة التى تظهر بعض النجاح لعدو طبيعى أجنبى المصدر ضد آفة محلية. ورغم أن هناك جدل فى هذا الموضوع

فإنه يبدو من غير المحتمل ان غالبية الآفات المحلية يمكن أن تكافح بهذه الطريقة. وذلك لأن الأعداء الطبيعية المستوردة ستجد أنفسها فى منافسة مع معقد الأعداء الطبيعية المستقرة فى بيئتها الجديدة وهذا يقلل من فرص إستقرار الأعداء الغريبة.

قد يعيق أيضاً ثبات النظام البيئى الزراعى نجاح الإستيراد. فمعظم النجاح مع الأعداء الطبيعية المستوردة كان مع آفات فى أنظمة بيئية لحد ما ثابتة. وعادة ما تشمل محاصيل مستديمة مثل البساتين والغابات. ويظهر نجاحاً أقل فى الأنظمة الغير مستقرة كثيراً مثل الذرة والقطن والمحاصيل الحولية الأخرى التى تزرع فى صفوف. فعند ممارسة الحرث التنظيفى clean tillage يجب أن يعاد توطن مسكن الأعداء فوق سطح الأرض Aabove – ground habitat من خارج الحقل كل سنة. وبينما يلاحظ إعادة سريعة لتوطن كثير من الأعداء الطبيعية المحلية إلا أن إستقرار الأعداء الطبيعية الأجنبية تحت هذه الظروف يكون صعب. ومع ذلك – تتغير حالة ثبات النظام البيئى الزراعى فى الوقت الحاضر حيث إنتقلت بعيداً من الحرث التقليدى إلى اللا حرث إلى خربشه أو حرث محافظ آخر. وتغير مثل تلك الممارسات قد يكون لها تأثيرات هامة على فاعلية المكافحة البيولوجية الكلاسيكية فى المحاصيل الحولية التى تزرع فى صفوف.

ورغم أوجه الفوائد العديدة لإستراتيجية المكافحة الكلاسيكية إلا أنه يمكن أن تنشئ تأثيرات بيئية غير مرغوبة من الإدخال الخاطئ للأعداء الطبيعية الأجنبية. على سبيل المثال – هناك كثير من العناصر التى دخلت وفشلت فى مكافحة الآفات. فلقد أدخل فى الجزء الشمالى الشرقى من أمريكا أكثر من ٦٠ مفترس وطفيل وكان لهم تأثير بسيط على فراشة الغجر المستهدفة *Lymantria dispar* (Lymantriidae) . زاد بعضها مشكلة الآفة بينما البعض الآخر أصبح نفسه آفات. عموماً – الإدخال الأجنبى غير عكسى كما أن الأنواع الغير مستهدفة قد تعانى من عواقب أسوء من الأعداء الطبيعية الفعالة مقارنة بالمبيدات الحشرية حيث من المحتمل أن تسبب إنقراض كامل لأنواع حشرية مستوطنة.

هناك حالات مؤكدة عمل فيها إدخال عناصر المكافحة البيولوجية على إبادة أنواع

حشرية متوطنة. فالذبابة *Bessa remota* (Tachinidae) جلبت من ماليزيا وأدخلت إلى فيجى لمكافحة فراشة جوز الهند *Levuana iridescenes* (Zygaenoidae) وأدى ذلك إلى إبادة هذا النوع المتوطن. وهناك فى هاواى عدد من الحشرات المستهدفة وغير المستهدفة إنقرضت بسبب إدخالات المكافحة البيولوجية. فعشائر القوقع الخاص بالجنس *Polynesia* حل محله تماماً نوع غريب عن طريق الإدخال المتعمد والغير مستهدف. والعناصر البيولوجية المتعددة العوائل ذات تأثير قوى للإضرار بالكائنات الغير مستهدفة. والأنواع المستوطنة فى البيئات الإستوائية وتحت الإستوائية عرضة بوجه خاص للإدخالات الاجنبية مقارنة بالمناطق المعتدلة لإن التفاعلات أو التداخلات البيولوجية قد تكون أكثر أهمية من العوامل الغير حيوية فى تنظيم عشائرها. وللأسف البلاد والولايات التى فقدت كثيراً نتيجة الإدخالات الغير ملائمة كانت بسبب إجراءات الحجر المتساهلة والغير الصارمة والتى بها قليل أولا يوجد بها بالمرة بروتوكولات إطلاق الكائنات الغريبة. فما هو الحال عندما يستورد أفراد وليس هيئات علمية لإعداء بيولوجية دون دراسة إيكولوجية وبروتوكولات إطلاق وإجراءات حجر زراعى كما هو الحال فى مثال الذبابة البيضاء السابق ذكره.

ب- زيادة الأعداء البيولوجية : Augmentation

الـ augmentation هى ممارسة من ممارسات المكافحة البيولوجية تشمل أى نشاط يصمم أو يهدف إلى زيادة أعداد أو تأثيرات الأعداء الطبيعية الموجودة. ويمكن تحقيق مثل تلك الاهداف باطلاق أعداد إضافية للعدو الطبيعى فى النظام الزراعى أو تحوير البيئة بطريقة تسمح بأعداد أو تأثير أكبر.

إن إطلاق أعداد إضافية supplementation من العدو الطبيعى يشابه عمليات الإدخال التى تم مناقشتها سابقاً فيما عدا أن الإطلاقات الزائدة augmentation releases يتوقع منها خفض مؤقت فقط والذى عادة يكون خلال فصل أو أقل. لذا فإن النتيجة الإيكولوجية الأكثر إحتمالاً تتمثل فى إخماد قمم عشيرة الآفة وليس إحداث تغير هام فى موقع الإتزان العام general equilibrium position. ونظراً لأن التأثير يكون مؤقتاً لذا فإن تلك الإطلاقات يجب أن تتم دورياً periodic release أى بالإطلاق الدورى. ويتم

ذلك للأعداء البيولوجية التى لم توطن بصفة دائمة ومع ذلك تكون مؤثرة لفترة ما عند الإطلاق. ويجرى الإطلاق الدورى بإنتظام خلال فصل النمو لدرجة تزداد فيها العشيرة للعدو الطبيعى تدريجياً لمستوى تكون فيه مكافحة الآفة فعالة. وزيادة أعداد أو تأثير العدو الطبيعى أو الإطلاق الدورى قد يؤدى بإحدى الطريقتان التاليتان رغم أن التمييز بين الطريقتين فى بعض النظم قد يكون غير قابل للتطبيق.

١- الإطلاقات المكثفة Inundative releases:

الإطلاقات المكثفة والتى تعرف أيضاً بالـ inundation عملية تشبه إستخدام المبيدات الحشرية. وتعتمد على الأفراد التى يتم إطلاقها وليس على نشئ تلك الأفراد وتكون المكافحة سريعة قصيرة الأمد. وتأتى الإطلاقات من إكثار هائل للأعداء الطبيعية وتوزيع واسع لها. لذا فإن الإطلاق الحقيقى للأعداء الطبيعية يعمل على خفض عشيرة الآفة مع توقع تأثير أولاً تأثير من ذرية الأفراد التى يتم إطلاقها. أجريت الإطلاقات الضخمة فى عدة برامج تشمل على أعداء طبيعية مثل أنواع الـ *Trichogramma* وهى دبابير صغيرة جداً تتطفل على بيض الحشرات. ويباع هذا العدو الطبيعى تجارياً فى أوروبا بواسطة BASF الفرنسية حيث يكفى الإنتاج لمعاملة ٣٠,٠٠٠ إلى ٤٠,٠٠٠ إيكر ذرة ضد حفارة ساق الذرة الأوروبى. كما توجد شركات خاصة فى عدد من الدول الأوروبية الأخرى مثل المانيا لإنتاج هذا العدو الطبيعى. وبدأ هذا الإنتاج متأخراً فى مصر وفى حاجة إلى دعم وتشجيع. فى الصين الشعبية يعامل نحو مليون إيكر سنوياً بهذه الأعداء الطبيعية من الترايكوجراما. وإطلاق هذه الدبابير يتم فى الصوب أو فى المزارع مثل مزارع العنب وحقول الذرة. بالإضافة إلى هذه الطفيليات فإنه عادة ما تستخدم المفترسات العامة مثل أسد المن *Chrysoperla carnea* وخنافس أبى العيد *Hippodamia vonvergens* فى برامج الإطلاقات المكثفة وعديد من تلك الأعداء الطبيعية المتعددة الإلتهام متاحة تجارياً. وتوجد الآن وحدة الـ *Chrysopa* فى قسم الحشرات بجامعة القاهرة التى تربى أسد المن على بيض بعض حرشفيات الأجنحة وعلى بعض أنواع المن. ويمكن إستخدام أسد المن ضد أنواع المن والذباب الأبيض والبق الدقيقى وحشرات أخرى.

ومع ذلك – فى كثير من الحالات لم يصادف الإطلاقات المكثفة للطفيليات والمفترسات النجاح الكامل. ويرجع غياب النجاح إلى التغطية الغير كافية فى المساحات الكبيرة أو أن الأعداء البيولوجية التى أطلقت تحركت بعيداً عن المنطقة المستهدفة. وهذا لا يعنى أن كل الإطلاق المكثف غير ناجح ففى ألمانيا وفرنسا وعدد خر من دول أوروبا صادف تلك الإطلاقات نجاحاً ممتازاً فى حقول الذرة وبساتين عاكهة مثل العنب والتفاح وكذلك فى الصوب الزجاجية. وفاق تأثير الترايكوجراما ضد الثاقبات فى المانيا تأثير المبيدات الحشرية.

من أكثر الإطلاقات المكثفة نجاحاً الإطلاق الخاص بالكائنات الدبيسة مثل *B. thuringiensis* ولقد طبقت معظم المبيدات الحشرية الميكروبية ضد يرقات حرشفيات الاجنحة والخنافس من غمديات الأجنحة والباعوض والذباب الأسود من ثنائيات الأجنحة وهى تعمل على خفض سريع لعشيرة الآفة مشابهة فى ذلك للمبيدات الحشرية التقليدية. وعقب التأثير الأولى للإطلاق يمكن توقع خفض تالى ولكن بمعدل أقل. وإذا حدث فوران إضافى للآفة أثناء الموسم فإنه تجرى تطبيقات أخرى. ويوضح جدول ٧ عدد من مبيدات الآفات الميكروبية المتاحة تجارياً. فى حالات المكافحة القصيرة الأجل short – term control والتى فيها يعمل الإطلاق الأصلى على خفض الآفة ويستمر هذا الخفض لفترة ما عن طريق نشئ الأفراد المطلقة للعدو الطبيعى. هنا لا تكرر الإطلاقات المكثفة أو الإطلاقات التلقيحية inoculative releases.

٢- الإطلاقات التلقيحية Inoculative releases:

الإطلاقات التلقيحية والتى تعرف أيضاً بالـ Inoculation. تختلف هذه الإطلاقات عن الإطلاقات المكثفة فى أنه بمجرد إجراؤها فإنه يتوقع للعدو الطبيعى أن يتوطن وينتشر خلال منطقة ما طبيعياً. وعادة ما يجرى تطعيم المنطقة inoculation مرة واحدة فقط فى موسم النمو. وسيكون لذرية الافراد التى تم إطلاقها التأثير الأكبر والهام على عشيرة الآفة. البرامج التى نجحت والتى إستخدمت هذا الإتجاه بتطبيق المفترسات والطفيليات سجلت فى المحاصيل الحقلية والبيوت المحمية فى جمهورية الصين الشعبية وروسيا. وإشتملت البرامج الكبرى للإطلاقات التلقيحية فى أمريكا أنواع الطفيل

aphytis التى طبقت فى نحو ٤,٤٥٠ هكتار ضد الحشرة القشرية الحمراء *Aonidiella aurantii* وأنواع من أسد المن *Chrysoperla* species التى إستخدمت فى نحو ٢٣٨٥ هكتار ضد البق الدقيقى : (Homoptera: Pseudococcidae) وأبى العيد *Cryptolaemus montrouzieri* الذى إستخدم فى ٥٦٧٠ هكتار ضد حشرة الزيتون القشرية السوداء *Saissetia oleae* وطفيل البيض *Trichogramma* species الذى إستخدم فى أكثر من ١٠٠,٠٠٠ هكتار من المحاصيل ضد عدة آفات من حرشفيات الأجنحة. وفى السنوات القليلة الماضية كان هناك برنامج ناجح فى الولايات الشرقية فى أمريكا فى فول الصويا حيث إستخدم طفيل أجنبى الأصل *Pediobius foveolatus* استورد من الهند ضد آفة محلية وهى خنفساء الفول المكسيكية *Epilachna varivestis*.

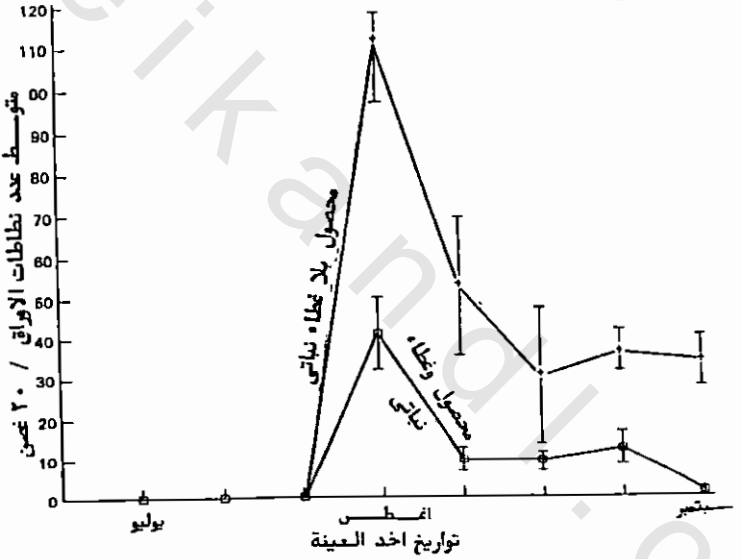
تشمل الإستخدامات الهامة الأخرى للإطلاقات التلقيحية تلك المستخدمة فى البيوت المحمية فى بريطانيا وهولندا ودول أوروبية أخرى وعلى وجه الخصوص الإطلاقات الموجهة من الحلم المفترس *Phytoseiulus persimilis* ضد الحلم المتغذى على النباتات والطفيليات *Encarsia formosa* و *Aphidius matricariae* ضد الذباب الأبيض (Homoptera: Aleyrodidae) والمن (Homoptera: Aphididae) والتى إكتسبت شهرة فى السنوات الأخيرة.

كانت الإطلاقات التلقيحية مفيدة فى الماضى ضد الخنفساء اليابانية فى أعشاب المروج. حيث توجد كما سبق القول نوعان من البكتريا تسبب المرض اللبنى فى هذه الحشرة. ولخفض عشائر هذه الآفة عمل على تطبيق تجهيزات تجارية من البكتريا فى صورة مسحوق على سطح التربة ثم تروى التربة أو تترك للأمطار فتسبب المعاملة وباء محلى فى عشيرة يرقات الخنفساء اليابانية. تناسب الـ augmentative releases على وجه الخصوص الآفات ذات القدرات الإنتشارية الجيدة ومعدلات التكاثر العالية وهى صفات تجعلها غير مرشحة للمكافحة البيولوجية الكلاسيكية.

٣- المعالجات البيئية Environmental manipulations:

هناك طريقة أخرى لزيادة أعداد أو تأثير الأعداء الطبيعية إلى جانب إطلاقهم تتضمن المعالجة البيئية. وهنا يستخدم المحصول نفسه ومناطق المحاصيل المجاورة

كمفرخ حقلى حشرى field insectary لزيادة عناصر أو عنصر المكافحة البيولوجية أو بجعل الأعداد الموجودة أكثر تأثيراً. وأكثر الممارسات العملية التى تم محاولتها هى إتاحة بعض المتطلبات بصورة أكثر مثل الأغذية البديلة alternate nutrients ومساكن الإستقرار أو المعيشة nesting habitats وأماكن تمضية الشتاء overwintering sites فتعمل على تعزيز تكاثر العدو الطبيعى. من أمثلة ذلك توفير أماكن يعشش فيها أنواع الدبابير *Polistis* species والمحافظة على نباتات التوت البرى الأسود wild blackberries مجاور لحدائق العنب (شكل ٨٠) كغذاء للعوائل البديلة للطفيل *Anagrus epos* فتزداد عشائر الطفيل فى التوت البرى الأسود وتتحرك بعد ذلك إلى حدائق العنب فيعمل على خفض عشائر نطاط أوراق العنب *Erythroneura elegantula* الآفة الخطيرة على الأنواع المستوردة من العنب.



شكل ٨٠: تأثير توفير غطاء نباتى من التوت البرى الأسود حول حدائق العنب على أعداد نطاطات الأوراق وحماية أوراق العنب

هناك مثال آخر للمعالجة البيئية وهو زراعة أغطية نباتية مثل الفول البلدى *Vicia faba* فى بساتين التفاح لخفض عشائر الآفة. فيحافظ فى كاليفورنيا على إيجاد غطاء نباتى يحش على فترات ويترك الملش فيعمل ذلك على خفض الإصابة بالمن ونطاطات

الأوراق وفراشة الكودلنج *Cydia pomonella* . وصاحب خفض الإصابات زيادة فى أعداد المفترسات المفصلية الأرجل التى تسكن التربة. ويعتقد أن الغطاء النباتى والأنشطة المرتبطة به تتداخل مع قدرة الآفات على الوصول للعائل host -finding كما تتيح غذاء ومسكن بديل للأعداء الطبيعية.

ويجب أن يتوفر للحشرات النافعة الغذاء والمأوى والحماية من التأثيرات الضارة للكيماويات والتى للإنسان بعض من السيطرة عليها. ويمكن تغطية مثل هذه المتطلبات جزئياً فى معظم الأنظمة البيئية الزراعية بالإهتمام الكافى لأنمطة زراعة المحاصيل والدورات الزراعية وعمليات الحصاد وإستخدام المستويات الإقتصادية السليمة والتى على أساسها تتخذ قرارات تطبيق المبيدات الحشرية. وعندما تكون هناك حاجة لتطبيق المبيدات فإنه من الممكن حماية جزء من محتد الحشرات النافعة بالمعاملات المكانية spot treatments وإستخدام أدنى جرعات مطلوبة لقتل الآفات أو بإستخدام مبيدات أكثر سمية للآفات عن الأعداء الطبيعية. ويمكن تحسين تأثير الممرضات الحشرية بتعيير الظروف البيئية وقت التطبيق مثل رش المحصول بالماء لرفع الرطوبة أثناء تطبيق أو رش الممرضات الفطرية.

توجد أيضاً كيماويات معينة قد تلعب أيضاً دوراً فى معالجة العدو الطبيعى. ففى الوقت الحاضر توجد مواد يطلق عليها بالكيرومونات Kairomones أثبت البحث أنها تعمل على جذب الأعداء الطبيعية أو تنبهها لتصبح أكثر كفاءة. على سبيل المثال ظهر أن الكيرومونات المشتقة من حراشيف فراشة كيزان الذرة تنبه السلوك البحثى للحشرات الكاملة لطفيليات الـ *Trichogramma*. وعندما طبقت تلك الكيرومونات فى قطاعات حقلية إزدادت القدرة البحثية للطفيليات وأتبع هذا السلوك زيادة فى معدلات التطفل. و من المحتمل أن تنتج الأبحاث الأخرى على الكيرومونات مواد عملية تعمل على تعزيز تأثير الاعداء الطبيعية الموجودة فعلاً فى النظام البيئى الزراعى.

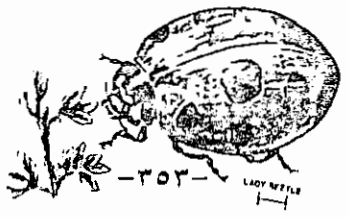
جـ- صيانة الأعداء الطبيعية Conservation of natural enemies

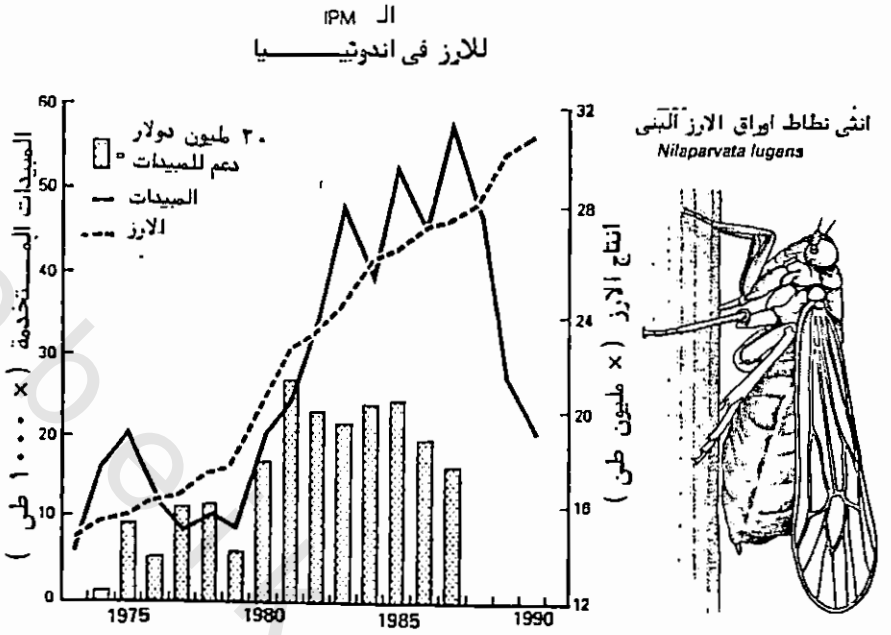
تشكل إستراتيجية أخرى عريضة للمكافحة البيولوجية تهدف لحماية أو تعزيز النشاط أوالمحافظة على العشائر الموجودة وخاصة الطفيليات والمفترسات الحشرية فى

النظام البيئى الزراعى. وربما تمثل هذه الإستراتيجية الممارسة الأكثر شيوعاً للمكافحة البيولوجية. ويتطلب هذا الإتجاه معلومات عن جميع أوجه العشيرة المركبة للأعداء الطبيعية natural enemy community بما فيها من أنواع وأعداد وعشائر وفينولوجى Phenology هذه الأنواع وتأثيرها على عشائر الآفة وبكلمات أخرى أنمطة حياة الأعداء الطبيعية فى منطقة ما. ومن خلال هذه المعلومات تحور أو تغير أنشطة إنتاج المحاصيل والممارسات الموجودة لإدارة الآفات لتلافى الأضرار بالأعداء الطبيعية.

قد تتضمن طرق صيانة الأعداء الطبيعية تكرار حش حواف الحقل أوحش البرسيم فى قطاعات فى أوقات مختلفة للمحافظة على مصادر سكنية أوغذائية بديلة لعشائرها. وربما من أهم طرق الصيانة التداول السليم لمبيدات الآفات كما سبق القول لتجنب موت الاعداء الطبيعية من خلال إستخدام كيماويات أقل سمية للأعداء الطبيعية وتقليل عدد مرات التطبيق وتقليل مستوى الجرعة. وهذا يعنى أن الإستراتيجية تتضمن المحافظة perservation على الأعداء الطبيعية خلال ممارسات تقلل من الأضرار الإيكولوجية مثل تقليل إستخدام المبيدات ومن أمثلة ذلك برنامج الـ IPM للأرز فى أندونسيا الذى يهدف إلى تشجيع عمليات إدارة الآفات وخفض أو وقف إستخدام المبيدات الحشرية التى تتداخل مع المفترسات والطفيليات ذات القدرة على مكافحة نطاط الأوراق البنى وآفات الأرز الأخرى.

برنامج الـ IPM القومى الأندونيسى للأرز مثال للبرنامج الناجح والممتاز للـ IPM فى الجزء الإستوائى من العالم (شكل ٨١). فالمحصول الكربوهيدراتى الرئيسى فى آسيا وهو الأرز من أهم آفاته الخطيرة نطاط الارز البنى (Hemiptera: *Nilaparvata lugens* (Delphacidae الذى يمتص عصارة النبات فتتحول الاوراق إلى اللون البنى وتموت ويطلق على الأعراض بحرق النطاط hopperburn. وتوافق إرتفاع هذه الحشرة إلى المستوى الضار مع الإستخدام الواسع لتكنولوجى الزراعة وإستخدام أصناف عالية الإنتاج من الأرز الذى صاحبها إستخدام واسع للمخصبات النيتروجينية والمبيدات الحشرية.





شكل ٨١: مثال لبرنامج IPM ناجح أدى إلى خفض كبير فى كمية المبيدات المستخدمة وإرتفاع فى محصول الأرز

وأوضحت الدراسة أن التطبيق الغيرواعى للمبيدات أضر بالطفيليات والمفترسات الطبيعية والتى تشمل بعض العناكب التى تعمل على أسر الحوريات والحشرات الكاملة لنطاط الأوراق والبق التابع للأجناس *Mesovelia* و *Microvelia* (Hemiptera: Veliidae) الذى يلتهم هذه الآفة عند وقوعها على سطح الماء فى حقول الأرز ومفترس البيض *Cyrtohinus* (Hemiptera: Miridae) الذى يهتدى إلى بيض النطاط عن طريق الكيرومون والطفيليات التى تتطفل على بيض وحوريات نطاط الأرز البنى. تقتل عشائر هذه الطفيليات والمفترسات بالمبيدات الكيماوية وعودتها إلى الحقول المعاملة بطيئة عند مقارنتها بنطاط الأرز البنى فيحدث فوران كلاسيكى للآفة pest resurgence. وأدى الإستخدام المكثف للمبيدات إلى تفاقم مشكلة الآفة وشجع على ظهور سلالات مقاومة للآفة. وكانت الإستراتيجية الوحيدة للمكافحة التى لا تعتمد على المبيدات حتى عام ١٩٨٦ هو تطوير وإستخدام سلالات من الأرز المقاومة للآفة

وحدث إنهيار فى إنتاج وصناعة الأرز إلى أن أصدر الرئيس الأندونيسى سوهارتو مرسوم بإلغاء ٥٧ مبيد سام فى إجمالى قدره ٦٣ مبيد يستخدم على الأرز ومعظمها سموم فسفورية عضوية. وبدأ تحول ملايين الدولارات المعتمدة للمبيدات إلى تدريب المزارعين والهيئات الحكومية العاملة فى الحقل على برنامج الـ IPM . وتضافرت الحكومة مع منظمة الأغذية والزراعة (FAO) على إدخال واسع للـ IPM إلى المزارعين فى أندونيسيا. وتضمن تدريبات الـ IPM إشتراك فعلى للمزارعين فى كل خطوة من عمليات الإدارة حيث تعلم الأفراد كيفية زراعة ونمو أرز صحىوكيفية التعرف والمحافظة على الأعداء الطبيعية وكيفية فحص المحصول إسبوعياً لكى توضع قرارات للإدارة مبنية على تكامل المعلومات من كافة أوجه المحصول والآفة وبيولوجى وإيكولوجى الأعداء الطبيعية المرتبطة بها. وكانت الفوائد التى عادت إلى أندونيسيا من البرنامج القومى للـ IPM للأرز عظيمة. ووفرت أندونيسيا ١٢٠ مليون دولار من اعتمادات المبيدات فى السنة وإنخفض إستخدام المبيدات بشدة لما يقرب من ٦٠% مما كان يستخدم قبل ١٩٨٦ وإرتفع إنتاج الأرز وتوقف فوران الآفة وإستفاد المزارعين من وفرة تكاليف الإنتاج وزيادة المحصول وإنخفض بالتالى التأثير الضار على البيئة والمخاطر الصحية للإنسان. إعتمد البرنامج على الأصناف المقاومة ،الإدارة البيئية لصالح الأعداء الطبيعية والمستويات الإقتصادية وإستخدام المبيدات وفقا لقرارات الإدارة ويمكن تطبيق نفس الشئ فى البلاد الأخرى من آسيا المنتجة للأرز كمحصول وحيد مستمر continuous monoculture. ويجب أن نعى أن فاعلية المكافحة البيولوجية أعلى فى المناطق الإستوائية عن المعتدلة نتيجة للتنوع العالى والنشاط الدائم للأعداء الطبيعية طوال العام.

أخيراً – إن الحفاظ على الأعداء البيولوجية تتطلب طرق لتجنب الأضرار بالأعداء الطبيعية يمكن تلخيص بعض من هذه الطرق فيما يلى: .

١- الحماية من المبيدات الحشرية.

٢- تنمية ظاهرة المقاومة للمبيدات بين عشائر الأعداء البيولوجية.

٣- وقاية الأطوار الغير نشطة للأعداء البيولوجية.

٤- تجنب العمليات الزراعية التى تضر بالأعداء الطبيعية.

٥- توفير العوائل البديلة وقت ندرة العائل الأصلى.

٦- المحافظة على التنوع البيولوجى.

٧- تطبيق الغذاء الصناعى وقت ندرة الغذاء الطبيعى أو لجذب العدو الطبيعى للمنطقة المستهدفة.

٨- توفير مأوى صناعى للعدو الطبيعى عند الاضرار بالمأوى الطبيعى.

عاشراً: المكافحة البيولوجية والـ IPM: Biological control and IPM

نسبة إلى عمليات إنتاج المحاصيل فإنه يمكن القول بأن ما هو جيد للمكافحة البيولوجية جيد فى إدارة الآفات والعكس بالعكس. والمهم هو إدارة النظام المحصولى كاملاً بطريقة تقلل من مشاكل نمو الآفات الحشرية وفى نفس الوقت تحسن من معيشة وكفاءة الأعداء الطبيعية فيجب أن يمنح النظام الزراعى المتبع كثير من الإنضباطات والتوازنات بقدر الإمكان. بالإضافة إلى ذلك – يجب تحديد وتطوير إستخدام المستويات الإقتصادية السليمة فى جميع المحاصيل فى النظام لتقليل إستخدام المبيدات.

وفى الحقيقة – يمثل النظام البيئى الزراعى محشرة insectary ضخمة وإذا لم يحدث تدخل سيئ فى البيئة ينتج عادة من هذا المفرخ الحشرى أعداداً وأنواعاً من الطفيليات والمفترسات التى تحفظ كثير من آفاتنا والآفات الخطرة تحت السيطرة. ويبدو فى الوقت الحاضر – تحت بعض الظروف – أن عملية إنتاج الأعداد الضخمة من الطفيليات والمفترسات فى المعمل للإطلاق الحقلى أقل قبولاً حيث يفضل الآن العمليات التى تؤدى إلى جعل المحشرة الحقلية أكثر ملائمة لنمو وتكاثر وحياة الحشرات النافعة الموجودة طبيعياً – بمعنى آخر العمليات الخاصة بالصيانة أكثر فاعلية من الإكثار لتحسين فاعلية الأعداء الطبيعية. وهذه ما تحتاجه تحت الظروف المصرية شريطة توافر معلومات بيولوجية ملحة للاستخدام فى إدارة الآفات.

وتشمل معلومات المكافحة البيولوجية المطلوبة للإستخدام فى إدارة الآفات ما يلى:

١- تسلسل زمنى لتاريخ حياة الآفة وأعدائها الطبيعية.

٢- معلومات كاملة عن الظروف البيئية الطبيعية.

٣- معلومات عن العوامل المنظمة للآفة لتحديد الطور الأكثر حساسية.

١

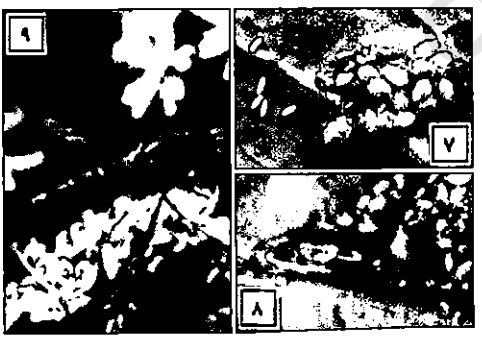
١٠

٣
٢

٤

١١

٦
٥


٩
٧
٨

بعض عناصر المكافحة البيولوجية: مفترسات ، نيماتودا

أبو العيد ذو النقاط السبع (١ – ٣):

انثى خنفساء أبو العيد *Coccinella septempunctata* (١) تضع بيضها فى مجاميع على السطح السفلى للأوراق (٣) أو فى الأماكن المحمية والأنثى يمكنها وضع ما يقرب من ألف بيضة. اليرقات (٢) ذات لون قاتم مرقطة بألوان من البرتقالى والازرق والاسود. لهذا المفترس ثلاث صفات بيولوجية وايكولوجية هامة (أ) ذات شهية شرهة فى التهام حشرة المن. حيث يمكن للحشرة خلال حياتها أن تلتهم من ٣,٠٠٠ إلى ٤,٠٠٠ حشرة واليرقة الواحدة يمكن أن تلتهم من ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ حشرة من (ب) الحشرة تلتهم حشرة المن أينما وجدت على نباتات مختلفة وتحت ظروف بيئية متنوعة (ج) عند غياب الضحايا تعيش الحشرات الكاملة بالتغذية على الرحيق وحبوب اللقاح.

أسد المن (٤ – ٦):

الحشرة الكاملة لأسد المن *Chrysoperla carnea* (٤) بطيئة الطيران ضعيفة الجسم. تضع الأنثى بيضها (٥) البيضاوى الشكل الأبيض المخضر على النباتات المصابة بالمن ولكل بيضة حامل يلتصق بالنبات. اليرقات (٦) طويلة الجسم فكوكها طويلة لونها أخضر مائل للسمرة ولليرقة القدرة على افتراس نحو ٤٠٠ حشرة من كما تتغذى على الذبابة البيضاء والتربس والحشرات القشرية. وتوجد فى جامعة القاهرة وحده لإكثار هذه الحشرة واطلاقها فى الحقول والزراعات المحمية.

ذبابة السرفس (٧ – ٩):

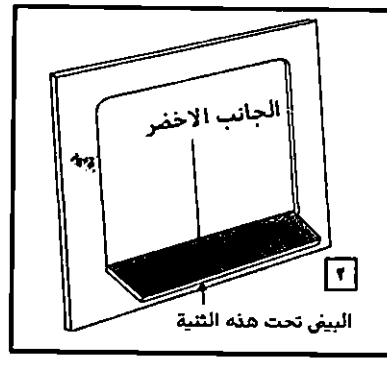
تضع أنثى الذبابة *Syrphus corollae* البيض (٧) فردى أو فى مجاميع على الاوراق المصابة بالمن. يفقس البيض عن يرقات (٨) ذات لون لحمى أو مخضر وتغرس أجزاء فمها فى حشرة المن وتمتص العصارة الداخلية وتفترس اليرقة نحو ٤٠٠ حشرة من كما تفترس بالامتصاص كثير من الحشرات القشرية والبق الدقيقى. الحشرة الكاملة (٩) صدرها أزرق وبطنها مبططة عليها أشرطة صفراء متبادلة مع أشرطة سوداء. وللذبابة القدرة على أن تحلق فى الجو لذا أطلق عليها Hover fly.

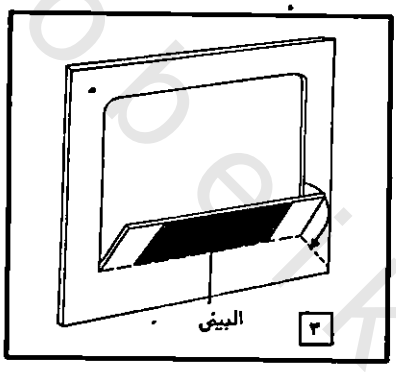
النيماتودا *Steinernema sp.*(١٠):

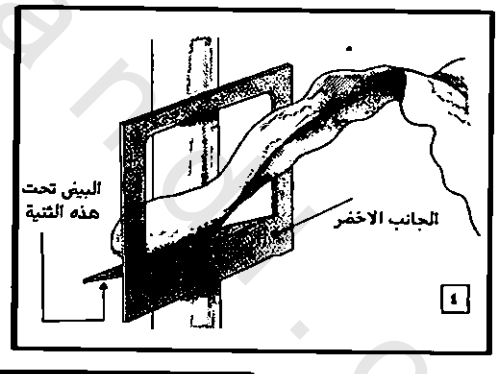
نيماتودا تقطن التربة ذات ارتباطات تكافلية مع بكتريا ممرضة تقتل عوائلها الحشرية عن طريق التعفن الدموى ويمكن إنتاج هذه النيماتودا بكميات كبيرة وتكلفة بسيطة. تهاجم يرقات حرشفيات الاجنحة وغمديات الأجنحة.

الأكاروس المفترس (١١):

المفترس الاكاروسى *Amblyseius cucumeris* يتغذى على التربس واكاروسات ضارة أخرى.







obeikandl.com

المكافحة البيولوجية التطبيقيـــة

الإطلاقات المكثفة لطفيل الترايكوجراما *Trichogrmma* spp.

الـ *Trichogramma* طفيليات أولية دقيقة تتطفل أساساً على بيـــض حرشـــفيات الأجنحة وتستخدم بعض أنواعها فى بلاد كثيرة من العالم لأغراض المكافحة البيولوجيـــة للآفات الحرشفية الأجنحة عن طريق الإطلاقات الضخمة الدورية وتعتمـــد اســـتراتيجية الإطلاق المثلى لأنواع الطفيليات على دورة حياة الطفيل ونمط تكـــاثره. علـــى ســـبيل المثال أوضح المؤلف فى أحد أبحاثه أن الطفيل *T. dendrolimi* أكثر حساسية عند غياب عائله عن الطفيل *T.cacoeciae* لذا لكل منهما استراتيجية إطلاق مختلفة. ومن أشـــهر أنواع الطفيليات المستخدمه بالإضافة إلى الأنواع السابقة الطفيـل *T. evanescens* (١) الموجود فى مصر والنشط على بيض حفارات الذرة والقصب والأرز.

فى الوقت الحالى يوجد نحو ١٨ نوع من الترايكوجراما تربى على نطـــاق واســـع فى أنحاء العالم لمكافحة آفات المحاصيل والبساتين فى مساحات تقدر بـــأكثر مـــن ١٨ مليون هكتار فى ١٦ بلد.

يربى الطفيل أساساً على بيض فراشة الحبـــوب *Sitotroga cerelella* أو بيـــض فراشة الدقيقة *Ephestia kuehniella*. ويوجد فى مصر بعض المعـــامل إلـــى جـــانب شركة خاصة تربى بعض من هذه الطفيليات.

توضح الأشكال (٢-٣) قطع الكرتون المستخدمة لإطلاق الطفيل باستخدام بيـــض عائل بديل وبأسلوب يضمن انطلاق الطفيل عبر عدة أيام متواصلة.

الأشكال (٥-٦) توضح العالم المصرى فى ألمانيا (د. شريف على حســـن) وهـــو يثبت أحد قطع الكرتون (٥) فى أحد أوراق الذرة كما يوضح الشكل (٦) نفـــس العـــالم بين يديه كبسولات من الكرتون تمتلئ بالبيض المتطفل عليه بأنثى الطفيل التـــى ترمـــى بين الزراعات حيث تخرج الطفيليات من ثقوب فى هذه الكبسولات.

Encarsia formosa

obeikandl.com

المكافحة البيولوجية التطبيقية

الإطلاقات المكثفة لطفيل الذبابة البيضاء

١- **الحشرة الكاملة:** الذبابة البيضاء حشرة صغيرة الحجم لونها أبيض دقيقى لأنها مغطاه بمادة شمعية دقيقة بيضاء. والحشرة واسعة الإنتشار فى دول كثيرة من العالم ويساعد انتشارها الجو المعتدل والرطوبة العالية. وتهاجم الحشرة عوائل كثيرة منها الخضراوات والفاكهة ونباتات الزينة وهى أحد آفات الزراعات المحمية.

٢- **مظهر الإصابة:** تضع الحشرة البيض على السطح السفلى للأوراق ويوضح الشكل أعداد هائلة من الحشرات الكاملة على أوراق أحد نباتات العائلة القرعية الذى أعد بهدوء شديد حيث تبتعد وتطير الحشرات بمجرد الاقتراب من النباتات المصابة. وتكمن خطورة الحشرة فى نقلها لعدد من الأمراض الفيرسية وليس لقدر ما تستهلكه من غذاء.

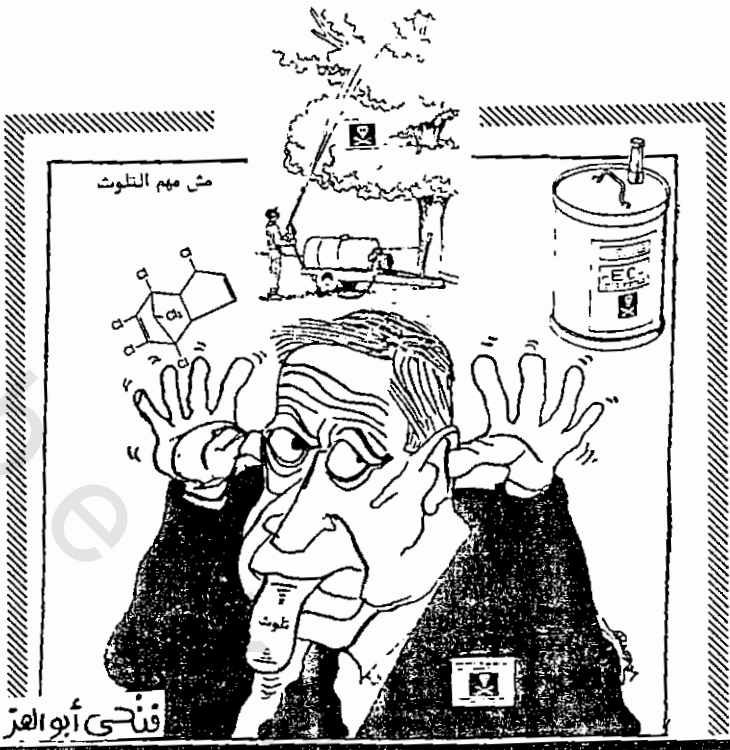
٣- **أنثى الطفيل:** الطفيل *Encarsia formosa* طفيل داخلى فردى على عذارى الذبابة البيضاء ويشاهد الأنثى وهى تضع بيضه فى أحد عذارى الذباب. تصبح العذارى المتطفل عليها سوداء فى المراحل الأخيرة من نمو الطفيل وبذا يسهل التعرف على العذارى المتطفل عليها من الأخرى السليمة.

٤- **توزيع الطفيل داخل البيوت المحمية:** إستخدم الطفيل على نطاق واسع فى الزراعات المحمية حيث يطلق بوسائل مختلفة. ويوضح الشكل قطعة من الكرتون تحوى عذارى متطفل عليها وضعت بين النباتات تنطلق منها الحشرات الكاملة على دفعات متفاوتة فى زمن خروج الطفيل.

٥- حشرات أبى العيد العالمية الأنتشار وهى مفترسات هامة عن البيض واليرقات الحديثة لعدد من الآفات بالاضافة الى وجود أنواع تفترس الحشرات القشرية والبق الدقيقى.

obeikandl.com

obeikandl.com



تابـع
الوحـدة الثالثـة

إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات

الفصل التاسع : مقاومة النباتات للحشرات

يشمل الفصل عرض موجز عن المقاومة النباتية ضد الحشرات كـأحد الاختيارات الناجحة فى إدارة الآفات ويبدأ بعرض لماهية المقاومة النباتيـة ودرجات المقاومة ثم عرض تاريخى لأمثلة ناجحة ثم تناول الفصـل أيضـاً علاقة الحشرات بالعوائل النباتية من الواجهة الحشرية ثـم مـن الواجهـة النباتية ثم ميكانيكيات المقاومة وأنماطها والعوامل التى تؤثر على إظـهارها والتطور التقليدى للأصناف المقاومة ودور البيوتكنولوجى والتطوير الحديث للمقاومة والاستخدامات الناجحة للمقاومة النباتية.

obeikandl.com

الفصل التاسع: مقاومة النباتات للحشرات

Plant resistance to insects

رغم الأعداد الكبيرة لأنواع الحشرات التى تتغذى على النباتات phytophagous insects والأضرار التى تسببها فى بعض الأحيان إلا أن النباتات الخضراء مستمرة فى سيادتها على الأرض. وفى الحقيقة ــ يسيطر على الحشرات لحدٍ ما أعدائها الطبيعية. وترجع حقيقة أن معظم النباتات تهرب أو تتعايش مع الإصابة الحشرية عادة إلى دفاع النباتات عن أنفسها تجاه الحشرات التى تأتى لإلتهامها أى مقاومة النباتات للحشرات.

لقد تطورت النباتات والحشرات معاً لكثير من ملايين السنين ونشأت أو تطورت (على الأقل فى جزء منها) كثير من الصفات النباتية مثل تواريخ الحياة الخاصة وأشكال الأوراق والمواد الثانوية النباتية كنتيجة لمهاجمة الحشرات. وبالمثل تكونت لدى بعض الحشرات ميكانيكيات للتغلب على مقاومة النباتات حتى إلى درجة أصبحت المواد المانعة repellent التى تتصف بها نباتات خاصة مثل زيت الخردل mustard oil جاذبات لوضع البيض أو منبهات غذائية phagostimulants. وبينما اكتسبت بعض النباتات سموم تحول دون تغذية الثدييات التى تتغذى على الأعشاب مثل hydrogen cyanide فى أوراق الكرز و cardiac glycosides فى حشيشة اللبن قد تعمل هذه السموم كمنبهات لتغذية الحشرات وقد تستخدم أحياناً بواسطة الحشرات فى الدفاع عن نفسها كما هو الحال فى أبى دقيقات الـ monarch. و من ناحية أخرى عندما يخترق نوع حشرى دفاعات النبات يحدث انتخاب طبيعى قد يؤدى إلى تقوية مثل تلك الدفاعات فتزداد المقاومة النباتية للحشرات.

تمثل زراعة المحاصيل المقاومة للحشرات واحد من أكثر الطرق المبشرة بخفض

الإعتماد على المبيدات. فزراعة الأصناف المقاومة ــ عندما تكون متاحة ــ من أكثر سياسات الإدارة فاعلية كما أنها إقتصادية وآمنة للبيئة. ويأتى المفهوم الخاص بإستخدام العائل النباتى المقاوم لصالحنا عند معرفتنا أن معظم النباتات والحيوانات مقاومة للإصابة بمعظم الحشرات الهامة. ويشكل محور الدفاع ضد الحشرات صفات فسيولوجية ومورفولوجية أو سلوكية ورثتها هذه الكائنات والتى بدون تلك الصفات ستتعرض للإصابة بالحشرات.

وكما ذكر من قبل تنتج الدفاعات النباتية خلال الإنتخاب الطبيعى. وفى الطبيعة لا يتكرر التلقيح الخلطى الذى يؤدى إلى إنتاج نباتات أو حيوانات عالية الحساسية وذلك لأن النشئ الناتج العالى الحساسية لا يعيش ليتكاثر. ومع ذلك ــ رغم مقاومة النبات لمعظم الإصابات الحشرية وحتى بين النباتات المقاومة نجد أنها حساسة لقليل من الكائنات التى لها القدرة فى التغلب على دفاعاتها. لذا تحافظ الحشرات والكائنات الأخرى الضارة على عشائرها على حساب هذه النباتات رغم عدم قدرة الحشرات والكائنات الأخرى على عمل إقصاء كامل لعوائلها النباتية. والإصابات الناجحة للحشرات على العوائل النباتية البرية تتساوى مع ما نحن نسميه بالآفات على العوائل النباتية المستأنسة.

وكما هو الحال فى أن الحيوانات والنباتات البرية لديها درجات من الحساسية لأعدائها. نجد أن للأنواع المستأنسة نفس السلوك. ومن خلال التوزيع الوراثى العشوائى لنوع من المحاصيل فإن تلقيحات معينة ينتج عنها أنماط فينولوجية phenotypes أى تعبيرات مشاهدة عن التلقيح الخلطى تختلف من الحساسية الكاملة الى المستوى العالى من المقاومة. والحساسية هى التى تسبب مشكلة آفة ما. ودرجة الحساسية فى نوع نباتى ما تشكل قاعدة ناجحة فى تنمية أنماط المقاومة للآفات.

أولاً: ماهية المقاومة النباتية؟ What is plant resistance?

لقد عرف Painter عام ١٩٥١ المقاومة النباتية للحشرات بصفات كمية قابلة للتوارث يمتلكها النبات تؤثر فى درجة الضرر النهائى الذى يحدث بواسطة الحشرة. قبل ذلك فى عام ١٩٤١ عرفها Snelling بتعريف مختلف قليلاً واعتبر أن المقاومة تشمل صفات تمكن النبات من تجنب أو تحمل أو استعادة النمو من الإصابة الحشرية

تحت ظروف يمكن أن تسبب ضرر أكبر للنباتات الأخرى من نفس النـــوع والتـــى لا تمتلك هذه الصفات. فى عام ١٩٦٥ عرف Beck المقاومـــة النباتيـــة بأنـــها صفـــات تراكمية قابلة للتوارث بواسطتها يقلل النوع النباتى أو السلالة النباتية race أو الأفـــراد المتجانسة وراثياً (الخضرية) clone أو النبات الفرد من احتمـــال الإســـتخدام النـــاجح للنبات كعائل لنوع حشرى أو سلالة race أو نمط بيولوجى biotype أو فرد حشـــرى. التعريف الحالى والبسيط للمقاومة هو أن المقاومة النباتية للآفة هى أى صفة وراثية فـــى العائل النباتى تقلل من تأثير إصابة الآفة. ومن وجهة النظر التطورية ـ تســـمح مثـــل هذه الصفات التكيفية للكائن "النبات" بـــالتغلب علـــى ضغـــوط الحشـــرات والكائنـــات الممرضة وبالتالى تزيد من فرصة الكائن للحياة والتكاثر. ويـــهدف تكنولوجـــى تربيـــة النبات والحيوان إلى اكتشاف هذه الصفات التكيفية preadaptive traits وإســـتخدامها فى تطوير وتكوين أصناف نباتية وحيوانات تربية مقاومة للآفات.

قد يعبر عن المقاومة النباتية للحشرات بالمراحل المختلفة لعلاقة الحشـــرة بالنبـــات العائل. ولقد وصف ٩ تفاعلات نباتية تؤثر على وصول وإســـتيطان ونمـــو العشـــائر الحشرية. ويمكن قياس المقاومة فى تعبيرات مثل مستوى إصابة النبات، الضرر الـــذى يبتلى به النبات، فقد المحصول ... الخ.

ثانياً: درجة المقاومة Degree of resistance

التعبيرات العملية للمقاومة هى مستوى الضرر damage الحقيقى للآفـــة والـــذى يتراوح من صفر ضرر إلى خفض فى إنتاج المحصول إلى موت النبات العائل. وتتبـــع المقاومة النباتية للحشرات مجموعات متدرجة من تقيد أو كبح قليل للإستيطان النـــاجح للحشرات على النبات إلى المناعة النباتية. لهذا تتبع المقاومة النباتية للحشرات سلســـلة متدرجة من مقاومة قليلة للتوطن الناجح للحشرات إلى مناعة النبات. ولقد قسمت درجـــة المقاومة لتعبيرات مستوى الإصابة ودرجة الضرر إلى:

١- المناعة Immunity: صفة للصنف النباتى الذى لا يمكن أن يصاب أويحـــدث له ضرر على الإطلاق بنوع حشرى معين تحت أى ظـــروف معروفـــة. وأى شئ أقل من المناعة هو المقاومة resistance.

٢- مقاومة عالية highly resistance: أصناف تعانى قليل من الإصابة بنوع حشرى معين تحت الظروف الموجودة دون فقد معنوى فى المحصول.

٣- مستوى منخفض للمقاومة Low level of resistance: أصناف لنوع يحدث له ضرر بالآفة أقل من متوسط الضرر الذى تحدثه نفس الآفة للأصناف الأخرى المنزرعة من المحصول.

٤- حساسية susceptible: أصناف تظهر الإصابة الحشرية لها ضرر متوسط أو أكثر من المتوسط والحساسية هى عكس المناعة.

٥- حساسية عالية Highly susceptible: أصناف يسهل إصابتها وتعانى من ضرر بليغ أكثر من الضرر المتوسط بالآفة الحشرية تحت الدراسة.

هناك تعبيرات أخرى تشمل المقاومة المتوسطة moderately resistant والتحمل tolerant. فيقال عقب إصابة النبات بالحشرات أنه متحمل إذا استمر النبات فى النمو وأعطى محصول رغم وجود خفض فى المحصول أى رغم الإصابة.

لقد عرف ١٦ مقياس يمكن إستخدامها فى تقييم المقاومة الحشرية لنباتات المحاصيل وفى العادة ما يستخدم نظام درجة تصنيف المقاومة degree rating system مثل صفر ويعنى عالى المقاومة إلى ٥ ويعنى عالى الحساسية. وفيما يلى معايير مفيدة فى غربلة عدد كبير من الأصناف النباتية:

١- تصنيف نظرى لمعدل الضرر visual damage rating للأصناف النباتية المصابة أى الضرر الذى يشاهد خارجياً على النبات.

٢- تحديد ــ على فترات منتظمة ــ عدد النباتات التى تعايش الإصابة.

٣- تحديد الفقد فى المحصول عن طريق مقارنة قطاعات مصابة وأخرى غير مصابة.

ويجب أن نعى أن إختيار المقاييس يعتمد على النبات ونوع الحشرة موضع الدراسة وتربية النباتات بغرض الوصول إلى أصناف مقاومة للآفات هو واحد فقط من

أهداف البرنامج الكلى للتربية. ففى الحقيقة ــ عادة ما يكون الإنتاج ونوعيته هما أهم هدفان ومقاومة النبات للآفات هو هدف مكمل لها. وقد تركز التربية لغرض مقاومة النبات لأى نمط آفى ولكن يوجه تركيز خاص على الكائنات الممرضة والنيماتودا ومفصليات الأرجل.

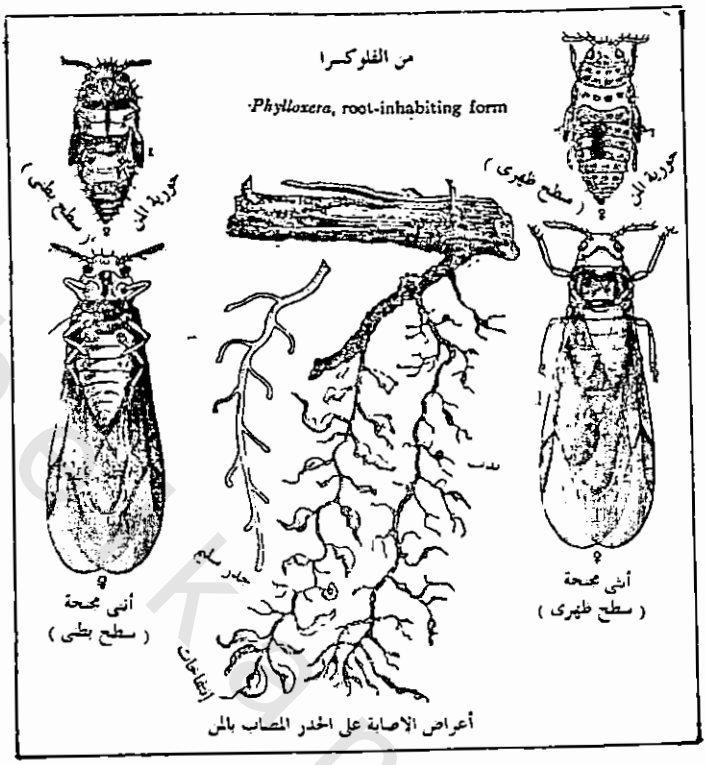
برامج التربية التى تركز على المقاومة للحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى من الأشياء الهامة فى الزراعة. وفى الوقت الحاضر ــ التربية لغرض مقاومة الحشرات فى النباتات أكثر تقدماً مما فى الحيوانات المستأنسة ويبدو أن ذلك يرجع لانخفاض التكاليف والوقت الأقل فى برامج التربية والفرصة الأكبر للهجن فى تربية النباتات.

ثالثاً: مختصر تاريخى Brief history

سجلت فى أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن العشرين بعض المشاهدات المبكرة لمقاومة النباتات للحشرات. ففى الولايات المتحدة ذكر J.N. Havens عام ١٧٩٢ أن صنف القمح "underhill" مقاوم لذبابة الهسيان *Mayetiola destructor* الأجنبية الموطن. ويعتبر هذا أول تسجيل لصنف نباتى مقاوم للحشرات. بعد ذلك جاء تقرير W. Majetin فى عام ١٨٣١ عن مقاومة التفاح لمن التفاح الزغبى *Eriosoma lanigerum*.

حدث أول مثال هام عن قيمة مقاومة النبات للحشرات فى أواخر سنوات ١٨٠٠. حيث وصل فلوكسرا العنب *Daktulosphaira vitifoliae* إلى بساتين العنب فى فرنسا وانتشر فى أوروبا. وكان لتأثيره نكبة كبيرة على هذه البساتين لدرجة أنه فى عام ١٨٨٠ هددت هذه الحشرة بالقضاء على صناعة النبيذ الفرنسى. وكان معروف قبل هذا الوقت أن العنب الأمريكى مقاوم للفلوكسرا.

وأدت هذه المعلومة إلى تطعيم عنب النبيذ الأوربى الحساس على جذور العنب الأمريكى المقاوم وأنتج هذا عنب مقاوم لفلوكسرا العنب وسمح مرة أخرى بعودة صناعة ونوعية النبيذ الأوربى وظهرت مقاومة مرضية مع قدوم عام ١٨٩٠ وأمكن إنقاذ صناعة النبيذ الفرنسية ومنح عالم الحشرات الأمريكى C.V. Riley الميدالية الذهبية من الحكومة الفرنسية لأنه هو الذى أعطى التوصية.



شكل (٨٢): مثال لآفة أمكن التغلب عليها باستخدام أصول نباتية مقاومة لها

كانت مقاومة العنب هى الوسيلة الرئيسية لمنع ضرر فلوكسرا العنب لـــ ١٠٠ سنة. ومع ذلك ــ بدأت تعود مشاكل فلوكسرا العنب فى بعض مـــدن كاليفورنيـــا فـــى سنوات ١٩٨٠. ويبدو أنه نشأ نمط بيولوجى biotype جديد مـــن الفلوكســرا أمكنـــه التغلب على المقاومة النباتية أى طفرة فى حشرات تتكاثر لا جنســـياً asexual التـــى توجد أساساً فى التربة على جذور العنب. وتم إحلال الأصول الجذرية المقاومة الســابقة بأصول لأصناف جديدة مقاومة ويأمل المزارعون بأنها ستكون مقاومة بدرجـــة كافيـــة لمئه سنة قادمة. والدرس الهام من هذه القصة يشير بأن للآفات الحشرية القـــدرة علـــى التغلب تقريباً على أى سياسة إدارية تستخدم ضدها.

رغم أن مثال فلوكسرا العنب (شكل ٨٢) عادة ما يذكر لتوضيـــح قيمـــة مقاومـــة النبات للآفات الحشرية إلا أن القصة لم تكتمل أحداثها بعد. فمـــن ســـخرية القـــدر أن النباتات التى دخلت إلى فرنسا من أمريكا الشمالية حملت معـــها الممـــرض الفطـــرى

Plasmopora viticola المسبب للعفن الفطرى الناعم downy mildew حيث العنب الأوربى عالى الحساسية له. فلقد أنقذت الأصول الجذرية الأمريكية حدائق العنب الفرنسى من فلوكسرا العنب ولكنها عرضت العنب الأوربى لخطر أكبر. ولم يعمل الوباء بالعفن الفطرى على تهديد إنتاج النبيذ الفرنسى فقط بل على إنتاج النبيذ فى كل أوروبا. ولكن أدى ظهور مخلوط بوردو (جير مع سلفات النحاس) وهو من أوائل المبيدات الفطرية والنشط ضد المرض إلى إنقاذ حقول العنب فى أوروبا. ويمدنا فلوكسرا العنب/ العفن الفطرى بدرس آخر جديد وهام وهو الحاجة إلى الأخذ فى الاعتبار بمعقد الآفات الكلى وإدخال المعقد الآفى فى أى استراتيجية لإدارة الآفات.

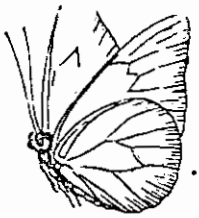
رائد العمل الحديث لمقاومة الآفات هو R.H. Painter وزملائه فى جامعة كانساس فى بداية سنوات ١٩٢٠. ومهدت الطرق التى استخدمها الطريق لإنجازات علماء عصرنا الحديث ويعتبر كتابه سنة ١٩٥٠ عن المقاومة الحشرية فى نباتات المحاصيل Insect Resistance in Crop Plants أول كتاب فى هذا الموضوع.

يُجرى اليوم فى الجامعات والهيئات البحثية والمعاهد الوطنية والدولية تجارب خاصة بتربية النباتات المقاومة للحشرات وكإشارة لهذا التقدم يوجد أكثر من ٤٠٠ صنف مقاوم للحشرات فى البرسيم والقطن والذرة والسورجم والقمح والتى أمكن تطويرها وإطلاقها للزراعة فى الخمس عشر سنة الأخيرة فقط (pedigo ــ ١٩٩٦). علاوة على ذلك ــ أصبحت الأصناف المقاومة عنصر هام وعامل مؤثر فى نجاح الإدارة المتكاملة للآفات. ويعتقد المؤلف أن هذا الإتجاه أكثر أهمية وأكثر ملائمة لظروف مصر من الاتجاه الخاص بالمكافحة الوراثية المذكورة فى الفصل التالى.

رابعاً: علاقات الحشرات والعوائل النباتية:

Insect and host-plant relationship

لتفهم ميكانيكيات مقاومة النبات للحشرات فإنه من المهم تفهم بعض أسس العلاقات بين هذه الكائنات ويشار لمثل هذه العلاقات بالتفاعلات الحشرية/ النباتية insect/ plant interaction والتى تبسط بالتركيز على الحشرات واستجابة النباتات للإصابة الحشرية.



أ- الواجهة الحشرية Insect aspect.

توصف الواجهة الخاصة بالحشرات فى التفاعل الحشرى/ النباتى فى سلسلة الخطوات فى الوقت والمكان التى تؤدى إلى وصول الحشرة إلى النبات الملائم لها. وتشمل الخطوات الرئيسية: (١) الوصول إلى المسكن العام (٢) الوصول إلى النبات (٣) قبول النبات كعائل مناسب (٤) كفاية النبات للحياة والتكاثر الناجح للحشرة.

(١) إكتشاف المسكن العام Finding the general habitat

تهتدى الحشرات إلى المنطقة العامة للعائل بو سائل غير متعلقة بالنبات. فالتنبيهات الطبيعية مثل الضوء والرياح والجاذبية الأرضية ودرجات الحرارة والرطوبة قد تساعد فى توجيه انتشار الحشرات للمنطقة العامة التى يتواجد فيها العائل النباتى. وهذه هى أهم خطوة خاصة عندما لا يقيم النوع فى المنطقة التى يتواجد فيها النبات كما هو الحال مع كثير من الأشكال المهاجرة.

(٢) إكتشاف النبات العائل Finding the host plant

بمجرد أن تهتدى الحشرة للمنطقة العامة للنبات تشكل الخطوة الثانية ضرورة الاهتداء إلى العائل المناسب. وتعتمد معظم الحشرات على الرؤية و/ أو الرائحة للإهتداء الى النبات العائل. وتتكون عوامل الإستشعار فى الإهتداء للنبات من اللون والحجم والشكل والكثافة النباتية. وهى عوامل تعمل من بعد remote factors.

تقتصر كثير من المعلومات على اللون فى إكتشاف العائل فى تلك التى أجريت على المن (Homoptera: Aphididae) والذباب الأبيض (Homoptera: Aleyrodidae) التى تهتدى إلى السطح الأصفر ــ الأخضر ويصعب إستخدام اللون فى مقاومة النبات لأن تغير لون النبات يؤثر على العمليات الفسيولوجية الأساسية ويبدو أن هذه الحشرة تنجذب إلى الأوراق التى تعكس الضوء ذات الموجات فى المدى من ٥٠٠ إلى ٦٠٠ nm. فالمن المجنح ينجذب للأوراق التى تعكس نحو ٥٠٠ nm بصرف النظر عن نوع النبات. وعلى ذلك ــ وفى كثير من الحالات ــ النباتات السليمة ذات اللون الأخضر الغامق أقل جذباً للحشرات عن النباتات المصفرة تحت ضغط ما.

وكما ذكر ــ يصعب تغير اللون الطبيعى للنبات كوسيلة لزيادة المقاومة ضد

الإصابة الحشرية. ومع ذلك وفى حالات قليلة توجد مقاومة مرتبطة بلون معين. على سبيل المثال إقترح S.G. Stephens فى جامعة شمال كارولينا أن نباتات القطن الحمراء أقل جذباً لسوسة لوز القطن عن النباتات الخضراء عندما يزرع نمطى القطن معاً. كما أوضح Edward و Keith وفى جامعة وسكنس أن أصناف الكرنب الأحمر كانت أقل حساسية لوضع البيض لدودة الكرنب المستوردة *Pieris rapae* عن أى من الأصناف الخضراء. وأظهرت أعمالهم أيضاً أن هذا التفضيل لم يرجع إلى قيمة النبات كمصدر غذائى للحشرة. حيث أن معيشة اليرقات كانت أحسن على الأصناف الحمراء. وهناك بحاث آخرين وجدوا نتائج مشابهة، على سبيل المثال وجد أن أصناف الشوفان ذات قواعد الأفرع الحمراء أقل حساسية من الأنواع الأخرى للإصابة بالـ frit fly *(Oscinella frit)*. وربما ترجع المقاومة فى الشوفان إلى الجمع بين تأثير اللون مع الزغب حيث ذكر أيضاً أن الزغب يثبط وضع البيض.

بالإضافة إلى اللون عرف أن بعض أنواع الحشرات مثل ذباب الفاكهة *Ragoletis* species كما فى ذبابة التفاح *R. pomonella* التى تهتدى إلى عوائلها وتستجيب بالنظر إلى ألوان وشكل وأحجام الأشجار. وتثار إستجابة الذبابة بتنبيهات مختلفة تختلف مع العمر وظروف التكاثر. حيث ينجذب الذباب فى الأيام الأولى من حياة الأطوار الكاملة إلى الأشياء الكبيرة ذات اللون الأصفر وربما يرجع ذلك إلى بحثه عن مواقع التغذية التى تحمل عادة الندوة العسلية على النبات. وقد لا يميز الذباب فى الحقيقة بين الأصفر والأخضر ولكن اللون الأصفر ذات انعكاس أكثر كثافة. وعند نضج الإناث جنسياً فإنها تنجذب إلى الأشياء القاتمة فى حجم التفاح حيث الأماكن الطبيعية لتواجد الذكور لكى تتزاوج وتضع البيض. ويمكن أن تستخدم هذه المعلومات مع المصائد اللاصقة لتتبع أعداد الذباب فى البساتين ولخفض عشائره.

فيما يخص الشكل وجد أن أبى الدقيق الإستوائى *Heliconius* يهتدى إلى عوائله من الـ passion vine(*Passiflora* sp.) على الأقل فى جزء من ذلك بواسطة الإشارات النظرية خاصة شكل الأوراق. وتظهر نباتات الـ passion vines اختلاف غير عادى فى شكل الورق داخل وبين الأنواع. ويعتقد أن التنوع فى شكل الورقة يشكل صعوبة لأبى دقيق فى الاهتداء إلى عائله.

فور تلامس الحشرات مع النبات تعمل منبهات قصيرة المدى short-range على لفت الانتباه للخطوة أو الحركة التالية. وتشمل مثل هذه المنبهات منبهات فيزيائية تثير المستقبلات الحسية وكيمائية تثير المستقبلات الكيميائية الموجودة على الرسغ وقرون الاستشعار وأجزاء الفم.

(٣) قبول النبات كعائل مناسب Accepting the plant as a proper host

قد تعمل الحشرات عقب الاهتداء إلى العائل المناسب على إختبار إستساغته كما هو الحال عند قضم يرقات حرشفيات الأجنحة للنبات للتأكد من تعرفها على العائل. ويبدو أن إستمرار التغذية ينتج خلال تنبيه من كيماويات مختلفة. وفى الحشرات الوحيدة العائل monophagous insects مثل ديدان الحرير *Bombyx mori* توجد مجموعة من المواد فى أوراق التوت والتى يبدو أنها هامة لكى تستمر اليرقات فى قضم والتهام الأوراق وبلعها. ويتبع ذلك التغذية حتى الشبع والتى تتم فى وجود كيماويات مناسبة.

وهناك عوامل فيزيائية رئيسية تشترك فى قبول الحشرة للعائل والتى تشمل خشونة الأوراق والسيقان والشموع على سطح الأوراق والزغب pubescence خاصة كثافته ونوع شعراته. ومثل هذه العوامل قد تكون هامة فى علاقتها بالتغذية و/ أو وضع البيض.

(٤) كفاية النبات للمتطلبات الحشرية Sufficiency of the plant for requisites

تتحدد كفاية النبات كعائل أخيراً أثناء التغذية. فإذا كانت المواد الغذائية كافية ولا توجد سموم تواصل الحشرة نموها فى الفترة الزمنية العادية وتتحول إلى حشرة كاملة. وتظهر كفاية العائل أيضاً فى الطول الطبيعى لعمر الحشرة الكاملة وخصوبتها أى فى إنتاج الجاميطات الذكرية والأنثوية.

ب- الواجهة النباتية The plant aspects

نظراً لأن النبات هو مصدر التنبيهات الفيزيائية والكيميائية يصبح النبات نفسه مشارك هام فى علاقة الحشرة والعائل النباتى. فتظهر كلاً من الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية للنبات الإستجابات التى تبديها الحشرة.

١- الخصائص المورفولوجية Morphological characteristics

قد ينتج عن السمات المورفولوجية تنبيهات فيزيائية أو عائق لنشاط الحشرة. والتباين فى حجم الخضرة والشكل واللون ووجود أو غياب الإفرازات الغدية قد يحدد قبول أو إستخدام الحشرات للنبات وقد تحدد أحياناً خشونة الأنسجة والزغب تغذية وحركة الحشرة.

يرجع عادة السمك الغير طبيعى لجدر الخلايا إلى ترسيب إضافى من السليلوز واللجنين فتصبح الخلايا النباتية أكثر مقاومة لفعل التمزق بفكوك الحشرات أو الثقب بأجزاء الفم أو بآلة وضع البيض.

فسوسة قرون اللوبيا *Chalcodermus aeneus* تعانى من صعوبة اختراق القرون الأكثر سمكاً عن الطبيعى لذا تتأثر بشدة القرون ذات الجدر الرفيعة. وفى بعض الحالات ــ لا تثبط جدر الخلايا السميكة التغذية فقط ولكن الهضم أيضاً. فوجد أن نطاط الحشائش *Melanoplus confusus* لم يكن قادراً على هضم ثلاثة أنواع من الحشائش التى تتصف بالخلايا السميكة الجدر والتى توجد فى حزم مغلفة. حيث تمر خلايا تلك النباتات فى الجهاز الهضمى للحشرة دون أن تهضم وتظل المكونات الخلوية سليمة.

تتأثر الحشرات التى تصيب سوق النبات بشدة بالاختلافات فى صفات الساق. وفى كثير من الأحيان تتركز مقاومة النبات لثاقبات الساق فى طبيعة أنسجة الساق نفسه. على سبيل المثال ــ السيقان الصلبة الممتلئة للقمح أكثر مقاومة لذبابة القمح المنشارية *Cephus cinctus* من الأصناف المجوفة الساق. كما تشكل السيقان الخشبية الصلبة لبعض أنواع القرعيات والتى تتميز بإمتلائها بشدة وحزمها الوعائية الخشنة عوامل المقاومة الرئيسية لحفار القرع العسلى *Melittia satyriniformis*.

الترايكومات Trichomes هى نموات خلوية خارجية من إبيدرمس النبات تشبه الشعرات التى قد توجد على الأوراق أو الأفرع الجديدة أو الجذور. والترايكومات هامة لأسباب فسيولوجية متنوعة ولكنها ذات قيمة خاصة فى حفظ الماء ومن المحتمل أنها تشكل دفاعاً مورفولوجياً كثير الأهمية ضد الإصابة الحشرية. فقد تتداخل هذه التركيبات

مع وضع الحشرة للبيض والتصاق الحشرة بالنبات والتغذية أو تناول الطعام. ويعتقد أن التأثيرات الميكانيكية للترايكومات تعتمد على أربعة صفات رئيسية وهى الكثافة والإنتصاب والطول والشكل. وتحتوى بعض الترايكومات على غدد تفرز منتجات نباتية ثانوية. وإذا كانت تلك المنتجات كيماويات دفاعية فإن النبات قد يجمع دفاعاً كيماوياً وفيزيائياً فى تركيبة واحدة. وأحياناً يكون الإفراز مادة لزجة تعمل فيزيائياً على لصق أرجل الحشرة أو أجزاء الجسم الأخرى معاً وبذا تحد من حركة الحشرة.

يغطى كيوتيكل معظم النباتات الوعائية بطبقة رفيعة من مادة "شمعية" ذات مكونات غير محبة للماء hydrophobic. وتعمل هذه الطبقة أساساً فى الحفاظ على التوازن المائى للنباتات ولكنها تحوى أيضاً مواد تقلل من الإصابة بالممرضات وبعض الحشرات. فالأوراق الشمعية الطبيعية للبروكلى *Brassica oleracea* أكثر مقاومة للإصابة بخنفساء الكرنب البرغوثية *Phyllotreta albionica* عن السلالة ذات الأوراق اللامعة. ويبدو فى بعض الحالات أن السطح الشمعى يشجع نجاح الإصابة الحشرية. فمن الكرنب *Brevicoryne brassicae* والذبابة البيضاء *Aleyrodes brassicae* تكون مستعمرات أكبر على الأوراق الشمعية للبروكلى وتميل للإبتعاد عن السلالة الغير الشمعية.

٢- الخصائص الفسيولوجية Physiological characteristics

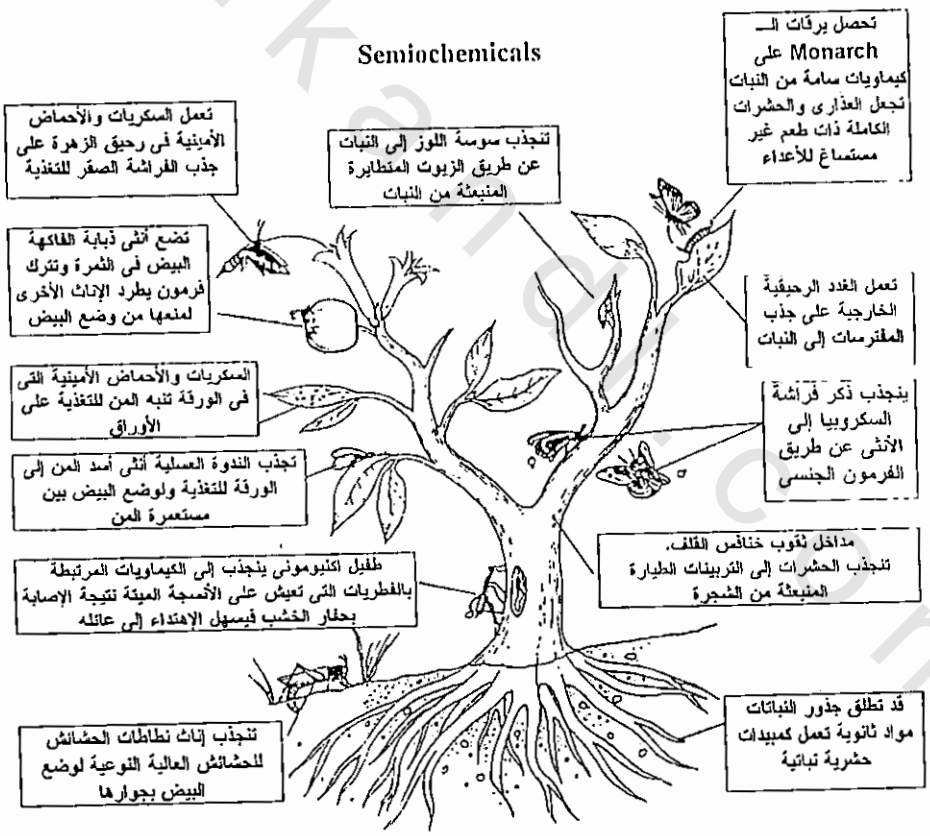
عادة ما تشمل الخصائص الفسيولوجية التى تؤثر على الحشرات الكيماويات الناتجة من التمثيل الغذائى النباتى. ومثل هذه الكيماويات ناتجة من عمليات التمثيل الغذائى الأولية والثانوية.

تنتج عمليات الأيض الأولية مواد محفزة للتفاعلات ولبناء الأنسجة والإمداد بالطاقة وتؤدى نواتج الأيض الأولية primary metabolites إلى نمو وتكاثر النبات. ويحتاج النبات إلى أيونات غير عضوية وينتج إنزيمات وهرمونات وكربوهيدرات ودهون وبروتينات ومركبات فسفورية ناقلة للطاقة. وبالنسبة للحشرات تمثل بعض من تلك مواد الأيض الأولية منبهات للتغذية ومواد غذائية وسموم. والبعض الآخر لنواتج الأيض الأولية خاملة للحشرات أى ليس لها تأثير.

يبدو أن العمليات الخاصة بنواتج الإيض الثانوية secondary metabolites متوافقة فى الظهور مع الإيض الأولية. وتختلف كثيراً المواد الكيماوية الناتجة ـ أى الأيض الثانوية ـ بين النباتات ويعتقد أنها غير ضرورية فى نمو النبات مثل الأيض الأولية.

ويعتقد أن بعض من هذه الأيضات الثانوية تعمل كميكانيكيات الدفاع الكيماوى ضد إلتـــهام النبات. وقد تخزن فى أى مكان فى التركيب النباتى وعادة ما تفرز من الطبقات الخارجية للأنسجة النباتية حيث تلتقطها الحشرات خلال أعضاء الشم وتعمل كمنبهات رمزية token stimuli. ويثير التنبية الرمزى استجابة الحشرة ولا يكون له تأثير آخر بعد ذلك.

تشكل العلاقة بين المنبهات الكيماوية النباتية والاستجابات المتنوعة للحشرات لها شكل من الاتصال الكيماوى بين تلك الكائنات. ومثل هذه الكيماويات يطلق عليها بالكيماويـــات المرشدة semiochemicals. ومن بين تلك الكيماويات المرشدة الفرمونات التـــى تســهل الإتصال بين أفراد النوع الواحد والـــ allelochemics الهامة فى الإتصالات بين أفـــراد الأنواع المختلفة. ونواتج التمثيل "الأيض" metabolites فى النباتات التى تثير الاستجابات هى أنواع من الـــ allelochemics (شكل ٨٣).



شكل (٨٣): أمثلة لوسائل إتصال كيماوية بين عدد من الكائنات.

وتقسم الـ Allelochemics إلى:

١- اللومونات allomones: ومعظمها كيماويات دفاعية ينتج عنها استجابات سالبة فى الحشرات فتقل فرص تلامس وإستخدام الحشرات للنبات. وهى تشمل طاردات repellents ومانعات لوضع البيض أو التغذية deterrents ومواد سامة toxicants.

٢- الكايرومونات Kairomones: وهى كيماويات عكس السابقة حيث تساعد الحشرة فى الإهتداء إلى عائلها النباتى ووضع البيض والتغذية وهى تشمل جاذبات وآسرات arrestants ومثيرات excitants ومنبهات stimulants.

وبينما يتواجد آلاف من المركبات الكيماوية التى تعمل كـ allomones إلا أنه يمكن أن توضع فى خمس أقسام رئيسية (شكل ٨٤) وهى:

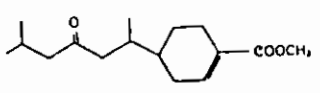
أ- أشباه القلويات Alkaloids: من بين السموم المعروفة جيداً التى تعمل كواقيات ضد الحشرات. ومن بين أشباه القلويات النيكوتين ذات التاريخ الطويل فى استخدامه كمبيد حشرى. والـ tomatine شبه قلوى رئيسى فى الطماطم وأنواع أخرى كثيرة من الـ *Solanum*. حيث تمتنع خنفساء كلورادو البطاطس *Leptinotarsta decemlineata* عن التغذية على النسيج المحتوى على الـ tomatine وإذا تغذت تموت. وحيث أن خنافس البطاطس لا تتغذى طبيعياً ولا تسبب أضراراً للطماطم بينما البطاطس حساسة لهذه الخنافس رغم أنه نبات قريب الصلة للطماطم يغيب فيه التوماتين. وتنتج المقاومة إذا حقن التوماتين فى أوراق البطاطس وهذا يؤدى إلى الإقتراح بأن برامج التربية التى تهدف إلى نقل التوماتين إلى البطاطس قد تؤدى إلى تقليل ضرر هذه الحشرة على البطاطس.

Allelochemical: مادة كيماوية توظف فىالاتصال بين الأنواع.

Allomone: اتصال كيماوى يفيد منتجها عن طريق تأثير المادة الكيماوية فى الكائن الذى يستقبلها.

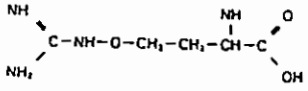
Kairomone: مادة إتصال كيماوية تفيد مستقبلها ولا تحمل ميزة لمنتجها.

Semiochemical: أى مادة كيماوية تستخدم فى الإتصال بين أفراد النوع أو بين أفراد الأنواع المختلفة.

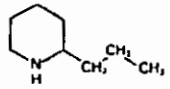


Juvabione: a juvenile hormone mimic

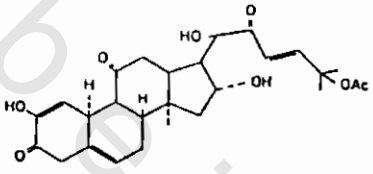
Limonene: a toxic monoterpene



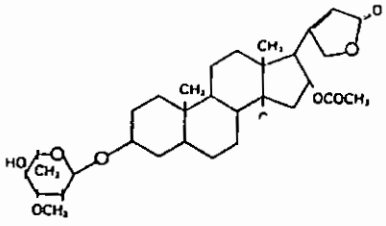
Canavanine: a toxic nonprotein amino acid



Conine: a toxic alkaloid



Cucurbitacin E: a bitter, toxic triterpenoid



Oleandrin: a toxic cardiac glycoside

شكل (٨٤): أمثلة لعدد من الألوهونات

ب- أشباه التربينات Terpenoids: فالبيرثرويدات pyrethroids هى تربينات أحادية سامة فى أزهار نباتات الكريزانثيم *Chrysanthemum* إستخدمت لقرون حيث تحوى خصائص المبيدات الحشرية. والـ cucurbitacins هى أشباه تربينات ثلاثية تعطى طعم لاذع للمواد النباتية. وجدت هذه المواد فى أفراد عائلة القرعيات Cucurbitaceae. والـ cucurbitacins مانعات تغذية قوية ضد تنوع عريض من آكلات الأعشاب ورغم ذلك تعمل كجاذبات لخنافس القرعيات.

جـ- الفينولات Phenolics: من أهمها flavonoids وأحد الـ isoflavonoid الروتينون rotenone الذى يستخدم تجارياً كمبيد حشرى. والتانينات tannins مثل proanthocyanidins وهى تانينات مكثفة تعمل كمثبطات غذائية كما أنها تخفض هضم المادة النباتية المبتعلة.

د- مثبطات البروتينيز Proteinase inhibitors: مثبطات البروتينيز هى بروتينات أو عديد الببتيدات التى ترتبط بالإنزيمات التى تكسر الروابط

البيتيدية للبروتينات. وهى بالتالى تثبط نشاط التحلل الإنزيمى للبروتينات. توجد مثبطات البروتينيز فى النباتات وبكميات كبيرة فى البذور والدرنات كما توجد أيضاً فى الأوراق. وتزداد مثبطات البروتينيز فى نباتات البطاطس عندما تهاجم النباتات بالحشرات. وتصبح الأوراق والأجزاء النباتية الأخرى التى ارتفع فيها مستويات مثبطات البروتينيز أقل هضماً لآكلات العشب.

هـ- منظمات نمو الحشرات Insect growth regulators: توجد عشرات من الإكدايسونات النباتية phytoecdysones وهى أقرباء للـ ecdysone الموجود فى الحشرات وعزلت وعرفت فى أكثر من ٨٠ عائلة نباتية. ويحتوى لب أشجار balsam fir مركب الـ juvabione ذات نشاط مشابه لهرمون الشباب فى الحشرات. ووجد أن المركبات المشابهة للـ juvabione تنتجها أيضاً نباتات ذات صلة قرابة بالـ balsam fir عندما تصاب هذه الأشجار بالمن. ومن المحتمل أنها تنتج إستجابة لإصابة النبات بآكلات النبات. وجميع هذه المركبات تثبط نمو وتكاثر الحشوات. وفى بحث تصنيفى عن منظمات النمو الحشرية فى النباتات أمكن لـ Bowers من عزل مادتان أطلق عليها البريكوسونات (II, I) precocenes من نبات يستخدم فى أغراض الريه للتحديد *Ageratum hostonianum* وينتج عن تطبيق هذه المواد على جدار الحشرة إتلاف لخلايا الـ corpora allata أى تتلف مصدر هرمون الشباب فى الحشرات لذا تسرع هذه البريكوسونات من تطور الحشرات فتنتج حشرات كاملة مبكرة عقيمة. وذكر أن تأثير هذه المركبات الأخيرة يقتصر على الحشرات الناقصة التطور إلا أن المؤلف وجد أنها تؤثر أيضاً على بعض كاملات التطور حشرات ضارة كانت أو طفيليات على تلك الحشرات الضارة.

٣- إختيار العائل النباتى: Host-plant selection

عادة ما يتضمن إختيار العائل النباتى بواسطة الحشرات ميتابوليتات أولية وثانوية

بعض البحاث يؤكد على نواتج الأيض الثانوية فى هذه العملية. ويجادل الكثيرون فى ذلك فى أن كلاً من منتجات الأيض الأولية والثانوية تلعب دوراً. وطبقاً لـ M. Kogan رائحة النبات العائل او طعمه للحشرة والتى تنتج من المواد الغذائية ومن مركبات مفردة تختلط معاً لمعقد تتلقاه الأجهزة الحسية فى الحشرة لتترجم فى الجهاز العصبى المركزى لتحدد ما إذا كان النبات هو العائل الملائم أم لا. وتدعم الإشارة "السليمة" المبرمجة وراثياً فى الارتباط الأخير لإرتباط الحشرة بالنبات.

وفى برامج التربية لأجل المقاومة النباتية من المهم تفهم طبيعة العلاقات بين النبات/ الحشرة وتعبيراتهم فى اختيار العائل. ويمد هذا التفهم بالبصيرة للمسببات الأساسية لدرجة تحدد الحساسية/ المناعة وتعزيز كفاءة تطوير ونمو الأصناف المقاومة.

خامساً: ميكانيكات المقاومة Mechanisms of resistance

تعمل الأصناف المقاومة خلال ميكانيكيات كثيرة مختلفة لتقليل الإصابة الحشرية. فهناك خطوات مختلفة مطلوبة فى اختيار الحشرات لعائلها لكى يحدث النمو والتطور الطبيعى فى الحشرة. وهناك ضرورة لمتطلبات خاصة متاحة بكميات مناسبة فى أوقات خاصة. ولا تفى الأصناف المقاومة resistant cultivars بوسيلة أو بأخرى بهذه المتطلبات وبالتالى توقف أو تعوق العملية الطبيعية لإختيار العائل. وفى بعض الحالات ـ تشتمل ميكانيكيات المقاومة على allomones جديدة أو بزيادة المستويات الموجودة منها وفى ميكانيكيات أخرى قد يكون الهدف مبنى على أساس خفض مستويات الكيرومونات kairomones وقد تتضمن أيضاً عوامل فيزيائية.

ويعتبر كثير من البحاث أن المقاومة النباتية فى الأساس تحت تحكم وراثى. وبكلمات أخرى ـ تشتق ميكانيكيات المقاومة من صفات موروثة سبق أقلمتها preadapted inherited characters. لذا تحدث دائماً ترجمة لهذه الصفات بالرغم من أنه يمكن أن تعدل أو توسط بالظروف البيئية.

وطرق التقسيم المقبولة على نطاق واسع للمقاومة الوراثية فى النبات هى التى اقترحها R.H. Painter عام ١٩٥١، ١٩٥٨ والتى تشمل ثلاثة أنماط رئيسية: (١) عدم

التفضيل non-preference (٢) معرقلات الحياة antibiosis (٣) التحمل tolerance. وأشار Painter عام ١٩٥١ إلى ظواهر أخرى متعلقة بالمقاومة phenomenon related to resistance قد تمكن النبات من الهروب من الإصابة بالآفات ولكن لا يعنى ذلك أن النباتات تكون مقاومة للإصابة لذا إستخدم تعبير المقاومة الكاذبة pesudo-resistance لمثل هذه الظواهر.

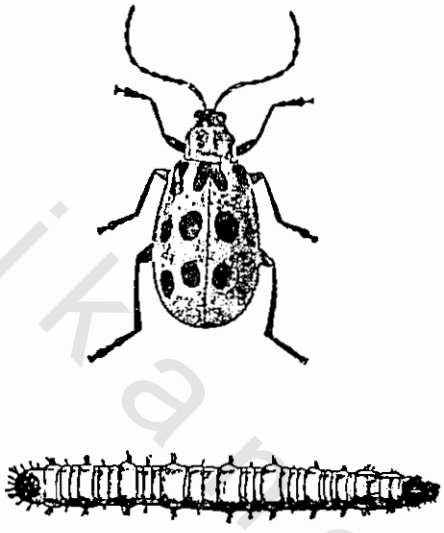
أ- عدم التفضيل "الطاردات" Non-preference

يشير الـ nonpreference إلى خصائص أو صفات نباتية تؤدى إلى إبعاد الحشرة عن العائل النباتى الخاص وهى تشمل أنشطة لكل من النبات والحشرة. ولقد إقترح البعض إستخدام التعبير antixenosis ليحل محل الـ nonpreference. وتعنى كلمة xenosis باليونانية ضيف. لذا فالمصطلح يعنى ضد أو طارد للضيف من جهة النبات وعائل سئ bad host من وجهة نظر الحشرة. ويتلف الـ nonpreference السلوك الطبيعى للحشرة بطريقة تقلل من فرص إستخدام الحشرة النبات لوضع البيض أو الغذاء أو المأوى. ويمكن أن يظهر عدم التفضيل فى صنف ما إما خلال مادة كيماوية صادرة من العائل النباتى أو خلال صفات مورفولوجية.

١- عدم تفضيل كيماوى صادر من النبات العائل Allelochemic nonpreference

هذا الشكل من عدم التفضيل شائع بين النباتات وأحياناً يتسبب فى جعلها مرفوضة تماماً من قبل الحشرات، من أمثلة عدم التفضيل الراجع لغياب مصدر كيماوى خنفساء القرع المرقطة (شكل ٨٥) *Diabrotica undecimpunctata howardi* وأنواع أخرى من الـ *Diabrotica* على القرعيات. حيث توجد مواد يطلق عليها cucurbitacins (شكل ٨٤) (قسم من التربينات رباعى الحلقة) فى العلاقة بين الحشرة/ النبات تنتجها القرعيات تعمل كجاذبات وفاتحات شهية للخنافس. وأصناف القرعيات التى يغيب فيها هذه المواد أو تنتج مستويات منخفضة منها تتجنبها الخنافس أو ضرر الخنافس عليها يكون أقل عن تلك الأصناف التى تحوى مثل هذه المواد. بمعنى أن الأصناف التى يغيب فيها هذه المواد تهرب عادة من الإصابة الحشرية وإذا حبست الحشرات مع عوائل غير مفضلة فإنها تميل لأن تضع بيض أقل وتنتج عشائر أقل مما على العوائل الحساسة.

Diabrotica undecimpunctata



شكل (٨٥): خنفساء القرعيات المرقطة تنجذب لأصناف القرعيات التى تحوى الـ cucurbitacins.

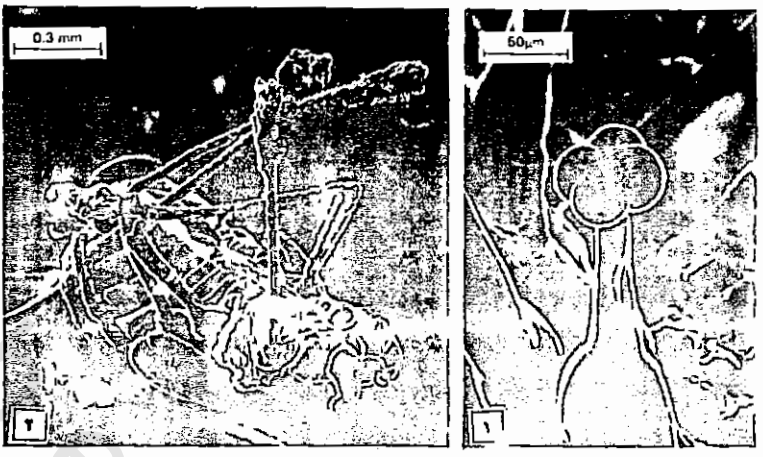
٢- عدم تفضيل مورفولوجى Morphological nonpreference

ينتج هذا النوع من عدم التفضيل من الخصائص التركيبية للنبات التى تربك أو تتلف السلوك الطبيعى بوسائل طبيعية. من أمثلة ذلك ديدان كيزان الذرة *Helicoverpa zea* التى تعتبر آفة خطيرة لكثير من الحقول ومحاصيل الحدائق والتى تفضل وضع البيض على الأسطح الزغبية. والتجارب التى استخدم فيها نماذج وراثية genotypes من القطن خالية الزغب أظهرت أن هذه الأصناف تعانى من ضرر أقل من أنواع كثيرة من الحشرات ومن ضمنها هذه الحشرة لانخفاض معدلات وضع البيض الطبيعية على الأسطح النباتية الملساء.

٣- إستخدام ظاهرة عدم التفضيل Use of nonpreference

إستخدم بعض صفات عدم التفضيل ــ من وجهة النظر العملية ــ قد تحددها البيئة الزراعية المتاحة. فقد تظهر كثير من الأصناف ظاهرة عدم التفضيل إذا كان بالقرب منها عوائل بديلة أخرى وتنهار أو تختفى صفات عدم التفضيل عند غياب تلك العوائل البديلة. فقد لا يفضل النوع الحشرى على وجه خاص الصنف النباتى المنزرع ولكن إذا لم يتاح له غير هذا الصنف فإنه سيقبله لمواصلة الحياة. ونظراً للتوسع العملى فى الزراعة ذات المحصول الواحد monocropping على عكس السابق قد يعيق الزغب حياة وبقاء نوعاً من الحشرات على النبات. ففى بعض الحالات تحتوى الترايكومات على غدد تفرز منتجات نباتية ثانوية. ويكون الإفراز فى بعض الحالات على هيئة مادة لزجة تعمل فيزيائياً على لصق أرجل الحشرة أو أجزاء الجسم الأخرى معاً فتعاق حركة الحشرة (شكل ٨٦). ويعتقد أن المفصليات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة تصبح غير قادرة على التغذية على النبات الكثير الزغب وذلك لأن هذه "الشعرات" تمنع وصول أجزاء الفم إلى الأنسجة التى تحمل العصارة. ووجود الترايكومات قد يكون أيضاً ضار بأجزاء الفم القارضة فلقد أضر الزغب فى بعض أصناف القمح بسلوك وضع البيض للحشرات الكاملة لخنافس ورق الحبوب *Oulema melanopus* كما أضر بمعدلات نمو وحياة اليرقات. ويرجع سبب نسبة الموت العالى إلى أن اليرقات عليها أن تأكل الترايكومات لكى تصل للإبيدرومس حيث غذائها الطبيعى ولكى تصل إليه عليها أن تبتلع كميات كثيرة من السليولوز واللجنين وهى المكونات الرئيسية للترايكومات فينتج الموت من عدم كفاية الغذاء.

إفساد النشاط الغذائى قد يكون عن طريق عوامل طبيعية أخرى مثل الخصائص النسيجية. فأصناف الذرة التى أغلفه كيزانها محكمة التراص معاً مقاومة لضرر ديدان كيزان الذرة *H.zea*. وكثافة لب أو قلب الساق ونسيج منبت الأوراق لسيقان القمح تقاوم الضرر الناتج من ذبابة القمح المنشارية *Cephus cinctus*. وفى القرعيات السيقان الخشبية ذات الحزم الوعائية الممتلئة والمتراصة بالقرب من بعضها مقاومة للإصابة بحفار عروق القرعيات *Melittia cucurbitae*. لذا لا تشكل ظاهرة عدم التفضيل الكيماوى allelochemic nonpreference الهدف الأول فى برنامج تربية النباتات.



١ شعرة غدية فى نبات طماطم مقاوم

٢ حشرة من تم أسرها بواسطة الشعرة الغدية

شكل (٨٦): ترايكومات غدية ذات تأثيرات معاكسة ضد الحشرات.

من ناحية أخرى ــ قد تشكل الأشكال الخاصة بعدم التفضيل المورفولوجى التى تفسد السلوك الغذائى الخط الدفاعى الأول ضد كثير من الآفات. وهذا جزئياً ــ لأن عدم التفضيل المورفولوجى يمدنا بأسس تظل فعالة طويلاً مقارنة مع أسس المقاومة ذات الأساس الكيماوى. بمعنى أن العشائر الحشرية سيكون لديها وقت صعب للتغلب على هذا الشكل من المقاومة.

ب- معرقلات الحياة Antibiosis

يستخدم تعبير antibiosis عندما يسبب النبات المقاوم تأثيرات سيئة على بيولوجى الحشرة (طول عمرها ــ نموها ــ تكاثرها). ولحد بعيد تشغل ظاهرة الـ antibiosis معظم فكر مربى النباتات وعادة ما يفسد هذا الميكانزم عمليات الأيض الخاصة بالحشرة والذى يتضمن عادة استهلاك الحشرة للأيض النباتى "نواتج التمثيل الغذائى". وكما هو الحال مع عدم التفضيل ــ تشترك كلاً من العوامل الحشرية والنباتية فى ميكانيزم معرقلات الحياة antibiosis.

ومن الشائع ارتباط الكيماويات النباتية المصدر allelochemics مع antibiosis وتشمل بعض أهم تلك الكيماويات أحماض الـ cyclic hydroxamic فى الذرة (DIMBOA) والجوسيبول والمركبات المرتبطة به فى القطن والـ steroidal glycosides فى البطاطا والـ saponins فى البرسيم.

وقد تكون أيضاً كمية ونوعية نواتج الأيض الأولية primary metabolites هامة فى منح ظاهرة الـ antibiosis. فى هذا الخصوص ــ قد تظهر الظاهرة خاصة عند وجود عدم توازن للسكريات والأحماض الأمينية فينتج نقص غذائى فى الحشرات التى تتغذى على النباتات. فأصناف البازلاء ــ على سبيل المثال ــ ذات المستويات المنخفضة فى الحمض الأمينى والزائدة فى المحتوى السكرى تبدى مقاومة ضد من البازلاء *Acyrthosiphon pisum*. وتسبب أصناف الأرز الضعيفة فى الحمض الأمينى asparagine نقص فى خصوبة نطاط أوراق الأرز البنى *Nilaparvata lugens*.

كما أن وجود أى من مانعات التغذية أو مثبط للنمو اليرقى أو كليهما سيمنح النبات مقاومة ضد الآفات فالإصابة بحافرات الساق فى الأرز قد تتأثر فى أصناف الأرز التى تحوى مواد تؤثر تأثير سيئ على النمو اليرقى للحفارات. وبالمثل أصناف الأرز المقاومة لنطاط الأوراق الأخضر أما أنها تحتوى على مواد سامة أو غير قادرة على إمداد الحشرات بالمواد الغذائية الضرورية.

وتشمل الأعراض فى الحشرات الناتجة من معرقلات الحياة ما يلى:

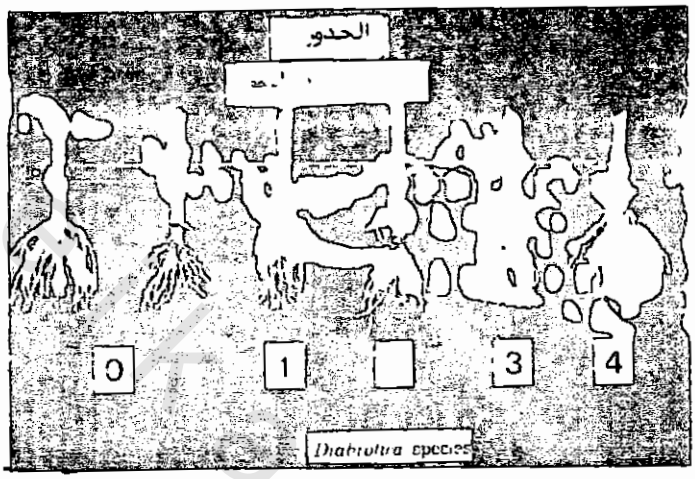
١- موت الأطوار الحديثة الفقس
٢- انخفاض فى معدل النمو.
٣- زيادة الموت فى طور العذراء.
٤- انتاج حشرات كاملة صغيرة الحجم منخفضة الخصوبة.
٥- انخفاض فى عمر الحشرة الكاملة.
٦- تشوهات مورفولوجية
٧- عدم الاستقرار وسلوكيات أخرى غير طبيعية

جـ- التحمل Tolerance

يستخدم هذا التعبير عندما يكون النبات المقاوم قادراً على إعالة عشيرة حشرية دون فقد فى قوته. وعلى خلاف الـ antibiosis وعدم التفضيل يتضمن التحمل إستجابة النبات فقط. حيث يصبح النبات لديه القدرة على الإنتاج الكافى رغم مستويات الضرر التى قد تضعف النباتات الغير مقاومة. ويعتبر التحمل ثالث ميكانيزم للمقاومة ولا يعتبره بعض العلماء شكل من المقاومة.

هناك عوامل كثيرة تشترك فى التحمل النباتى ومع ذلك الميكانيكيات الكلية غير مفهومة جيداً. وتشمل المكونات المعروفة لهذا الشكل من المقاومة القوة العامة general vigor والنمو التعويضى فى النباتات الفردية و/ أو تعداد النبات والتئام الجروح والدعم الميكانيكى والتغيرات فى photosynthate partitioning.

الميزة الهامة فى التحمل أنه لا يضع ضغط انتخابى selective pressure على العشائر الحشرية كما هو الحال فى ميكانيكيات عدم التفضيل والـ antibiosis. ولن تتكون الأشكال المتنوعة للحشرات التى يمكنها التغلب على المقاومة فى غياب الضغط الانتخابى. ومن عيوب ميكانيكية التحمل أنه يسمح للعشائر الحشرية بالبقاء بصورة وبائية فى المنطقة مسبباً مشاكل فى المحاصيل الأخرى. كما أن هناك أيضاً إمكانية لبناء عشائر ضخمة من الأنواع الضارة. وهناك عيب آخر ربما يكون أكثر أهمية وهو أن التحمل يتأثر بشدة أكثر بالتطرفات البيئية عن أشكال المقاومة الأخرى.



شكل (٨٧): درجة تحمل بعض أصناف الذرة لدودة الجذور.

هناك مثال وراثى للتحمل وجد فى أنماط وراثية genotypes عديدة للذرة لها القدرة على إصلاح وإحلال الجذور التى تغذت عليها يرقات جذور الذرة الغربية *Diabrotica virgifera*. ويسمح مثل هذا التحمل للنبات بأخذ حاجته من الماء والمواد الغذائية والتثبيت بالتربة رغم التغذية الشديدة التى حدثت لجذوره. ومن المثير أن الأنماط الوراثية المتحملة (شكل ٨٧) تكون حجم جذرى أكبر عند تغذية يرقات الجذور عن ما هو الحال عند غياب الحشرة.

شوهدت الأصناف المتحملة ذات النمط الوراثى فى كثير من المحاصيل منها البرسيم والشعير والكسافا والقطن والأرز والسورجم والقمح.

د- المقاومة الكاذبة Pseudoresistacce

قد يطلق على هذا النوع من المقاومة أحياناً بالمقاومة الظاهرة Apparent

resistance أو المقاومة الإيكولوجية ecological resistance ولا تعتبر عادة مقاومة حقيقية. وذلك لأن تعبير الظاهرة أو ظهور المقاومة الواضحة يعتمد بشدة على الظروف البيئية أكثر منه على الظروف الوراثية.

خصائص هذه المقاومة تكون مؤقتة والأصناف التى بها هذه الظاهرة حساسة أساساً والمقاومة الكاذبة هامة فى إدارة الآفات الحشرية ولكن يجب أن يتوافق إستخدامها بحرص مع الظروف البيئية السائدة للوصول إلى الفاعلية المرجوة. وهناك ثلاثة أنماط من المقاومة الكاذبة أمكن التعرف عليها.

١- مراوغة العائل النباتى Host evasion:

يتم تهرب أو مراوغة العائل النباتى من الإصابة الحشرية بمضى الطور الحساس للنبات بسرعة أو بتقليل الفترة التى يتعرض فيها النبات للحشرات الضارة. وتتم هذه الظاهرة من الناحية العملية بزراعة الأصناف المبكرة النضج. والمثال الجيد هنا هو زراعة أصناف القطن السريعة الإثمار القصيرة فى فصل النمو فى تكساس حتى تتاح فترة أطول خالية من عشائر سوسة اللوز *Anthonomus grandis* ودودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypilla* وأعطت نفس الأصناف تهرب كاف ضد عشائر ديدان كيزان الذرة ويرقات براعم الدخان *Helicoverpa virescens*.

ويخلط أحياناً ظاهرة المراوغة (التهرب) فى الأصناف المبكرة النضج مع المقاومة الحقيقية ولكى تختبر الأصناف المبكرة للمقاومة فإنه يمكن زراعتها متأخراً عن المعتاد ثم يفحص الضرر فى نهاية الموسم.

٢- مقاومة مستحدثة Induced resistance:

المقاومة المستحدثة شكل من أشكال المقاومة المؤقتة تنشأ من ظرف نباتى أو بيئى. فقد تجعل عوامل مثل التسميد أو التغيرات فى مستوى رطوبة التربة النباتات أكثر تحملاً للحشرات مما لو تواجدت النباتات تحت ظروف أخرى. على سبيل المثال ــ معروف أن مستويات البوتاسيوم والنيتروجين تؤثر فى عشائر المن على النباتات. فعادة ما تسمح المستويات العالية من النيتروجين بزيادة الإصابة ويحدث العكس فى " ستويات العالية من البوتاسيوم. وأقترح التسميد المتوازن لهذه العناصر فى الأسمدة كوسيلة لإحداث "مقاومة ضد المن.

لقد وجه بعض الإنتباه حديثاً إلى دور الألكسينات النباتية phytoalexins في إحداث المقاومة النباتية ضد الحشرات. الألكسينات النباتية هى مركبات فينولية تنتجها النباتات عندما تمرض أو تتعرض للإصابة الحشرية. وتمكن هده المركبات النباتات من مقاومة الضرر التالى بالآفات عند تغذية الأخيرة على النباتات. وينتج الميكانزم من تراكم الـ allomones التى نبهت أو أثيرت بالضرر الحشرى أو من عامل بيئى آخر. على سبيل المثال ــ أمكن إحداث الألكسين النباتى فى فول الصويا فى المعمل عندما لقح الصنف النباتى *Sojae* بالفطر *Phytophthora megasperma* وازدادت بالتالى مستويات الالكسينات النباتية فى الأوراق الفلقية وعملت كمانعات تغذية ضد يرقات خنافس الفول المكسيكية *Epilachna varivestis*.

وتظهر أهمية المقاومة المستحدثة فى البحث على الحلم العنكبوتى الذى يصيب حدائق العنب فى أحد مقاطعات كاليفورنيا. فأوراق العنب يتغذى عليها نوعان من الحلم، الحلم الباسفيكى *Tetranychus pacificus* وحلم الـ willamette *(Eotetrtanychus willametti)*. ولحد بعيد الحلم العنكبوتى الباسيفيكى أكثر ضرراً. وأظهر البحث أنه عند تعرض أوراق العنب للإصابة فى بداية الموسم بحلم الـ willamette تصبح الكثافات التعدادية للحلم الباسيفيكى أقل كثيراً. وأكدت التجارب ــ على الأقل فى بعض الحالات أن تحصين vaccinating العنب مبكراً بأنواع أقل ضرراً فإنها قد تكون مؤثرة فى خفض تأثيرات الأنواع الأكثر ضرراً. ومازال البحث مستمراً فى هذا الاتجاه التلقيحى "inoculation".

٣- هروب العائل النباتى Host escape:

يشرح هذا القسم غياب الإصابة فى النباتات الحساسة رغم تواجدها بجانب نباتات أخرى مصابة. ويقر أساس هروب العائل النباتى بأن وجود نبات غير مصاب قد لا يعنى أن هذا النبات مقاوم. ويؤكد بأن هروب العائل أو نجاته من الإصابة تحدث فى معظم العشائر النباتية حتى فى الإصابات الحشرية الشديدة والسبب فى النجاح غير مفهوم.

هـ- ميكانيكيات متعددة Multiple mechanisms

من المهم معرفة أن تنمية المقاومة لأحد الأنماط الحشرية قد تجعل النبات حساس لنمط آخر من الحشرات أو لمرض ما. وأشارت الدراسات بأن ميكانيكيات متنوعة تؤثر

فى الدرجة النهائية لضرر الآفات الحشرية على النبات. وقد ترجع المقاومة النباتية لأكثر من قسم من المقاومة. وذكر البعض بأن الـ antibiosis مساعد مهم للـ non-preference فى مقاومة النباتات للحشرات لأن الميكانيكيات الغير متشابهة للمقاومة عند إقترانها فى صنف نباتى قد توخر نمو الأنماط البيولوجية الحشرية insect biotypes القادرة على قهر المقاومة حيث ذكر أن كلاً من antibiosis والـ nonpreference قد تؤثر بل تتلف واحد أو أكثر من المراحل الآتية لاستقرار الحشرة على النبات:

١- التوجيه ٢- التغذية

٣- إستخدام أيض الغذاء metabolic utilization of food

٤- النمو growth ٥- حياة الحشرة وإنتاج البيض

٦- وضع البيض ٧- فقس البيض.

لقد أكد بعض البحاث على أهمية دراسة المسبب الأساسى للمقاومة. وأجريت كثير من الدراسات خاصة التى تتعلق بتحديد العوامل الكيماوية المرتبطة بمقاومة العائل النباتى. تتعلق هذه العوامل بغياب أو وجود مواد خاصة وكميات مختلفة من المواد الغذائية التى تؤثر فى الإستجابات المختلفة المتعلقة بحاسة الذوق للحشرة. ويوجد ما يبرهن بأن الحشرات تستجيب إيجابياً لمواد غذائية نباتية مختلفة تشمل السكريات والأحماض الأمينية والبيتيدات العديدة والفيتامينات. وقد تعمل المواد الغذائية كمنبهات للتغذية أو كعوامل مساعدة co-factors ومنشطات لتنبيهات أكثر تخصصاً ويمكن أن تعلب دوراً سائداً فى إختيار العائل والتغذية والتوطن لأنواع حشرية مختلفة. وفى دراسة على العلاقة بين المكون الكيماوى للبازلاء ومقاومة أصنافها للحشرات وجدت علاقة ارتباط موجبة هامة بين تركيز الكربوهيدرات الكلية فى القشرة وثقوب التغذية فى قشرة قرون البازلاء كما تقترح المتطلبات الغذائية المختلفة للجراد بأن المركبات التى تتواجد طبيعياً تعمل كمنبهات للتغذية phagostimulants والتى هى أيضاً ضرورية فى تغذية الجراد. لقد راجع البعض علاقة المواد الغذائية بالمقاومة خاصة ما يتعلق منها بالتفضيل preference ومعرقلات الحياة antibiosis والإدارة الكلية للآفات. ويبدو ــ فى الحقيقة ــ أن التداول الوراثى للنوعية الغذائية لعائل الحشرة إتجاه غير عملى فى المستقبل. حيث ذكر أن تطوير نبات غير كافى غذائياً للحشرات قد يكون أيضاً غير كافى للإنسان أو الحيوان الذى سيستخدم المحصول. وهناك ما يقترح بأن النقص الغذائى يمكن تصحيحه بعد الجنى إما بواسطة تجهيز تلك المواد الغذائية الناقصة غذائياً أو بإضافة مواد مكملة غذائياً فى الغذاء.

قد يشكل الإنتخاب والتربية للمقاومة وسائل مؤثرة جداً لمكافحة الآفات الحشريه. على سبيل المثال ــ أمكن لمعهد أبحاث الأرز العالمى (IRRI) إنتاج أكثر من ١٠٠ صنف أرز cultivars مقاوم لمعظم الآفات الحشرية للأرز فى جنوب وجنوب شرق آسيا. كما أن التطعيم بجذع العنب الأمريكى الجذرى المقاوم لمن فلوكسرا العنب *Phylloxera vittifolae* الذى دمر العنب الأوروبى الحساس سمح بعودة صناعة النبيذ عقب التوقف المؤقت بسبب أضرار الفولكسرا فى كثير من بلدان العالم فى أواخر القرن التاسع عشر. وأمكن إنتاج بعض أصناف القطن تتحمل ضرر التغذية الناتج من بعض الحشرات وإنتاج أصناف قطن تحوى كيماويات معينة مثل الجوسيبول الذى يعمل على تثبيط نمو الحشرات. يوجد أصناف أكثر من محاصيل الشعير والحبوب المقاومة للحشرات عن محاصيل الفاكهة أو الخضر المقاومة للحشرات حيث أن نباتات الخضر والفاكهة ذات تحمل إستهلاكى منخفض لأى ضرر حشرى أى لا يقبل مستهلكها أى ضرر يلحق بها ولكن من المهم معرفة أن عوامل المقاومة قد تؤثر تأثيرات غير مرغوبة على نوعية الغذاء.

إن الطرق التقليدية للحصول على نباتات مقاومة للآفات لم تكن دائماً ناجحة. فرغم مضى أكثر من خمسون عاماً منقطعة لم نستطيع الحصول على أصناف بطاطس مقاومة لخنفساء الكلورادو *Leptinotarsa decemlineata* (Chrysomelidae). وتوقفت معظم المجهودات لإنتاج بطاطس ذات مستويات من glycoalkaloids السامة. حيث وجد أن نباتات البطاطس التى تحوى أوراقها مستويات عالية من الـ glycoalkaloids عادة ما تكون درناتها غنية بهذه السموم فتشكل مخاطر على صحة الإنسان. كما أن التربية للحصول على نباتات ذات شعرات غدية glandular traichomes إستخدامها قد يكون محدود وذلك لقدرة الخنافس للتأقلم على العوائل المختلفة. والطريقة المبشرة بالنجاح للحصول على بطاطس مقاومة لخنافس الكلورادو تشمل نباتات بطاطس يتم فيها نقل جين غريب لسم بكتيرى يقتل يرقات الحشرة. وعادة ما تفشل محاولات إنتاج خضراوات مقاومة لأن عامل المقاومة لا يتفق مع نوعية الإنتاج. فقد يشمل إدخال المقاومة انخفاض فى الطعم أو وجود مواد سامة.

سادساً: الطبيعة الوراثية للمقاومة Genetic nature of resistance

تهدف تجارب النباتات الخاصة بتكوين المقاومة إلى الاعتماد كثيراً على معرفة الخلفية الوراثية للمقاومة. وتوفر مثل هذه المعلومات أسس كمية لتخطيطات ضم

الجينات recombine genes واختبار الصفات المناسبة. وتسمح أيضاً بتحديد عوامل المقاومة الثابتة الأقل احتمالا لقهرها بواسطة عشيرة الحشرة.

أ- الأنماط السائدة للمقاومة Epidemiological types of resistance

تقدم تصنيف أنماط المقاومة على أيدى علماء أمراض النبات ووضع التصنيف للتعبير عن الفاعلية والثبات ضد عشيرة الآفات. وتتحدد فاعلية وثبات الأصناف المقاومة بالجينات النباتية التى تمنح المقاومة والجينات الحشرية التى تسمح بالتغلب على المقاومة.

١- علاقة جين ــ مقابل ــ جين: The gene – for – gene relationship

تشمل كثير من عشائر الآفات أفراداً ذات تركيب وراثى مؤثر (سائد) virulent genes تسمح لنوع الآفة بالتغلب على المقاومة وإصابة النبات أكثر من مرة. وقد يوجد واحد أو أكثر من الجينات القوية (سائدة) التى تسمح لفرد الآفة بالتغلب على تأثيرات واحد أو أكثر من الجينات النباتية المسئولة عن المقاومة. ويطلق على هذا الأساس بعلاقة جين ــ لـ ــ جين gene-for-gene.

فى علاقة جين ــ لـ ــ جين ــ ترجع مقاومة الأصناف النباتية لاحتوائها على أليل مقاوم resistant allele فى موقع جينى يقابله أليل غير مقاوم avirulent allele (حساس) فى موقع مرادف فى الحشرة ورغم أن الصنف النباتى المقاوم يكون فعال ضد معظم حشرات العشيرة إلا أنه أحياناً ما يكون لحشرة ما أليل قوى بدلاً من الأليل الطبيعى الغير قوى. على سبيل المثال ــ قد يشفر الجين المقاوم فى نبات العائل لإنتاج بروتين سام للحشرة والجين الممرض المرادف له فى الحشرة قد يشفر لإنتاج الإنزيم الذى يحطم البروتين السام فى النبات. وتسمح هذه الحالة للأفراد القوية virulent individuals من الحشرات لمهاجمة النبات المقاوم والذى لا يصاب عادة ومع مرور الوقت يحل النمط الوراثى القوى virulent genotype للحشرة محل النمط الوراثى الغير قوى فى عشيرة الحشرة. وتنخفض فى النهاية فاعلية الصنف المقاوم.

ويشار للعشائر المختلفة لنوع حشرى ما التى تختلف فى قوتها للصنف النباتى بالأنماط البيولوجية biotypes. وتحتوى بعض أنواع الحشرات مثل ذبابة الهسيان *Miyetiola destructor* على أنماط بيولوجية عديدة. ويستخدم المصطلح الخاص بالنمط

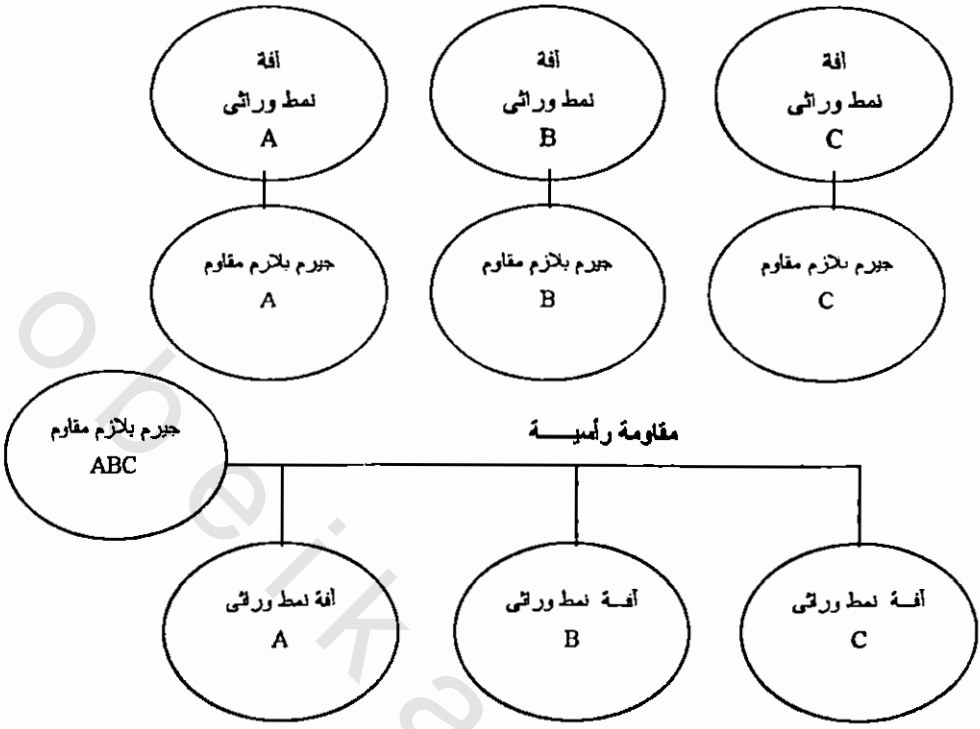
البيولوجى عادة للعشائر المعينة التى تتغلب على النبات.

تشاهد معظم الأنماط البيولوجية التى تكونت فى الوقت الحاضر بين آفات المن. وتشمل الأمثلة الواضحة من البرسيم المبقع *Therioaphis maculata* على البرسيم والبق الأخضر *Schizaphis graminum* على القمح ومن أوراق الذرة *Rhopalosiphum maidis* على السورجم ومن البازلاء *Acyrthosiphon pisum* على البازلاء والبرسيم. وتشمل متشابهات الأجنحة الأخرى التى تحوى أنماط بيولوجية فلوكسرا العنب على العنب ونطاطات النباتات البنية على الأرز. ومع ذلك أحد الأمثلة الأكثر شهرة والمفهومة جيداً هى الأنماط البيولوجية فى ثنائية الأجنحة الخاصة بذبابة الهسيان. وأمكن اكتشاف تسعة أنماط بيولوجية لهذه الآفة حتى الآن.

٢- الأنماط الرأسية والأفقية للمقاومة Vertical and horizontal types of resistance

تعرف J.E. van der plank من حُكمه على مجال فاعلية صنف نبات مقاوم على نمطان من المقاومة رأسى وأفقى. وطبقاً للمصطلحات الحشرية ــ تشير المقاومة الرأسية vertical resistance إلى الأصناف ذات المقاومة المحدودة لواحد أو قليل من الأنماط البيولوجية للآفة الحشرية. وتصف المقاومة الأفقية horizontal resistance الأصناف النباتية التى تظهر مقاومة ضد مدى عريض من الأنماط البيولوجية الحشرية. ويجادل البعض فيما يخص المقاومة الرأسية فى برامج التربية بسبب الظهور القوى للأنماط البيولوجية. ولكنها كانت ناجحة فى كثير من الحالات كما هو الحال مع ذبابة الهسيان على القمح كما يسهل دمجها فى الأصناف varieties الجديدة عن المقاومة الأفقية. إقترح لإدارة الحشرات عن طريق إستخدام المقاومة الرأسية أن جينات النبات المقاومة فى حاجة للتحديد والإدخال فى أصناف نباتية ويحتفظ بها ثم تطلق للزراعة عند ظهور الأنماط البيولوجية.

التحسين فى وضع المحاصيل تجاه الحشرات بالمقاومة الأفقية هى عملية بناء مبنية على تراكم تدريجى للجينات ذات التأثيرات الإضافية المرغوبة. وحتى الوقت الحاضر ــ الطريقة الوحيدة المعروفة لتراكم مثل هذه الجينات المرغوبة يكون عن طريق التربية الإنتخابية selective breeding خلال عدة أجيال، تشتمل على إتحادات وراثية genetic recombinations (إنتخاب رجعى recurrent selection).



مقاومـــــة أفقيـــة

للمقاومة الأفقية قدرة توارثية منخفضة ويصعب على مربى النبـــات أن يدمجـــها. ومع ذلك هناك إمكانية للنجاح مع بعض الحشرات. على سبيل المثال ــ أصناف الـــذرة ذات المقاومة العالية للجيل الأول والثانى فى حفار ساق الـــذرة الأوروبـــى *Ostrinia nubilalis*. علاوة على ذلك قد تشكل المقاومة الأفقية نمط المقاومـــة الأكـــثر رغبـــة للاستخدام فى إدارة الآفات بسبب ثباتها.

ب- أقسام المقاومة على أساس طريقة التوارث

Resistance classes based on mode of inheritance

يمكن تميز أقسام المقاومة النباتية أيضاً تبعاً للطريقة التـــى عـــن طريقـــها تـــورث المقاومة وفى هذا الخصوص ميز P.R. Day ثلاثة أقسام رئيسية للمقاومة: (١) مقاومـــة محدودة الجينات oligogenic (٢) مقاومة متعـــددة الجينـــات polygenic (٣) مقاومـــة

جيرم بلازم: جزء فى الخلية الجرثومية (التناسلية) يحمل الصفات الوراثية.

سيتوبلازمية cytoplasmic.

١- مقاومة محدودة الجينات Oligogenic resistance

يطلق على هذا النوع من المقاومة أيضاً مقاومة الجين الرئيسى major -gene resistance. وتتكون المقاومة فى هذه الحالة بواحد أو جينات قليلة فقط. وينتج هذا النمط عادة مقاومة رأسية ضد الحشرات. وقد تورث عن طريق جينات سائدة أو متنحية. وأمكن إدخال المقاومة بجين واحد سائد فى أصناف بعض المحاصيل مثل التفاح والقطن والفراولة والأرز والبرسيم الحلو. ويمكن أن نجد المقاومة الخاصة بجين واحد متنحى فى أصناف الذرة corn lines المقاومة لدودة جذور الذرة الغربية والقمح المقاوم للمن الأخضر. ويمكن إعتبار الأقماح المقاومة لذبابة الهسيان أنها ترجع أيضاً لجينات محدودة oligogenic. ومع ذلك ــ تمنح المقاومة فى هذه الحالة بواسطة سلسلة محدودة من جينات السائدة أو الجينات سائدة جزئياً بالإضافة عن طريق عدة جينات متنحية. وتعتبر المقاومة oligogenic عادة فى هذه الحالة بسبب وجود علاقة جين ــ لـ ــ جين واضحة جيداً بين الجينات المقاومة فى القمح وما يقابلها من جينات قوية (عالية التأثير) فى ذبابة الهسيان.

٢- مقاومة متعددة الجينات Polygenic resistance

تمنح المقاومة الـ polygenic بواسطة جينات كثيرة وكل منها يساهم فى إحداث المقاومة ولهذا السبب يطلق عليها بمقاومة الجين القاصر minor-gene resistance. وعادة ما يكون توريث المقاومة خلال طريقة الجينات المتعددة شائعة جداً. وقد ترتبط بصفات كمية مثل قوة النبات والمحصول. وعادة ما تكون المقاومة الأفقية راجعة لجينات عديدة polygenic وسبق ذكر المثال الخاص بالمقاومة الراجعة لجينات عديدة وهو الخاص بوجود أصناف ذرة مقاومة لحفار ساق الذرة الأوروبى.

٣- مقاومة سيتوبلازمية Cytoplasmic resistance

تتكون المقاومة السيتوبلازمية عن طريق مواد لديها القدرة على التغير أى ذات قدرة على تكوين طفرة mutation. ومنشأ التوريث السيتوبلازمى الأم maternal حيث

يأتى معظم سيتوبلازم الزيجوت من البيضة. ورغم أن التوريث السيتوبلازمى هام جداً فى المقاومة ضد الكائنات الممرضة. إلا أنه ليس عامل مقاومة ضد الحشرات.

سابعاً: العوامل التى تؤثر على إظهار المقاومة

Factors mediating the expression of resistance

رغم أن المقاومة يهيمن عليها فى الأساس الوراثة إلا أن العوامل الفيزيائية والحيوية للبيئة عادة ما تؤثر فى إظهارها. وفى الحقيقة ـ من الممكن أن تؤثر بشدة الإنحرافات البيئية الغير طبيعية على أداء كثير من الأصناف المقاومة.

أ- العوامل الفيزيائية Physical factors

الطقس والتربة والشكل النباتى للنبات والعمليات الزراعية من أكثر العوامل الهامة التى تؤثر فى البيئة الفيزيائية النباتية. فيمكن أن تؤثر العوامل مثل الحرارة وكثافة الضوء وخصوبة التربة على المقاومة النباتية والتغيرات فى هذه العناصر تسبب تغيرات أساسية فى العمليات الفسيولوجية ويمكن أن تغير من مستويات الـ allelochemics أو تحدث خلل فى المواد الغذائية الأساسية ولذا الصنف النباتى الذى يبدى مقاومة فى مكان ما أو بيئة ما قد يكون حساس فى مكان آخر.

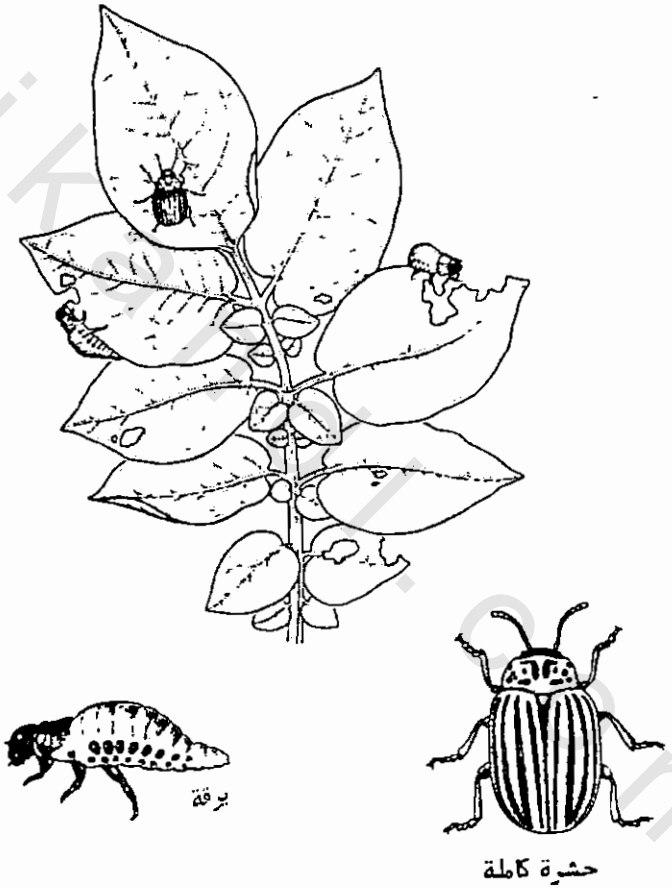
١- درجة الحرارة Temperature

قد تسبب درجات الحرارة العالية أو المنخفضة الغير طبيعية لفترة من الوقت فقد فى المقاومة. فلقد سببت درجات الحرارة المنخفضة الغير عادية فقد فى مقاومة بعض الأنماط الوراثية genotypes للبرسيم ضد من البرسيم المبقع ومن البازلاء. ونفس الشئ حدث فى بعض الأنماط الوراثية للسورجم ضد أحد أنواع المن الأخضر. كما فقدت بعض أصناف القمح المقاومة لذبابة الهسيان عند درجات حرارة أعلى من ١٨ °م.

٢- الكثافة الضوئية Light intensity

توجد كثير من الأمثلة التى تشير إلى دور الكثافة الضوئية فى تأثيرها على العائل النباتى المقاوم. فهناك أمثلة تسبب فيها الظل فى فقد المقاومة النباتية مثل مقاومة القمح

لذبابة القمح المنشارية *Cephus cinctus* ومقاومة بنجر السكر لمن الخوخ الأخضر *Myzus persicae* ومقاومة البطاطس لخنفساء بطاطس الكلورادو *Leptinotarsa decemlineata*. وجد فى حالة البطاطس أن الظل عمل على خفض مستويات الـ steroidal glycosides فى الأوراق. ومعروف عن هذه المواد أنها تؤخر النمو والتغذية فى الخنافس (شكل ٨٨).



شكل(٨٨): اليرقات والحشرات الكاملة لخنفساء بطاطس الكلورادو أثناء تغذيتها على أوراق البطاطس.

٣- خصوبة التربة Soil fretility

قد تؤثر التغيرات فى المستويات الغذائية فى التربة على ظهور المقاومة فى بعض النباتات. ولكن معروف قليل عن الميكانيكيات التى تشمل هذه الظاهرة، وكمثال لهذه الظاهرة أصناف البرسيم المتماثلة وراثياً المقاومة لمن البرسيم المبقع تقل مقاومتها إذا حدث نقص فى مستويات الكالسيوم أو البوتاسيوم أو حدث زيادة فى مستويات المغنيسيوم أو النيتروجين. ووجد فى نفس المثال أن المقاومة تزيد عند حدوث نقص فى الفسفور.

ب- العوامل البيولوجية Biological factors

كما فى العوامل الفيزيائية وتأثيرها على تعبيرات المقاومة تؤثر العوامل البيولوجية أيضاً على إظهار المقاومة. والعوامل البيولوجية الأكثر أهمية تشمل انتخاب الأنماط البيولوجية selection of biotypes والتغيرات فى المقاومة مع عمر النبات.

١- الأنماط البيولوجية Biotypes

عند زراعة الأصناف المقاومة على نطاق واسع فإنها تفرض ضغط انتخابى على عشيرة الحشرة. وتستجيب عشيرة الحشرة ــ عندما تكون مؤهلة لذلك ــ بتكوين أنماط بيولوجية لديها القدرة على قهر أو كسر المقاومة. ومع مرور الوقت تزداد فى العدد الأنماط الوراثية الأكثر ملائمة من الحشرات وتحل محل الأنماط الحشرية الضعيفة avirulent types فى العشيرة والنتيجة هو زيادة عدم فاعلية الصنف النباتى المقاوم. ويوجد فى الوقت الحاضر أكثر من ٧٠ نمط بيولوجى حشرى معروف.

توجد الأنماط البيولوجية فى جميع أنواع الآفات. ويطلق على الأنماط البيولوجية فى علم أمراض النبات سلالات "races" ويطلق عليها فى حالة النيماتودا المتطفلة على النباتات بالأنماط الباثولوجية pathotypes.

ميز G.E.Russel أربعة أنماط رئيسية متنوعة النمط الوراثى فى الحشرات وعلاقتها بالأصناف النباتية المقاومة.

١- أنماط بيولوجية حقيقـــة كاســـرة للمقاومـــة True resistance – breaking biotypes التى يمكنها مهاجمة الأصناف التى كانت سابقاً مقاومة. فى هـــذه الحالة توجد علاقة واضحة للجين ــ مقابل ــ جيـــن بيـــن الآفـــة الحشـــرية والنبات المقاوم. وتمثل معظم أنماط ذبابة الهسيان أمثلة للأنمـــاط البيولوجيـــة الكاسرة للمقاومة الحقيقية.

٢- أنماط بيولوجية غير عادية وهى تنوعات variants حشرية قوية غير عاديـــة ذات قدرات تكاثرية عالية على جميع الأنماط البيولوجية النباتية وذات علاقـــة غير واضحة للجين ــ مقابل ــ جين . ومـــن الأمثلـــة الموجـــودة الأنمـــاط البيولوجية لمن الكرنب *Brevicornyne brassicae* على اللفت.

٣- أنماط بيولوجية جغرافية وهى تنوعات جغرافيـــة Geographical variants التى قد تكون أو لا تكون أنماط بيولوجية حقيقـــة كاســـرات للمقاومـــة. لقـــد شوهدت هذه الظاهرة بين الأنماط البيولوجية لذبابة الهسيان ويبدو أنـــها تنتـــج من عوامل خلاف الزراعة الواسعة للأصناف المقاومة.

٤- هويات (تعريفات) خاطئة Mistaken identities والتى يعتقـــد أنـــها أنماطـــاً بيولوجية والتى هى فى الحقيقة أنواعاً مختلفة لم تتكون تجاهها أبـــداً مقاومـــة. والأمثلة عادة هنا صعبة عند تعريف أشكالها مثل بعض النيماتودا.

ومن المهم التميز بين تلك الأشكال "للأنماط البيولوجية "biotypes" عند تطويـــر استجابة معاكسة للمشكلة.

قد يستغرق الوقت اللازم لكسر المقاومة سنوات قليلة فقط كما هو الحال فى مقاومـــة نطاط الأوراق البنى فى الأرز. ومع ذلك ــ ليس من الشائع أن تستمر فاعليـــة مقاومـــة الصنف النباتى من ٨ إلى ١٠ سنوات. وخلال هذه الفترة سيكون هناك وقت كاف متـــاح للبحث عن جينات جديدة مقاومة وإدماجها فى أصناف جديدة لإحباط تأثير الظهور التـــالى لنمط بيولوجى آخر للآفة. تمثل بعض أصناف القطن فى أفريقيا مثـــال للثبـــات الممتـــاز للمقاومة الرأسية ضد نطاط الأوراق والتى ظلت مؤثرة لأكثر من ٥٠ سنة.

تكوين الأنماط البيولوجية فى الحشرات ــ بخلاف المن ــ غير شائع فـــى معظـــم

مجاميع الحشرات. وترجع الأنماط البيولوجية للمن الشائعة الحدوث جزئياً لطبعية تكاثر المن حيث يتكاثر بكرياً أثناء أوقات من الدورة الفصلية. وبالتالى فإن ظهور طفره mutant فى فرد واحد فقط قادر على التغذية على صنف نباتى مقاوم تعنى إنتاج نمط بيولوجى جديد. تواجد أو حدوث نمط بيولوجى حشرى كاسر للمقاومة ــ حتى عند اشتمال المن فى ذلك أقل تكراراً مما يحدث بين الممرضات الفطرية والبكتيرية.

قد تظهر الأنماط البيولوجية بطريقة أخرى مثل ما حدث حديثاً فى الذبابة البيضاء *B.tabaci* فى مصر. هذه الحشرة لم تشكل آفة إقتصادية على القطن ومحاصيل الخضر الأخرى لإرتباط عدد كبير من الأعداء الحيوية خاصة الطفيليات بها ثم ساهم الإستخدام المكثف للمبيدات فى إرتقاء الآفة إلى مستوى الآفات الخطيرة نتيجة الإضرار بالأعداء الطبيعية ثم اشتد ضرر الآفة نتيجة لسياسات زراعية غير مدروسة مثل إدخال أصناف محسنة من محاصيل الخضر مثل الطماطم وبعض القرعيات فظهرت سلالات بيولوجية عديدة للآفة شكلت معقد آفى يمتاز بقصر دورة الحياة وشدة الضرر.

٢- عمر النبات Plant age

تختلف الإستجابات الفسيولوجية فى النباتات مع العمر. ويمكن أن يؤدى هذا إلى تغيرات فى تعبير المقاومة للصنف النباتى. على سبيل المثال ــ تنتج المقاومة فى الذرة ضد حفار ساق الذرة الأوروبى من وجود دورة للـ hydroxamic acid DIMBOA (2.4-dihydroxy-7-methoxy-1.4-benzoxazine-X-z-one). وتكون مستويات الـ DIMBOA عالية فى بداية الموسم (منتصف مرحلة نمو الأوراق الملتفة) لذا تسبب أقصى مقاومة ضد الجيل الأول لثاقبات الذرة. بعد ذلك – تبدأ مستويات الـ DIMBOA فى الإنخفاض كلما تقدم موسم النمو [ويكون ذلك أكثر سرعة فى الأصناف الحساسة عن المقاومة]. وكثير من الأصناف التجارية ذات مقاومة قليلة للجيل الثانى لثاقبات الذرة.

سجل أيضاً تعبير المقاومة المتوافق مع عمر النبات فى مقاومة البرسيم لمن البرسيم المبقع ومقاومة بعض أصناف الدخان لمن الخوخ الأخضر.

ثامناً: التطوير التقليدى للأصناف المقاومة للحشرات:

Traditional development of insect resistant varieties

من الصعب وصف كثير من الأنشطة فى هذا المجال بالتفصيل. ولكن ذكر نظرة عامة للخطوات الرئيسية المشتملة التقليدية قد يكون لها قيمة للحصول على نظرة عامة لهذه العملية. وتشمل الخطوات الرئيسية طبقاً لـ W.M. Tingey عام ١٩٨٦ ما يلى:

١- مراجعة شاملة لمشاكل آفات المحصول مع مجموعة تتكون من علماء للحشرات وعلماء فى تربية النباتات، وعلماء فى أمراض النبات وعلماء إنتاج المحاصيل.

٢- تحديد الحاجة الإقتصادية لإدارة الآفات الحشرية وتحديد طبيعة الضرر damage التى تحدثه الحشرة للنبات. مع مراجعة لبيولوجى وإيكولوجى الآفات المستهدفة والعائل النباتى the crop host.

٣- جمع الجيرم بلازم البرية (بذور نباتات برية للمحصول) المؤقلمة لتقيم المقاومة.

٤- تحديد الطرق الملائمة للغربلة الضخمة للمقاومة ومدخل برنامج الغربلة.

٥- إجراء تزاوج داخلى بين الجيرم بلازم الأبوى intermate parental germplasm وإنتخاب النشئ المقاوم. وإعادة دورة الجيرم بلازم لأجل إعادة الجمع الوراثى recombination.

٦- عمل دراسات أولية للصفات النباتية المانحة للمقاومة وتأثيرها على أداء الآفة وميكانيكيات تقليل الضرر damage وتوارث الصفات.

٧- تحديد دوام وإستقرار المقاومة بتقييم للأنماط البيولوجية genotype المتقدمة فى الظروف البيئية والزراعية المتنوعة.

٨- تقييم تأثير صفات المقاومة على أهم الطفيليات والمفترسات فى النظام الزراعى cropping system.

٩- تحديد قابلية إنهيار الجيرم بلازم المقاوم بإستخدام المقارنات بين المصاب وغير المصاب.

١٠- تحديد القيمة الإقتصادية للمقاومة فى الجيرم بلازم الممتاز المختار بإستخدام المقارنات بين المصاب وغير المصاب.

١١- العمل على زيادة الجيرم بلازم المقاوم المختار وإطلاقه للعامة والهيئات التجارية.

١٢- مراقبة أداء ما بعد الإطلاق post-release performance للزراعات المقاومة (الأصناف) resistant cultivars لتحديد مظهر الأنماط البيولوجية المتخصصة للعائل host-specific biotypes وتفاعل الصنف تجاه عمليات ومخاطر الإنتاج التجارى الأخر.

١٣- الإعلان عن الفوائد البيئية والإقتصادية للزراعات (الأصناف النباتية) المقاومة للحشرات إلى مجاميع المزارعين بإستخدام قطاعات توضيحية demonstration press والنشرات الإخبارية والصحف والمجلات وأدوات معلومات الإرشاد الأخرى.

١٤- الإستمرار فى برامج التربية والانتخاب لأجل الأشكال البديلة للمقاومة والمستويات المكثفة منها.

١٥- نشر ما وصل إليه البحث لإطلاع المجتمع العلمى على التقدم ووضع أساس مرجعى رسمى كمبرر لاستمرار الدعم المادى.

مما سبق يتضح أهمية وجود جينات مقاومة لتنمية أصناف نباتية مقاومة للإصابة بالآفات مع جمعها مع النوعيات المرغوبة إقتصادياً ويتطلب لهذا الغرض جيرم بلازم متنوع. ويعنى هذا عادة غربلة مئات من الأصناف varieties وآلاف من النباتات المتجانسة وراثياً breeding lines لنوع معين أو نبات ما للمقاومة للآفات. وقد يتطلب ذلك دراسة عن الأصناف حيث المنشئ الأصلى للنبات بالإضافة إلى دراسة للأنواع القريبة أو الأجناس القريبة. وإذا كان الأساس الوراثى للمقاومة ضيق فإن ثبات المقاومة سيكون مهدد بنمو وظهور أنماط بيولوجية قادرة لقهر هذه المقاومة. لهذا

السبب إقترح بأن أى مجهود يجب أن يجرى باستخدام جينات للتحمل والمقاومة العامة يتحصل عليها من مصادر متنوعة ويضاف إليهم جينات للمقاومة المتخصصة.

لقد ظهر واضحاً من الأعمال البحثية الكثيرة فى هذا المجال أن دراسة المقاومة عملية معقدة تتطلب مساهمات من علماء وراثة النبات وعلماء تربية النباتات وعلماء الحشرات والمسؤوليات الحقيقية لعلماء النبات تنحصر فى التلقيح الخلطى والتحليل الوراثى وتقيم الصفات المحصولية. ويساهم علماء الحشرات بتعريف مصادر المقاومة ووصف ميكانيكيات المقاومة وإجراء التحليلات الحقلية والمعملية على مصادر المقاومة.

لقد ذكر أنه تطلب تطوير أصناف مقاومة لحفار الذرة الأوروبى *Ostrinia nubilalis* ما يلى:

١- دراسة بيولوجى وسلوك الحشرة وعلاقتها بالنبات.

٢- تطوير طرق للحصول على مستوى عالى من التجانس للإصابة فى الحقل. لذا قد يكون هناك ضرورة لاستخدام حشرات من المعمل عن طريق تطوير بيئات صناعية للتربية المستمرة للآفة الحشرية وغربلة الزراعات (النباتات) cultivars لتأكيد المقاومة.

٣- الحصول على مقايس بسيطة وسريعة وعملية ولكن موثوق بها لقياس المقاومة. ويجب أن تكون تلك المقايس ملائمة للتحليل الإحصائى.

٤- تعريف أساس المقاومة. على سبيل المثال فى حالة الذرة قد تكون هناك أهمية للكيماويات مثل DIMBOA المرتبطة بالـ *Ostrinia* والصفات التشريحية للنبات مثل صلابة الساق وعدم إحكام الإغماد الورقية loose leaf sheaths والزغب hairness... الخ.

لقد وجه العلماء فى معهد أبحاث الكاكاو فى غانا فى Tafo جهوداً كثيرة لتنمية أصناف مقاومة لفيرس إنتفاخ الأفرع الذى ينقل بالبق الدقيقى. وتطلب هذا المجهود

تعاون مشترك لمتخصصين فى مجال الحشرات والفطريات والمحاصيل والفسيولوجى ــ وكان هذا فى لحظة لم توجد فيها طريقة لمكافحة مرض إنتفاخ الأفرع خلاف قتل الأشجار المصابة. ووضح أن تنمية أصناف كاكاو المقاومة هى الحل الأفضل والوحيد لحل المشكلة. ومع دلك من المهم عند تنمية المقاومة لأحد الآفات أن نحترس من ظهور أنماط بيولوجية أو ظهور حساسية للآفات الأخرى. ويجب أن يتمثل الهدف الرئيسى فى تنمية مقاومة متعددة لمحصول عالى الإنتاج مقبول للمستهلك. وفى مكان أخر فى أفريقيا تم تطوير أصناف مقاومة للوبيا فى IITA (المعهد الدولى للزراعة الإستوائية ــ إيبدان ــ نيجيريا) وأمكن إجراء أكثر من ١٠,٠٠٠ تلقيح وأضاف علماء تربية النبات عدة آلاف من العزلات النباتية المتماثلة وهذا مكن من تطوير المقاومة للآفات الحقلية وإجراء دراسات مكثفة عليها مثل نطاط الأوراق *Empoasca dolichi* وثاقب القرون *Maruca testulalis*

تاسعاً: البيوتكنولوجى وتطوير الصنف المقاوم:
Biotechnology and resistant variety development

ظهر فى أيامنا هذه تقدم سريع ومثير فى البيوتكنولوجى وإمكانية إستخدامه فى حل كثير من المشاكل الصعبة للآفات الحشرية. وأحد الإستخدامات الرئيسية للبيوتكنولوجى فى إدارة الآفات الحشرية هو التطور الذى حدث فى مجال تحسين الأصناف النباتية المقاومة للحشرات وأصبح مصطلح الـ biotechnology شائع تتناوله وسائل الإرسال المختلفة وأصبح لهذا المصطلح معان مختلفة كثيرة ومُثل أيضاً بطرق مختلفة. ويعرف البيوتكنولوجى بأنه أى طريقة تستخدم الكائنات الحية أو مواد من هذه الكائنات لعمل أو تغير منتج بغرض تحسين النباتات أو الحيوانات أو لإنماء كائنات دقيقة لإستخدامات خاصة. وبهذا المعنى فإن البيوتكنولوجى ليس تكنولوجى جديد حيث يشمل طرق التخمر والتخمر الغذائى وإنتاج اللقاحات التقليدية وكثير من المساعى التقليدية الأخرى.

ومع ذلك ــ عادة ما ينظر للبيوتكنولوجى كتقنية جديدة تشمل (١) الهندسة الوراثية لإنتاج اللقاحات وتحسين الإنتاج الحيوانى والنباتى (٢) إنتاج الأجسام المضادة الشديدة

التجانس monoclonal antibodies لتشخيص البروتينات الخلوية (٣) الطرق الجديدة لزراعة الخلايا والأنسجة للإنتاج السريع للخلايا الحية. وعلى وجه الخصوص – أحدثت الهندسية الوراثية كثير من الإثارة فى الزراعة حيث سمحت بالتداول والتحكم فى الجينات بطرق لم يمكن تصورها.. ومع ذلك – جميع الأوجه الثلاث للبيوتكنولوجى الحديث هامة جداً فى الزراعة ويمكن إستخدامها لكى تساعد فى إنتاج أصناف نباتية مقاومة للأفات الحشرية.

أ- أسس الهندسة الوراثية Basics of genetic engineering

يجب البدء بالمعلومات الأساسية عن البيولوجيا الجزئية molecular biology لتفهم كيف يمكن هندسة النبات ثم نتجه إلى تداول المادة الوراثية إلى أن نصل إلى نبات تغير وراثياً transformed plant.

١-الـ DNA: البصمة الزرقاء للحياة DNA: The blue print of life

يمكن أن تقسم جميع الكائنات الحية إلى عدة مكونات وظيفية بدءاً بالأجهزة العضوية والأعضاء والأنسجة والخلايا وأخيراً المكونات الخلوية. والإهتمام الخاص هنا هو نواة الخلية التى تحتوى مادة حمضية ثليلاً وهى deoxribonucleic acid أو الـ DNA. وتتحكم "تضبط" هذه المادة كل عملية بيوكيمائية داخل الخلايا وبالتالى الكائن الحى كله. علاوة على ذلك – يمتلك الـ DNA جميع المعلومات الضرورية لجميع مراحل نمو الكائن الحى وهذه المعلومات تنتقل من الآباء إلى الأبناء offspring خلال عملية تضاعف غاية فى الإثارة.

يشبه تركيب الـ DNA حلزون من حبلان "خيطان". يلتصق الحبلان بقواعد كيمائية T,G,C,A، التى توجد فى أزواج. وفى هذه الأزواج توجد A مع T وتوجد G مع C. ويطلق على الجزء فى حبل الـ DNA المشفر encodes بمعلومة كافية لعمل بروتين مفرد single protein بالجين gene.

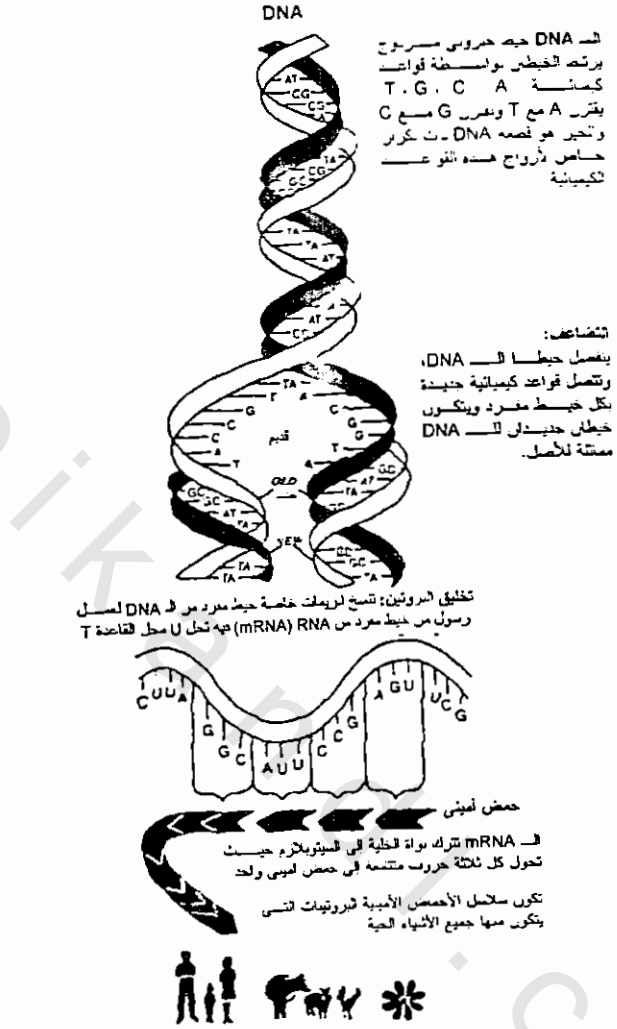
يمرر الجين الأوامر أو التعليمات إلى الخلية خلال عملية شفرية معقدة complex decoding process. ولإتمام ذلك ينفصلا الحلزونى المزدوج للـ DNA. ثم تقترن قواعد جديدة بخيوط الـ DNA المفتوحة لتكون جزء يشبه الـ DNA يطلق عليه الرسول RNA massenger RNA (ribonucleic acid) الذى يرمز إليه بالـ mRNA. وأخيراً يسيطر الرسول بطرق خاصة لتجميع أحماض أمينية لعمل البروتينات. وتصبح البروتينات باعثاً لتكوين خلايا جديدة ثم بالتالى الأنسجة فالأعضاء فالأجهزة العضوية فالكائن كله.

٢- قطع وإقتران الكروموسومات Cutting and splicing chromosomes

يفهم الآن علماء البيولوجيا الجزئية العلاقات بين الـ G's, C's, A's و الـ T's للجينات والترتيب الخاص ونمط الأحماض الأمينية فى البروتينات وعلى هدى هذه المعرفة شرع العلماء فى العمل على تغير الـ DNA فى الخلايا لعمل بروتينات جديدة بهدف الحصول على خصائص نافعة جديدة فى النباتات والحيوانات المستأنسة.

تشمل عملية إدخال DNA جديد فى خيط الـ DNA (كروموسوم) إجراءات قطع ولصق splicing يشار إليها بتكنولوجى ضم أو اتحاد الـ recombinant DNA technology أو المختصر (rDNA) (شكل ٨٩).

تستخدم كيماويات يطلق عليها بأنزيمات العمل الخاص أو الأنزيمات القاطعة restriction enzymes لقطع الـ DNA عند مواقع معينة إلى قطع قابلة للتضاعف reproducible. الأنزيمات القاطعة متخصصة للموقع الكروموسومى وأمكن إكتشاف كثير من تلك الأنزيمات وعرضها فى الكتالوجات. ويمكن لعلماء البيوتكنولوجى عن طريق الإختيار المناسب للإنزيم القاطع قطع جزئ DNA عند الموقع الصحيح بالضبط للحصول على الجين المرغوب من المعطى donor وفتح جزئ DNA آخر فى المستقبل recipient لإدخال هذا الجين. وفى هذه العملية تلصق "كيماوياً" النهايات المقطوعة للأجزاء fragments وتلصق كل نهاية بالأخرى (تضم recombine) لتكوين جزئ جديد.



حرف DNA (في القمة) موضحا خيط حلزوني مزدوج وقواعد مزدوجة من A، C، G، T. يحث التضاعف في قاعدة الحيد المزدوج يحث تخليق البروتين (في الوسط) عندما تنسخ لرموزات خاصة خيط مفرد من DNA مشفرا رسول RNA ها تحل U محل لدعمه T ويتبع الرسول RNA تتابع أحماض أمينية (أسفل) التي تبني البروتين وبالتالي لكائن كامل.

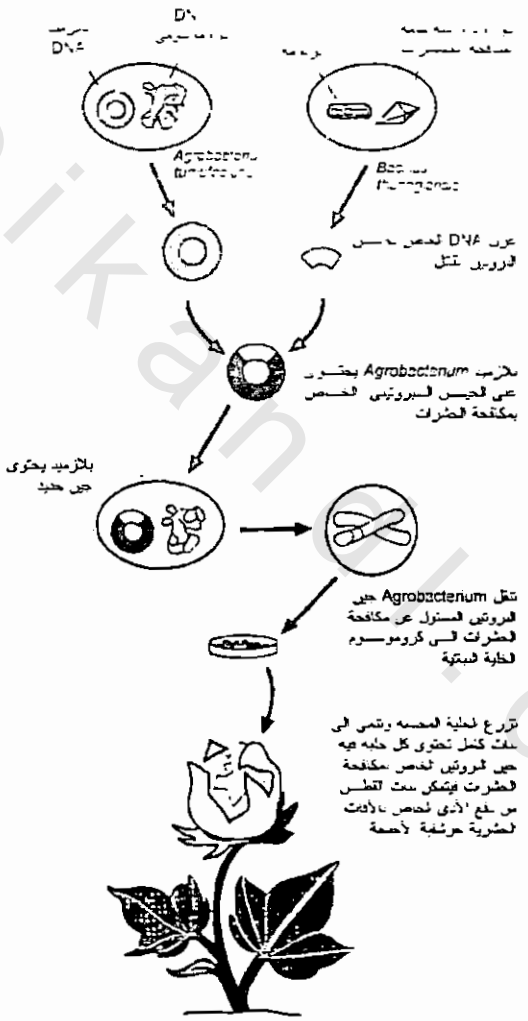
شكل ٨٩:

ب- نباتات مقاومة خلال تكنولوجي إتحاد الـ DNA

Resistant plants from recombinant DNA technology

حتى الوقت الحاضر ــ إشتمل التكنولوجي الخاص بضم الـ DNA (rDNA) أساساً على إدخال الجين "مسئول عن إنتاج الـ delta endotoxin من الممرض الحشرى *Bacillus thuringiensis (Bt)* في الجينات النباتية (شكل ٩٠) في هذا الاتجاه

ـ يصبح للنبات الذى نقل إليه الجيـــن transformed or transgenic plant القـــدرة لإنتاج البروتين السام فى أنسجته ويقتل بالتالى الحشرات التى تتغذى على النبات وبذا يحتمى النبات من الحشرات الضارة.



نقل جين البروتين السام المسئول عن مقاومة الحشرات من البكتريا *Bacillus thuringiensis* (delta-endo-) الى ورقة نبات مستخدم *Agrobacterium tumefaciens* كناقل لحمل الـ (DNA) المعزول

شكل ٩٠:

طورت النباتات المنقول إليها جينات ــ فى معظم الحالات ــ عن طريق إستخدام ناقل بكتيرى *Agrobacterium tumefaciens*. توجد هذه البكتريا طبيعياً فى التربة وتسبب مرض التثأل التاجى "crown gall" فى النباتات. البكتريا *A. tumefaciens* ناقل كفئ للـ DNA لأن لها القدرة على نقل قطعة من البلازميد الكبير الخاص بها (البلازميد = جزئ دائرى للـ DNA يوجد فى الخلية البكتيرية) إلى المادة الوراثية فى نواة الخلية النباتية nuclear genome المصابة بالبكتريا ــ أى إلى DNA الخلية. ويطلق على القطعة fragment المنقولة T-DNA وهى تحوى جينات تعرف بالجينات المحدثة للأورام oncogenes أى التى تسبب أوراماً فى النسيج النباتى. ونظراً لقدرة البكتريا على إدخال الـ DNA الخاص بها فى العائل النباتى لذا يشار للبكتريا *A.tumefaciens* بالمهندس الوراثى الطبيعى *natural genetic engineer*.

وعن طريق تفهم موقع T-DNA أمكن إدخال قطعة الـ DNA المتحكمة فى إنتاج الـ delta endotoxin من خلية الـ Bt إلى بلازميد البكتريا *A. tumefaciens* ثم تستخدم البكتريا *Agrobacterium* المنقول إليها الجين المتحكم فى إنتاج السم transgenic bacteria لنقل بروتين الـ delta endotoxin إلى كروموسوم الخلية النباتية. يلى ذلك زراعة وتنمية الخلية النباتية إلى نبات كامل تحوى خلاياه البروتين السام. ومثل هذه النباتات المقاومة التى تحوى الجينات المنقولة (نباتات معدلة وراثياً) transgenic resistant تنتج بذور تظهر صفة المقاومة للحشرات والتى يمكن أن تسوق على المستوى التجارى.

إستخدم هذا الإجراء لنقل جين Bt delta endotoxin إلى كثير من النباتات خاصة القطن والدخان والطماطم والبطاطس. والتقدم الكبير فى هذا المجال كان بالنسبة للقطن الجديد المنقول إليه هذه الجينات وذلك لمكافحة يرقات براعم الدخان ودودة لوز القطن ويتوقع تسويق هذا القطن فى مستهل الألفية الثالثة.

رغم أن طريقة *A. tumefaciens* لنقل الجينات نظام جيد ومرن إلا أنها لم تعمل جيداً مع محاصيل الحبوب لقد أمكن تطوير طريقة أخرى تسمح بنقل الجينات مثل biolistics والتى يطلق عليها بتقنية "المدفع الجينى" (gene gun). وعند إستخدام هذه

الطريقة تدفع فجأة وبقوة الجزئيات الدقيقة المشفرة بالجين الجديد بواسطة غاز الـــهليوم خلال جدر الخلية النباتية. وفلحت هذه الطريقة فى حالة الذرة حيـث اسـتخدمت عـدة شركات هذه التقنية للحصول على اصناف تحوى Bt delta endotoxin لإسـتخدامها صد حفار الدرة الأوربى ومثل تلك الأصناف تم اختيارها حقلياً وأعطت نتائج ممتازة.

رغم أن نقل جينات الـ Bt شكلت معظم استخدامات التقنية فى تطوير المقاومه أنه تم دراسة جينات أخرى تسبب طرق أخرى للمقاومة. واكثر الجينات شـيوعا هـى تلك التى تتحكم فى إنتاج مثبطات أنزيمات البروتين protease. فى هذا المجال أمكـن منح نبات الدخان مقاومة ضد دودة براعم الدخان عن طريق إدخال جيـن اللوبيـا ذات شفرة تنتج مثبط للـ trypsin. ولمثبطات الـ proteinase سمية حادة منخفضـة low acute toxicities مقارنة مع الـ Bt وقد تتطلب مستويات أعلى لإظهار فاعليتها. ومـع ذلك ـ حيث أن طرق تأثيرها أكثر تعقيداً من الـ Bt، لذا فـإن صفـة المقاومـة قـد تكون أكثر مرونة لتكوين الأنماط البيولوجية ضد مثبطات انزيمات البروتين.

مكافحة الحشرات خلال النباتات المقاومة بـالنقل الجينـى resistant transgenic plants لها عدد من المميزات على طرق المكافحة الأخرى التى تعتمد على المبيـدات الحشرية:

١- تمد بالمكافحة المستمرة حتى للأجزاء النباتيـة التـى لا تسـتطيع المبيـدات الحشرية أن تصل إليها.

٢- تبعد التقلب فى إستخدام كيماويات مختلفة والتقلب فى أسعار المبيدات.

٣- تزيد فرص الأمان للإنسان والبيئة.

٤- تكلفة إنتاج صنف نباتى مقاوم بهذه الطريقة أقل إذا قورنت بالمبيدات الحشـرية الكيماوية.

تتضمن مشاكل النباتات المقاومة المهندسة وراثياً التى تنتج بروتينات غريبة قاتلـة للحشرات تحديدات تتعلق بالتسجيل وإجازة تطبيق مثل هذه الكينونات البيولوجية الجديـدة وأهمية تكوين المقاومة فى الحشائر الحشرية المستهدفة على سبيل المثال يتوقع مقاومـة

حشرية لسموم البكتريا *Bacillus thuringienisis* (Bt) عقب التعرض المستمر لهذه البروتينات فى النسيج النباتى المهندس وراثياً. وقد يتغلب على هذه المشكلة بإظهار هذه السموم فقط فى أجزاء نباتية خاصة مثل إظهارها فقط فى لور ـطن وليس فى النبات كله أو فى الأنسجة التى تهاجمها الحشرات. وهناك قصور خاص للنباتات المهندسة وراثياً لإنتاج سموم Bt وهو أن أقصى نشاط لسموم الـ Bt مع بعض الآفات الحشوية يتطلب وجود الجرثومة وليس فقط السم.

علاوة على ذلك ـ المقاومة النباتية المبنية على سموم (allelochemicals) من جينات نقلت للنباتات قد ينتج عنها مشاكل آفية أكبر من تلك المشاكل التى كانت تحاول تخففها الهندسة الوراثية. المشكلة الأولى تتمثل فى أن كثير من السموم عند التركيزات المنخفضة تكون أكثر نشاطاً ضد الأعداء الطبيعية للحشرات الآكلة للنباتات عن ضد عوائلها الضارة محدثة تأثيراً معاكساً للمكافحة البيولوجية فلقد تبين أن أشباه القلويات alkaloids والـ alleolochemical التى تبتلعها الحشرات التى تتغذى على النبات تكون سامة أيضاً للطفيليات التى تنمو داخل عوائلها كما تبين أيضاً أنها سامة أو تؤدى إلى عقم المفترسات. ومع بعض الحشرات تعزل الـ allelochemicals أثناء التغذية وتمر لتدخل مع محتويات البيض وينتج عن ذلك تأثيرات سيئة لطفيليات البيض. ثانياً ـ يمكن أن تزيد الـ allelochemicals تحمل الآفات للمبيدات الحشرية بالإنتخاب للإنزيمات المزيلة للسموم detoxifying anzymes التى تؤدى إلى تفاعلات مشتركة مع الكيماويات الأخرى. بينما معظم ميكانيكيات المقاومة النباتية الأخرى تقلل من تحمل الآفات للمبيدات الحشرية فتحسن إمكانيات الإستخدام الإختيارى لمبيدات الآفات لتعزيز المكافحة البيولوجية.

جـ- تطوير الأصناف النباتية المقاومة بالهندسة الوراثية

Development of engineered resistant plant varieties

يبدو أن هناك مستقبل مضئ فى ظهور نباتات مقاومة عن طريق النقل الجينى السابق ذكره. ويتوقع إنطلاق وزراعة أصناف نباتية لكثير من المحاصيل ذات خصائص كل من الـ Bt ومثبطات الأنزيمات المحللة للبروتين Proteinase inhibitors. ومع ذلك ـ هناك إعتبارات خاصة عن متانة وإمتمرارية هذه الأصناف بسبب أهمية وتأثير الأنماط البيولوجية للحشرات الكاسرة للمقاومة. وتتضاعف أهميتها بسبب تأثيراتها التى تنتج ضغوط انتخابية قوية على عشائر الآفات الحشرية والطبيعة التوارثية.

وحيث المقاومة فى معظم النباتات المهندسة وراثياً كانت أحادية الجين monogeni أو محددة الجينات oligogenic لذا التغلب على هذه المقاومة أسهل كثيراً من الصفات المتعددة الجين polygenic.

ولإطالة بقاء الأصناف المقاومة ــ يجب أن يتضمن تطوير عامل المقاومة المهندسة إستراتيجيات لتجنب نمو الأنماط البيولوجية الكاسرة للمقاومة مبكراً. وتشمل بعض من تلك الإستراتيجيات:

١- خلط النباتات المقاومة والحساسة معاً أثناء الزراعة لإفساح مكان آمن لبعض الأفراد.

٢- إستخدام جرعات تحت مميتة التى تجعل الحشرات أكثر تأثيراً للعوامل البيئية الأخرى.

٣- إظهار عامل المقاومة ــ فقط ــ فى الجزء النباتى الذى فى حاجة إلى الحماية وهو عادة التراكيب الوراثية (الازهار).

الهدف فى جميع هذه الإستراتيجيات هو خفض نسبة الموت الإجمالية للحشرات والتى بالتالى تقلل من الضغط الإنتخابى. وهناك استراتيجية بديلة بنشر مستوى عالى من عامل المقاومة يسبب نسبة موت عالية جداً ولا يترك بالتالى أفراداً للتكاثر. وبالطبع لا يوجد بين هذه الاستراتيجيات ما هو جديد فلقد إقترحت سابقاً لتجنب المقاومة للمبيدات الحشرية.

واضح جداً أنه مع إستمرار التقدم فى البيوتكنولوجى فإننا نكون على مشارف عصر جديد فى الألفية الثالثة يتميز بأدوات جديدة مؤثر فى إدارة الآفات. ومع ذلك ــ يصبح التحدى الهام الذى أمامنا ليس تطوير نباتات جديدة مقاومة بالنقل الجينى بل الوصول إلى طرق لنشر عوامل المقاومة لمساعدة تلك النباتات المهندسة وراثياً لتظل فعالة لأمد طويل.

عاشراً: الإستخدامات الناجحة للزراعات المقاومة للحشرات

Successful uses of insect-resistant cultivars

منذ أول النجاحات الرئيسية فى أواخر سنوات ١٨٠٠ لمقاومة العنب لفلوكسرا العنب أمكن تحقيق إنجازات أخرى رائعة فى مقاومة النباتات للحشرات. وحدثت معظم

الإنجازات على وجه الخصوص فى محاصيل الحبوب والمراعى والتى تشمل القمح والأرز والذرة والسورجم وقصب السكر والبقوليات والشعير . البرسيم (جدول ٨).

وقد حدث تقدم بدرجات مختلفة من النجاح فى محاصيل الخضراوات والأزهار ومحاصيل حقلية أخرى. وطبقاً لحصر G.F. Sprague و R.G. Dahms هناك أكثر من ١٠٠ صنف نباتى مقاوم لأكثر من ٢٥ نوع حشرى أطلقت للإنتاج التجارى فى ١٩٧٢ ويمكن إضافة الكثير لهذه الأصناف فى الوقت الحاضر.

جدول (٨) ملخص للمقاومة الوراثية لعدد من المحاصيل ووجود أو عدم وجود الأنماط البيولوجية الحشرية الكاسرة للمقاومة.

طريقة التوارث	الحشرة المستهدفة	المحصول	النمط البيولوجى
محدودة الجينات Oligogenic	المن	السورجم	موجود
		القمح	موجود
		الشعير	موجود
	نطاطات الأوراق	الأرز	موجود
	نطاطات الأوراق	القطن	غير موجود
	من البازلاء	البرسيم	غير موجود
	الذباب المنشارى لساق القمح	القمح	غير موجود
	ذبابة الهسيان	القمح	موجود
	حفار ساق الذرة الأوروبى	الذرة	غير موجود
متعددة الجينات Polygenic	خنفساء أوراق الحبوب	الشوفان	غير موجود
	حفارات الساق	الأرز	غير موجود
	من أوراق الذرة	الذرة	؟
	دودة كيزان الذرة	الذرة	غير موجود
	من البرسيم المبقع	البرسيم	غير موجود
	المن	الكرنب	موجود

توجد كثير من الأمثلة الناجحة فى كثير من دول العالم عن المقاومة النباتية للحشرات يمكن ذكرها. وسنقصر إهتمامنا بما هو فى الولايات المتحدة . يوجد كثير من الأمثلة التى يمكن سردها أيضاً. ومع ذلك هناك خمسة أمثلة هامة وفرت الكثير من المال لمستخدميها وهى:

١- المقاومة لذبابة الهسيان Resistance to Hessian fly

لقد بدأ البحث عن مقاومة القمح لذبابة الهسيان فى كانساس فى ١٩١٤. وتم تداول الصنف المبكر من القمح kawvale الذى أنتج من صنف القمح الد١- رى Indiana swamp للزراعة كصنف مقاوم فى ١٩٢٨ ثم حل محله أصناف ذات نوعية أرقى. وأكثر مقاومة مثل Pawnee ثم بعد ذلك Ponca. ونتج عن زراعة الأصناف المقاومة فى كانساس اختفاء واقعى للحشرة فيما عدا عند تواجد الأصناف الحساسة. وقدر التوفير السنوى من نمو الأصناف المقاومة ما يقدر بـ ٢٣٨ مليون دولار نتجت من خفض فى عشائر الذبابة بنسبة ٩٥%.

٢- المقاومة لحفار ساق الذرة الأوروبى

Resistance to European corn borer

بدأت زراعة أصناف الذرة المقاومة لحفار ساق الذرة الأوروبى فى سنوات ١٩٤٠. وأمكن للعاملين فى Iowa و Minnesota فى سنوات ١٩٥٠ من إنتاج أكثر من ٤٠ هجن وأصناف "lines" مقاومة للحشرات وتلى ذلك تربية كثير من الأصناف الأخرى وإستخدمت تلك الأصناف المقاومة للزراعة وساعد ذلك كثيراً فى خفض تهديد هذه الآفة الدخيلة.

الـ C131A واحد من أكثر الأصناف شهرة وأظهر مقاومة جيدة لحفار ساق الذرة الأوروبى فى الولايات المتحدة الأمريكية ورومانيا ويوغوسلافيا والمجر وروسيا. ورغم أن كثير من الأصناف المقاومة لا تظهر نشاط ضد حفارات الجيل الثانى إلا أنه أمكن الحصول على lines أطلق عليه B52 ذات درجة من المقاومة للجيل الثانى. وأمكن بنجاح نقل عامل المقاومة فى الـ B52 إلى الذرة السكرية حيث ضرر الجيل الثانى للآفة ذات أهمية خاصة للمحصول. ومع ذلك ـ يمكن أن تعوق الإصابات

الشديدة بشدة نمو الكيزان الأولية primary ear للـ B52 والأصناف "lines" الأخرى مؤكدة الحاجة لمستويات أعلى للمقاومة. وأمكن الحصول على صنفان Cultivars أخران هما B86 و BSAC5 مقاومان للجيل الأول والثانى لحفار ساق الذرة الأوروبى كما أمكن بنجاح نقل صفة المقاومة فى B86 إلى الذرة الفشار الدى يعانى من جيلى الآفة.

وفى الوقت الحاضر يتوفر كثير من هجن الذرة التجارية التى تزرع فى الحقول والتى تحوى جينات لمقاومة حفار ساق الذرة الأوروبى. وقدر ما يزرع من الأصناف المقاومة بنحو ثلث المساحة المنزرعة ذرة فى الولايات المتحدة ينتج عنها توفير سنوى يعادل نحو ١٥٠ مليون دولار.

٣- المقاومة لمن البرسيم المبقع Resistance to spotted alfalfa aphid

لقد دخل من البرسيم المبقع *Therioaphis maculata* الولايات المتحدة فى نحو ١٩٤٥. واكتشف بعد دخول الحشرة بوقت قصير أن صنف البرسيم Lahontan وثلاثة من أصناف الأباء الخضرية (clones) مقاومة لهذه الحشرة فى كانساس. وسمح البحث بعد ذلك فى تطوير صنف برسيم cody مقاوم للحشرة فى كانساس إتصف بمستويات أعلى للمقاومة وكان أكثر تأقلماً لظروف النمو فى كانساس. كما ظهرت أصناف أخرى ذات مقاومة جيدة ومؤقلمة لظروف نمو المنطقة منها Mopa فى كاليفورنيا و zia فى المكسيك الجديدة. ومازال يجرى إعادة انتخاب داخل الأصناف الموجودة ويقدر العائد من إستخدام الأصناف المقاومة ما يساوى ٦٠ مليون دولار.

٤- المقاومة لذبابة ساق القمح المنشارية Resistance to wheat stem sawfly

ذبابة القمح المنشارية *Cephus cinctus* من أحد أمثلة النجاح الأكثر إثارة التى توصل إليها فى مجال مقاومة النبات العائل لهذه الحشرة. لقد كانت هذه الحشرة أفة خطيرة جداً فى الولايات الغربية من أمريكا وكندا إلى أن إستعمال القمح المقاوم للذباب بداية ١٩٦٤. حيث أمكن تطوير فى هذا الوقت صنف قمح مقاوم ذات سيقان صلبة " Rescue " وأطلق للزراعة فى كندا. تلى ذلك تكثيف زراعة هذا الصنف فى كندا وفى مناطق الولايات الشمالية. وإستمر الـ Rescue فى تقديم الحماية ضد ذبابة القمح

المنشارية منذ إدخاله. ولم يعرف تكوين أنماط بيولوجية لهذا الصنف. ورغم ذلك ـ أوصى بعمل دورة للـ Rescue مع الأصناف الحساسة فى بعض الحالات نظراً للصفات المحصولية المنخفضة النوعية نسبياً لهذا الصنف. وقدر وفر يساوى ٤ ملايين دولار سنوياً من إستخدام الصنف المقاوم.

٥- المقاومة للبق الأخضر Resistance to the greenbug

لقد بذل الكثير فى برامج التربية لتكوين المقاومة ضد البق الأخضر (نوعاً من المن) *Schizaphis graminum* فى كلاً من القمح والشعير وتم غربلة نحو ٧,٠٠٠ نمط وراثى للقمح فى كانساس وأكلاهوما وأظهرت ثمان أصناف من القمح مستويات معقولة للمقاومة. ويوجد صنف Triticale وهو هجين خليط من القمح والراى rye ذات مقاومة معنوية.

وأظهر الشعير أعلى مستويات المقاومة. وتتضمن أصنافه الأصناف الأمريكية Dicktoo و Will بالإضافة إلى أصناف أخرى تم تطويرها فى الصين وكوريا الجنوبية واليابان. وبالرغم من أن المقاومة فى الشعير يتحكم فيها جين سائد واحد لم تشكل الأنماط البيولوجية biotypes مشكلة رئيسية. ويقدر التوفير فى زراعة الشعير المقاوم للبق الأخضر فى الولايات المتحدة بنحو ٥٠٠,٠٠٠ دولار سنوياً.

الحادى عشر: إستخدام المقاومة النباتية فى إدارة الآفات الحشرية
Use plant resistance in insect pest management

تستخدم المقاومة النباتية فى إدارة الآفات الحشرية كوسيلة وقاية. ومعظم الأصناف المقاومة التى ظهرت كانت ضد الآفات الخطيرة والتى يتوقع لها عشائر إقتصادية هامة. عند زراعة أصناف مقاومة ترجع لعدم التفضيل nonpreference أو التضاد الحيوى antibiosis تقلل من قدرة حمل carrying capacity النظام البيئى ويهبط مركز الإتزان العام لعشيرة الآفة بينما زراعة الأصناف المتحملة tolerant varieties لا يخفض من قدرة الحمل البيئية ويدار الفقد بدلاً عن ذلك بواسطة ضمان المحصول الناتج. ويوضع ضغط انتخابى فى الحالة الأولى والثانية على عشيرة الآفة ولا يوضع أى ضغط إنتخابى فى الحالة الأخيرة.

أ- المقاومة النباتية كسياسة فريدة أو أولية

Plant resistance as the sole or primary tactic

تستخدم النباتات المقاومة كسياسة إدارية أولية عندما يكون النقد شديد ولا تسمح الاقتصاديات بالمقاييس العلاجية مثل مبيدات الآفات. وهذا هو الإتجاه الوحيد الملائم فى التعامل مع معظم الأمراض النباتية لأن السياسات العلاجية عادة لا تكون متاحة ويغيب مقاييس الوقاية الأخرى المؤثرة عموماً.

أظهر النجاح الهام بإستخدام الأصناف النباتية كسياسة فردية أو أولية ضد عدة حشرات أهمية إتجاه إستمرار تطوير هذه السياسة. ولكن نظراً لتهديد الأنماط البيولوجية فى كسر المقاومة خاصة مع المقاومة الرأسية تصبح هناك ضرورة للمتابعة المستمرة لحالة الآفة pest's status عن طريق البرامج الديناميكية للتربية وتطوير نباتات مهندسة (محورة) وراثياً transgenic plants للإمدادات الوقتية بأصناف جديدة للمقاومة عند الحاجة إليها. ويبدو أن إستخدام المقاومة الأفقية لا تمثل تلك المخاطر ومع ذلك ينصح بالإستمرار فى تقييم عشيرة الآفة.

ب- تكامل المقاومة النباتية مع السياسات الأخرى

Plant resistance integrated with other tactics

ربما تكون مقاومة المحصول للحشرات من وجهة نظر المزارع الطريقة الأسهل والأكثر تأثيراً والإقتصادية لمكافحة الآفات الحشرية والأمراض. وهى تتطلب إضافات تكنولوجية أقل ولا تخلق مخاطر بيئية كما أنها عموماً تنسجم مع الطرق الأخرى لمكافحة الآفات فإستخدام الأصول الجذرية الأمريكية المقاومة للفلوكسرا *(Phylloxera vitifolia)* التى إكتشفت فى ١٨٧٠ مازالت الوسيلة الرئيسية لمكافحة آفة أصناف العنب الأوروبى *Vitis vinifera*. والمستوى العالى للمقاومة مثير جداً ومفيد فى حفظ عشائر الآفة عند مستويات منخفضة. ولقد غير إستخدام الأصناف المقاومة من القمح لذبابة الهسيان وذبابة الساق المنشارية تلك الآفات من آفات خطيرة إلى آفات قليلة الأهمية minor pests وتجنب خسارة سنوية للمحصول تقدر بـ ١٠ مليون دولار فى الولايات المتحدة فقط.

معروف أن الأصناف المقاومة تؤثر فى الخفض التراكمى cumulative reduction فى أعداد الآفات عندما تقارن بالأصناف الحساسة وتشكل مكون هام فى أى برامج لإدارة الآفات. وقد تحسن الأصناف المقاومة فاعلية المبيدات الحشرية وتجعل هناك إمكانية لعدم إستخدامها أو تقليل المعاملات بها مما تمنع أو تقلل من المتبقيات الغير مرغوبة أو التأثيرات الجانبية. إن قيمة النباتات المقاومة لا يمكن تقييمها تماماً فيما عدا القول أنها يمكن أن توفر كثير من ملايين الدولارات سنوياً.

إن المقاومة النباتية متاحة فعلياً للمزارعين دون تكلفة ويمكن أن يوجه المزارعين مصادر الصرف إلى أوجه أخرى مرغوبة. كما تنتشر الأصناف المقاومة بسرعة دون الحاجة إلى مجهود مكثف من الإرشاد الزراعى. وربما السمة الأكثر جذباً فى إستخدام الأصناف المقاومة للآفات تشاهد فى المحاصيل التى تزرع فى البلاد النامية حيث لا تحتاج لمهارة فى مكافحة الآفات كما لا تتطلب نقود من قبل المزارع لاستثمارها فى مكافحة الآفات. علاوة على ذلك ــ يبدو أن تنمية الأصناف المقاومة أقل تكلفة من إنتاج مبيدات جديدة للآفات. وفى بعض الحالات قد يكون كل المطلوب هو مقاومة جزئية. وفى الحقيقة ــ يظن أن المقاومة الجزئية ذات قيمة حيث الضغط الإنتخابى التى تفرضه على عشائر الآفة يكون أقل فتقلل من ظهور الأنماط البيولوجية الكاسرة للمقاومة.

إن اتباعد الأساسية فى إدارة الآفات هى الحلول الطويلة الأمد لمشاكل الآفات التى تعتمد على عدة حياسات متجانسة. ويمكن أن تصلح المقاومة النباتية كمكون لوسيلة ممتازة بسبب إنسجامها عادة مع مبيدات الآفات وأحياناً مع عناصر المكافحة البيولوجية.

المقاومة النباتية مع المبيدات الحشرية هى أحد التوليفات الهامة. فمن الشائع عادة أن مستويات المقاومة النباتية بمفردها غير كافية لتجنب الفقد الإقتصادى من الآفات الحشرية. ويمكن أن يحقق الجمع بين المقاومة النباتية والجرعات المنخفضة للمبيدات فى التوقيت المناسب ضغط كاف على الحشرة ويقلل فى نفس الوقت من كمية المبيدات الحشرية المطلوبة عند غياب الأصناف المقاومة مثل هذه الحالة كانت مع إستخدام

الذرة الحلوة المقاومة (1-81 ubx-471) والمبيدات الحشرية ضد دودة كيزان الذرة فى جورجيا. ووجد أن إستخدام الصنف المقاوم مع المبيد الحشرى أدى إلى حماية قدرها ٩٣% مقارنة مع ٨٦% للمعاملة بالمبيدات الحشرية باستخدام صنف حساس و٧٨% فى الصنف المقاوم دون معاملة بالمبيدات.

رغم أن المقاومة النباتية والأعداء الطبيعية ليست دائماً متجانسة إلا أن تكاملهم كان مؤثراً فى بعض الحالات. فلقد أشارت الدراسات النظرية أنه حتى مع حالات الخفض البسيط فى معدل نمو عشيرة الآفة فإن التغذية على النباتات المقاومة ستسمح بزيادات معنوية فى فعل العدو الطبيعى. وثبت هذا مع الأصناف المقاومة من السورجم والشعير ضد المن الأخضر greenbugs. حيث عززت الأصناف المقاومة التأثير الخافض للطفيل *Lysiphlebus testaceipes* على المن بعده أضعاف مما على النباتات الحساسة.

سبب التأثيرات التكاملية وأحياناً التنشيطية للمقاومة النباتية والأعداء الطبيعية غير معروف عادة. قد يشترك فى ذلك فى بعض الحالات مواد التمثيل النباتية الثانوية secondary plant metabolites. فبعض هذه الكيماويات تدخل فى روائح جسم الآفة وتكتشف روائح الجسم هذه بواسطة الأعداء الطبيعية وتستخدم فى الاهتداء إلى عوائلها. وفى بعض الحالات الأخرى قد تنجذب الأعداء الطبيعية مباشرة لهذه الكيماويات "زيوت طيارة" فتجد ضحاياها أو عوائلها. علاوة على ذلك قد يطيل النبات المقاوم الأطوار الحساسة للعائل الحشرى فيعطى ذلك وقت وفرصة أطول للطفيليات لكى تهتدى وتتطفل على الآفات فى أطوارها المناسبة.

ومع ذلك ــ يجب أن نذكر هنا أن بعض الخصائص الكيماوية للنباتات المقاومة سواء المورفولوجية منها أو الكيماوية قد تكون ضارة للأعداء الطبيعية. وفى هذه الحالة قد يتغير الإستخدام النهائى لمثل تلك الأصناف. ويجرى فى المراكز البحثية الآن كثير من الأبحاث لتفهم العلاقات بين الأعداء الطبيعية وعوائلها الحشرية والنباتات التى تتغذى عليها تلك الحشرات plant-insect-natural enemy relationships والتى يطلق عليها بتفاعلات التغذية الثلاثية tritrophic interactions. ومثل هذه الأبحاث ستحرز من قدرتنا فى تصميم وإنتاج الأصناف الجديدة الأكثر مقاومة والأكثر انسجاماً مع البيئة.

جـ- المقاومة النباتية كوسيلة أولية فى إدارة الآفات الحشرية

Plant resistance as a primary tactic in insect pest management

لقد سبق فى سياق الحديث ذكر كثير من مميزات المقاومة النباتية كوسيلة أولية فى إستراتيجيات إدارة الآفات الحشرية ومن أهم المميزات الفاعلية والاختيارية ضد الآفات الحشرية والثبات النسبى الطويل والتجانس مع الوسائل الأخرى والأمان للإنسان والبيئة. علاوة على ذلك يمكن أقلمة الأصناف النباتية لأنظمة إنتاج المحاصيل بسهولة وبصورة إقتصادية لتؤدى إلى مكاسب قصيرة وطويلة الأجل.

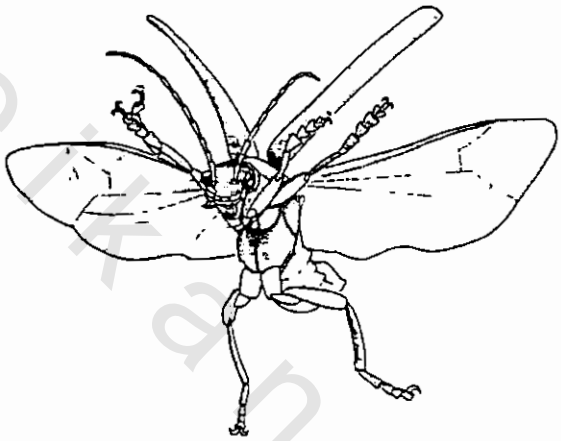
رغم أن مكاسب تنمية وإستخدام النباتات المقاومة تفوق عيوبها إلا أنه يجب ذكر بعض من أهم قيودات هذا الإتجاه. إثنان منهم تتطلب الوقت اللازم لتنمية الأصناف المقاومة ثم المشاكل مع الأنماط البيولوجية.

فقد يصل الوقت المطلوب لتنمية أصناف مقاومة جديدة من ١٥-٢٠ سنة كما وضح مع بعض أصناف القمح. وقد يتطلب ذلك وقت أكثر مع النباتات الخشبية. وهذا الوقت يعتبر طويل عند مقارنته مع وقت يبلغ ٦-٩ سنوات مطلوبة لتسجيل المبيد الحشرى. ومع ذلك ــ يمكن أن يقل وقت تكوين المقاومة بشدة عند زيادة معدل الإعتمادات المالية والأنشطة البحثية. بالإضافة إلى ذلك أمكن تطوير طرق جديدة للإنتخاب والتربية والتى يتوقع خفضها لهذا الزمن كثيراً. كما يتوقع أن تساهم التطورات المستمرة فى البيوتكنولوجى فى تقليل زمن تكوين المقاومة.

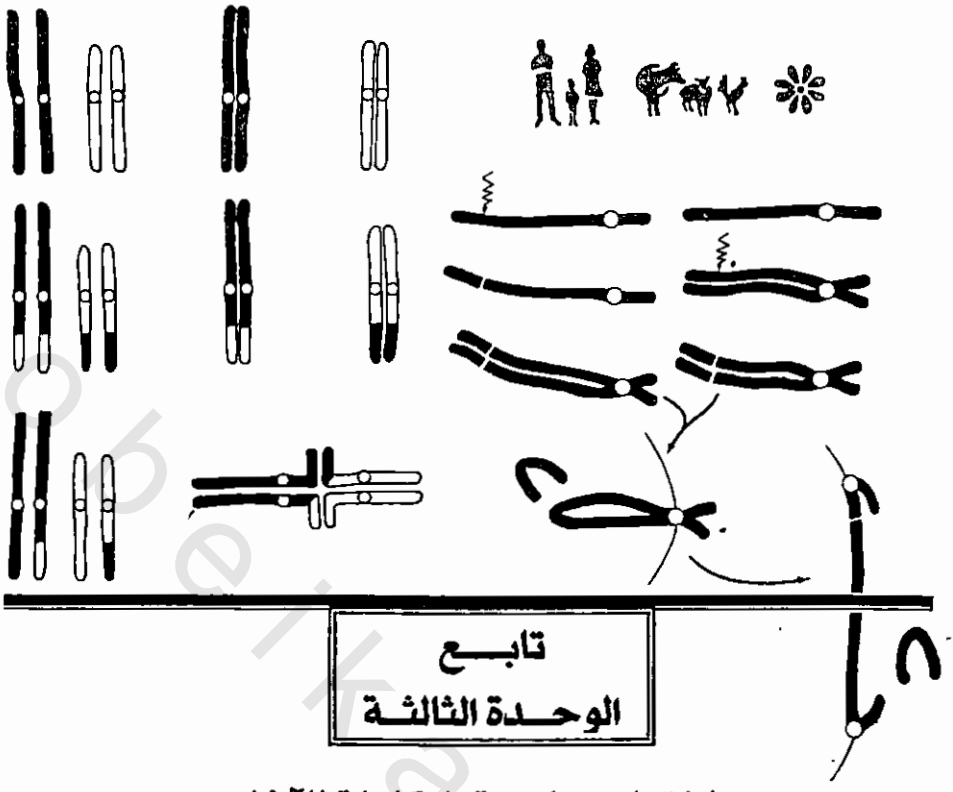
المشكلة الثانية الخاصة بالأنماط البيولوجية هامة على وجه الخصوص مع إستخدام المقاومة الرأسية ومثل هذا التأثير الجانبى ذات أهمية أكبر مع الكائنات الدقيقة الممرضة على الحشرات. فلقد إستطاع علماء الحشرات وتربية النباتات ــ فى معظم الحالات ــ التغلب على خطورة هذه المشكلة عن طريق برامج التربية الديناميكية. وعلى النباتات المهندسة وراثياً أن تحدث بالمثل اختلافاً هنا.

تشمل القيود الأخرى فى المقاومة النباتية للحشرات أحياناً صفات زراعية رديئة للأصناف المقاومة وتعارض فى صفات المقاومة بين أنواع الآفات المختلفة بمعنى أن صفة المقاومة لحشرة ما قد تكون جاذبة لحشرة أخرى. فالزغب فى فول الصويا ــ

على سبيل المثال ــ كان الميكانزم الأساسى للمقاومة ضـــد نطـــاط أوراق البطـــاطس *Empoasca fabae* وينبه هذا السطح الشعرى فى نفس الوقت وضـــع البيـــض لـــدودة البرسيم الخضراء *Plathypena scabra*. ولأخذ القرار فى حالة تعارض الصفات يجب أن يوزن التأثير النسبى لأحد الآفات مع الآفات الأخرى. ففى المثال الســـابق نجـــد أن الضرر الذى يحدث بواسطة نطاط أوراق البطاطس أكثر كثيراً مـــن ديـــدان الكرنـــب الخضراء لذا مكافحة الآفة الأولى تكون مفيدة أكثر.



- لاأعتقد وجود حشرات مقاومة - لماذا تسأل؟



تابـــع
الوحـــدة الثالثـــة

إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات

الفصل العاشر: المكافحة الوراثية

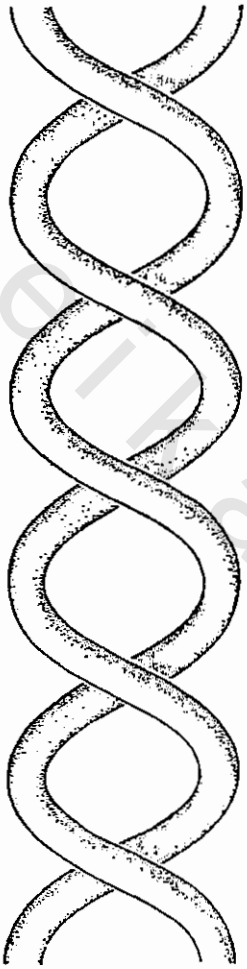
يتعرض الفصل بإيجاز شديد إلى المكافحة الوراثية التى يمكـــن أن تدخـــل كـــأحد إختيارات إدارة الآفات الحشرية إذا كانت ظروف البلد مهيئة لذلك ويبـــدأ بعـــرض لطريقة الحشرات العقيمة التى تتعرض للخلفية النظرية ــ الأداء العملـــى وطـــرق التعقيم ثم مراحل إطلاق الحشرات العقيمة ثم يقدم الـــبرامج المســـتخدمة ومنـــها برامج الديدان الحلزونية ــ ذباب الفاكهة الإستوائى ــ ذباب الفاكهة فى أمريكـــا ــ ذباب البصل فى هولندا ثم برامج فى مرحلة الدراسة ومنها الخنفساء الأوروبيـــة ــ ذبابة الكرز ــ ذبابة فاكهة البحر المتوسط ــ فراشة الكودلنج ــ فراشة العنب. ثم عرض لمتطلبات وحدود برامج الحشرات العقيمة ثم تطرق الفصل للجزء الثانى من المكافحة الوراثية عن الأساليب الوراثية الأخرى ومنها الهجن العقيمة ــ عـــدم التوافق السيتوبلازمى ــ إعادة الترتيب الكروموســـومى ــ الطفـــرات الحساســـة للحرارة ــ توريث العقم ــ ميكانيكيات الدفع الميوزى ــ إستبدال العشائر الحشرية ــ إستخدام طرق الوراثة الجزيئية وينتهى الفصل بقيود طرق المكافحة الوراثية.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل العاشر: المكافحة الوراثيـــة

Genetic control



يعتبر هذا الشكل من المكافحـــة حديـث العهد نسبياً فى علم الحشـــرات الإقتصاديـة. ويشمل إستخدام الإفساد أو الإضعاف الوراثـى فى الآفات لتحديد تكاثر وحياة الأفـــراد التـى تنتمـــى إليـــها own species فـــى العشـــائر الطبيعية. ويتطلب إستخدام المكافحة الوراثيـة فى كثير من الحالات إنتاج الآفـــات بكميـات ضخمة فى المعمل لكى تنطلق بين عشـــائرها البرية فى الحقل وتـــتزاوج مـع الحشـرات الطبيعية دون أن ينتج عن هذا التزاوج ذريـة أو يؤدى هذا التزاوج إلى خفض فـــى لياقـة الذرة مثل إنتاج ذرية عقيمة أو ذرية تفشل فى الـــتأقلم المناسب مـــع البيئـــة... الـــخ. لقـد تطورت أساليب إستخدام المكافحـــة الوراثيـة تدريجياً منذ نحو ١٩١٦ إلى أن حققت الكثـير من النجاح ومـــازال الطريـــق مفتـــوح أمـــام الإختيارات المتعددة فيها.

أساليب المكافحة الوراثية إختيارية للآفة Pest selective ويهدف معظمها لخفـض العشائر الحشرية بتقليل القوى التكاثرية وهى تشمل بعض الإجـــراءات الغـير عاديـة المبتكرة فى تكنولوجى الآفات الحشرية. حيث تستخدم الحشرات الضارة ضـــد أفـراد نفس أنواعها لخفض مستويات عشيرتها ولهذا السبب يطلق عليـــها أحيانـاً بالمكافحـة الذاتية autocidal control ومن أهم أساليبها طريقة الحشرات العقيمـة sterile-insect technique أو SIT.

لقد لاقى الـ SIT الدفعة الرئيسية من عمل E.F. Knipling الحشـــرى بـــوزارة الزراعة الأمريكية فى أواخر سنة ١٩٣٠. وبدأت طريقة الحشرات العقيمة بإســـتراتيجية إحلال التزاوجات الطبيعية فى العشيرة بأخرى غير خصبه . غير يحدث العقم. ويـــهدف أساس التعقيم إلى إغراق العشيرة بأزواج عقيمة sterile mates تبحث عن وتتزاوج مع الإناث الطبيعية. وينتج عن هذا الـــتزاوج بيـــض غـــير مخصـــب "ميـــت inviable" فتتناقص العشيرة بإستمرار إطلاق الذكور العقيمة. ومع حدوث نقص فى العشيرة تـــزداد نسبة الذكور العقيمة إلى الذكور الطبيعية حتى تختفى تماماً الذكور الطبيعية وتنقـــرض العشيرة عند الوصول إلى هذه النقطة لغياب الذرية. وبالتالى فـــإن الـــهدف الرئيســـى للـــ SIT فى معظم الحالات هو الإستئصال وليس الخفض فى العشيرة كما هو الحـــال فى إدارة الآفات الحشرية.

لقد طور الـــ SIT بأفكار أخرى تؤكد على التداولات الوراثية لعشيرة الآفة وفـــى حين يتضمن تكنيك الحشرات العقيمة التنافس بين الذكور الطبيعيـــة والعقيمـــة تشـــمل الإتجاهات الأخرى التنافس بين الجاميطات (عادة السائل المنـــوى sperm) للحشـــرات الطبيعية والحشرات التى حدث تغير فى مادتها الوراثية mutant insects. ويطلق على هذه الإتجاهات مجتمعة بالمكافحة الوراثية genetic control. وتركز المكافحة الوراثيـــة على تغير التركيب الوراثى genetic makeup للآفات بطريقة: (١) تنتج عقماً فى الذرية (٢) تخفض الخصوبة (٣) تخفض فى الحياة تحت الظروف البيئية العادية.

رغم أننا سنركز ونتناول الـــ SIT بشئ من التفصيـــل وبطريقـــة منفصلـــة عـــن الأساليب الوراثية الأخرى إلا أن كثير من المؤلفين يجمعـــوا الأســـاليب كلـــها تحـــت المكافحة الوراثية. وترجع أسباب الجمع إلى اشتراك العناصر الوراثية ــ الجاميطـــات ــ فى كل الاتجاهات. ورغم ذلك فإنه من المناسب التمييز فيما بينـــهم حيـــث لازالـــت الطرق الوراثية الأخرى لحد كبير نظرية.

ويمكن تلخيص خصائص طرق مكافحة الآفات الوراثية خاصة الـــ SIT و IIT (طريقة الحشرات الغير متجانسة Incompatible insect technique) بأنـــها طـــرق سليمة موثوق بها أيكولوجياً ecologically sound techniques متخصصـــة للنـــوع species specific وليس لها تأثير سلبى على المكونات الأخرى فى البيئـــة الزراعيـــة

التى تستخدم فيها. وهى طرق ذات تقنية عالية تعقيدها يجعلها فوق نطاق إمكانية المزارع الفرد. لذا تقوم الهيئات الحكومية عادة بإعدادها وتنظيم إمكانياتها وإستخدامها رغم أن هناك أمثلة لبرامج أجريت بواسطة شركات خاصة عن طريق تعاقد بين تلك الشركات ومستوى المزرعة مثل برنامج ذبابة البصل *Deila antique* فى هولندا.

أولاً: طريقة الحشرات العقيمة Sterile-insect technique (SIT)

يمكن اعتبار الـ SIT كوسيلة إستراتيجية طويله الأمد أو خفض أفى على نطاق واسع بسبب أنها مستقلة عن اعتبارات الموسم ــ إلى الموسم والمحصول ــ إلى المحصول. وقد يكون هذا أحد أسباب تواجد برامج SIT خارج أوروبا رغم الجهود الكبيرة لإستخدامها فى أوروبا. فالزراعة المركزية الأوروبية بمزارعها الصغيرة نسبياً واستقلالية وفردية مزارعيها لم تهيئ الظروف المناسبة لتطوير إستراتيجيات النطاق الواسع للمكافحة المركزية للآفات رغم أن ذلك قد يتغير فى المستقبل. وفى الحقيقة ــ تجرى برامج SIT الفعلية فى الوقت الحاضر فى أمريكا واليابان على نطاق فوق قومى supranationalأى دون تقيد بحدود الإستئصال كما فى حالة الدودة الحلزونية وذبابة فاكهة البحر المتوسط أو لإجراءات حجرية وقائية قومية national preventive quarantine measures لحماية المناطق الزراعية الرئيسية ضد دخول آفات جديدة مثل البرامج الخاصة بذبابة الفاكهة المكسيكية *Anastrepha ludens* ودودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypiella* فى كاليفورنيا.

أ- الخلفية النظرية للـ SIT: SIT theoretical background

يمكن توضيح الخلفية النظرية لإتجاه الـ SIT بعدد من الموديلات البسيطة مثل الجداول التى وضعها Knipling لبيان سلوك أعداد العشيرة بمفردها وسلوكها عندما تتعرض لإطلاقات الحشرات العقيمة. التمثيل الملائم لهذه الموديلات عبارة عن عشيرة إفتراضية ذات نسبة جنسية ١: ١ (أنثى: ذكر) وتتضاعف خمس مرات كل جيل ويبين الجدول رقم (٩) النمو الأسى للعشيرة وهذا النمط البسيط للعشيرة غير منتشر فى الطبيعة للعوامل التى تعتمد على الكثافة والعوامل التى تعمل عشوائياً الغير معتمدة على الكثافة وتستعمل هنا فقط لأغراض التوضيح.

جـــــدول (٩): إتجاه لعشيرة إلتراضية تنتج كل أنثى فيها ستى من خمس إناث كل جيل (النسبة الجنسية ١ : ١).

الجيـــل	عدد الإناث فى وحدة المساحه	لعدد الإجمالى فى العشيره
١	١,٠٠٠,٠٠٠	٢,٠٠٠,٠٠٠
٢	٥,٠٠٠,٠٠٠	١٠,٠٠٠,٠٠٠
٣	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠,٠٠٠
٤	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠,٠٠٠
٥	٦٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١,٢٥٠,٠٠٠,٠٠٠

إذا تعرضت نفس العشيرة السابقة لإطلاقات من ٩ مليون ذكر عقيم كل جيل كمـــا هو واضح فى الجدول رقم (١٠) سنجد أن الأعداد ستتأصل بعـــد الجيـــل الخـــامس. ويرجع الإستئصال إلى أنه فى كل مرة سيتزاوج ذكر عقيم مع أنثى طبيعية يمنعها هـــذا الزواج من وضع بيض مخصب. لذا ١٠% فقط فى الجيل الأول (١٠٠,٠٠٠) من مليـــون أنثى تزاوجت مع ذكور طبيعية. وبالرغم من أن هذه الإناث زادت فى أعدادهـــا خمسة أضعاف إلا أن العشيرة تبدأ فى الإتجاه إلى الهبوط. وبسبب إستمرار إطلاق نفس العدد من الذكور العقيمة زيادة فى معدل الهبوط بسبب تزايد نسبة الذكور العقيمـــة إلـــى الذكـــور العادية. وبكلمات أخرى ــ كانت غرامة أو قصاص التكاثر reproduction penalty التى وضعت على العشيرة كبيرة بدرجة لم تستطع العشيرة تحملها فهبطت أعدادها.

جـــــدول ١٠: إتجاه لعشيرة إفتراضية تعرضت لإطلاقات حشرات عقيمة

الجيل	عدد الإناث دون إطلاقات	عدد الذكور العقيمة المطلقة	عدد الإناث الخصبة	عدد الإناث الخصبة	عدد الإناث الخصبة
١	١,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٩	١٠٠,٠٠٠
٢	٥,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	١ : ١٨	٢٦,٣١٦
٣	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١٣١,٥٧٩	١ : ٦٨	١,٩٠٧
٤	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	٩,٥٥٣	١ : ٩٤٤	١٠
٥	٦٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	٥٠	١:١٨٠,٠٠٠	صفـــر

يظهر الأساس الأول لطريقة الحشرات العقيمة فى هذا المثال البسيط: وهـــو أنـــه يجب أن يكون العدد الأولى للإطلاقات العقيمة كبير بدرجة كافية للتغلب علـــى التكـــاثر لكى يبدأ إتجاه العشيرة فى الهبوط وكلما كانت نسبة الذكـــور العقيمـــة إلـــى الطبيعيـــة sterile-to-normal-male ratio أعلى كلما كانت هناك سرعة فى إستئصال الآفة. ولـــو أطلقنا على سبيل المثال فى البداية ٤ مليون ذكر عقيم فى كل جيل ســـنجد أن العشـــيرة ستستمر فى النمو وتصبح الطريقة أقل كفاءة مع الوقت ولن تســـتأصل الآفـــة. ومـــن الناحية النظرية ـــ يجب أن تكون النسبة الأولية للذكور العقيمة إلى الذكور العادية أكـــبر من قدرة الزيادة الحقيقية من جيل لآخر لكى تكون مؤثرة وبكلمات أخرى ـ إذا كـــانت العشيرة تزداد بعامل يقدر بخمسة أفراد إناث لكل أنثى فإن النسبة يجب أن تكون أكـــبر من ٥: ١ لزيادة التأثير. ومع ذلك قد يكون هناك حاجة لمضاعفة نسبة عـــامل الزيـــادة لتعويض العوامل الوراثية والبيئية.

يمكن مراجعة قيمة طريقة الحشرات العقيمة ـــ على الأقل نظرياً ـــ بمقارنة المثـــال الإفتراض مع إستخدام أسلوب آخر للإدارة مثل تطبيقات المبيـــدات الحشـــرية. دعنـــا نفترض أن تطبيق المبيد الحشرى كل جيل ضد عشيرة الآفة يسبب ٩٠% خفـــض فـــى أعدادها. نتائج التطبيق الموضحة فى الجدول رقم (١١) تشير إلـــى أن رغـــم تنـــاقص العشيرة بالمبيدات الحشرية لا زال هناك متبقى للعشيرة بعد الجيل الخامس. وإذا توقـــف الرش فى هذا الوقت سترتد مرة أخرى عشيرة الآفة. بينما فى حالة طريقة الحشـــرات العقيمة ستستأصل العشيرة تماماً ويمكن أن يتوقف البرنامج بعد ذلك.

جـــدول (١١) إتجـــاه عشيرة افتراضية عندما تقارن الإطلاقات العقيمة بالمعاملة بمبيد حشرى

عدد	عدد الإناث دون المعاملة	عدد الإناث مع إطلاقات عقيمة٩ : ١	عدد الإناث فى حالة مبيد حشرى يقتل ٩٠% من الأفراد
١	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠
٢	٥,٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠
٣	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٣١,٥٧٩	٢٥٠,٠٠٠
٤	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٩,٥٣٥	١٢٥,٠٠٠
٥	٦٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٥٠	٦٢,٠٠٠
٦	٣,١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	صفر	٣١,٢٥٠

فى المثال السابق هناك أساس هام وهو أن الأساليب الأخرى مثل تطبيق المبيدات الحشرية تميل لأن تكون أقل فاعلية عندما تتناقص الأعداد بينما تصبح طريقة الحشرات العقيمة أكثر كفاءة مع الأعداد الصغيرة. وبالعكس تكون المبيدات الحشرية أكثر كفاءة عندما تكون العشائر كبيرة. لذا تتمثل الإستراتيجية الملائمة فى عمل تكامل لتطبيقات المبيدات الحشرية مع إطلاقات الذكور العقيمة فى برامج الإستئصال. فى هذه الإستراتيجية ــ يجب أن يطبق المبيد الحشرى أولاً لإحداث خفض أولى فى أعداد العشيرة يتبعه إطلاقات متتابعة للذكور العقيمة. وكما يتضح من الجدول رقم (١٢) تناقصت عشيرة الآفة بسرعة جداً عند عمل تكامل بين المبيدات وطريقة الحشرات العقيمة مقارنة مع طريقة إطلاقات الحشرات العقيمة بمفردها.

جدول (١٢) إتجاه عشيرة إفتراضية تستخدم ضدها المبيدات يتبعها إطلاقات لحشرات عقيمة

الجيل	عدد الذكور العقيمة المطلقة	دون مبيدات حشرية		مع بداية التطبيق مبيد حشرى قاتل لـ ٩٠% من الأفراد	
		عدد الإناث	نسبة الذكور العقيمة إلى الذكور الطبيعية	عدد الإناث	نسبة الذكور العقيمة إلى الذكور الطبيعية
١	٩,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١ :٩	١٠٠,٠٠٠	١ :٩٠
٢	٩,٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	١ :١٨	٥,٤٩٥	١ :١,٦٣٨
٣	٩,٠٠٠,٠٠٠	١٣١,٠٠٠	١ :٦٨	١٧	١ :٥٢٩,٤١٢
٤	٩,٠٠٠,٠٠٠	٩,٥٣٥	١ :٩٤٤	صفر	
٥	٩,٠٠٠,٠٠٠	٥٠	١ : ١٨٠,٠٠٠		
٦	٩,٠٠٠,٠٠٠	صفر			

وضع Krafsur والعاملين معه موديل حسابى لطريقة الحشرات العقيمة كما يلى:

$$Wn+1 = [(Wn\, x \frac{Wn}{Wn+(RxC)}) + M]x]$$

حيث:

W = عدد الأفراد البرية لجنس sex ما (الـ W الأولى للإناث الواضعة للبيض والأخريات للذكور)

n = عدد الأجيال

R = عدد الذكور العقيمة عند الإطلاق

C = التنافس (إذا كان تنافس الذكور العقيمة عند الإطلاق مساو للذكور البرية فإن هذه القيمة تساوى ١,٠).

M = عدد الإناث المهاجرة إلى المنطقة والملقحة بمنى خصب ولا ترغب فى التزاوج.

I = المعدل المؤثر لتزايد العشيرة.

فى المعادلة السابقة ــ إذا كانت R ثابتة خلال الأجيال المتتابعة سيتواجد خفض سريع لأعداد العشيرة تجاه الإستئصال كما تتحسن نسبة R: W مع الإطلاقات المتتابعة. بينما لن يتحقق إستئصال إذا (١) M لم تكن صفر (٢) أو تزداد I بسبب عوامل الكثافة المعتمدة density dependent factors (٣) أو تتناقص C بسبب أن الذكور المطلقة تفشل دائماً فى الاهتداء إلى العشائر البرية.

ب- حالات التطبيق Circumstances for application

هناك عده حالات يصلح معها إستخدام الحشرات العقيمة:

(١) ضد الآفات المستقرة جداً well-established وعندما تصل إلى مواضع منخفضة جداً فى دورات كثافاتها العددية سواء فى فصل النمو أو بين الفصول (٢) ضد الآفات الحديثة الدخول أو آفات مستقرة إنتشرت فى أماكن جديدة (٣) مع وسائل أخرى مثل المبيدات الحشرية والإجراءات الزراعية التى تسبق إطلاقات الحشرات العقيمة (٤) ضد عشائر حشرية منعزلة مثل العشائر التى فى الجزر أو ظروف أخرى مشابهة. وفى جميع الحالات يجب أن يكون البرنامج كبير بدرجة تسمح بالنجاح الكامل.

ويجب توافر عدد من المتطلبات قبل تطبيق الـ SIT.

١- يجب أن يشكل النوع المستهدف آفة هامة ذات تأثير معنوى على الإقتصاد أو الصحة العامة.

٢- يجب توفر معلومات عميقة عن إيكولوجى وبيولوجى وسلوك الآفة المستهدفة.

٣- يجب أن تكون هناك إمكانية لتعقيم أفراد نوع الآفة وأن تكون تلك الأفراد قادرة على التنافس مع نفس أفراد نوعها البرية.

٤- يجب تطوير ووضع تقنيات خاصة للتربية الصناعية لتداول والإطلاق لا تؤثر على نوعية الحشرات المستخدمة.

٥- يجب توفير إجراءات ضبط النوعية quality control procedures لمتابعة وتصحيح التدهور الذى قد ينتج عن التربية الغير كافية أو إجراءات التداول.

جـ- تعقيم الحشرات فى العشيرة الطبيعية

Sterilizing insects in a natural population

لقد تقدمت فكرة تعقيم الحشرات فى العشيرة الطبيعية منذ عدة سنوات ماضية عندما وجد أن كيماويات معينة يطلق عليها بالمعقمات الكيماوية chemosterilants ذات تأثير هام فى هذا الخصوص. واتبع إكتشاف هذه الكيماويات عدم تشجيع لتقدم آخر فى هذا الإتجاه نتيجة إرتباطها مع مخاطر غير مقبولة لصحة الإنسان وللبيئة. ورغم أن الطريقة لم تتاح عملياً وأن التقدم فيها فى المستقبل يمكن أن يغير من إمكانية قبول هذه الكيماويات إلا أنه من الملائم طرح تفسير مختصر لهذه الفكرة.

يجب عدم الخلط بين طريقة تعقيم الحشرات فى العشيرة الطبيعية مع طريقة إطلاق الحشرات العقيمة. ورغم أن العقم sterility مشترك فى الحالتين إلا أن ميكانزم الخفض فى كل حالة مختلفة تماماً. فبينما التزاوج مطلوب لخفض العشيرة فى برامج إطلاق الحشرات العقيمة sterile – insect release programms نجد أن معدلات تكاثر العشيرة تنقص مباشرة بواسطة تعقيم الأفراد فى العشيرة الطبيعية sterilization of individuals in the natural population. فى الحالة الأخيرة ــ يتم تعقيم كلاً من ذكور وإناث العشيرة ولا تضيف العشيرة أفراداً إلى الجيل التالى والطريقة فيما يخص القدرة التكاثرية تشبه قتل العشيرة. علاوة على ذلك ــ يمكن للأفراد العقيمة التى تظل نشطة أن تتزاوج مع أفراد العشيرة التى لم تعقم فيحدث نقص آخر مؤثر وهام. وتسلك الظاهرة الأخيرة سلوك طريقة الإطلاق ويطلق على هذا الإتجاه بالتأثير الإضافى bonus effect.

لتحقيق التأثير الإضافى ــ يجب ألا تؤثر طريقة التعقيم "الكيماوية" على سلوك التزاوج وتنافس الحشرات العقيمة. وفى الحقيقة ــ ما لم يحتفظ بالمستوى العالى للتنافس فإن تعقيم الأفراد فى العشيرة الطبيعية سيماثل نفس التأثير على التكاثر الذى يشابه قتل الأفراد بمبيد حشرى. وعلى العكس ــ نظرياً الحشرات العقيمة ذات القدرة التنافسية الكاملة سيكون لها القدرة فى خفض التكاثر فى الأفراد الطبيعية للعشيرة بنسبة أعداد الحشرات العقيمة. على سبيل المثال ــ إذا تم تحقيق ٩٠% تعقيم فى العشيرة ستكون النسبة مشابهة لنسبة الموت من المبيد الحشرى. ومع ذلك ــ وعلى خلاف المبيد الحشرى ستحدث الأفراد العقيمة التكاثر خفضاً إضافياً بنسبة ٩٠% فى ١٠% من الإناث الطبيعية الباقية. والمثال الإفتراضى للخفض السريع للعشيرة الذى يمكن تحقيقه مع معقم كيماوى فعال مع مقارنة بالمبيدات الحشرية وإطلاقات الذكور العقيمة مبين بالجدول رقم (١٣).

جدول (١٣) إتجاهات عشيراة إفتراضية للمقارنة عند تعرضها لمبيد حشرى أو إطلاق ذكور عقيمة أو تطبيق لمعقم كيماوى

الجيل	عدد الإناث عند التعرض لمبيد حشرى يقتل ٩٠% من الأفراد	عدد الإناث مع إطلاقات عقيمة ١: ٩	عدد الإناث مع معقم كيماوى ينتج ٩٠% تعقيم
١	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠
٢	٥٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠
٣	٢٥٠,٠٠٠	١٣١,٥٧٩	٢,٥٠٠
٤	١٢٥,٠٠٠	٩,٥٣٥	١٢٥
٥	٦٢,٥٠٠	٥٠	٦
٦	٣١,٢٥٠	صفر	صفر

إختبرت طريقة تعقيم الحشرات فى بيئتها الطبيعية feral insects على نطاق عالمى واسع وإنصب معظم البحث فى هذا الإتجاه على الذباب المنزلى *Musca domestica* وعدة أنواع من الباعوض (Diptera, Culicidae) فى مناطق منعزلة. وفى

دراسات الذباب المنزلى أضيفت المعقمات الكيماوية مع طعوم مختارة لتعظيم تعرض الكائنات المستهدفة وتقيل المخاطر فى الأنواع الأخرء ى قطاعات الدراسة بإستخدام المعقم الكيماوى TEPA فى طعم حبيبى bait gra (٦٧% دقيق ذرة، ١٥% سكر، ١٥% لبن بودرة، ٢,٥% بودرة بيض، ٠,٥% TEPA) تم إستئصال الذباب المنزلى حول مقلب نفايات فى أحد مناطق فلوريدا خلال خمسة أسابيع. وهناك برنامج آخر أكثر طموحاً مع الذباب المنزلى تم فى جزيرة Grand Turk فى الـ West Indies سبب خفض كبير فى عشيرة الذباب. وإعتبر البرنامج ـ مع ذلك ـ متوسط النجاح لأنه لم يؤدى إلى إستئصال كامل للذباب.

مميزات تعقيم الأفراد فى العشيرة الطبيعية واضحة جداً. حيث يمكن تحقيق مستويات أعلى من الفاعلية مع التأثير الإضافى bonus effect عن ما يمكن تحقيقه بعناصر القتل المباشر مثل المبيدات الحشرية. بالإضافة الى إستبعاد كثير من عقبات طريقة إطلاق الحشرات العقيمة خاصة التكلفة والمهمة الكبيرة والصعبة أحياناً فى تربية أعداد ضخمة من الحشرات للإطلاق. ومع ذلك ـ تبقى مشكلة الوصول إلى عناصر معقمة فعالة آمنة التى يمكن تطبيقها فى البيئة. وإلى أن تحل هذه المشكلة لن نتوقع إستخدام مثل هذا الأسلوب من المكافحة.

د- طرق التعقيم Methods of sterilization

مفهوم المكافحة الذاتية autocidal control ذات أساس سليم لكن تطبيقه يعتمد كثيراً على إجراءات ناجحة لتعقيم الحشرات. وبدون ذلك كما نرى فى مفهوم تعقيم العشائر الطبيعية يصبح التقدم تجاه التطبيق بطئ جداً أو يتوقف تماماً. أثناء تطوير إتجاه تعقيم الحشرات وجد أن كلاً من التأين الإشعاعى وإستخدام الكيماويات يسبب تعقيم الحشرات ولكن إستخدام الإشعاع إستخدم بنجاح أكثر.

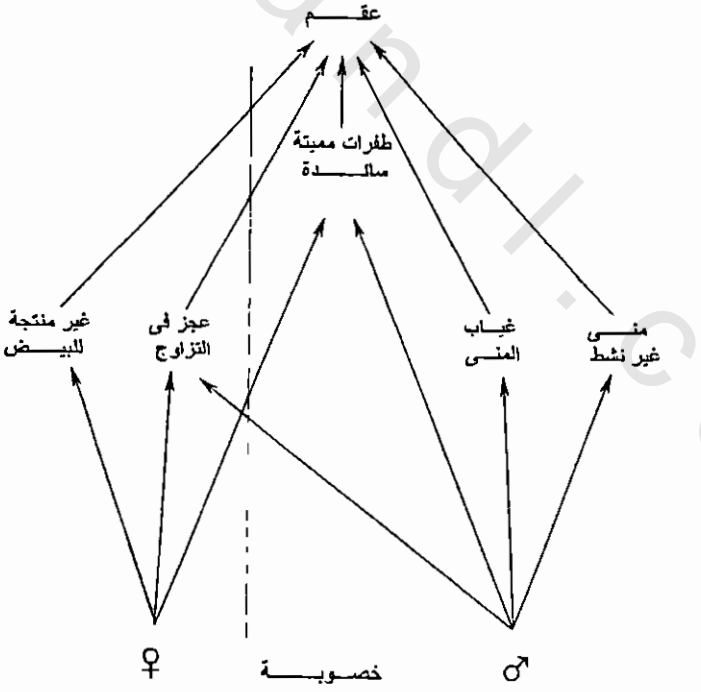
١- الإشعاع Ionizing radiation

إكتشفت التأثيرات التعقيمية لأشعة x-rays على الحشرات فى ١٩١٦ مع خنفساء السجائر *Lasioderma serricorne* وكانت أول شكل إشعاعى تم دراسته. أدت هذه الحالات مع دراسات أخرى بأشعة x سببت طفرات فى ذباب الدروسوفيلا

Drosophila melanogaster فى النهاية إلى إكتشاف R..C.Bushland أن عذارى الديدان الحلزونية *Cochliomyia hominvora* (Diptera: Calliphoridae) عندما تتعرض للأشعة قرب خروج الحشرات الكاملة يمكن أن ينتج عنها حشرات كاملة عقيمة ذات قدرة على التنافس للتزاوج مثل الذكور الطبيعية.

عقب الحرب العالمية الثانية والتقدم فى القنبلة الذرية أصبحت هناك إمكانية للعمل بكفاءة بالنظائر المشعة خاصة التى تنتج أشعة جاماً. وأوضحت الدراسات المتقدمة اختلاف قليل بين أشعة معينة لـ x وأشعة جاماً فى معاملة الحشرات. ومعظم البرامج التى تلت ذلك إستخدمت أشعة جاما بإستخدام الكوبلت أو السيزم cesium كمصدر للأشعة.

لقد لاقى الإشعاع المحدث للتعقيم كثير من الإهتمام وعلى وجه الخصوص الطرق المختلفة (شكل ٩١) التى عن طريقها يمكن إحداث العقم فى كلا الجنسان (Lachance – ١٩٦٧).



شكل ٩١: رسم تخطيطى يوضح المسببات المختلفة للعقم الحشرى

لتحقيق المكافحة يجب أن تنقل الذكور العقيمة الى الإناث منى يحوى طفرات سائدة مميتة dominant lethal mutations ذات قدرة منافسة تشابه الذى تنقله الذكور الطبيعية الغير معاملة. مثل هذا النمط من الطفرات غير مميت للمنى الذى تعرض للإشعاع ولكن يسبب موت للذرية progeny خاصة للزيجوت أو المراحل المبكرة للأجنة النامية. تعقم الحشرات أساساً فى البرامج الكبرى large-scale-programms بأشعة جاما مثل المنطقة من أحد النظائر للكوبلت المشع $^{60}C_o$ التى بواسطتها تنشأ طفرات سائدة قاتلة نتيجة لتكسر الكروموسومات وطفرات موضعية للـ DNA فى الخلايا المعاملة.

الهدف الرئيسى للإشعاع هو تعقيم الحشرات دون أن تتأثر كثيراً قدرتها للحياة والتزاوج وممارسة الوظائف الطبيعية فى الحياة. عملياً ـ يعرض كلا الجنسان للإشعاع وتعقم وتطلق لكن ليس للإناث العقيمة تأثير مرغوب على النتيجة النهائية. وبسبب اختلاف الأنواع فى جرعة الإشعاع المطلوبة لتحقيق التعقيم، لذا يجب إجراء دراسات معملية هامة خاصة بجرعات مختلفة على الأطوار الحشرية المختلفة لتحديد الجرعة المثالية للإشعاع optimal irradiation dose التى تحدث درجة تعقيم عالية وتجنب فى نفس الوقت الضرر الجسدى somatic damage: مثل الضرر على عضلات الطيران التى تسبب عدم القدرة على الحركة أو النزعة إلى خفض التزاوج أو خفض حدة الإبصار أو خفض طول العمر.

وجد فى كثير من الحالات أن طور العذراء هو الأكثر ملائمة للمعاملة بالإشعاع. فهذا الطور عادة أقل نشاطاً من اليرقات والحشرات الكاملة كما أن العذارى سهلة التداول ويمكن تعقيمها بجرعات إشعاع منخفضة نسبياً بعد تشكل معظم تراكيب الحشرات الكاملة. والجرعة المطلوبة للتعقيم فى الحشرات الكاملة عادة هى نفسها المطلوبة لتعقيم العذارى المتقدمة العمر ولكن عادة ما تكون الحشرات الكاملة صعبة التداول. وكلاً من البيض واليرقات حساسة للإشعاع ومستويات الإشعاع المطلوبة لإحداث العقم عادة ما تسبب موت مبكر أو إنتاج حشرات كاملة غير طبيعية. فى بعض الحشرات يتطلب تعقيم الإناث مستويات أعلى من الإشعاع عن الذكور. عموماً ـ الجرعات المطلوبة للتعقيم بالأشعة للحشرات أكثر كثيراً من تلك المطلوبة للثدييات.

هناك عدة إعتبارات تؤثر فى إختيار الجرعة النهائية للإشعاع فى برنامج الـ SIT:

أ- العمر الفسيولوجى للحشرة The physiological age of the insect:

للإشعاع تأثير عالى ضار للأنسجة أثناء تميزها أو نموها. لذا فإن الأطوار الغير كاملة ـ كما سبق القول ـ أكثر تأثراً بالإشعاع عن الحشرات الكاملة حيث تشكل الغدد التناسلية gonads والغشاء المحيط بالغذاء الخاص بالمعدة والأعضاء الرئيسية أو بالأنسجة التى تظهر نمواً مستمراً. ويحدث أقل ضرر جسدى عندما يحدث التعقيم فى الطور المبكر للحشرة الكاملة عن فى طور العذراء. ومع ذلك ـ هناك مشاكل تقنية كبرى مرتبطة بتداول ملايين الحشرات الكاملة (التبريد ـ المعدات الخاصة للإشعاع ـ الزمن الأطول للأطوار الكاملة) تجعل من تعقيم العذارى التامة النمو الطريقة الأكثر استخداماً على نطاق واسع.

ب- مستوى التعقيم المطلوب The level of sterility required

شكل المستوى العالى للتعقيم (٩٨-٩٩%) للحشرات ـ فى بداية تاريخ الـ SIT ـ متطلباً هاماً للحماية ضد المشاكل المتسببة عن المتبقى الخصب residual fertility للحشرات المطلقة. ومع ذلك ـ المتبقى الخصب فى الذكور لن يكون له تأثير معاكس على حجم الجيل التالى بشرط أن تكون الإناث العقيمة المطلقة معها عقيمة تماماً. وحيث أن الإناث (فى معظم الحالات) تتطلب جرعات إشعاعية أقل لتحقيق التعقيم الكامل على خلاف الذكور. لذا يؤخذ فى الاعتبار إستخدام جرعات خاصة فى تعقيم الذكور لزيادة قدرة الذكور التنافسية. فالذكور التى تبدى مستويات تعقيم نحو ٩٥% عند جرعات تعقيم الإناث تماماً تصبح تلك الجرعات ناجحة جداً فى برامج الـ SIT مثل فراشة الكودلنج *Laspeyresia pomonella* فى كندا.

جـ- الحساسية الإشعاعية المختلفة للآفات الحشرية:

Different radiosensitivities of insect pests

يمكن تعقيم معظم ثنائيات الأجنحة بجرعات أسفل ١٠ ك راد بينما تتطلب حرشفيات الأجنحة جرعات فى مدى ٣٠-٤٠ ك راد. ويوضح الجدول رقم (١٤) الجرعات التى طبقت على بعض الحشرات المختلفة.

جـــــدول (١٤) جرعات الإشعاع التى طبقت لبعض أنواع الآفات الحشرية الزراعية فى أوروبا التى إستخدمت فى برامج الـ SIT

الرتبـــــة	النـــــوع		الطور الذى تعرض للإشعاع	الجرعة (Krad)
ثنائية الأجنحة Diptera	ذبابة البصل	*Delta antiqua*	العـــذراء	٣,٠
	ذبابة الفاكهة	*Ceratitis Cpatiata*	العـــذراء	٨-٩
			الحشرة الكاملة	١٠
	ذبابة الكريز	*Rhagoletis cerasi*	الحشرة الكاملة	٩,٥
	ذبابة الزيتون	*Dacus oleae*	العـــذراء	٨,٠٠
غمدية الأجنحة Coleoptera	الدودة البيضاء	*Melolontha melolontha*	الحشرة الكاملة	٣,٣
حرشفية الأجنحة Lepidoptera	فراشة العنب	*Eupoecilia ambiguella*	العـــذراء	٣٠-٣٥
	فراشة الكودلنج	*Laspeyesia pomonella*	الحشرة الكاملة	٣٥

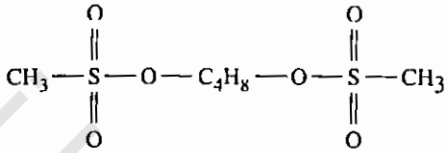
لم يفهم بعد أسباب حساسية الرتب المختلفة للجرعات المختلفة من الأشعة. وضعت نظريات فى هذا الخصوص ليس هنا مجال لسردها. ومع ذلك ــ تبلغ الجرعة اللازمة لتعقيم حرشفيات الأجنحة أربعة أضعاف الجرعة التى يمكن تطبيقها على ثنائيات الأجنحة وهذه الجرعة العالية ذات تأثير واضح على مستوى إحداث إضرار جسدى. وقد يشكل هذا أحد أسباب النجاح الأكبر للـ SIT ضد ثنائية الأجنحة عن حرشفية الأجنحة.

٢- التعقيم الكيماوى Chemosterilization

لقد سبق ذكر قدرة بعض الكيماويات على تعقيم الحشرات وبالإضافة إلى عوائق هذه الطريقة تمنع المعقمات الكيماوية انتاج إلجاميطات عند تطبيقها قبل بداية الإنقسام الميزورى meiosis. ولن نندهش من معرفتنا لهذا لو علمنا أن مثل هذه الكيماويات تمنع جميع أنماط التكاثر الخلوى ولقد تلقت كثير من التطوير فى علاج السرطان cancer therapy (العلاج الكيماوى chemotherapy). وفى الحقيقة ــ ربما أعطى البحث فى العلاج الكيماوى دفعة إلى إقتراحات الإستخدام الكيماوى فى تعقيم الحشرات.

يمكن أن تقسم المعقمات الكيماوية إلى أربعة مجاميع رئيسية وهذه تشمل alkylating agents والاميدات الفسفورية phosphorus والتريازينات triazines ومضادات نواتج التمثيل antimetabolities. وتمثل المركبات المضيفة للإكليل (alkylating agents) فى الوقت الحاضر أكبر قسم فى المعقمات الكيماوية. وتتشابه تأثيراتها مع أشعة x وأشعة جاماً. وتحدث مثل تلك العناصر طفرات مميتة سائدة متعددة أو إضرار بالغ للمادة الوراثية فى البيضة أو الحيوان المنوى.

Busulfan (Alkylating Agent)



1,4-butanediol dimethane-sulfonate

الـ alkylating agents غير ثابتة فى البيئة وتتكسر بسرعة. مع ذلك إمكانية تلوث الغذاء والماء بها حتى بالجرعات الصغيرة يجعل تطبيقها على المحاصيل غير عملى. وقد تكون التطبيقات الآمنة فقط التى تتم تحت الظروف المعملية عندما تستخدم هذه المواد فى تعقيم الحشرات فى برامج إطلاق الحشرات العقيمة sterile-release programs. وتم محاولة هذا الإتجاه مع سوسة الارز *Anthonomus grandis* بخلط الـ busulfan وهو alkylating agent فى غذاء التربية الضخمة للخنافس وإطلاقها فى مناطق الإختبار. وإستخدم حديثاً منظم لنمو الحشرات insect growth regulator (diflubenzuron) فى غذاء الحشرات الكاملة واتبع ذلك تطبيق أشعة جاماً للوصول إلى تعقيم مؤثر فى الذكور.

من سوء الحظ ــ المعقمات الكيماوية شديدة الخطورة للإنسان والحياة البرية ومعظم المركبات الموجودة وخاصة الـ alkylating agents مواد قوية محدثة للسرطان carcinogentic أو للطفرات mutagenic وبذا تحدث مخاطر غير ملائمة إذا طبقت فى مساحات كبيرة. ولن نتوقع تسجيلها للإستخدام على نطاق واسع. ورغم أن هدف الوصول إلى معقمات كيماوية آمنة مازال بعيد إلا أنه مهم.

هـ- برامج إطلاق الحشرات العقيمة Sterile-insect release programs

وجهت جهود كبيرة تجاه تطوير طريقة إطلاق الحشرات العقيمة للإستخدام العملى. وكانت وزارة الزراعة الأمريكية مسئولة على وجه الخصوص فى كثير من الدراسات والبرامج الرائدة التى أدت إلى تقدم هذا المفهوم كما كانت هى القوى الدافعة وراء الإستخدام الواسع الآن.

يطلق على تطوير البرامج الواسعة النطاق بمفهوم إدارة كل العشيرة Total Population Management (TPM). وتحاول إتجاهات الـ (TPM) إستخدام جميع الوسائل المتاحة لإستئصال الآفة من مساحة واسعة. وهذا الهدف ليس بجديد ,لكن كان يعتبر مستحيلاً إلى أن ظهرت طريقة تعقيم الذكور.

لقد تحقق إستئصال الآفة فقط فى أمثلة قليلة التى أجريت فيها إطلاقات الحشرات العقيمة ولكن أمكن الوصول إلى درجات من النجاح فى خفض عشائر الآفة فى عدة أمثلة أخرى.

هناك ثلاثة مراحل واضحة يمكن التعرف عليها للتقدم نحو تطبيق الـ SIT:

المرحلة الأولى: بحث حقلى على نطاق ضيق ومعملى لجمع المعلومات الأساسية عن النتائج السلوكية والإيكولوجية وتطوير طرق للتربية وإجراءات التعقيم sterilizing procedures... الخ.

المرحلة الثانية: دراسات عملية feasibility studies واسعة النطاق لتقييم الإستئصال و/ أو طرق الخفض. وهذه يجب أن تكون كافية للتقييم الإقتصادى ويجب أن تمدنا بالضوء الأخضر للإنتقال للبرنامج الفعلى.

المرحلة الثالثة: إستخدام الحشرات العقيمة وتنفيذ البرنامج.

عند دراسة البرامج المستخدمة ــ يبدو أن ثنائية الأجنحة هى المرشحة دائماً لـ SIT بينما برامج الرتب الأخرى مثل رتبة حرشفية الأجنحة وعلى الأخص غمدية الأجنحة يندر تقدمها وتعديها مرحلة الدراسات العملية الحقلية (المرحلة الثانية). وتتضمن الأسباب التى أدت إلى ذلك صعوبات فى إقامة إنتاج ضخم وإقتصادى للآفات

المستهدفة ومشاكل تتعلق بإنخفاض فى قدرتها التنافسية نتيجة لزيادة الجرعات الضرورية للوصول إلى المستوى المرغوب من التعقيم.

فيما يلى عرض موجز لبرامج مكافحة وراثية مستخدمه فعلاً فى برامج إدارة الآفات أو فى مراحل تجريبية لنتعرف على مشاكلها وإمكانية تطبيق البعض منها تحت الظروف المصرية.

١- البرامج المستخدمة فعلاً Programms in operational programme use

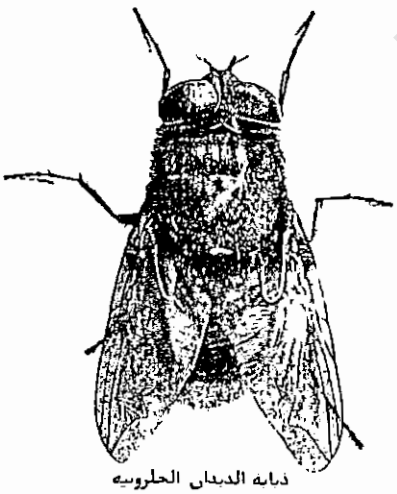
١.١. إستئصال وخفض عشائر الديدان الحلزونية

Screwworm eradication and suppression

قبل مناقشة برنامج إستئصال وخفض الديدان الحلزونية من المهم أخذ فكرة عامة عن توزيع هذه الآفة وأهميتها والشكل العام لأطوارها ودورة حياتها.

- الدودة الحلزونية *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel)

من ثنائيات الأجنحة Diptera عائلة Calliphoridae. قبل الإستئصال ـ وجدت هذه الحشرة فى كل أنحاء تكساس ونيوميكسيكو وأريزونا ومكسيكو وأمريكا الوسطى والجنوبية. وعن طريق الهجرة (حيث يمكن للأنثى أن ترحل لمسافات تصل إلى ٣٠٠ ميل) والنقل بواسطة الإنسان وصلت هذه الحشرة شمالاً حتى كندا ولكن لا يمكن للذباب أن يمضى الشتاء بنجاح فى المناطق الشمالية ويموت مع بدء الطقس البارد.



شكل (٩٢): ذبابة الديدان الحلزونية

الدودة الحلزونية والتى يشار إليها بالدودة الحلزونية الإجبارية التطفل افة شديدة الخطورة على الماشية والحياة البرية. وتهاجم الذبابة (شكل ٩٢) الحيوانات دات الدم الحار ذات الجروح المفتوحة التى توجد عند إزالة القرون أو عند إجراء عمليات الخصى أو الناتجة من عضات القراد. تضع إناث الذباب البيض على الجروح يفقس إلى يرقات تسب ظاهرة التدويد myasis عن طريق تغذيتها مباشرة على الدم وإفرازات الجروح. وتجذب الرائحة المنبعثة من الحيوانات المصابة إناث أكثر من الذباب التى تضع بيضاً آخر على الجروح. علاوة إلى جذب ديدان حلزونية ثانية مثل *Cochliomyia macellaria* (التى تضع عادة بيضها على الجثث) لكى تضع بيضها على الحيوانات التى أصيبت أولاً بالآفة الأولى.

تمتنع الحيوانات المصابة عن الغذاء وتموت إذا لم تعالج. ويقدر الفقد قبل بدء المكافحة بما يتراوح بين ٥٠ مليون إلى ١٠٠ مليون دولار فى السنة فى الجنوب الغربى للولايات المتحدة.

الحشرات الكاملة (شكل ٩٢، ٩٣) ذات لون أزرق معدنى إلى أخضر مزرق ورأس ذات لون برتقالى إلى بنى ووجود ثلاث خطوط غامقة على قمة الصدر. اليرقات ذات لون أبيض وتبلغ نحو ١٦ مم عند إكتمال النمو. البيض نحو ١ مم طول أبيض اللون والعذارى puparia ذات لون بنى قاتم يبلغ طولها نحو ١٠مم.

شكل (٩٣): دورة حياة ذبابة الديدان الحلزونية

تنشط الحشرات الكاملة طوال العام فى المناخ الدافئ. ومع ذلك تدخل العذارى فى المناطق الباردة فى سكون فى التربة لنحو شهران إلى أن يأتى الطقس الأكثر دفئاً. تتغذى الحشرات الكاملة على سوائل الروث وإفرازات الجروح. تضع الإناث من ١٠ إلى ٥٠٠ بيضة فى نحو ١٦ ساعة وتتغذى اليرقات maggots جماعياً على اللحم الحى وسوائل الجروح المفتوحة. لليرقات ثلاثة أعمار تستغرق من ٤-٩ أيام تسقط بعدها إلى الأرض حيث تعذر فى التربة وتخرج الحشرات الكاملة بعد ٧-٥٤ يوم معتمدة فى ذلك على درجة الحرارة. يتزاوج الذباب بعد ٢-٥ أيام من الخروج من العذارى. ويمكن للأنثى الواحدة أن تضع بيضاً قد يصل إلى ٣٠٠٠ بيضة. فى الفورانات الشديدة لهذه الذبابة خصوصاً فى ١٩٣٥ سجل ١,٢ مليون إصابة وسجل موت لنحو ١٨٠,٠٠٠رأس من الماشية فى الولايات المتحدة.

أحد النجاحات الباهرة فى طريقة الحشرات العقيمة SIT والتى أمكن فيها إستئصال ذبابة الديدان الحلزونية كانت فى فلوريدا.

نظراً لأن أنثى *C. hominivorax* تتلقح مرة واحدة. إقترح أنه يمكن مكافحة الحشرة بغمر العشيرة البرية بذكور عقيمة. لقد بدأ التفكير فى الذكور العقيمة فى ١٩٣٧ وبعد سنتان من الأبحاث التى كانت عادة ذات نتائج سلبية أعطت المحاولات الحقلية فى جزيرة sanible غرب ساحل فلوريدا نتائج مشجعة. وشجع هذا الإختبار الناجح على برنامج أكبر فى ١٩٥٤فى جزيرة Curacao الأكثر إتساعاً والأكثر عزلة والتى تقع قرب ساحل فنزويلا وتم إطلاق ٤٠٠ ذكر عقيم لكل ميل مربع فى الأسبوع ولفترة بلغت نحو ٣,٥ شهر (٤-٥ أجيال). ونتج عن البرنامج إستئصال الحشرة من الجزيرة ووضح أهمية وفاعلية هذه الطريقة.

أجرى فى عام ١٩٥٨ برنامج أكبر دعم مالياً من وزارة الزراعة والنشاط الصناعى للإنتاج الحيوانى فى الجنوب الشرقى للولايات المتحدة. حيث إنتج إسبوعياً ما يقدر بـ ٥٠ مليون ذبابة عقيمة من كلا الجنسان وأطلق أكثر من ٢ بليون ذبابة خلال ١٨ شهراً لتغطى مساحة قدرها ٨٥٠٠٠ ميل مربع تشمل فلوريدا وأجزاء من جورجيا

وألباما. وتطلب هذا البرنامج أكثر من ٤٠ طن من اللحم المفروم كل أسبوع لتربية الذباب وإستخدام ٢٠ طائرة لإطلاق الحشرات العقيمة.

أدت هذه الحملة إلى إستئصال كامل لعشائر الديدان الحلزونية فى فلوريدا. وتم إستئصال تكرار العودة التالية للآفة الناتجة من إستيراد حيوانات مصابة بسرعة معاملة الحيوانات والإطلاقات الإضافية للذباب العقيم. قدرت تكلفة برنامج فلوريدا بنحو ١٠ مليون دولار ولكن فى المقابل كانت الفائدة أضعاف ما تم إنفاقه.

مع تحقيق الإستئصال فى فلوريدا توجه الاهتمام إلى مشاكل الذبابة الحلزونية فى الأجزاء الجنوبية من تكساس ونيومكسيو وأريزونا وكاليفورينا. فى هذه الحالات يهاجر الذباب من المكسيك تجاه شمال الولايات المتحدة وينتج عن ذلك إصابات هامة فى مواقع متفرقة. ولإستبعاد هذه الهجرة ظهرت إستراتيجية تعرف بالعائق الحزامى (شكل ٩٤) الخالى من الذباب fly-free barrier zone. تلى ذلك إقامة مصانع لتربية الذباب فى Mission وتكساس ذات قدره إنتاجية لأكثر من ١٥٠ مليون ذبابة فى الاسبوع وبدأ إطلاق الذباب العقيم فى فلوريدا فى ١٩٦٢ على طول الحدود بين تكساس والمكسيك وامتدت الإطلاقات فى عام ١٩٦٤ لكى تشمل الحدود الفاصلة بين المكسيك وأريزونا وكاليفورنيا. وأوجدت هذه الإطلاقات منطقة خالية من الذباب بطول ٢٠٠٠ ميل وبعمق ٥٠٠ ميل. وعمل الحزام الآمن كعائق لتحرك الذباب نحو الشمال إلى الولايات المتحدة. وبإستخدام هذه الإستراتيجية انخفض سجلات الإصابة بالذبابة فى الولايات المتحدة من ٥٠٠٠٠ فى ١٩٦٢ إلى ١٥٠ فى ١٩٧٠.

شكل (٩٤): ■ منطقة العائق الحزامى للدودة الحلزونية.

من سوء الحظ ــ لم تبقى عشائر الذباب الحلزونى منخفضة دائماً حيث بـدأ تكـرار الإصابة بزيادة بطيئة فى ١٩٧١ ووصلت إلى درجة محذرة إلى ٩٥٦٤٢ فى ١٩٧٢ رغم الإطلاقات المستمرة لذا إزدادت معدلات الإطلاق بدرجة وصلت إلى خمسة أضعاف ولكن ظلت الإصابات لمستوى غير مقبول. افترض أخيراً إلى أنه نتجت دون قصد سلالة معملية من الذباب أقل نشاطاً وتنافساً فى التزاوج مع الذباب البرى. وأعقب تغير إجراءات الإنتاج وتكرار الجهود تجديد فاعلية البرنامج فى ١٩٧٧.

فى ١٩٨١ أغلقت مراكز التدريب فى تكساس و Mission وحـل محلـها المركـز الإنتاجى للحشرات فى Tuxtla Gutierrez بالمكسيك الذى إفتتح فى ١٩٧٦ وجـدد بعـد ذلك. وأصبح المركز قادراً على إنتاج ٥٠٠ مليون ذبابة فى الأسبوع.

إلى جانب زيادة قدرات التربية تطورت إستراتيجيات لدفع العائق الحزامى الخالى من الذباب تدريجياً جنوبـاً إلـى Tehuantepe Isthmus حيـث كـانت هنـاك صـرورة لعائق أقصر (١٤٠ ميل فقط). وتم تحقيق هذا الهدف بالإتفاق بيـن الولايـات المتحـدة والمكسيك فى ١٩٧٢ وبدأ البرنامج فى ١٩٧٦. ومن بين الأساليب الجديدة التى استخدمت

فى هذا البرنامج تطبيق الطعوم السامه التى تتكون من كريات الـ Swormlure-2 والمبيد الحشرى dischlorvos. وإتبع ذلك إطلاقات لذباب من سلالة . ة قادرة على التنـــافس فى العشائر التى تم خفضها بالطعوم السامة. وتشير التقارير التى طـــهرت عقـب هـذا البرنامج المشترك إلى أن العائق الحزامى الأصلى (جنوب غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك) وأصبح فعالاً فى ١٩٧٩ وظهرت نتائج الإستئصال جنوباً إلـى Isthmus فـى ١٩٨٤. وأشارت التقارير فى ١٩٨٦ إلى خفض مستمر فـى حـالات الإصابـة نتيجـة للإطلاقات المستمرة والتى أدت فى النهاية إلى جعل المكسيك ذاتها خاليـة مـن الذبـاب الحلزونى. وسجل فى منتصف أكتوبر ١٩٩٤ أن Belize والسلفادور وجواتميالا أصبحت خالية من الآفة. أطلق حالياً الذباب العقيم فى نيكاراجوا وهندوراس من معـدلات إنتـاج يصل متوسطها ١٨٥ مليون ذبابة فى الأسبوع بتكلفة سنوية تقدر بـ ١٢ مليـون دولار. واضح أن المتطلبات المادية الباهظة والتقنية العالية والتعاون بين دول الجوار متطلبـات يصعب تحقيقها تحت الظروف المصرية.

بالإضافة إلى الحملة ضد الذبابة الحلزونية فى أمريكا الشمالية إستخدمت أيضاً الـ SIT ضد الإصابات بالذبابة الحلزونية التى إستقرت فى ليبيا فى ١٩٨٧ ونجحت حملـة قادتها هيئة الأغذية والزراعة (FAO) من خلال تسهيلات التربية فـى المكسـيك مـن إستئصال الآفة تقريباً فى ١٩٩١ وتم منع إستقرارها فى شمال أفريقيا. وأظـهرت نسـبة الفائدة إلى التكلفة فيما يخص الذبابة الحلزونية وإستئصالها بالـ SIT مشـجعة للاهتمـام بمكافحة آفات أخرى بنفس الطريقة.

لقد تكلفت هذه الحملة ٣٠ مليون دولار من الخزانة الليبية وكان من الأجدى إسـتخدام هذه الأموال فى نقل التكنولوجيا إلى شمال أفريقيا بدلاً من شراء ذباب عقيم مـن أمريكـا لإطلاقه فى ليبيا.

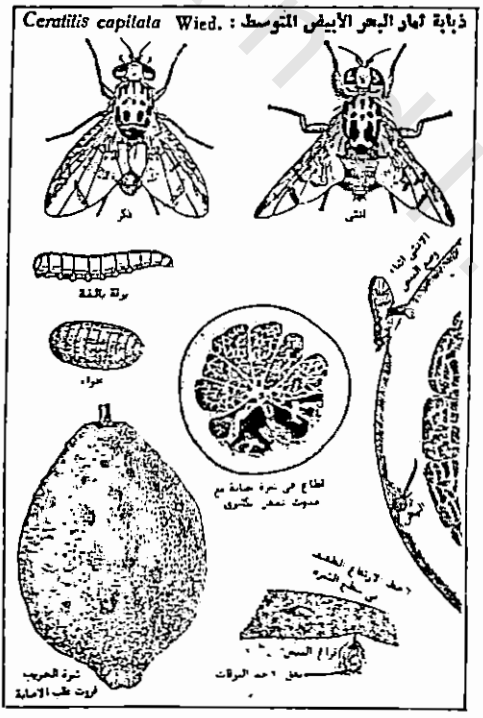
٢٠١. برنامج ذبابة الفاكهة الإستوائية Tropical fruit fly programs

ذباب الفاكهة الإستوائى (Diptera: Tephritidae) وعلى المستوى العالمى من أشـد الآفات ضرراً بالفاكهة. بعض من تلك الآفات الخطيرة الهامة تشمل ذبابة فاكهـة البحـر الأبيض المتوسط *Ceratitis capitata* وذبابة الزيتـون *Dacus oleae* وذبابـة الفاكهـة المكسكية *Anastrepha ludens* وذبابة القرعيات *Dacus cucurbitae* وذبابـة الفاكهـة الشرقية *Dacus dorsalis* وذبابة فاكهة أرض الملكـة *Dacus tryoni* وذبابـة الخـوخ *Bactrocera zonata*. وتركز كثير من البحث منذ ١٩٥٠ على إستخدام إطلاقات الذكـور

العقيمة ضد بعض من هذه الأنواع. علاوة على ذلك نفذت عدة برامج ضد بعض من تلك الآفات وآفات أخرى خارج الولايات المتحدة. فى هذه البرامج ــ تم إستئصال عشائر منعزلة من ذبابة القرعيات وذبابة الفاكهة الشرقية وتم خفض عشائر غير منعزلة لذبابة فاكهة أرض الملكة.

٠١٠٢٠١ برامج ذبابة الفاكهة فى الولايات المتحدة Fruit fly programs in U.S.A

من بين ذباب الفاكهة الإستوائى وتحت الإستوائى إهتمت الولايات المتحدة كثيراً بدخول ذبابة فاكهة البحر المتوسط (شكل ٩٥) وذبابة الفاكهة المكسيكية. وتم ممارسة إطلاقات الذكور العقيمة للمساعدة فى منع دخولها وللقضاء على الإصابات المبكرة فى كلا النوعان. لقد شكلت ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط مشكلة صعبة بصفة خاصة فى كاليفورنيا لذا تم ممارسة إطلاقات الذكور العقيمة مع عدة وسائل أخرى من المكافحة. فى الحملات الحديثة ــ جردت الفاكهة من الأشجار وجمعت الفاكهة المتساقطة. وأتبع ذلك رش جوى إسبوعى فى المناطق المصابة بإستخدام طعوم الرش. كما تم رش أراضى البساتين التى تحوى الآفة بالديازينون Diazinon بعد ذلك تم إطلاق نحو ١٠٠ ذكر عقيم لكل ذكر برى فى الأماكن الإستراتيجية.



شكل (٩٥): أطوار ذبابة فاكهة البحر لمتوسط وأعراض الإصابة والضرر

لقد عاقت الأعداد القليلة لذبابة الفاكهة وما تلى ذلك من غياب إختبار الخصوبة فى التقييم المباشر للـ SIT فى برامج إستئصال ذبابة فاكهة البحر المتوسط فى كاليفورنيا. ومع ذلك كان إستخدام الـ SIT مع أساليب أخرى والحجر الزراعى ناجحاً فى تقليل دخول الآفة إلى الولايات المتحدة ولسوء الحظ الإدخالات المستقبلية للآفة متوقع حدوثها.

٢٠٢٠١. ذبابة الفاكهة فى أمريكا الوسطى *Ceratitis capitata* in Central America

كانت ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط بين أول الآفات الزراعية التى استهدفتها المكافحة الوراثية بعد الإستئصال الناجح للديدان الحلزونية. وشجعت السهولة النسبية لتربية هذه الآفة الضارة المتعددة العوائل للفاكهة وثمار البن البحث فى إستخدام الـ SIT فى أسبانيا وإيطاليا وإسرائيل وتونس والبرتغال وفرنسا ومصر بالإضافة إلى هاواى وبيرو وكوستاريكا وفنزويلا. ولقد أجريت دراسات عملية feasibility studies بدرجات من النجاح فى إيطاليا وأسبانيا وقبرص وإسرائيل ووصلت البرامج إلى المستوى الحقلى فى أمريكا الوسطى. ويشكل اليوم الإستئصال الناجح لذبابة فاكهة البحر المتوسط medfly فى جنوب المكسيك ووقف إنتشارها تجاه الشمال فى جواتيمالا مثال للإستخدام الناجح للـ SIT والذى يتساوى مع برنامج الدودة الحلزونية. لم يكتب لهذا البرنامج النجاح فى مصر لإعتبارات تقنية ومادية رغم التسهيلات التى قدمتها عدد من الهيئات العليمة الأجنبية.

موطن الـ *C. capitata* أفريقيا. وسجلت لأول مرة فى القارة الأمريكية فى ١٩٠٤ فى البرازيل وظهرت فى المعبر الأرض لأمريكا الوسطى (كوستاريكا) فى ١٩٥٥. وإنتشرت بثبات تجاه الشمال رغم الجهود التى بذلت لإيقافها ووصلت جواتيمالا فى أواسط السبعينات وإقتربت فى ١٩٧٧ لحدود المكسيك.

لقد إنضمت المكسيك وجواتيمالا فى عام ١٩٧٥ وبعدهم بعام الولايات المتحدة معاً لتوحيد القوى لوقف إنتشار الآفة نحو الشمال. وشكل إستئصال الآفة فى أمريكا

الوسطى الهدف البعيد المدى long-term objective لهذا البرنامج الدولى علاوة على إقامة حاجز للذبابة فى أضيق منطقة للمعبر الأرض فى بنما (شكل ٩٦).

شكل (٩٦): حاجز الذباب

لقد إستطاع العلماء المسئولين عن تخطيط البرنامج فى هذا الوقت الاستفادة بنتائج الأبحاث الوفيرة عن إجراءات التربية الضخمة mass-rearing procedures والتجريب الحقلى field experimentation (تعليم الحشرات، الإطلاق، المتابعة، الجمع trapping) واجراءات التعقيم والشحن التى تراكمت عبر سنوات التجريب الحقلى الضيق النطاق small scale فى أوروبا وهاواى وأمريكا اللاتينية (جدول ١٥). وكان لمعمل ذبابة الفاكهة التابع لهيئة الطاقة الذرية الدولية (IAEA) فى فيينا شهرة حيث تطورت معظم تقنية التربية الضخمة وإجراءات الإشعاع. كما اشترك كثير من المتخصصون فى ذبابة الفاكهة فى اللقاءات التى نظمتها IAEA فى فينا لمناقشة المشاكل المشتركة الخاصة ببحث وتطوير وتطبيق الـ SIT لذباب الفاكهة والآفات الزراعية الأخرى. وقد ساهمت هيئات أخرى وعلى رأسها الـ IOBC لمجموعة عمل الضبط النوعى quality control فى التربية الضخمة لمفصليات الأرجل فى الإمداد بمعلومات هامة عن سلوك وإيكولوجى والضبط النوعى وتحسين إنتاج *Ceratitis capitata*.

جـــدول (١٥): برامج المكافحة الوراثية فى أوروبا (ومنطقة البحر الأبيض المتوسط) وإجراءات الـــ SIT الرئيسية فى باقى العالم التى وصلت للمرحلة الثانية والثالثة (الوضع حتى ١٩٨٤)

وضع برنامج الـــ SIT	نوع الآفة		البلاد وفترة تطبيق الـــ SIT
المرحلة الثالثة:	الذبابة الحلزونية	*Cochliomyia hominivorax* (screwworm)	أمريكا/ المكسيك ١٩٥٤
الإستئصال Eradication	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Mediterranean fruit fly)	المكسيك ١٩٧٩-١٩٨٢
	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Mediterranean fruit fly)	جواتيمالا ١٩٨٠-
	ذبابة البطيخ	*Dacus cucurbitae* (melon fly)	اليابان ١٩٨٢-
	ذبابة الفاكهة الشرقية	*Dacus dorsalis* (oriental fruit fly)	جوما (روتا) ١٩٦٣
خفض Suppression	ذبابة البصل	*Delia antiqua* (onion fly)	هولندا ١٩٨٠-
وقاية Prevention	ذبابة الداكسى	*Dacus dorsalis*	تايوان ١٩٧٥-
	ذبابة الفاكهة المكسيكية	*Anastrepha ludens* (Mexican fruit fly)	أمريكا (كاليفورنيا) ١٩٦٥-
	دودة اللوز القرنفلية	*Pectinophora gossypiella* (pink bollworm)	أمريكا ١٩٨٦ ــ
المرحلة الثانية	الدودة البيضاء	*Melolontha melolontha* (cockchafer)	سويسرا ١٩٥٩-١٩٦٢
إبعاد Elimination	ذبابة الكرز الأوروبية	*Rhagoletis cerasi* (European cherry fruit fly)	سويسرا ١٩٧٤، ٧٦-١٩٧٩
خفض Suppression	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Medfly)	أسبانيا ١٩٦٦-١٩٧٧
	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Medfly)	إيطاليا ١٩٦٧-١٩٧٣
	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Medfly)	تونس ١٩٧٠-١٩٧٢
	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Medfly)	اسرائيل ١٩٧٢-١٩٧٣
	ذبابة فاكهة البحر المتوسط	*Ceratitis capitata* (Medfly)	قبرص ١٩٧٢-١٩٧٣
	ذبابة فاكهة الكرز	*Rhagoletis cerasi* (Cherry fruit fly)	سويسرا ١٩٧٦-١٩٧٩
	ذبابة الزيتون	*Dacus oleae* (oive fly)	اليونان ١٩٧٣-١٩٨١
	فراشة الكودلنج	*Laspeyresia pomonella* (codling moth)	سويسرا ١٩٧١-١٩٧٤
	فراشة العنب	*Eupoecilia ambiguella* (grape moth)	سويسرا ١٩٨٣

بينما كان يشيد مركز كبير للإنتاج الضخم لذبابة فاكهة البحر المتوسط فى Metapa بالقرب من حدود المكسيك ــ جواتيمالا تحركت الآفة شمالاً خلال المكسيك ووصلت إلى ولاية Oaxaca فى Isthmus التابعة لـــ Tehuantepec. ولحسن الحظ تمكنت تسهيلات التربية الضخمة والتعقيم من العمل فى بداية عام ١٩٧٩ وتوسعت لإنتاج ٥٠٠ مليون ذبابة فى الأسبوع فى يناير ١٩٨١. وأوضحت بجلاء هيئة برنامج

الإستئصال فى أمريكا الوسطى الإستراتيجية العامة وتطبيق التقنية الحديثة فى مثل هذه العمليات الواسعة النطاق لإدارة الآفات.

إنحصرت الوسائل العملية فى المرحلة الدفاعية defensive phase قبل وصول الآفة حدود المكسيك فى تكثيف المصائد وإجراءات الحجر الزراعى. وشكل هدف شبكة المصائد بإستخدام جاذب الذكور male attractant وهو الـ trimedlure العمل على الكشف المبكر عن الأماكن التى دخلت فيها ذبابة الفاكهة ومعاملة تلك الأماكن بطعوم الرش bait sprays (خليط من البروتين والملاثيون) التى طبقت بالطائرات.

فى الفترة من نوفمبر ١٩٧٩ إلى مايو ١٩٨٠ والتى تشكل الموسم الجاف والأكثر ملائمة لبناء عشائر ذبابة فاكهة البحر المتوسط عمل تكرار رش الطعوم بالطائرات فى مساحة ٢٥٠٠٠٠ هكتار من الأراضى الزراعية التى سجلت مستويات عالية فى إصابات الفاكهة وأعلى تسجيلات فى المصائد على خفض عشائر الذباب. وعقب إنخفاض العشيرة تلى ذلك إطلاق الذباب العقيم بالطائرات وتوزيعه فى كل المنطقة بمعدل تراوح من ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ ذبابة عقيمة أطلقت فى كل هكتار فى العام.

سجلت خدمات المتابعة المشتركة بين المكسيك ووزارة الزراعة الأمريكية خفضاً شديداً فى سجلات المصائد فبينما جمعت المصائد ٦٥٧٠ ذبابة خصبة فى داخل المكسيك فى ١٩٧٩ أصبح العدد بإستخدام نفس شبكة المصائد ٣١١ ذبابة فى ١٩٨٠. وتوقفت تماماً الطعوم المرشوشة منذ يونيو ١٩٨٠ وإعتمد برنامج المكافحة تماماً على الذباب العقيم. ووجد فقط ١١ أنثى خصبة من الذباب فى ١٩٨٢ فى أقصى جنوب المكسيك وأعلن فى سبتمبر ١٩٨٢ عن إستئصال الذباب فى المكسيك. تحليلات التكلفة والفوائد يحتمل أنها أجريت بواسطة الهيئات التى إشتركت فى البرنامج ولكن لا توجد أرقام رسمية. ومع ذلك ـ ذكر من جهة غير رسمية أن تسهيلات الـ Metapa تكلفت نحو ٨ مليون دولار سنوياً وإذا كان ذلك صحيحاً فإننا يمكن أن نستنتج أن نسبة التكلفة إلى الفوائد جذابة جداً لو نظرنا إلى الضرر الذى تم منعه فى المكسيك إلى جانب حماية مزارعى الفاكهة فى كاليفورنيا ضد غزو هذه الآفة.

برنامج أمريكا الوسطى ذات أهمية فيما يخص بجغرافيته. فلقد أجريت جميع برامج إستئصال ذبابة الفاكهة بما فيها البرامج اليابانية فى جزر إيكولوجية أو

جيوجرافية. ومع ذلك فى هذه الحالة طورت إستراتيجية الإستئصال على المستوى القارى لأول مرة. والإعتبارات التى تضمنتها ذات قيمة أساسية لـــبرامج الإســتئصال الأخــرى الواسعة المدى large scale eradication programs. والتى تلخص بإيجاز هنا:

أ- المنطقة (ب) الخالية من الآفة:B The pest – free zone

هى أبعد منطقة عن خط مواجهة العشائر البرية للآفة. حيث أجرى برنامج جمع مستمر بإستخدام مصائد trimedlure ذات كثافة مصيدية قليلة بمعدل أقل من مصيدة واحدة لكـــل كم٢. وغطى نظام الحصر الطرق الممكنـــة لدخـــول الـــ *C.capitata* مثـــل الموانـــى والمطارات والأماكن السياحية وجميع المناطق الساحلية وغالبية مناطق زراعة الفاكهة.

ب- المنطقة (أ) الخالية من الآفة: The pest-free zone A

وهى تقع بين منطقة ب ومناطق إطلاق الحشرات العقيمة وتشمل منـــاطق ســبق الإعلان عن أنها خالية الإصابة بالآفة. وأقيم فيها نظام مركز من المصائد بكثافة تقـــدر بمصيدة لكل كم٢ تعمل بصفة مستمرة.

جـ- حاجز الحجر الزراعى The quarantine barrier

تقع بين المنطقة (أ) ومنطقة الإستئصال ويجرى فيها إطلاقات الذباب العقيم بصفـــة منتظمة وبطريقة متجانسة لحماية المناطق الخالية من الذباب من الغزوات الجديدة. وعمل على إطلاق كثافة عددية حددت تجريباً بـــ ٣٠٠ ذبابة عقيمة/ هكتار خلال العام. وعملت الكثافة المنخفضة من المصائد على متابعة الذباب العقيم ووجود الذباب البرى. اتبع الكشف عن الأفراد البرية إطلاقات مكثفة من الذباب العقيم فى المكان الذى تم الكشف فيه ذبـــاب برى وتعامل المنطقة بالطعم المرشوش عند الكشف عن اليرقات. كما أنشئت فى المنطقـــة محطات على الطريق تحوى غرف تدخين لمعاملة جميع الفواكه سواء الخاصة بالأســـواق المحلية أو الدولية.

د- منطقة الإستئصال The eradication zone

وتقع بين منطقة الحجر الزراعى ومنطقة الخفض وفيها يجرى كشف منتظم عـــن الذباب البرى وإطلاق الذباب العقيم بمعدل ١٠٠٠ ذبابة للهكتار إسبوعياً. ويعتمد حجـــم منطقة الـــ SIT الحقيقى بشدة على القدرات الإنتاجية لمراكز التربية وأمكن فـــى عـــام ١٩٨٢ تغطية ٣٠٠٠٠٠ هكتار.

هـ- منطقة الخفض The suppression zone

حيث يطبق رش بالطائرات بالطعوم بصفة منتظمة فى المناطق التى تظهر فيها كثافات عشيرية عالية للآفة. وهى المنطقة التى تعد فيما بعد أيضاً لتطبيق الـ SIT. ويجرى فيها حملات إعلامية مكثفة لأخبار العامة عن أهداف برنامج مكافحة ذبابة البحر الأبيض المتوسط.

و- منطقة الذباب البرى The wild medfly zone

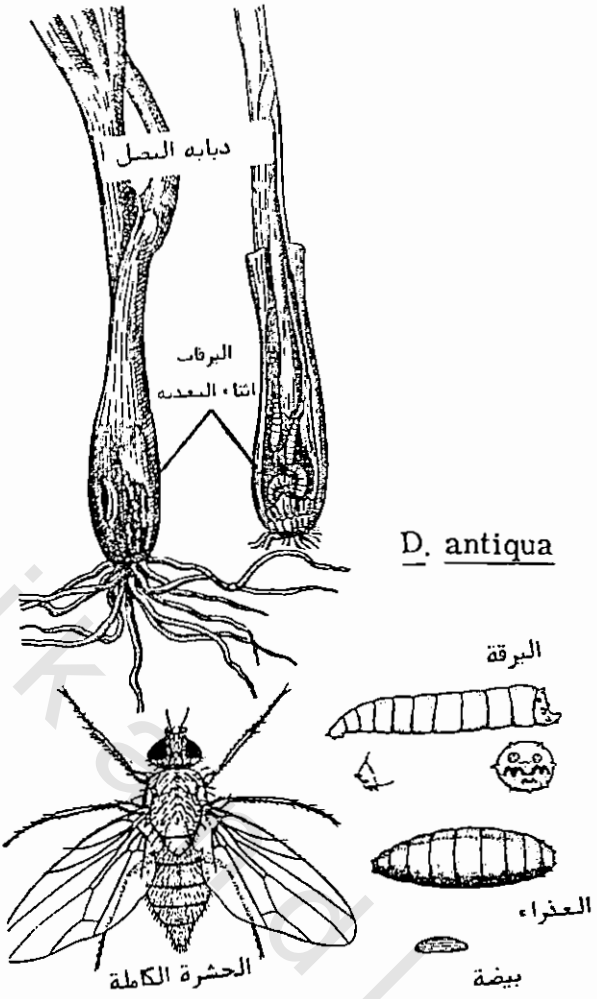
وهى تشكل باقى جواتيمالا وأمريكا الوسطى والتى لا تطبق فيها مقاييس مكافحة خاصة. عمل على وضع مصائد بكثافات منخفضة لمتابعة تذبذبات وتوزيعات عشائر الذباب البرى.

دعم مركز التربية الضخم لذبابة الفاكهة المكسيكى فى Metapa بمركز آخر أنشئ فى ١٩٨٣ فى Petapa فى جواتيمالا بدأ فى الإنتاج فى بداية ١٩٨٤ بـ ٤٠ مليون ذبابة فى الأسبوع وستعمل زيادة القدرة الإنتاجية على الإسراع فى تحريك منطقة الإستئصال تجاه الجنوب. ومع توافر الظروف الإجتماعية والسياسية السليمة ومع الدعم الإقتصادى الكاف فإنه يمكن تحقيق الهدف الطويل الأمد لإستئصال ذبابة الفاكهة من أمريكا الوسطى فى المستقبل القريب.

٣٠١. ذباب البصل فى هولندا Onion flies *(Delia antiqua)* in Netherlands

لبرنامج المكافحة الوراثية الأوروبى هذا سمات فريدة فى أنه يجرى بواسطة **شركة خاصة على أساس تجارى ولا يتطلب تطبيق واسع المدى large-scale application كما أنه ذات تنافس عالى مع معاملات المبيدات الحشرية التقليدية للبصل فى هولندا.**

بدأت الشركة الخاصة وهى "de groene vlieg" أى القرية الخضراء بعد سنوات كثيرة من البحث فى إيكولوجى والتربية الضخمة والإشعاع وبعد التجارب الأولية التى أجرتها معاهد البحث الحكومية فى Wageningen فى تطبيق الـ SIT تجارياً ضد ذبابة البصل فى ١٩٨٠. وازدادت المناطق التى عوملت بالذباب العقيم من ٥٠ هكتار فى ١٩٨١ إلى ٧٠٠ هكتار فى ١٩٨٢ ووصلت إلى ١٢٠٠ هكتار فى ١٩٨٣ وهى مساحة تعادل ١٠% من المساحة الكلية المنتجة للبصل فى هولندا.



شكل (٩٧): ذبابة البصل ــ أعراض الإصابة ودورة الحياة

يطبق الـ SIT أساساً فى زراعة الربيع ومع زراعة البصل ذات الجلد الفضى Silverskin onions وفى المناطق حيث يطبق الـ SIT اختار ٦٠% من المزارعين الـ SIT بينما مازال البعض الآخر يطبق مبيدات الآفات. وتقع تكلفة المكافحة الوراثية بين طريقتى المكافحة الكيماوية المستخدمة حالية (أى بين معاملة البذور أو نثر المحببات مع البذور). ولقد دفعت مقاومة ذبابة البصل (شكل ٩٧) للمركبات الفسفورية فى ١٩٦٢ المزارعين إلى التغير وإستخدام الـ dichlofenthion وتكونت مقاومة بين ١٩٦٧ و ١٩٦٨ لهذا المركب وإنتشرت فى عام ١٩٦٩. ومنذ هذا الحين إستخدم

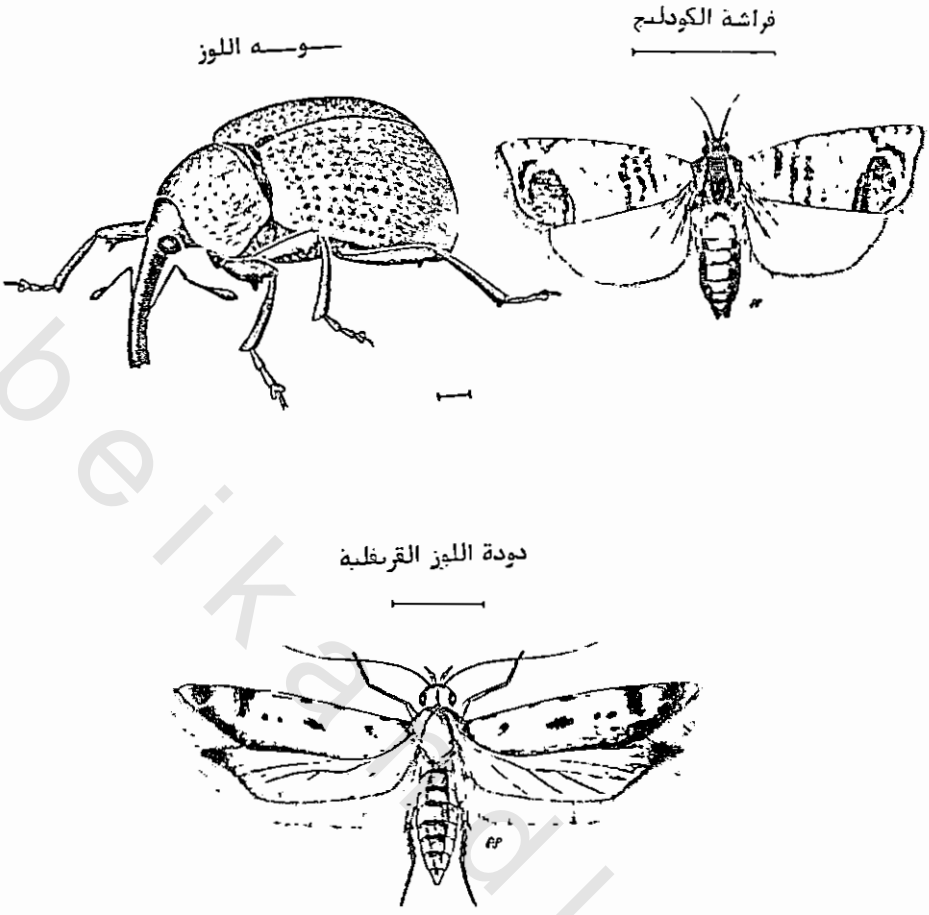
فى المكافحة الكيماوية الـ trichloronate حيث طبق المبيد فى كل المنطقة لما له من تأثير إضافى على عشائر دودة ساق البصل *(Ditylechus dipsaci)* ولم تظهر علامات للمقاومة للـ trichloronate حتى عهد قريب.

إنتج فى عام ١٩٨٤ نحو ٥ مليون ذبابة فى الأسبوع خلال فترة طيران الآفة (مايو ـ يونيو) وأجرى إطلاقات الذباب العقيم أسبوعياً بالطائرات. ونسبة الإغراق (عقيم إلى ذباب برى) على الأقل ١٠: ١ ويفضل ٢٠: ١ وحيث أن الجيل الثانى لذبابة البصل (فترة طيرانه يوليو ـ أغسطس) ذات أهمية قليلة إستخدم برنامج خفض suppression program بذباب عقيم بنسبة أقل فى الصيف لمنع الزيادات الغير مرغوبة من العشيرة البرية التى قد تتداخل مع برنامج الـ SIT فى الربيع التالى.

يسمح التشتت السريع للذباب فى الربيع *D. antiqua* عند الخروج من الحقول حيث لا يوجد البصل مع النقل السلبى لنحو ٣ كم passive transport بإستقرار ذبابة البصل فى المناطق الجديدة بسهولة. لذا فإن الإستئصال المحلى لا يبقى طويلاً ولا يشكل أيضاً الهدف الأساسى لبرنامج SIT الهولندى. ويمكن تحقيق التأثيرات الأطول بقاءاً longer lasting effects بالتعاون مع جميع المزارعين فى منطقة زراعة البصل أو بالتنظيم الحكومى الصارم. ونظراً لعدم رغبة المزارعين أو الحكومة لأى من هذه البدائل لذا فإن الـ SIT يطبق كطريقة مخفضة suppression method لعشائر ذبابة البصل مشابهة للمكافحة الكيماوية.

٤٠١٠ حشرات أخرى Other insects

فى أمريكا ـ إلى جانب برامج الذباب الحلزونى وذباب الفاكهة تم دراسة إطلاقات الحشرات العقيمة لعدد من الحشرات الأخرى. تشمل بعضها سوسة اللوز وذبابة التسى تسى species *Glossina* وذبابة القرن *Haematobia irritans* والباعوض وفراشة الكودلنج *Cydia pomonella* ودودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypiella* (شكل ٩٨) وكان برنامج دودة اللوز القرنفلية واحد من أكثر البرامج الناجحة بين تلك الحشرات.



شكل (٩٨): أمثلة لحشرات إستخدم معها برامج إطلاق الحشرات العقيمة لمكافحتها

دودة اللوز القرنفلية آفة خطيرة للقطن فى الولايات الجنوبية الغربية من أمريكا وإنتشرت الآفة من تكساس إلى نيو مكسيكو وأريزونا وجنوب كاليفورنيا وشمال غرب المكسيك فى وسط سنوات ١٩٦٠ وتهدد بغزو مناطق زراعة القطن الرئيسة لوادى San Joaquin فى كاليفورنيا. أطلقت الفراشات العقيمة فى بداية ١٩٦٧ فى هذا الوادى بمعدل ١٠٠ مليون فراشة فى السنة وأعطى تقديراً للذكور العقيمة بالنسبة للذكور الأجنبية ما يتعدى ١٠٠٠: ١ فى بداية الموسم. وأدت هذه النسبة إلى خفض عالى جداً للتزاوجات الناجحة ويعتقد أن هذا البرنامج هو المسئول عن إعاقة إستقرار دودة اللوز القرنفلية فى هذا الوادى.

٢- برامج وصلت للمرحلة الثانية فى أوروبا

Programmes that have reached phase II in Europe

أجريت كثير من المحاولات فى أوروبا لتطوير الـ SIT لعدد من الآفات الهامة. ومع ذلك ــ لم تتقدم معظم المشاريع إلى ما بعد النطاق البحثى وذلك لمشاكل تقنية. أمثل غياب طرق التربية الكافية ــ إجراءات الإشعاع والتعليم marking والتداول وتكنولوجى الإطلاق ومتابعة العشائر فى الحقل وإنخفاض فى نوعية الحشرات poor insect quality... الخ والتقدم البطئ الراجع لنقص الدعم المادى والتقدير الأقل لمعقد إتجاه المكافحة أو الجمع بين تلك العوامل. ووصل البحث والتطوير الـ SIT ضد ستة أنواع من الآفات إلى مرحلة إجراء دراسات عملية حقلية فى مناطق مختلفة الأحجام لكى تختبر طريقة المكافحة تحت الظروف الحقلية الحقيقية ولتقدير التكلفة. وبدأت جميع تلك البرامج بغرض تحقيق إستئصال للعشيرة المستهدفة وفيما يلى وصف لخمسة برامج.

١.٢ الخنفساء الأوروبية **European cockchafer, *Melolontha melolontha***

أمكن تحقيق إستئصال مؤقت لهذه الحشرة فى شمال غرب سويسرا فى ٣٠ هكتار من أرض المرعى. ويشكل البرنامج فى الوقت الحاضر البرنامج الأول والناجح للـ SIT الذى يطبق ضد آفة من عمدية الأجنحة. وكان نتيجة للصعوبات الضخمة والمستحيلة فى نفس الوقت والتى تتمثل فى تربية الأعداد الضخمة المطلوبة من ذكور الخنافس تحت الظروف المعملية أن إلتجأ العلماء لجمع الحشرات الكاملة من الخنافس من المناطق المجاورة "بنك الخنافس" "beetle bank" ثم تعقيمها ثم إطلاق الحشرات العقيمة فى منطقة الإستئصال. وتوقف هذا البرنامج نتيجة المشاكل التى تضمنها البرنامج ونقص فى التسهيلات الكافية للإشعاع.

٢.٢ ذبابة فاكهة الكرز الأوروبية **Cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi***

ذبابة ثمار الكرز هى عادة الآفة الحشرية الوحيدة التى تهاجم ثمار الكرز فى أوروبا. لذا فإن استبعادها بالطرق البيولوجية أو بالبيوتكنولوجى سيسمح بإنتاج فاكهة كرز عالية النوعية دون إستخدام المبيدات. تطورت إجراءات الـ SIT خلال إطار

مجموعة التعاون الدولى (IOBC) مع علماء من سويسرا وألمانيا والنمسا وروسيا للتعاون فى أوجه التربية والإشعاع وإجراءات التعليم marking procedures وصيد الحشرات trapping والإيكولوجى والضبط النوعى quality control للحشرات المنتجة. وأدى البرنامج البحثى الدولى هذا أولاً إلى تجارب حقلية فى شمال غرب سويسرا فى ١٩٧٢ حيث عوملت ٦٠٠ شجرة كرز بإطلاق ١٨٠٠٠٠ ذبابة عقيمة وشكلت الهجرة الغير متوقعة للذباب البرى من بساتين الكرز المجاورة إلى المناطق المعاملة وأنماط الهجرة الغير طبيعية للعشائر المحلية والراجعة لإنخفاض محصول الكرز المتسبب عن صقيع متأخر الأسباب الرئيسية فى عدم ملاحقة الذباب العقيم لذباب الحقل ففشلت نسبة الإغراق المرغوبة ٢٠: ١ (عقيم: برى) فى الثلاث أسابيع قبل جمع الكرز. ووجد عند الحصاد أن ١٥% من الكرز مصابة بالـ *R.cerasi*. ومع ذلك ـ كانت نسبة الإصابة هذه لا بأس بها إذا قورنت بمعدلات الإصابة العالية جداً فى المناطق الغير معاملة. أجريت فى عام ١٩٧٣ و ١٩٧٤ برامج SIT على نطاق ضيق فى النمسا وروسيا وسويسرا تحت ظروف بيئية معاكسة جداً مثل غياب العزل، انخفاض فى محصول كرز وزيادة فى نسبة تشتت الآفة وحقق البرنامج خفض جزئى. ومع ذلك ـ أمكن تحقيق الأبعاد الكلى total elimination فى بستانين معزولين من الكرز فى شمال غرب سويسرا فى ١٩٧٤.

بدأت فى ١٩٧٦ دراسة عملية ضخمة فى شمال غرب سويسرا غطت مساحة ٢,٥ كم٢ تشمل ١٥٠٠ شجرة كرز و ٧٠ من مزارعى الكرز. وأثناء البرنامج التالى (١٩٧٦-١٩٧٩) أعلن بأن ذبابة الكرز إستبعدت eliminated فى منطقتين من الـ SIT فى ١٩٧٨ ولم تدخل الذبابة هذه المناطق حتى عام ١٩٨٢ رغم توقف إطلاق الذباب فى ١٩٨٠.

بالرغم من أن هذه الآفة يمكن تربيتها فى المعمل ورغم أن لها جيل واحد كان الإتجاه العملى الملائم هو جمع أعداد تتعدى المليون عذراء فى السنة من نبات *L.xylosteum* المصاب. وسمح هذا الإنتاج الحقلى الأساسى الرخيص والموثوق به بإطلاق سنوى لنحو مليون ذبابة عقيمة فى المنطقة المستهدفة وإنتاج ثمار فاكهة كرز سليمة عالية النوعية دون إستخدام مبيدات حشرية.

أوضحت المصائد المكثفة فى مرحلة متأخرة نسبياً من البرنامج فى ١٩٧٨ أن أقصى مدى لإنتشار الآفة الذى قيس فى دراسات التعليم ــ الإطلاق ــ إعادة الأسر mark-release-recapture studies. والتى أجريت فى البداية على نطاق ضيق كانت غير دقيقة وأقل كثيراً من المدى الحقيقى. حيث أنه عندما تم اختبار منطقة SIT على أساس إفتراض أن أقصى مدى للإنتشار هو ١ كم. اكتشفت أن الذباب المعلم فى مناطق الإطلاق رحل إلى بساتين كرز مجاورة ومعزولة بالنباتات وتبعد نحو ٣كم. لذا اقتراح أن البساتين المعزولة التى سيجرى فيها برامج خفض بالذباب العقيم أو المكافحة الكيماوية التقليدية يجب أن تبعد على الأقل بـ ٣كم عن البساتين المصابة. إقترح موديل لتوسيع SIT ضد *R. cerasi* من المرحلة التجريبة إلى النطاق الحقلى الكبير. وأوصى بإنتاج سنوى من ذبابة الكرز يقدر ٣,٥ مليون عذراء من نباتات *L.xylosteum* التى تزرع على طول الطرق العامة والسكك الحديدية. وإطلاق الذباب خلال ثلاث سنوات تبادلياً فى منطقتين للـ SIT كل منها تحوى ٥٠٠٠ شجرة كرز. وسيسمح هذا الإتجاه بإنتاج فاكهة الكرز ذات النوعية العالية من ١٠٠٠٠ شجرة كرز دون تطبيق المبيدات. ووجد عند حساب التكلفة أن طريقة الإطلاق العقيم مشجعة عند مقارنتها باستراتيجيات المكافحة الأخرى مثل المبيدات الكيماوية (dimethoate) أو المكافحة التقنية بإستخدام المصائد البصرية visual traps.

هذا الإتجاه ــ كما ذكر من قبل فى حالة *D. antiqua* فى هولندا ــ يمكن أن يطبق فقط على أساس تعاون جميع مزارعى الكرز فى المنطقة أو من خلال تنظيم حكومى صارم ولا يلقى أى من هذه البدائل دعم عام.

٣٠٢. ذبابة فاكهة البحر المتوسط *Ceratitis captiata*

كما ذكر من قبل ــ لا يمكن إستبعاد elimination ذبابة الفاكهة فيما عدا الإستبعاد المؤقت للآفة فى جزيرة Procida بإيطاليا. ولكن أمكن خفض عشائرها suppression بواسطة برامج SIT التى أجريت فى أسبانيا وإيطاليا وتونس وقبرص وإسرائيل. وفى معظم الحالات عزى أسباب عدم تحقيق الإستئصال إلى غياب العزل الكافى للمنطقة المتسهدفة وطرق التربية الغير قياسية وعدم كفاية الـ buffer zones (المناطق الخالية من الإصابة حول المنطقة المستهدفة).

٠٤٠٢ فراشة الكودلنج *Laspeyresia pomonella*

أجرى برنامج للـ SIT من ١٩٧١-١٩٧٤ فـي شـرق سويسـرا فـي بسـتان (٠,٥ هكتار) تفاح منعزل نسبياً. ولم يتحقق الأبعاد رغم الإطلاق المكثف الذى وصـل إلى ٢٠٠,٠٠٠ فراشة عقيمة فى الموسم ولكن أمكن خفض الضرر إلى تحـت ٠,٥% وقت الحصاد. وكما هو فى معظم برامج SIT- ظهرت قدرة إنتشار غير متوقعة أثنـاء الدراسة الحقلية فقط للفراشات العقيمة المعلمة من خلال برنامج المصائد المكثفـة. وأدى إعادة أسر الذكور المعلمة من مسافة تبعد ١١ كم من موقع الإطلاق إلى الإقتراح بـأن العزل الخاص بحقل التفاح التجريبى لم يكن كافياً وأن الإناث الخصبة الآتية من حقـول مجاورة أثرت على النتائج المتوقعة من الـ SIT. ورغم أن النتائج أوضحت بأنه يمكـن خفض عشائر فراشة الكودلنج بواسطة الـ SIT تحت ظروف وسـط أوروبـا إلا أن إدخال المكافحة الوراثية فى برامج إدارة الآفـة الحشـرية أدى إلـى تـهذيب طريقـة المكافحة والتنظيم الحكومى للبرامج الإقليمية لمكافحة الآفات.

٠٥٠٢ فراشة العنب *Eupoecilia ambiguella*

تمثل هذه الحشرة الآفة الوحيدة فى كثير من حدائق العنب فى وسط أوروبـا التـى تتطلب رش منتظم للمبيدات الحشرية. سيساعد أبعـاد هـذه الآفـة بطـرق المكافحـة البيولوجية أو بالـ SIT تقليل كميات المبيدات التى تدخل فى النظام البيئى الزراعـى كما سيسهل المكافحة البيولوجية للآفـات الأخـرى للعنـب مثـل الحلـم العنكبوتـى *Panonychus ulmi* و *Tetranychus urticae*.

بعد عدة سنوات من الدراسات التحضيرية عن جمع trapping وإنتشـار وتربيـة وتعقيم الحشرة أجريت دراسة عملية حقلية فى شرق سويسرا فى ١٩٨٣ بـهدف إبعـاد eliminating هذه الآفة من حديقة عنب معزولة نسبياً تبلغ ٢ هكتار وأطلـق ٢٠٠,٠٠٠ فراشة عنب عقيمة فى كل فترتى طيران أى فى مايو ويوليو. وكان لدرجـة الحـرارة العالية الغير متوقعة فى محطات الإطلاق البلاستيكية الجديدة التطويـر أثنـاء دفعـات الإطلاق الأولى المسؤلية فى الخفض الضعيف فى الجيل الأول والكثافـات العشـيرية الأعلى للآفة الغير متوقعة فى الجيل الثانى. وفى مجاميع الإطلاقـات التاليـة عقمـت

عذارى الـ *E.ambiguella* المتقدمة العمر أى فى وسط فترة التعذير (المجهزة على الكرتون المموج) وفقست فى الحقل من حقائب ذات تهوية جيدة مصنوعة من بلاستيك مصنوعة من بلاستيك شبكى واسع الثقوب. ورغم المستوى العشيرى الأعلى للعشيرة البرية عن المتوقع فإن مجاميع الـ SIT الثانية خفضت العشيرة المستهدفة إلى ما يقرب من ٨٠% ودفعت مستويات الإصابة كثيراً أسفل الحدود الإقتصادية الحرجة. وأظهرت شبكة الفرمونات المكثفة العاملة فى حقول العنب المجاورة عدم وجود فراشات معلمة marked moths خارج منطقة الـ SIT مؤكدة لنتائج دراسات الإنتشار التى أجريت من قبل.

و- متطلبات وحدود برامج الحشرات العقيمة

Requirements and limitations of sterile-insect programs

تشكل قدرات التربية الضخمة الإقتصادية للحشرة واحد من المتطلبات الرئيسية لنجاح برنامج الحشرات العقيمة. وحتى مع الأعداد المنخفضة فى العشيرة الطبيعية يلزم فى معظم البرامج إنتاج وإطلاق ملايين من الحشرات أسبوعياً خلال فترة تستغرق عدة اسابيع. وتتطلب هذه القدرة أحياناً تطوير غذاء صناعى عليه يمكن أن تربى حشرات سليمة ذات قدرات تنافسية بيئية تتساوى مع مثيلتها من الحشرات فى البيئة الطبيعية. ويتطلب تفهم المعدلات التكاثرية النهائية وأوقات الكثافة المنخفضة لعشائر الآفة برامج لأخذ العينات التى نحصل منها على تقديرات مطلقة. بالإضافة إلى ذلك ـ هذا البرنامج قابل فقط للتطبيق عندما لا ينتج عن إطلاقات الحشرات العقيمة ضرر كبير أو عندما لا تسبب إزعاج غير ملائم. على سبيل المثال ـ تصبح الإطلاقات الكبيرة من الحشرات غير مقبولة إذا كان للحشرات القدرة على نقل الـ arboviruses أو الممرضات النباتية فى منطقة ما.

إن الخبرة فى خفض أو إستئصال العشائر بطريقة الحشرات العقيمة مازالت محدودة جداً لتحديد أى نوع سيكون عالى الحساسية لبرنامج الحشرات العقيمة. وحتى مع البرامج الموجودة الكبيرة جداً مثل تلك الخاصة بالديدان الحلزونية وذباب الفاكهة ـ النتائج لهم تفهم جيداً بعد. ومازالت هناك حاجة كبيرة إلى أبحاث إيكولوجية وإنتاجية وإجرائية قبل إمكانية التنبؤ الكافى لملائمة طريقة الحشرات العقيمة. ومع ذلك ـ يمتد

فوائد البحث فى هذا المجال إلى وسائل الإدارة الأخرى وبذا لـن تكـن هنـاك جـهود ضائعة حتى فى الحالات التى يثبت فيها أن هذا الإتجاه غير عملى.

ثانياً: أساليب وراثية أخرى: Other genetic tactics

لقد تم ممارسة التداولات الوراثية الحشرية لمنفعة الإنسان من مئات السـنين منـذ إستئناس دودة حرير القز *Bombyx mori* وشبه الإستئناس semidomestcation لنحـل العسل *Apis mellifera* فالسلالات الممتازة العالية الإنتاج تحصل عليـها مـن خـلال الإنتخاب والتهجين ويتوقع لمثل هذه الأنشطة أن تظهر تقدماً أكثر فى المستقل القريب.

إن التداول الوراثى للحشرات لخفض تعدادتها يمثل فكرة مختلفة تماماً. وصف هـذا النشاط فى البداية كجزء من الضبط أو المكافحة الوراثية genetic control والذى يشمل أى نمط للتداول الغير طبيعى artificial manipulation للتركيب الوراثـى للحشـرات لتقليل أعداد عشائرها. مثل الإستخدام الوراثى فى الإضرار الداتى للعشـائر الحشـرية لوقاية النبات.

هذه الوسائل الوراثية للمكافحة الذاتية autocidal control تجريبيـة فـى الوقـت الحاضر ومعظمها لم يطبق بعد. ومع ذلك هناك عمليـات وراثيـة مفهومـة وإقـترح إستخدامها. الأساس المقترح يشتمل على تغـير العمليـات الوراثيـة بطريقـة تجعـل الحشرات أقل خصوبة أو أقل قدرة أو عقيمة تماماً وسيعمل التأثير على خفض سـلامة أو صلاحية العشيرة population fitres. ويرمى الهدف إلى خفـض Suppression أو إستئصال كامل للنوع فى منطقة كبيرة.

إن إستخدام الأسس الوراثية لتحسين صلاحية fitress الأعداء الطبيعية الحشـرية مجال آخر لاقى كثير من الإهتمام حديثاً. وينحصر الإهتمام فى الحصول على حشـرات نافعة أو مفصليات أخرى مقاومة لمبيدات الآفات.

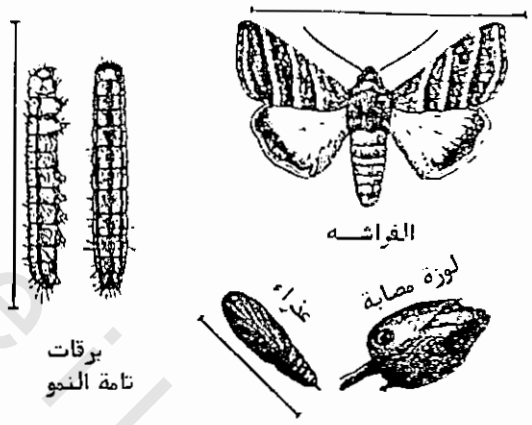
هناك عدة خصائص تجعل الحشرات سهلة الإنقياد للقتل الذاتى autocide خـلال التداولات الوراثية. فالمطاوعة أو اللدونة الوراثية genetic plasticity تمثل واحد مـن الخصائص الرئيسية. حيث تحتفظ معظم الأنواع بأشكال وراثية مختلفة خـلال المجـال

الجغرافى الذى تتواجد فيه ويمثل كل شكل نمط وراثى مختلف وترجع أهميتها فى أنـــها تشكل مصادر خطيرة هامة لبرامج التربية والانتخاب. بالإضافة إلى ذلك ــ للحشـــرات دورات حياة قصيرة نسبياً وقدرات تكاثرية عالية تســـهل برامـــج التربيـــة والتجـــارب الوراثية. علاوة على ذلك ــ قد يؤدى تطور تقنيات تربية الأعـــداد الضخمـــة لبعـــض الأنواع إلى إستخدام عملى للبرامج فى الحقل.

١- الهجن العقيمة Hybrid strility

تنتج الهجن العقيمة من تزاوج نوعين مختلفين شديدى القرابة فتعطى ذرية عقيمـــة وحيث أن هذه الهجن تظل نشطة فى البيئة فهى تتنافس مع الأفراد العادية بطريقة ينتـــج عنها خفض فى العشيرة الناتجة. ويتشابه هذا فى تزاوج الحصـــان والحمـــار فيصبـــح الناتج بغل عقيم وقد إقترحت هذه الفكرة للحصول على حشرات عقيمة للإطلاق.

إن التزاوج بين الأنواع interspecific matings غير شائع فـــى الطبيعـــة ولكـــن يمكن حدوثه تحت الظروف المعملية. وإذا أدى هذا التزاوج إلى الإخصاب فإن الأفـــراد الهجن قد تموت فى المرحلة الجنينية أو فى واحد من أطوار ما قبل الحشرة الكاملـــة أو فى المرحلة المبكرة من طور الحشرة الكاملة. وإذا وصلت إلى طور الحشـــرة الكاملـــة فإن الحشرات الكاملة الهجن البديلة قد تشكل أفراداً طبيعية فـــى مظـــهرها الخـــارجى وسلوكها وحياتها، وقد تظهر قوة الهجين فى الحركة والنشاط. ومع ذلك ــ تظهر هـــذه الأفراد عقم كلى أو جزئى فى جنس واحد أو فى كلا الجنسان. وذكر أنـــه ينتـــج عـــن تزاوج السلالات crossing of races أو تحت الأنـــواع أو الأنـــواع الشـــديدة القرابـــة sibling species نشئ هجين وقوى. وهناك امكانية فى تزاوج الهجين مع واحد أو كـــلا أنواع أبائه. وإذا تطورت مثل تلك الطريقة الهامة من المكافحة الوراثيـــة فإنـــه يمكـــن تربية الهجن وإطلاقها. وهذا الإتجاه قد يبعدنا عن الحاجة إلى إجـــراءات التعقيـــم وقـــد يؤدى إلى حشرات عقيمة ذات نوعية عالية يمكن إطلاقها لإســـتئصال عشـــائر الآفـــة المستهدفة.



شكل (٩٩): دودة براعم الدخان ــ أعراض إصابة وبعض أطوار الحشرة.

من الدراسات الجديرة بالذكر فى هذا الخصوص ــ فى عام ١٩٧٨ تـــم التـــهجين بين دودة براعـــم الدخـــان *Helicoverpa virescens* (شـــكل ٩٩) والنـــوع القريـــب *Helicoverpa subflexa*. تتزاوج هذه الأنواع بسهولة فى المعمـــل لتعطـــى جيـــل أول (F1) من الذرية عقيم جزئياً ــ والمهم أكثر فى هذه الظاهرة أن الذكور الـــهجن تكـــون عقيمة عندما تتزاوج مع الإناث الطبيعية (backcrossed; BC) من *H. virescens* و *H.subflexa* أطلقت *H.virescens* فى أقفاص حقلية مع BC6, BC3 وبنســـبة ١: ١ ، ١: ٥ على الترتيب لدراسة صفة اكتساب الهجن الذكـــور العقيمـــة فـــى عشـــيرة *H. virescens*. ووجد إنخفاض فى نسبة فقس البيض من تزاوج الذكور العقيمة وإنتشـــار لصفة الهجن الذكور العقيمة فى عشائر *H. virescens*. وإذا ظل هذا الاكتساب حقيقـــى فى العشائر الطبيعية فإن طريقة الهجن العقيمة ستكون طريقة فعالة فـــى مكافحـــة دودة براعم الدخان *H.virescens* . ورغم تواجد مشاكل تقنية فـــى هـــذا الإتجـــاه إقـــتراح للإستخدام فى إطلاقات الحشرات العقيمة ضد عشائر دودة براعم الدخان.

يوجد إعتقاد بإمكانية إستخدام الذكور الهجن العقيمة للناقل الخطير للملاريا والفلاريا الأفريقية للـ *Anopheles gambiae* وهو معقد من ست أنواع شديدة القرابة كوسيلة لمكافحة العشائر الطبيعية وراثياً. حيث ينتج التزاوج بين أى من أنواع المعقد ذكور هجن عقيمة ولكن فى بعض التزاوجات يوجد زيادة فى نسبة الذكور الهجن التى يمكن إطلاقها لخفض عشيرة النوع الضار. من هذه التزاوجات المثيرة التزاوج بين ذكور النوع *An. arabiensis* وإناث *An. melas* تعطى نسبة عالية غير طبيعية من الذكور للإناث. وأجريت تجربة حقلية بإستخدام هذه الذكور العقيمة ضد العشيرة المستهدفة *An. gambiae* فى Pala فى فولتا العليا. حيث أطلق إجمالى ٢٩٦,٠٠٠ عذراء هجين (٩٣% منها ذكور) فى مواقع التربية الطبيعية لـ *An. gambiae* الذى يشكل النوع الوحيد من المقعد الموجود فى المنطقة. وانتشرت الذكور العقيمة جداً فى بيئة القرية داخل وخارج المنازل، ولكنها فشلت فى التزاوج مع الإناث البرية. وعزى أسباب هذا الفشل إلى وجود عائق سلوكى لما قبل التزاوج behavioral pre-mating barrier. فوجهت هذه النتائج الغير مشجعة الحاجة لتركيز البحث على معقد *An. gambiae* قبل الإطلاق الثانى الحقلى. وقد يكون من المهم تمثيل النوع المستهدف فى آباء من ذكور هجين بين الذكور الآباء البرية.

٢- عدم التوافق السيتوبلازمى Cytoplasmic incompatibility

أطلق Davidson فى ١٩٧٠ على ظاهرة تزاوج أفراد عشيرتان من نفس النوع وإنتقال الحيوانات المنوية insemination دون إخصاب رغم التشكل الجنينى الجزئى partial embryonation مسبباً إنخفاض فى القوى التكاثرية بعدم التوافق السيتوبلازمى. ويحدث التعقيم هنا عندما يدخل الحيوان المنوى سيتوبلازم البيضة وينبه الإنقسام الميوزى دون أن يحدث إندماج بين نواة الحيوان المنوى مع نواة البيضة الأولية egg pronucleus لتكون الزيجوت.

لقد كان هناك تضارب فى الآراء عن طبيعة العامل السيتوبلازمى cytoplasmic factor الذى يسبب هذه العقبة للحيوان المنوى فى شق طريقه إلى نواة البيضة oocyte nucleus وأشار Yen & Barr عام ١٩٧١ إلى وجود أجسام تشبه الركتسيا Rickettsia-like bodies تتركز بالقرب من الميكروبيل فى بيضة الباعوض. ووجد أن

تطبيق المضادات الحيوية لعشائر النوع الحشرى الغير متوافق قد يجعلهم متوافقين ودعم ذلك النظرية التى تدعى بأن العامل السيتوبلازمى مرتبط بوجود الكائنات الدقيقة.

معروف أن هناك بكتريا مختلفة تعيش داخل خلايا مفصليات الأرجل فى صورة تكافلية تحدث تغيرات متنوعة فى السلوك الجنسى لعوائلها. وصفت كثير من تلك الكائنات الدقيقة بكونها تشبه الركتسيا. لوحظت هذه البكتريا بعد إكتشاف العقم بين السلالات المختلفة للنوع العائل لها. حيث كان التزاوج بين الإناث الغير مصابة والذكور المصابة أو أحياناً بين الأفراد المصابة ينشأ عنه ذرية غير حية. من أنواع هذه الكائنات البكتريات *Wolbachia* ومنها نوعان B,A. وجدت هذه البكتريا فى الأنسجة التكاثرية (المبايض والخصى) وفى مدى واسع من مفصليات الأرجل وهى تورث بالسيتوبلازم. وهذه البكتريا تسبب عدد من تغيرات التكاثر البكرى وظهور صفات الأنثى فى الذكور. الـ *Wolbachia* واسعة الإنتشار جداً. وأثبت الحصر الحديث أنها موجودة فى أكثر من ١٦% من أنواع الحشرات فى رتبها الرئيسية كما وجدت البكتريا فى الحلم ومتساويات الأرجل isopods وحديثاً وجدت فى النيماتودا.

ولقد جذبت الـ *Wolbachia* الإنتباه حديثاً لعدة أسباب.

١- التوزيع الواسع لها وتأثيرها على العوائل ويقال أنها ذات أهمية كبيرة فى علميات التطور وذلك لدورها الهام فى ميكانيكية الفصل السريع للأنواع.

٢- تعيش هذه البكتريا داخل الخلايا intracellular ومعروف أنها تغير النمو المبكر وعمليات الإنقسام الميتوزى فى عوائلها ونتيجة لذلك فإن الـ *Wolbachia* قد تستخدم فى دراسة هذه العمليات الأساسية.

٣- هناك إتجاه كبير لإستخدام هذه البكتريا فى المكافحة البيولوجية كميكروب "عدو طبيعى" لتعزيز التكاثر فى الأعداء الطبيعية أو كناقل لنشر التغيرات الوراثية المرغوبة فى العشائر.

لوحظ ظاهرة عدم التوافق السيتوبلازمى فى عدة أنواع من الحشرات منها بعض أنواع باعوض *Culex* والـ *Aedes* وثلاثة أنواع من طفيليات غشائية الأجنحة التابعة للجنس *Nasonia*. ومعروف عن الـ *Wolbachia* أنها تسبب التوالد البكرى فى ١٠

من ١٦٠ نوع من الـ *Trichogramma*. ووجـدت أيضـاً فـى فراشـة *Ephestia cautella* ومن غمدية الأجنحة فى الـ *Tribolium confusum* و *Hypera positica* ومن متشابه الأجنحة فى *Laodelphx striatellus* ومن ثنائية الأجنحـة ذبابـة الخـل *Drosophila simulans* و *D.melanogaster* وذبابة فاكهة الكرز *Rhagoletis cerasi* وتتصف البكتريا المسئولة عن عدم التوافق السيتوبلازمى "*Wolbachia*" بتركيبها الدقيـق وحساسيتها للحرارة العالية والمضادات الحيوية "*tetra cycline*".

إكتشف عدم التوافق كما سبق فى ذبابة الكرز *R. cerasi* حيث وجـد أن عشـائر الذبابة فى أوروبا تنقسـم إلـى سـلالتان تظـهران اتجاهـاً واحـداً لعـدم التوافـق unidirectional incompatibility. وينتج عن تزاوج الخليط بين ذكور سلالة الجنـوب وإناث سلالة الشمال بيض عقيم بينما ينتج عن التزاوج الخلطى العكسى إناث الجنـوب × ذكور الشمال نشئ طبيعى وأشارت الأبحاث الحديثة فى النمسا أن المضادات الحيوية يمكن أن تؤثر على هذه الظاهرة.

يمكن أن يستخدم عدم التوافق السيتوبلازمى كطريقة للمكافحة المؤثرة عن طريـق إطلاق ذكور *R. cerasi* من سلالة الجنوب إلى بساتين الكرز فى الشـمال. وتتصـب المشاكل التقنية المرتبطة مع هذا الإتجاه أساساً فى الفصل الكامل للذكور عن الإناث فـى طور العذراء حتى يمكن تجنب إطلاق إناث من سلالة الجنوب إلى المجـال الشـمالى ومن حسن الحظ تبدى العذارى المجموعة من الكرز المصاب توزيع مختلف فى الحجـم الطبيعى بين الجنسان ولذا يمكن إستخدام الفصل الميكانيكى فى هذا الغرض.

أطلق فى تجارب حقلية فى ١٩٧٧ نحو ٥٠٠٠٠ ذكر جمعت من سلالة الجنـوب فى إستراليا ونيوزيلندا فى بستان كرز صغير فى شـمال النمسـا. ونتيجـة لضعـف المحصول الذى نتج عن صقيع متأخر وإصابة عالية من عشيرة ذبابـة فاكهـة الكـرز المحلية لم تكن نتائج هذه التجربة كافية. ولم تبذل منذ ذلك الوقـت محـاولات أخـرى لتطوير طريقة الحشرات الغير متوافقة فى *R. cerasi* برغم مميزاتها الهامة التى تفـوق الـ SIT فليس هناك حاجة لتعقيم الذباب بالإضافة إلى توافر نوعية راقية مـن المـادة البيولوجية المؤثرة كما لا توجد حاجة لتكاليف عملية التربية حيث يمكن جمـع ذبـاب الفاكهة بكميات كبيرة فى الحقل من العائل البديل *Lonicera xylosteum*.

درس عدم التوافق السيتوبلازمى جيداً فى معقد الباعوض *Culex pipiens* حيث لا ينتج عن عدد من التزاوجات الخلطية ذرية أو تنتج ذرية قليلة من الإناث دائمـــاً. وأدى ذلك إلى الاقتراح بإمكانية إطلاق سلالة غير متوافقة incompatible strain للقضـــاء على العشائر البرية عن طريق إطلاق أحد الأجناس فقط. ويطلق فى حالة البـــاعوض الذكور حيث أنها لا تمتص الدماء ولا تنقل الأمراض كما أنها تتزاوج أكثر مـــن مـــرة Polygamous.أجريت المحاولات الحقلية لإستخدام هذه الطريقة فـــى قريـــة بـــالقرب من Rangoon فى بورما وفى عدة مواقع فى الهند. وأمكن إدخال متمـــم كروموســـومى كامل chromosomal complement فى سلالة دلهى *Culex pipiens fatigans* فـــى الـــ Pairs cytoplasm. ووجد أن السلالة الناتجة ذات تنافس ممتـــاز للـــتزاوج عقـــب إطلاقها فى منطقة دلهى. ورغم أن نتائج الإطلاق تشير إلـــى درجـــة مـــن المكافحـــة للعشيرة الطبيعية إلا أن التجارب لم تستمر بعد.

أجريت دراسات على معقد الـــ *Aedes scuttellaris* التى تنقل أمراض الفلاريـــا. وأظهرت تجارب التلقيح الخلطى بينهم أن عوائق التزاوج غير كاملة. وأعطى تـــزاوج إناث *Ae.s.scutellaris* من New Guinea مع ذكور *Ae.s.katherinensis* من شـــمال إستراليا ذرية خصبة بينما التزاوج التبادلى لم ينتج عنه ذرية على الإطـــلاق. وســـلكت تزاوجات الجيل الأول سلوك آبائها ولكن ظلت الذكور غير متجانســـة incompatible مع إناث *Ae.s.kahtherinensis*. ويعتقد أن التربية الضخمة لذكور *Ae. s.scutellearis* يمكن أن تستخدم لإستئصال *Ae. S.katherinensis*

٣- إعادة الترتيب الكروموسومى Chromosomal rearrangements

فى هذا التكنيك تختار وتربى الحشرات التى تحمل عيوباً وراثيـــة أو حـــدث بـــها إنتقالات كروموســـومية Chromosome translocations أو أجـــرى فيـــها ترتيـــب كروموسومى غير طبيعى chromosomal rearrangements لإستخدامها فـــى برامـــج إطلاق الذكور.

ويمكن تغير الترتيب الطبيعى للكروموسومات بالإشعاع أو المعاملة الكيماويـــة. لا يسبب إجراء الترتيب الغير طبيعى أو الإنتقالات الكروموسومية عادة العقـــم رغـــم أن

خصوبة الحشرات قد تقل لدرجة مختلفة ولكن النشئ الذى يحمل إنتقالات الكروموسومية من المحتمل أن يكون عقيم عند التهجين outcross. والسلالات التى تحمل نقلات كروموسومية translocation strains والمنخفضة الخصوبة يرتبط درجة عقمها بعدد النقلات الكروموسومية. ومع ذلك يكن أن تربى فى المعمل بصعوبة. وعندما تهجن مع السلالة الطبيعية تكون عقيمة تماماً. إقترحت الطريقة كوسيلة لنقل جينات مفيدة إقتصادياً economically advantageous genes إلى عشائر الآفة. وتنقل مثل هذه الجينات المفيدة صفات فى الآفات تساعد الإنسان. وتشمل بعض من تلك الصفات المرغوبة الحساسية لمبيدات الحشرات والابتعاد عن المحصول النباتى وعدم القدرة على تحمل درجات الحرارة الطبيعية القصوى. ومن المعروف أن تلك السلالات الغير طبيعية synthetic strains تتزايد بعد ذلك طبيعياً وقد: (١) تجعل العشائر سهلة الإنقياد للشكل التقليدى من المكافحة (٢) تزيل الصفات الضارة للآفة مثل قدرتها كناقل للأمراض (٣) إدخال صفات ضارة مثل إنتاج زيادة من الذكور أو قصر العمر أو إنتاج نسبة من بيض غير حى (٤) تحل العشيرة الطبيعية بأخرى أقل حيوية وبذا تقل كثافة العشيرة فى الطبيعة.

لكى تكون هناك قدرة لإستخدام الطرق الوراثية مثل الإنتقالات الكروموسومية "الحمل الوراثى" "genetic load" من الضرورى توافر معلومات جيدة عن التركيب الوراثى للنوع موضع الإهتمام وهذا ليس من متطلبات الـ SIT أو الهجن العقيمة. الأشكال الوراثية formal genetics المعروفة جيداً توجد فى مجاميع معينة من الحشرات خاصة فى ثنائية الأجنحة. لذا من المهم بذل كثير من الجهد فى الرتب الأخرى من الحشرات ومن الضرورى لهذا الغرض جمع معلومات مفصلة عن إيكولوجى وديناميكيات العشائر والتزاوج والسلوك الحقلى للحشرات المراد مكافحتها.

درست الإنتقالات الكروموسومية بتوسع فى عدد من الآفات الحشرية خاصة الباعوض. تشمل الآفات الأخرى التى يتركز فيها البحث الذباب المنزلى وقياسة الكرنب *Trichoplusia ni* ويرقات البصل *Delia antiqua* إلى جانب أنواع أخرى من الحشرات.

٤- الطفرات المميتة الحساسة للحرارة Conditional lethal mutations

فى هذه العملية تم محاولة تربية الحشرات الأقل ملائمة عن المعتاد لأنواع معينة من الظروف البيئية. ويعتمد الإتجاه على آليات خاصة specific alleles لجينات تحدد تكيف الأفراد لعوامل مثل التحمل الحرارى. تنتج هذه الآليات فى صفات موروثة inherited traits لا تسمح بالحياة فى جميع الظروف التى تصادفها الحشرة. على سبيل المثال ــ ممكن أن تشكل الحساسية لدرجات حرارة الشتاء البارد. صفة ظرفية مميتة فى العشائر الجنوبية لنوع من الحشرات فى أمريكا. ومثل هذه الصفة trait ليس لها تأثير على أفراد هذه العشائر فى المسكن البيئى habitat الطبيعى لها. ومع ذلك عند إطلاق الأفراد التى تحمل تلك الصفة فى الجزء الشمالى لمجال النوع الحشرى فإنها تقتل.

الحساسية للحرارة واحد من الصفات المميتة التى لاقت كثير من الإهتمام التجريبى. نظرياً ــ ذكور الحشرات ذات صفة الحساسية للبرد المتجانسة السائدة يمكن تربيتها وإطلاقها فى البيئة. وتنقل الصفة إلى ذريتها عندما تتزاوج مع الإناث البرية. ويقتل النشئ الناتج عند تعرضه لدرجات الحرارة المنخفضة الطبيعية فى الشتاء.

ترتبط عادة الحساسية لدرجة الحرارة المنخفضة بالبيات الشتوى الإجبارى diapause وفى الحشرات ذات المدى الجغرفى الواسع. حيث قد توجد الأنماط الوراثية genotypes التى تدخل البيات أو التى لا تدخل البيات الشتوى فى مدى تواجد النوع الحشرى. وإطلاق الأنماط الوراثية التى لا تدخل فى بيات شتوى فى عشائر ذات أنماط وراثية تدخل أفرادها فى بيات شتوى سينتج عنه عشائر لن تدخل فى بيات تقتل بفعل درجات حرارة الشتاء القاسية. اقترح مثل هذا الأسلوب لحفار ساق الذرة الأوروبى *Ostrinia nubilalis* فى أمريكا وصراصير الغيط *Teleogryllus commodus* و *T.oceanicus* فى إستراليا ولكن الدراسات التى أجريت لا تزال محدودة.

٥- توريث العقم Inherited sterility

يطلق على العقم المورث أيضاً بالعقم المتأخر delayed sterility والذى اقترح كطريقة لزيادة نسبه العقم جوهرياً فى العشائر مقارنة مع طريقة إطلاق الحشرات

العقيمة التقليدية. لقد أوصى بهذه الطريقة على وجه الخصوص لحرشفيات الأجنحة لأن تلك الحشرات تتطلب جرعات كبيرة من الإشعاع للوصول لمستويات عالية للموت المحقق dominant lethality ومثل تلك المستويات العالية من الإشعاع تفسد القدرة التنافسية competiveness للحشرات المطلقة.

نظرياً ــ إذا تم تحديد نسبة ٩: ١ ذكور عقيمة إلى خصبة بالإطلاقات فى برنامج تقليدى. سيؤدى هذا إلى ٩٠% خفض فى التهجينات الخصبة. من ناحية أخرى إذا لم يظهر العقم الناتج بالإطلاق حتى الجيل الأول فإنه سيزداد بنسبة ٩% وهذا بسبب أن الإطلاق الأصلى ٩: ١ سيحدث نسبة ٩: ١ فى كلاً من ذكور وإناث الجيل الأول. وعندما تهجن أفراد الجيل الأول فإن الإحتمالات الناتجة الممكنة كما يلى:

٠,٩ ذكر عقيم × ٠,٩ أنثى عقيمة = ٠,٨١ تزاوجات عقيمة.

٠,٩ ذكر عقيم × ٠,١ أنثى خصبة = ٠,٠٩ تزاوجات عقيمة.

٠,١ ذكر خصب × ٠,٩ أنثى عقيمة = ٠,٠٩ تزاوجات عقيمة.

٠,١ ذكر خصب × ٠,١ أنثى خصبة = ٠,٠١ تزاوجات ناجحة "خصبة".

لذا فإن الموت الوراثى genetic death يمكن زيادته من ٩٠% ويرتفع إلى أن يصل إلى ٩٩% بتأخير حتى الجيل التالى. لذا أوصى بالاستمرار فى البحث فى مثل هذا الاتجاه.

٦- ميكانيكيات الدفع الميوزى لإتجاه معين Meiotic derive mechanisms

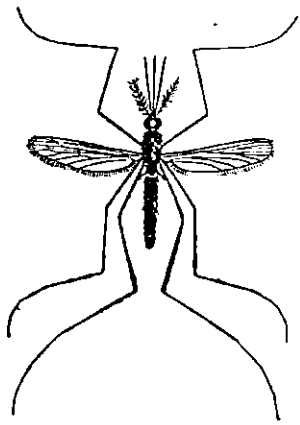
يشير الدفع الميوزى إلى الإستعادة recovery الغير متساوية للكروموسومات المتجانسة أثناء الإنقسام الميوزى. وهنا يزداد تكرار الجين الظرفى المميت conditionally lethal gene الذى أدخل فى العشيرة عند تناقص أعداد العشيرة. ويمكن عرض لمثل هذا الميكانزم مع نظام XY لتحديد الجنس الموجود فى كثير من الحشرات. فى هذا النظام ينتج الاقتران الكروموسومى XX إناث وينتج XY ذكور. وإذا إحدث طفرة مرتبطة Y (Y-linked mutation) سينتج حيوانات منوية Y فقط بخلاف نسبة ١: ١ من Y:X. عند تزاوج الذكور التى تحمل الطفرة mutant males منى Y فقط مع الإناث العادية ينتج ذكور فقط. ويحدث إتلاف للنسبة الجنسية للذكور.

إلى الإناث لصالح الذكور وتتناقص العشيرة. ومع تناقص العشيرة يزداد تأثير ميكانيزم الدفع بسبب وجود زيادة مصاحبة لطفرة الكروموسومات Y فى العشيرة. وتنقرض مثل هذه العشيرة فى النهاية. ورغم إحداث الدفع الميوزى meiotic drive فى عشائر الذباب المنزلى المعملى بجرعات لأشعة جاما تحت جرعات التعقيم إلا أن كثير من البحاث يشككوا فى التطبيق العملى لها.

٧- الإستبدال بأشكال غير ضارة Replacement by innocuous forms

ركزت الطرق السابقة من المكافحة الوراثية حتى هذه النقط على إقامة حمل وراثى genetic loads على عشائر الحشرات ينتج عنه خفض عددى وفى بعض الحالات إنقراض للعشيرة والبديل الملائم لإتجاه القتل الذاتى هذا هو إستبدال الآفة بأشكال غير ضارة. فى هذه الحالة ــ يمكن عمل تربية ضخمة للإستبدالات المعدلة وراثياً وتطلق للغرض الخاص بخفض الوضع الآفى خلال تغيرات فى صفات النوع.

واحد من الموضوعات الأكثر ملائمة لهذا الإتجاه العام هو السلالات الغير ناقلة للأمراض nonvectoring strains والتى فى الطبيعة تمثل نوعاً ناقل للكائنات الدقيقة الممرضة للإنسان حيث **إكتشف حديثاً سلالة من البعوض *Anopheles gambiae* (شكل ١٠٠)**



شكل (١٠٠) باعوضة الأنوفيليس

منيعة لأنواع البلازموديوم *Plasmodium* species المسببة لأمراض الملاريا ــ هذه السلالة ــ عقب تناولها للدم المصاب لديها القدرة على كبسلة الأطوار المعدية من

الكائنات الدقيقة فيتسبب عن ذلك موتها. لذا هذه السلالة غير قادرة على نقل العدوى وأمكن الوصول إلى سلالة منيعة تماماً عن طريق التربية والإنتخاب مما شجع أبحاث أخرى على الإطلاقات المؤثرة فى حملات الاستبدال replacement compaigns. وإذا أمكن تخفيف العشائر الحشرية الطبيعية أو إحلالها تماماً بتربية وإطلاق السلالة المنيعة فإن معدل حدوث الملاريا سينخفض إنخفاضاً معنوياً ومع ذلك ستظل المضايقة من عضات البعوض موجودة.

ورغم أن الإستبدال بأشكال غير ضارة لم يتم بعد فى الوقت الحاضر إلا أن الإتجاه يبشر بإمكانية حل مشاكل أنماط معينة من الآفات.

٨- إستخدام طرق الوراثة الجزئية Use molecular genetic techniques

أدى التوسع الحديث فى الإتجاهات الخاصة بالتداول الوراثى للكائنات خلال البيوتكنولوجى إلى النظر لإتجاهات مماثلة يمكن أن تستخدم لتغير التركيب الوراثى الحشرى insect genome لمنفعة الإنسان. وتشمل بعض الإحتمالات فى الآفات إظهار صفة الحساسية للمبيدات الحشرية وغياب القدرة على تحمل قسوة الشتاء. بينما الإحتمالات الممكنة فى الحشرات النافعة زيادة المناعة للأمراض فى ديدان الحرير ونحل العسل والمقاومة للمبيدات فى الأعداء الطبيعية. ويمثل نقل أو إدخال الـ DNA المعاد تركيبة recombinant (DNA) (تركيب جديد) فى الحشرات الطريقة التى نشط البحث فيها. لقد بين البحث الجارى امكانية إدخال DNA غريب إلى ذبابة الخل *Drosophila melanogaster*. حيث أمكن عزل جينان لبروتينات مضادة للتجمد antifreez portiein genes من السمك الذئبى الأطلنطى Atlantic wolffish وأمكن إظهارها فى الإناث الكاملة حيث تنتج بروتين مضاد للتجمد فى دمائها وأصبحت عرضة للبرد بشدة فى المناطق الباردة. ويقترح هذا البحث أنه يمكن عمل تغيرات وراثية مع حشرات أخرى ويعتقد الكثيرون أنها مسألة وقت قبل أن يتمكن الإنسان من هندسة الصفات المرغوبة.

ثالثاً: قيود طرق المكافحة الوراثية: درس من الخبرة الماضية

Constraints of genetic control techniques: Learning from past experience

من المرغوب فيه ــ ولو أنه يصعب عادة ــ التعلم من الأخطاء التى حدثت فى برامج SIT الماضية فإذا كانت التقارير النهائية عن برامج الـ SIT الغير ناجحة متاحة بأية حال فإن مسببات الفشل فى العادة غير محددة أو متضاربة. وليس هذا بالضرورة علامة عجز حرفى professional incompetence ولكن بالأحرى إشارة لنقص فى بعض الحقائق وفوق كل ذلك الوسائل التحليلية لقياس وتقييم الوقائع الحاسمة التى تحدث أثناء ممارسة برامج المكافحة وفيما يلى سرد لعدة أوجه والتى قد تعزى لحد كبير للأخطاء المسجلة لـ SIT.

١- نقص فى المعلومات عن الخلفية الإيكولوجية

Lack of adequate ecological background information

شكلت هجرة الإناث الخصبة الغير متوقعة إلى مناطق SIT التى يعتقد أنها معزولة مفاجئة فى كثير من برامج المكافحة. فمناطق التجارب التى يبدو أنها محمية من الإصابة من الخارج بواسطة عوائق طبيعية أو صناعية ومناطق فاصلة buffer zones انتهكت نتيجة لغياب العزل. وهناك اعتقاداً بأن ظاهرة الإنتشار كانت ومازالت أحد العوامل الحاسمة فى برامج SIT وإستراتيجيات المكافحة المماثلة (مثل طريقة إعاقة التزاوج عن طريق الفرمونات الجنسية) المؤثرة فى عشيرة الحشرات الكاملة. وفى كثير من الحالات كانت أنماط التشتت dispersal patterns والقدرة التشتتية للنوع المستهدف إما غير معروفة بدرجة كافية أو كان تقييمها غير سليم فى المجال الصغير small-scale لدراسات التشتت. ويكتشف عادة قدرة التشتت الحقيقية أثناء الإجراء الحقيقى لبرامج المكافحة بالـ SIT الكبيرة حيث تطلق أعداد أكبر من الأفراد العقيمة المعلمة وتتبع داخل وخارج منطقة SIT.

٢- نقص فى المعلومات الكافية عن سلوك ونوعية الحشرات العقيمة

Lack of adequate information about the behavior and quality of sterile insects

بدأت كثير من برامج الـ SIT دون معلومات سليمة عن الصفات السلوكية الأساسية للنوع المستهدف تحت الظروف الحقلية. ويبدو أن معظم العثرات التى

إعترضت سبل البرامج ترجع لنقص فى المعلومات الكمية فيما يتعلق بسلوك ومستويات أداء الحشرات المنتجة بالتربية الضخمة بعد تعليمها وتحقيمها وتعبئتها ونقلها وتبريدها وأخيراً إطلاقها فى المناطق المستهدفة لتتنافس مع الأفراد المشابهة البرية. وطالما كانت البرامج الحقلية ناجحة (مثل برنامج الديدان الحلزونية الذى كان ناجحاً لسنوات كثيرة قبل ظهور علامات لمشاكل كبيرة فى عام ١٩٧٢) لم يكن هناك حاجة للإهتمام بنوعية الحشرات المنتجة والمستخدمة فى إجراء حقلى معقد. علاوة على ذلك ـ يبدو أن الضبط النوعى quality control رغم أهميته كان ذات أولوية أقل عندما كان منتج حشرات التربية الضخمة ومستخدمها نفس الهيئات وعادة نفس الشخص.

تغيرت هذه الحالة فى السنوات الماضية أثناء البرنامج الكبير لذبابة الفاكهة فى المكسيك وعندما تأسست مجموعة عمل الـ IOBC فى ١٩٨١ التى ركزت الإنتباه على تطوير إجراءات الضبط النوعى وطرق تحسين نوعية التربية الضخمة لمفصليات الأرجل، ولا مجال هنا لسرد مفهوم الضبط النوعى للحشرات بالتفصيل ولكن المهم ذكر أنه تم تطوير مجموعات قياسية لطرق الاختبار وتم تقييمها وقبولها وهى تسمح بمتابعة نوعية المكونات الهامة تحت ظروف المعمل والحقل. وتطبق هذه الطرق روتينياً فى معظم برامج ذبابة فاكهة البحر المتوسط الحديثة وهى تعدل الآن لإستخدامها فى برامج الديدان الحلزونية.

٣- مفاهيم "البعد الواحد" "One-dimensional" concepts

يتضمن العنصر الثالث هذا عناصر التخطيط التحت مثالى sub-optimal planning التى يصعب سردها بالتفصيل. حيث بدى أن بعض برامج الـ SIT فى الماضى كان ينقصها التخيل والربط لمفاهيم كافحة الواسعة التى يمكن أن تعزز الفاعلية الكلية. وظهر حديثاً إتجاهاً واضحاً لإدخال برامج الـ SIT فى أنظمة الإدارة المتكاملة للآفات.

رابعاً: مستقبل المكافحة الوراثية Future of genetic control

إستخدام طرق الحشرات العقيمة والطرق الوراثية الأخرى لتحقيق القتل الذاتى autocide فى العشائر الحشرية أو بإحلال عشيرة حشرية بأخرى وسائل متخصصة

راقية. وتتمثل أهداف هذه الطرق فى إحداث إستئصال كامل أو على الأقل خفض فى مستويات العشيرة الضارة فى منطقة واسعة. ونظراً لأن الإجراءات فى المناطق الواسعة تتطلب تضافر جهود مجتمعة لذا فإن هذه الوسائل عادة ما تكون فوق إمكانيات الأفراد ولكن عادة ما تقوم بها هيئات حكومية يتعاون معها مجاميع مختلفة الإهتمامات الزراعية. وبالرغم من الصعوبات والعوائق التى تقابلها إتجاهات المكافحة الوراثية فإنه لا يوجد سبب جوهرى فى أن نحكم على هذه الطرق بأنها ذات إتجاه أكاديمى غير عملى. وفى الحقيقة ــ هناك برامج ضخمة تنفذ حالياً والبعض يجرى الإعداد له ومن تلك البرامج إستئصال ذبابة الشمام melon fly من الجزر الجنوبية فى اليابان وإستئصال الديدان الحلزونية فى المكسيك ومشاكل ذبابة فاكهة البحر المتوسط فى المكسيك وعدد من المشاريع الأخرى فى أوروبا وأمريكا. والطرق الوراثية ذات نقاط جذب رئيسية منها:

١- تجرى مقاييس المكافحة الوراثية فى مساحات واسعة وتحت اشراف متخصصون وبهذا يتجنب كثير من الأخطاء التى يقع فيها الأفراد الغير متخصصون.

٢- طرق المكافحة الوراثية هامة وتتميز بإرتفاع تأثيرها عندما تنخفض كثافات العشائر المستهدفة بينما فى حالة المكافحة الكيماوية تصبح فاعلية المكافحة أقل وعائد التكلفة أقل عندما تتناقص العشيرة المستهدفة كما يوجد حد حرج إقتصادى يصبح توظيف المكافحة الكيماوية أسفله غير إقتصادى. وعلى ذلك ــ المكافحة الوراثية قابلة للتطبيق مع المستويات المنخفضة للإصابات الحشرية.

٣- بإستثناء المعقمات الكيماوية يبدو أن وسائل المكافحة الوراثية تمثل مخاطر شخصية وبيئية قليلة فالمكافحة الوراثية متخصصة وتتجنب التأثيرات الغير مرغوبة على الكائنات الأخرى ولا تتضمن متبقيات كما تتجنب التأثيرات المعاكسة الأخرى المرتبطة بإستخدام المبيدات الحشرية.

٤- تسبب عند إستقرارها ونجاحها توفير إقتصادى ضخم وعائد إقتصادى عالى عند إستئصال الآفة أو خفض عشائرها.

إن للمكافحة الوراثية آمال كبيرة فى المستقبل خاصة عند إستخدامها مع عناصر المكافحة الأخرى فى أنظمة إدارة الآفات الحشرية. ففى أحد البرامج الخاصة بمكافحة دبابة مرض النوم التى أجريت فى ١٩٨٠ فى أعالى نهر الـ Guenako بفولتا العليا عوملت المنطقة بـ pyrethroid مخلق وهو الـ decamethrin حيث طبق بالطائرات كإيروسول عند جرعة ٠,٢ جم للهكتار وتم التطبيق مرتان بفاصل ١٤ يوماً وأدى ذلك إلى خفض عشائر الـ *Glossina palpais* gambiensis لأكثر من ٩٥% ثم عمل على إطلاق فيضى لعشيرة عقيمة من ذكور الحشرة. وعلى هذا فإن برامج المكافحة الوراثية تقدم الآمال فى إستئصال أنواع الآفات الناقلة للأمراض. والمكافحة الوراثية ذات قدرة عالية ضد الآفات الزراعية خاصة عند تكاملها مع طرق المكافحة الأخرى لتقليل العشائر المستهدفة أسفل المستوى الإقتصادى الحرج مع تكلفة معقولة ومن المحتمل أن يزداد إستخدام المكافحة الوراثية فى المستقبل. ويرى المؤلف بأن بلد مثل مصر يمكن أن يمثل موقع ممتاز لممارسة المكافحة الوراثية لعدد من الآفات الهامة مثل ذبابة البحر الأبيض المتوسط. ذلك على المستوى القومى حيث تنحصر الزراعة على جانبى النيل مع اتخاذ الحدود كـ buffer zones وذلك فى حالة توفر التقنية اللازمة والحجر الزراعى الصارم والدعم المادى الكبير والتعاون العلمى مع دول الجوار وقد يشكل ذلك عقبات كبرى فى البلاد النامية مثل مصر.

لسوء الحظ هناك كثير من العوامل التى تحد من إمكانية إستخدام طرق المكافحة الوراثية ويرجع عدم نجاح بعض محاولات المكافحة الوراثية لواحد أو أكثر مما يلى:

١- غياب تقنية التربية الضخمة الإقتصادية لأنواع حشرية معينة.

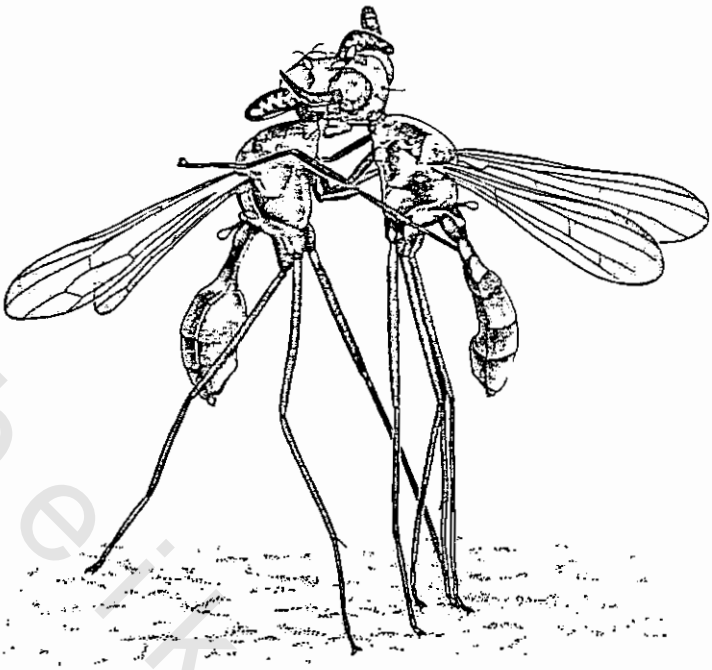
٢- عدم القدرة على إنتاج حشرات عقيمة ذات قدرة تنافسية كاملة تماثل الموجودة فى الأفراد البرية.

٣- إطلاق أعداد غير كافية من الذكور لتغطى عدد الإناث الموجودة فى العشيرة البرية.

٤- فشل الحشرات العقيمة فى الخلط مع العشيرة البرية.

٥- ضعف إنتشار الذكور العقيمة فى مناطق الإطلاق وسرعة قدوم أنماط برية من المناطق المجاوره ودخولها مناطق الإطلاق

obeikandl.com



تابـــع
الوحـــدة الثـالثـة

إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات

الفصل الحادى عشر: الإدارة بتغير تطور وسلوك الحشرات

يشمل هذا الفصل الإستعانة بالمعلومات الخاصة بفسيولوجى وســلوك الحشــرات للوصول إلى مبيدات أكثر امناً وأكثر إختيارية مثــل إســتخدام منظمــات النمــو الحشرية مع عرض للخلفية العلمية لــهذه المركبــات والمشــابهات الهرمونيــة وملائمة هذه المركبات مع أساليب المكافحة الأخرى فى إدارة الآفات ثم التطــرق إلى تغير الأنماط السلوكية للحشرات بإستخدام الفرمونــات المختلفــة ووســائل تطبيقها والجاذبات التقليدية والكيماوية وأنواعها وأساليب تطبيقــها والطــاردات الكيماوية بأنواعها وإستخدام بعض الفرمونات كطاردات وينتهى بعرض لتكــامل مثل هذه المواد الكيماوية مع أساليب المكافحة الاخرى فى إدارة الآفــات.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الحادى عشر: الإدارة بتغير تطور وسلوك الحشرات

Management by modifying insect development and behaviour

تركز البحث منذ أوائل سنوات ١٩٦٠ على إيجاد مبيدات أكثر أمناً وأكثر فاعلية، وكان الهدف هو إكتشاف وتخليق مركبات ذات إختيارية حقيقية – بمعنى – إيجاد وسائل ذات معالجة مؤثرة للمشكلة الحشرية دون تعرض مطبقها للمخاطر أو إحداث أضراراً للكائنات الغير مستهدفة فى البيئة.

وللبحث عن مركبات ذات إبادة حشرية نقب العلماء فى فسيولوجى الحشرات لإبتكار طرق تؤثر فى عمليات الحياة الطبيعية. فمعظم المبيدات الحشرية التقليدية تؤثر على الجهاز العصبى للحشرات الذى يتشابه فى الوظيفة مع الجهاز العصبى الخاص بالإنسان والحيوان. وتعطى هذه الصفة للمبيدات التقليدية مدى عريض للمادة السامة وبالتالى تمثل مخاطر هامة لأمان الإنسان وحيواناته. ويبدو ان الوصول إلى الإختيارية بالإضرار بالعمليات الفريدة للحشرات أو على الأقل بمفصليات الأرجل فقط تقدم أهمية كبيرة. وفى الوقت الحالى – تضمنت العمليات الفريدة التى لاقت إهتمام النمو والتطور والسلوك.

سمح التقدم الهام فى التكنولوجيا الكيمائية فى الأربعون سنة الماضية بإكتشاف وتعريف وتخليق كيماويات خاصة تنظم نمو وتطور وسلوك النوع. مثل هذه الكيماويات التى لم تعرف من قبل تقدم وسائل هامة لخفض عشيرة الحشرة. وطريقة فعل بعض هذه الكيماويات هو إحداث موت مبكر ناتج من إنسلاخ أو تطور غير طبيعى. ومع ذلك هناك كيماويات أخرى قد تستخدم لطرد الحشرات من مصدر أو تجذبهم لمصدر معين لصالح الإنسان.

نتيجة لأن هذه الكيماويات تعمل على أنظمة مختلفة عن تلك الخاصة بالحيوانات

ذات الدم الحار لذا يعتقد أنها آمنة الإستخدام فى معظم الحالات. وأمكن الوصول لعدة عناصر جديدة لهذه الكيماويات وإنتشر إستخدامها وكثير منها مازال فى مراحل تجريبية. ومن المهم تفهم طبيعة مثل تلك الكيماويات وإمكانيات إستخدامها. وسيضيف مثل هذا الفهم كثير إلى إدارة الآفات الحشرية.

أولاً: إتلاف النمو والتطور الطبيعى

Disrupting normal growth and development

هناك عدد من الكيماويات تغير النمو الطبيعى والتطور فى الحشرات ويطلق على هذه الكيماويات بمنظمات النمو الحشرية Insect Growth Regulators والتى يشار إليها إختصاراً IGRs ويطلق عليها بالمبيدات الحشرية البيولوجية العقلانية Biorational insecticides او بالجيل الثالث للمبيدات الحشرية لكى تعكس الأمان البيئى لها. ويمثل الجيل الأول للمبيدات الحشرية السموم المعدية والجيل الثانى السموم بالملامسة.

تشبه الـ IGRs المبيدات الحشرية التقليدية فى كثير من النواحى. فهى تستخدم فى قتل أو تعقيم الحشرات فى المنطقة المعنية كما يمكن تطبيقها بمعدات المبيدات الحشرية للحصول على خفض فى عشائر الحشرات ونظراً لأنها تؤثر على النمو والتطور لذا فإن الـ IGRs تكون مؤثرة عندما تتعرض لها الأطوار الغير كاملة. لذا فإن توقيت التطبيق يصبح أكثر أهمية وأكثر تحديداً مقارنة مع المبيدات الحشرية التقليدية. بالإضافة إلى ذلك – نظراً لأن طريقة تأثيرها تتطلب بعض الوقت أى أن الآفة ستتواجد طوال هذا الوقت لذا فإنه أحياناً يجب تحمل مستويات من الضرر لفترة أطول مما فى معظم المبيدات الحشرية التقليدية.

أ. أساس تطور الـ IGRs: The basis for IGR development

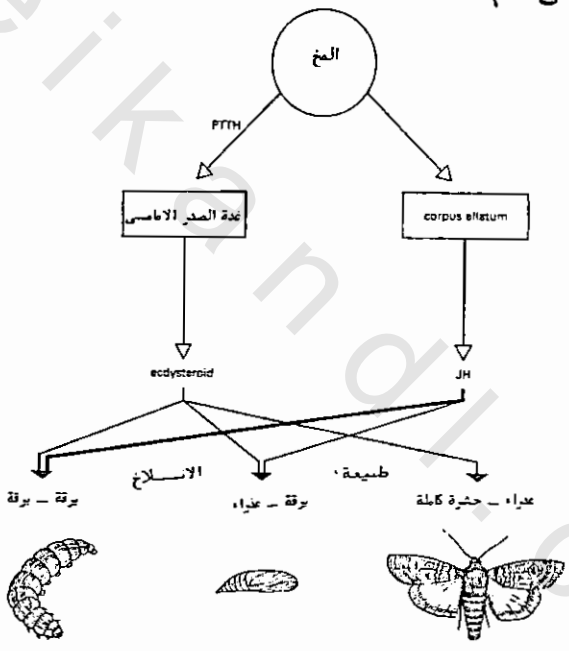
يتم التأثير الأساسى للـ IGRs على الحشرات بإتلاف النشاط الطبيعى لأنظمة الغدد الصماء insect endocrine system. ولتفهم طريقة فعلها يجب تفهم فسيولوجيا التطور.

١. وظائف هرمونات النمو الأساسية:

Functions of the principal growth hormones

تعمل الهرمونات المنتجة بواسطة الغدد الصماء على بدء وتنظيم الإنسلاخ

والتطور. وتتضمن الهرمونات الأساسية التى تشترك فى العمليات الحياتية هرمون المخ brain hormone و الأكديزون ecdyson وهرمون الشباب Juvenile hormone (JH) (شكل ١٠١). وكما يتضح من الشكل – تفرز الخلايا الإفرازية العصبية فى خلف مخ الحشرة هرمون المخ (PTTH) الذى يهبط عبر المحاور العصبية إلى الكوربورا كارديا corpora cadiaca وهى زوج من الاجسام الغدية العصبية التى تخزن وتطلق PTTH فيما بعد إلى الدم. ويربط هرمون المخ التنبيهات البيئية بالانظمة الهرمونية الاخرى. وعند تواجد هرمون المخ فى الدم تنبه غدة الصدر الأمامى لإفراز الأكديزون الذى يجعل الحشرة تنسلخ. ويتحدد شكل جسم الحشرة بتركيز هرمون الشباب المفرز من الكوربورا آلاتا فى الدم.



شكل ١٠١: رسم تخطيطى لضبط الغدد الصماء لنوعية جدار الجسم الناتج أثناء إنسلاخ وتطور حشرة داخلية الأجنحة

يحدث فى الحشرات ذات التطور التدريجى إنخفاض تدريجى مستمر فى تركيز هرمون الشباب الذى يتسبب فى ظهور الأطوار الحورية التالية وصولاً للطور البالغ. وفى وقت الإنسلاخ الأخير يغيب هرمون الشباب وتخرج الحشرات الكاملة. فى

الحشرات ذات التطور الكامل – لدى اليرقات مجاميع من الخلايا تسمى بالأقراص الخاصة بالنضج Imaginal disks التى لديها القدرة للتعبير عن صفات الطور البالغ. تثبط تركيزات هرمون الشباب نمو هذه الأقراص فتبقى الحشرة فى الشكل اليرقى فى الإنسلاخ التالى. وعندما تصل اليرقة إلى كامل نموها ينخفض بشدة إنتاج هرمون الشباب فيتناقص مستواه فى الدم. ويسبب هذا أخذ الحشرة لشكل العذراء فى الإنسلاخ التالى. ويتناقص مستوى هرمون الشباب أكثر أثناء طور العذراء مما يسمح بنمو نشط لأقراص البلوغ وينتج عن ذلك الحشرة الكاملة. وفى الاطوار البالغة الصغيرة السن لكثير من الانواع تعاود الكوربورا آلاتا فى زيادة نشاطها مرة أخرى منتجة لمستوى معين من الهرمون الذى ينبه نمو المبايض وإنتاج مح البيضة.

بالإضافة إلى وظائف هرمونات الشباب فى التطور والتكاثر فإنه يمكن أن يكون لهرمونات الشباب أيضاً تأثيرات هامة فى السكون والسلوك والإتصال (خلال إنتاج الفرمونات) بالإضافة إلى ذلك معروف عن الحشرات الإجتماعية أن هرمونات الشباب تنظم التميز الطائفى ولها تأثيرات خاصة فى التشكل المورفولوجى Morphogensis. وثبت أن لهرمونات الشباب علاقة بالجهاز المناعى للآفة (خفاجى وحجازى ٢٠٠١).

٢. التغير التجريبى لهرمونات النمو

Experimental modification of growth hormones

يسبب التغير فى التوازن بين الهرمونات الأساسية إنحراف وتشوهات فى تراكيب الجسم. ولقد وضح تجريبياً التأثيرات العديدة للتغير فى مستوى الهرمونات. ففى الدراسات التى أزيل فيها المخ من الأطوار الحشرية الغير كاملة توقف إنتاج هرمون المخ وتوقف الإنسلاخ التالى. وعند زراعة أمخخة Brains نشطة من أفراد أخرى فى هذه الاطوار الغير بالغة إستردت الحشرة القدرة على الإنسلاخ. ويسبب إزالة الكوربورا آلاتا من الأطوار الغير بالغة الصغيرة توقف إنتاج هرمون الشباب يعقبه تعذير مبكر وتشكل حشرات كاملة مشوهه. وعندما زرعت كوربورا آلاتا نشطة من أطوار غير كاملة صغيرة فى أطوار غير كاملة بالغة النمو إزداد مستوى هرمون الشباب وظلت الحشرات فى الطور الغير كامل فى الإنسلاخ الذى تلى ذلك. بينما عندما زرعت كوربورا آلاتا نشطة فى عذراء تكونت خلائط من صفات العذراء

والحشرة الكاملة معاً. وأظهرت الدراسات المتقدمة بمستخلصات تحتوى هرمون الشباب من ذكور فراشة السكروبيا (*Hyalophora cecropia*) أن الهرمون يمكن ان يخترق كيوتيكل الحشرة ويمكن أن ينتج عن التطبيقات الموضعية على الاطوار الغير كاملة تشوهات فى النمو مميتة. وفى الحالات التى تمكنت فيها الحشرات من الوصول للطور اليافع كانت عقيمة.

٣. المشبهات الهرمونية Hormone mimics:

لوحظ بالصدفة أن بعض المواد النباتية تعطى نتائج مشابهة لزيادة تركز هرمون الشباب على الحشرات. ففى أثناء محاولة تربية بق *Pyrrhocoris apterus* فى أقفاص جدرها الداخلية محاطة بالورق حصل على حوريات زائدة كبيرة extralarge nymphs وكانت غير قادرة على الإنسلاخ إلى حشرات كاملة وبالبحث وجد ان هذا الورق مصنوع من شجر البلسم Balsam fir الذى سبب هذا التفاعل فى الحشرات وأطلق عليه Paper factors. ثم إكتشف أن عامل الورق هذا ناتج عن وجود مادة كيماوية تعرف الآن باسم Juvabione والتى تركيبها يتشابه مع هرمون الشباب. ومع إستمرار البحث تبين أن مثل تلك المركبات والتى يطلق عليها بالمشابهات الهرمونية Hormone mimics والتى توجد فى نباتات مختلفة قد تعمل فى جزء منها كميكانيكيات دفاعية ضد الحشرات الآكلة للأعشاب. على سبيل – تحوى كثير من السرخسيات على تركيزات عالية من هذه الكيماويات ويتغذى عليها فقط قليل من الأنواع الحشرية التى تغلبت على هذه الوسيلة الدفاعية.

٤. الهرمونات المخلقة Synthetic hormones:

مع إكتشاف الوظائف الهرمونية خاصة تلك المتحكمة فى التطور والتكاثر عمل على عزل وتعريف الهرمونات الطبيعية. فالمستخلصات الغدية Glandular extracts ومستخلصات أخرى فى كثير من أنواع الحشرات تحتوى مركبات متنوعة، مع ذلك – أدى إكتشاف نشاط هرمونى مؤثر فى نفايا (براز + جلود إنسلاخ) بعض الحشرات إلى تقدم مفاجئ فى إتجاه الهرمونات المخلقة ومع هذا الإكتشاف أمكن تحديد المركب النشط Farneso وهذا ساعد فى النهاية على ظهور أول هرمون مخلق مفيد فى إدارة الآفات.

٥. منظمات النمو الأخـرى الهامة Other potential IGRs

توجد عدة إحتمالات فى محاولة قلب التوازنات الهرمونية فتركيزات الـهرمونات فى دم الحشرة يمكن إما زيادتها أو خفضها لإتلاف هـذا التـوازن ويبـدو أن زيـادة مستويات مماثلات او مشابهات هرمون الشباب أكثر سهولة فى التحقيق عـن محـاولـة خفض هذه المستويات. مع ذلك – تتمثل المشكلة بالنسبة للآفات الزراعية فى أن إضافـة أى تطبيق هرمون الشباب يبقى أيضاً الحشرات فى الطور الضار الهام وهـو الطـور الغير بالغ لفترة أطول من الطبيعى. إذا وجدت طريقة توقف إنتـاج هرمـون الشـباب ستكون مفيدة لأنها ستمنع الضرر وستقلل من عشائر الآفة فى المدى الطويل.

عن طريق معرفة ان بعض النباتات تنتـج مـواد تحـاكى هرمونـات الشـباب والإنسلاخ إختبر البحاث المستخلصات النباتية للبحث عن ما إذا كانت النباتـات تنتـج أيضاً مضادات تثبط هرمونات الشباب. تلى ذلك إكتشاف أحد تلك المضادات فى نبـات الزينة *Ageratum houstonianum* واعتبر ذلك الجيل الرابع للمبيدات الحشرية.

وأمكن تعريف مركبان هما بريكوسين I وبريكوسين II. وأطلق اسـم بريكوسـين على هذه المركبات لأنها تحدث تطور مبكر Precocious metamorphosis ولتركيبـهم الكيماوى اللونى Chromene chemical structure. وفى دراسات التغذية وبالملامسـة والتدخين وجد أن تلك المركبات التى يطلق عليها مضادات هرمـون الشـباب تحـدث تطور مبكر Premature metamorphosis فى الحشرات ذات التطور التدريجى وليـس فى الحشرات الكاملة التطور ومع ذلك – تصبح الحشرات البالغة فى كثير مـن أنـواع الحشرات الكاملة التطور عقيمة بعد التعرض لهذه المركبات. ويبدو أن طريقة فعل هـذه المركبات عن طريق إحداث تنشيط مميت للكوربورا ألاتا Lethal activation فتتلـف لذلك هذه الغدد الصماء.

لقد درس العديد من المركبات الأخرى التى تتداخل مع تخليق هرمون الشباب فـى محاولة للوصول إلى مواد عملية. مـن هـذه المـواد FMev (Fluoromevalonate)

والـ Piperonyl butoxide ETB والـ (4-[2- [tert-butylcarbonyl) oxy] butoxy benzoate) و(ethyl (E) – 3 – methyl – 2 – dodecanoate) EMD. ولكن لم يظـــهر أى منهما نشاط كاف للإستخدام العملى. ووضح أيضاً ان بعض الكحولات الآليلية Allylic alcohols تبشر بالتأثير كعناصر مضادة لهرمون الشباب ضد حرشفيات الأجنحة.

مازال ظهور مضادات هرمون الشـباب للإستخدام الحقيقى فى إدارة الآفات موضـــع مسائلة ومع ذلك – بسبب وجود كيماويـــات متنوعة تظهر ضرراً لهرمون الشباب يعنـى أنه مازال هناك أملاً فـــى إكتشـــاف مـــواد عملية فى المستقبل القريب.

وأخيراً هناك منظم نمو آخر يؤخذ فـــى الحسبان وهو الأكدايزون ecdysone . وكمـا هو الحال فى مشـــابهات هرمـــون الشـــباب وجدت الألكدايزونات فى النباتات حيث أنـــها قد تلعب أيضاً جزءاً فى العلاقة بين الحشرات والنباتات. ولكن الأكدايزونات هى مركبـــات Steroidal ذات تركيب جزئى معقد وأعطـت كثير من الإختبارات إستجابات قليلة فقط عند التطبيق مثل هذه الصفات أعاقت تطور مثـل تلـك المركبـات. ووجـد حديثـــاً الـــــ Azadiractin وهى مادة فعالة توجد فى بذور أشجار النيم Neem. تنمو أشجار النيـم فـــى إستوائيات العالم القديم مثل أفريقيا.

شكل ١٠٢: تحضير مبيد حشرى من ثمار شـــجرة النيم. تطحن البذور عقب تجفيفها فى الظل ثم تنخـل. يجرى الإستخلاص فى الطحين الناتج بمذيب عضـــوى ويرشح المستخلص ويجهز للرش بالتركيز المناسب.

(هايتى، نيجيريا، شمال الكاميرون، جامبيا) والهند وباكستان وإدخلت أيضاً فى كوبا وهاتيى وجنوب فلوريدا. لقد إستخدمت بذور وأوراق النيم Neem منذ مدة طويلة كمصادر طاردة للحشرات وكمبيدات حشرية ووجد حديثاً أن المستخلصات ذات مدى واسع من التأثير منها كطاردات أو مانعات للتغذية أو وضع البيض أو كمادة سامة أو مسببة للعقم ولها نشاط منظم للنمو حيث يربك أو يتلف المستخلص إنسلاخ الحشرة. ويتم تجهيز الـ azadiractin كسائل أو مسحوق من مستخلصات الإيثانول فى صورة مبيد حشرى نباتى يسوق فى الوقت الحاضر (أنظر شكل ١٠٢).

تشمل خصائص النيم المرغبة إنخفاض السمية للطيور والأسماك والثديات وذات بقاء قليل فى البيئة. ولها تأثير بسيط نسبياً على الأعداء الطبيعية والحشرات النافعة. وكما أن المقاومة للنيم ممكنة إلا أن تطور المقاومة بطئ وغير ثابت.

ب. منظمات النمو المستخدمة عمليا Practical IGRs

بالإضافة إلى الـ azadirachtin يوجد ثلاث فقط من الـ IGRs التى تنتمى إلى مشابهات النمو (Juvenoids) مسجلة للإستخدام. اثنان منهما وهما methoprene و hydroprene مازالت تستخدم بينما الثالث وهو kinoprene توقف عن الإستخدام فى ١٩٨٥.

وطبقاً لـ G.B. Staal هناك ظروف خاصة مطلوبة لكى تكون مشابهات هرمون الشباب مؤثرة. وهذه تشمل واحد أو أكثر مما يلى:

١. ضد يرقات أنواع الآفات pest species التى عادة تكون غير ضارة لكن الأطوار الكاملة هى الضارة أو المزعجة (الباعوض، الذباب، البراغيث).

٢. مشابهات هرمون الشباب غير مجدية ضد الحشرات كأفراد أو الأعداد القليلة الغير مؤثرة إقتصاديا، بينما تستخدم ضد العشائر الكبيرة فقط التى تنتشر خلال عدة دورات فصلية قصيرة التى تشكل أهمية (مشابهات الأجنحة فى البيوت المحمية، آفات المنتجات المخزونة، آفات عيش الغراب).

٣. تستخدم فى البيئات التى تتميز بدرجة عالية من الحماية ضد عوامل هدم أو تحلل المادة الفعالة خاصة أشعة الشمس.

٤ تستخدم فى البيئات المحكمة وبذا تكون محمية ضد عودة الإصابات الضخمة (المنتجات المخزونة والبيوت المحمية).

٥ ضد الأهداف الحشرية البطيئة الحركة أى المقيمة والتى من غير المحتمل أن يحدث لها فوران سريع عقب عودة الإصابة.

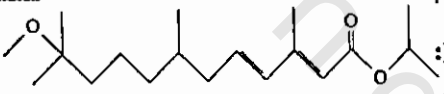
٦ عند وجود حالات خصة تتطلب أمان المركب وغياب طرق المكافحة الأخرى (النمل الفرعونى *Monomorium pharaonis*)

فى كلمات أخرى – تمثل مشابهات هرمون الشباب الوسيلة العملية المناسبة فى حالة عدم الحاجة للمكافحة الفورية وعندما تصبح متبقيات محمية بالأماكن المغلقة المطبقة فيها. علاوة على ذلك – هى الأكثر مناسبة مع الحشرات ذات دورات الحياة القصيرة وحيث يمكن تحمل الأعداد القليلة من الحشرات.

منظم النمو الأخر المسجل هو diflubenzuron ورغم انه ينتمى إلى قسم منظمات النمو IGRs إلا أنه ليس مشابه لهرمون الشباب وليس محدود بالظروف المذكورة الخاصة بمشابهات هرمون الشباب.

isopropyl (2*E*-1*E*)-11-methoxy-3,7, 11-trimethyl-2,4,-dodecadienoate

Methoprene (Altosid®)



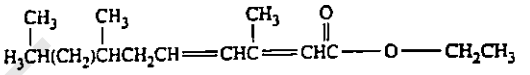
١- ميثوبرين Methoprene:

الـ methoprene منظم نمو ذات نشاط ممتاز ضد كثير من ثنائيات الأجنحة والباعوض وغمديات الأجنحة وبعض حرشفيات الأجنحة ومشابهات الأجنحة. ويباع تحت الإسم التجارى Altosid لمكافحة يرقات الباعوض وذبابة القرن *Haematobia irritans*. فى حالة الذباب يضاف الـ Altosid إلى غذاء الماشية حيث يمر خلال المعدة ويخرج مع البراز بتركيزات كافية تؤثر على يرقات الذباب النامية فى روث البقر. وإستخدم أساساً مع أغذية الماشية. ومن استخدامات الميثوبرين الاخرى إستخدامه ضد غمديات الاجنحة وحرشفيات الاجنحة فى الدخان المخزن تحت اسم Kabat وذباب Sciaridae الذى يهاجم عيش الغراب تحت إسم Apex وضد يرقات البراغيث تحت إسم Precor وأسماء أخرى وضد متشابهات الأجنحة فى نباتات البيوت المحمية وفى المنازل ضد النمل الفرعونى تحت إسم Pharorid وضد الذباب النافق للأوراق (Agromyzidae) فى محاصيل الخضر والأزهار تحت إسم Mınex IGR. ويستخدم الميثوبرين أيضاً لزيادة إنتاج الحرير من ديدان الحرير *Bombyx mori*.

٢- هيدروبرين Hydroprene:

الهيدروبرين منظم نمو حديث يباع تحت أسماء تجارية منـــها Gentrol و Mator. ومنظم النمو هذا ذات علاقة بالـــ methoprene ويستخدم فى المنازل ضد الصراصير ويؤدى تعرض الحوريات لهذه المادة إلى عقم عند وصولها إلى حشرات كاملة. وتشـمل الأعراض الخارجية للأفراد العقيمة تشوه والتواء فى الأجنحة. وقد يقـدم الـهيدروبرين حل جديد لأنواع الآفات التى أصبحت مقاومة للمبيدات التقليدية.

Hydroprene (Gentrol®)

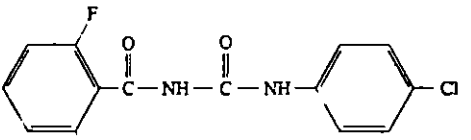


ethyl (E,E)-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadienoate

٣- الداى فلوبنزورون Diflubenzuron:

يباع هذا المركب تحت إسم الديميلين Dimilin. ويتميز بثبات بيئـــى أكـبر عـن مشابهات هرمون الشباب المذكورة. وسجل إستخدامه ضد نراشة الغجـــر *Lymantria dispar* فى الغابات وضد سوسة اللوز *Anthonomus grandis* فى القطن. ومـــع ذلـك أمكن الحصول على تسجيلات أخرى لآفات أخرى على محاصيل عديدة منـــها القطـن وفول الصويا والموالح والخضروات. والمبيد مفيد ضـــد عـدد مـن الآفـات الطبيـة والمزعجة مثل الذباب والـــ gnats والـــ midges والباعوض.

Diflubenzuron (Dimilin®)



1-(4-chlorophenyl) 3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

مبايض الطفيل بالإضافة إلى قصر عمر إناث الطفيل بينما شجع خلط مثبط تخليق الكيتين "lefenuron" بمبيد كرباميت على تكوين البيض فإزداد عدده فى مبايض الطفيل. وهذا يشير إلى إمكانية عمل تكامل بين الـ IGRs وبعض المبيدات الحشرية وهو إتجاه يحتاج إلى مزيد من الدراسة والبحث.

وأخيراً – مازال يبقى هناك الكثير من التطور قبل إمكانية تكامل هذه المركبات الهامة مع أساليب الإدارة الأخرى. إن غياب الثبات البيئى ضعف خطير فى إستخدام معظم مشابهات هرمون الشباب فى الزراعة. والنشاط البطئ أيضاً حتى مع diflubenzuron تعوق الإستخدام على محاصيل معينة التى تتطلب الاولويات سرعة التخلص من سبب المشكلة.

إن الميزة الكبرى فى منظمات النمو IGRs هو الأمان حيث تبدى سمية منخفضة للحيوانات ذات الدم الحار مما يجعلها آمنة فى التطبيق فيبدو تبعاً لذلك أنها تتسجم بيئياً مقارنة مع المبيدات التقليدية.

ثانياً: تغير الأنمطة السلوكية: Modifying behaviour patterns

لقد تناولنا وسائل الإضرار بالعمليات الفسيولوجية داخل جسم الحشرة خاصة العمليات المرتبطة بالهرمونات الداخلية. وتحاول الوسائل الاخرى المتقدمة لإدارة الآفات التعامل مع عمليات خارج الجسم لتغير الأنماط السلوكية للحشرات.

من المعروف أن الحشرات تشترك فى كثير من التفاعلات مع الأفراد التابعة لنفس نوعها أو مع انواع أخرى فى البيئة. وتتضمن مثل تلك التفاعلات أنماطاً سلوكية معقدة يمكن توقعها. على سبيل المثال – يتضمن التزاوج سلوك معقد داخل أفراد النوع intraspecies كما يشمل الإهتداء للعائل وتجنب العدو الطبيعى سلوكيات معقدة بين الأنواع interspecies.

فى معنى بسيط – ممكن أن ترتبط الأنماط السلوكية التى تنتج فى كثير من التفاعلات إلى درجات من الجذب attraction والتنفير "طرد" repellency. على سبيل المثال – تنجذب الذكور إلى الإناث وتبتعد الأفراد أى الذكور والإناث عن النبات

طريقة فعل الـ diflubenzuron مختلفة عن مشابهات هرمون الشباب. حيث يعمل المبيد على يرقات معظم الحشرات عن طريق تثبيط تخليق الكيتين وبذا يؤثر على سلامة الجدار الخارجى للحشرة. ويسبب التعرض للمبيد إرتباط غير تام للكيوتيكل الجديد أثناء الإنسلاخ وينتج كيوتيكل يغيب فيه بعض الطبقات التى توجد طبيعياً. وتموت معظم اليرقات من تمزق الكيوتيكل الجديد.

جـ. توافق منظمات النمو مع الأساليب الاخرى:

Compatibility of IGRs with other tactics

من غير الممكن القول بعد ما إذا كانت الـ IGRs تتوافق مع طرق إدارة الآفات الأخرى ضد الحشرات أم لا. وبالتأكيد تفى مشابهات هرمون الشباب بمتطلبات الإختيارية فى التأثير ولن يتوقع منها أى تأثير شديد على الأعداء المفصلية الأرجل بينما الـ diflubenzuron له نشاط عريض ضد الحشرات وقد يقلل كثير من عشائر العدو الطبيعى كما هو الحال فى حالة المبيدات الحشرية التقليدية.

فى دراسة خاصة بالمؤلف عن تأثير الـ IGRs على الكائنات الغير مستهدفة. وجد (خفاجى وحجازى ١٩٩٩) أن البريكوسينات والمعروف عنها أنها تؤثر بصفة خاصة على الحشرات الغير كاملة التطور لها تأثيرات خطيرة على بعض كاملات التطور مثل دودة ورق القطن والطفيل النشط عليها *Microplitis rufiventris*. ووجد (حجازى وآخرون ١٩٩٨) أن بريكوسين II كان أشد تأثيراً من بريكوسين I. وأن لكلاهما تأثيرات معاكسة على الطفيل مقارنة بتأثيرات هرمونات الشباب I، II . ووجد ان تأثير المعاملة ببريكوسين II على الكفاءة التكاثرية للطفيل (خفاجى ١٩٩٩) تتوقف على وقت تطبيق المادة بالنسبة لمرحلة نمو يرقة الطفيل داخل العائل المعامل. حيث تنخفض القدرة التكاثرية للطفيل إذا تعرض العائل الذى يحوى طفيل حديث الفقس لتركيز غير مميت ببريكوسين II ويقل التأثير كلما إحتوى العائل على طفيل متقدم العمر. وفى دراسة عن تأثير مثبطات تخليق الكيتين (خفاجى وحجازى ٢٠٠٠) على القدرة التكارية للطفيل السابق الناتج من يرقات معاملة بجرعات غير مميتة وجد ان المعاملة بالـ lefenuron بمفرده أدى إلى خفض فى كميات البيض التى تحويها

الضار لها. وتشمل السلوكيات المرتبطة بالمسافات الصغيرة التنبيه stimulation والإمتناع deterrence . وهذه أحياناً تكون تعبيرات أكثر ملائمة للإستخدام عند التحدث عن الجذب أو التنفير.

عادة ما يحدث الإنجذاب والإبتعاد والتنبيه والإمتناع بكيماويات من أنظمة غدية تفرز موادها إلى الخارج exocrine systems للأفراد المتفاعلة معاً. ويطلق على مثل تلك الكيماويات بالـ semiochemicals التى يمكن تقسيمها إلى فرمونات pheromones التى تشترك فى الإتصال داخل النوع وكيماويات للإتصال بين الأنواع.

وتتضمن أحدث الأساليب فى إدارة الآفات الحشرية تداول السلوك الحشرى خلال تطبيقات الـ semiochemicals فى بيئة الحشرات. حيث إستخدمت مثل هذه التطبيقات فى تضليل الإدراك الحشرى ودفع أفراد الحشرات لكى تتصرف طبقاً لرغباتنا نحن.

أ. الأساليب التى تتضمن جذب الحشرات: Tactics involving insect attraction

فكرة إستخدام الجاذبات فى مكافحة الحشرات ليست فكرة جديدة. فإذا رجعنا إلى سنوات ١٩٠٠ نجد أنه إستخدم الروائح الغذائية food lures أو الطعوم المعاملة بالمبيدات الحشرية لقتل آفات زراعية متنوعة. حيث تعمل الطعوم المسممة على جذب الحشرات وإغرائها للتغذية عليها ثم قتلها بعد ذلك. وما يزال يستخدم هذا الإتجاه على نطاق واسع فى المنازل وفى حالات أخرى التى فيها يمثل التعرض لتطبيقات المبيدات العريضة التأثير خطر غير مقبول.

من وجهة النظر العملية – يمكن أن تهدف الجاذبات لجذب الحشرات إلى مصدر ما حيث تقتل عنده كما هو الحال مع الطعـ ـم السامة أو تستخدم ببساطة لسحب الحشرات بعيداً عن سلعة تجارية هامة إلى هدف آخر يسمح بوجودها عليه كما هو الحال مع المصائد النباتية trap crops . ومع ذلك – الإتجاه الأكثر شيوعاً هو جذب الحشرات وقتلها attract – and – kill approach. وهناك إتجاه آخر يعمل على جذب الحشرات بمادة كيماوية لكى يجبرها فى التحول عن أداء نشاط حيوى مثل التزاوج على وجه الخصوص. ويؤدى هذا التطبيق – من الناحية النظرية – إلى تقليل الأعداد عن طريق خفض معدلات التكاثر.

ورغم أن وسيلة الجذب ليست جديدة إلا أن بعض العناصر المستخدمة فيها جديدة. لذا بالإضافة إلى جاذبات الغذاء التقليدية traditional food lures إزداد إستخدام الجاذبات المهمة هذه الأيام مثل الفرمونات والتى لم تكن معروفة تماماً فى الماضى. علاوة على ذلك – عملت التجهيزات الجديدة وطرق توزيع الجاذبات على تجديد الإهتمام بهذه المركبات.

ب- الفرمونات Pheromones :

تعتمد كثير من السلوكيات الحشرية على حاسة الشم. والروائح الكيماوية التى يطلق عليها semiochemicals ذات أهمية خاصة فى الإتصال. وكما سبق القول – تستخدم كيماويات الإتصال semiochemicals فى الإتصال بين الأنواع المختلفة أو بين أفراد النوع الواحد. وقد تطورت الكيماويات الخاصة بالنمط الأخير فى الإتصال كثيراً وبوجه خاص فى الحشرات. ويتضمن ذلك إستخدام كيماويات يطلق عليها فرمونات وعندما عرفت الفرمونات أول مرة فى سنوات ١٩٥٠ عرفت بأنها: المواد التى يفرزها الفرد إلى الخارج ويستقبلها فرد آخر من نفس النوع ويتسبب ذلك فى إنطلاق رد فعل خاص بين الأفراد مثل سلوك محدد أو عملية تطورية developmental process. وظل هذا التعريف سارى حتى اليوم رغم إكتشاف معقد مستتر من التنويعات الفرمونية.

الفرمونات غالباً كيماويات متطايرة وأحياناً تكون كيماويات سائلة ذات تأثير بالملامسة. وتنتج جميع الفرمونات بواسطة غدد قنوية تفرز إلى الخارج exocrine glands تنشأ من الخلايا الإيبدرمية. قد توجد أعضاء الرائحة scent oranges تقريباً فى أى مكان على الجسم. على سبيل المثال – تقع غدة الرائحة الجنسية sexual scent glands فى إناث حرشفيات الأجنحة فى أكياس مقلوبة eversible sacs أو جيوب بين الحلقات البطنية الثامنة والتاسعة. وتكون أعضاء الرائحة فكية فى أنثى نحل العسل لكن توجد على ساق الأرجل الخلفية المنتفخة فى أنثى المن وداخل القناة الوسطى midgut وآلات التناسل فى الصراصير.

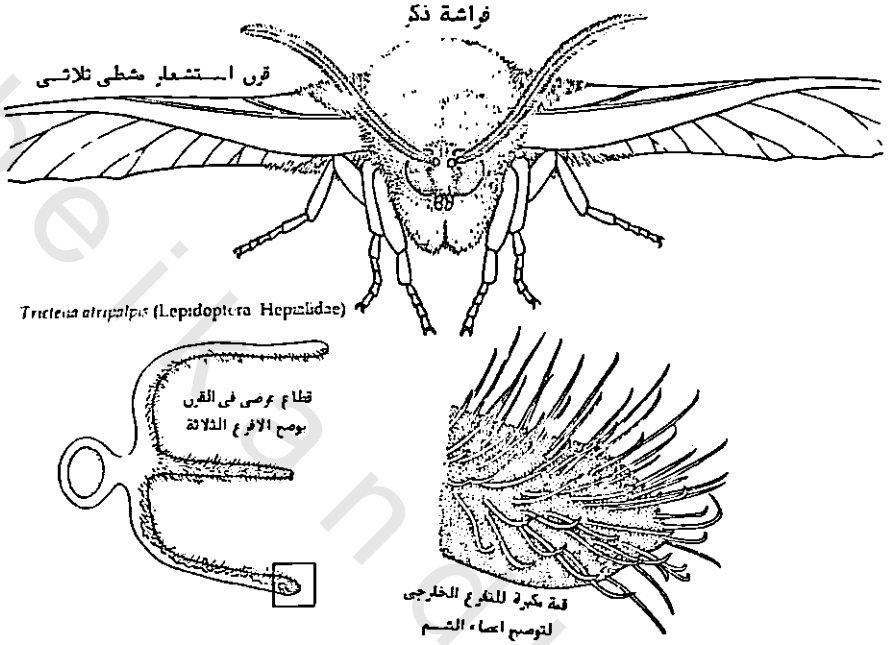
يظهر تقسيم الفرمونات عن طريق التركيب الكيماوى أن كثير من المركبات التى توجد طبيعياً مثل روائح العائل ونواتج التمثيل الموجودة pre – existing metabolites

مثل شموع الكيوتيكل تستخدمها الحشرات للإستفادة بها فى التخليق البيوكيمائى لمدى واسع من المركبات التى تؤدى وظائف فى الإتصال. وبينما يكون إهتمام الحشريون بالتقسيم الكيماوى بسيط مقارنة عن السلوكيات التى تثيرها هذه الكيماويات. نجد أن كثير جداً من السلوكيات الحشرية تتحكم فيها كيماويات. ومع ذلك يمكن تميز الفرمونات التى تطلق سلوكيات خاصة عن تلك التى تسبب فى المدى الطويل تغيرات فسيولوجية غير عكسية. ينطلق مثلاً السلوك الجنسى لذكر الفراشة بواسطة الفرمون الجنسى المنبعث من الأنثى. بينما فرمون التجمع crowding pheromone للجراد سيسبب فى إكتمال الأفراد ذات المظهر التجمعى gregarious phase individuals. ورغم أن الفرمونات الجنسية هى الأكثر دراسة إلا أن الحشرات تمتلك عدة أنماط أخرى من الفرمونات وفيما يلى تقسيم آخر للفرمونات على أساس خمس أنماط من السلوك.

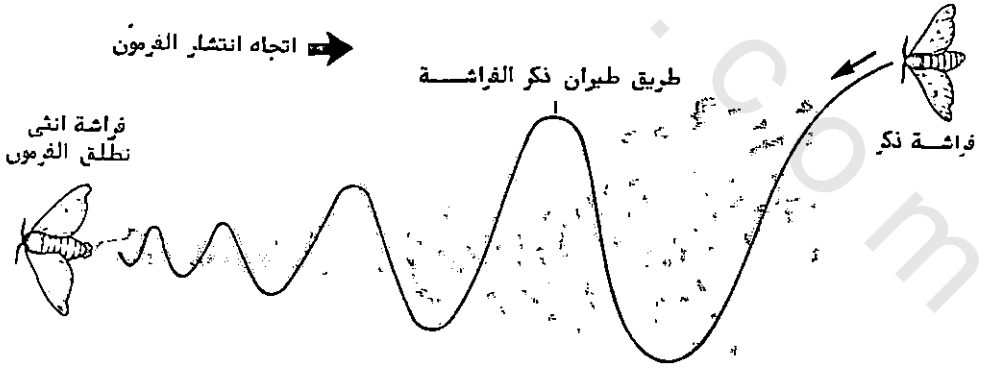
١- الفرمونات الجنسية Sex pheromones:

عادة ما تتصل ذكور وإناث الحشرات التابعة لنفس النوع concpecific insects بالفرمونات الجنسية الكيماوية. إن إطلاق الفرمونات عملية فسيولوجية معقدة وعادة ما ترتبط مع النضج الجنسى والتنبيهات البيئية مثل الفترة الضوئية وكثافة الضوء وعادة ما تستقبل الفرمونات الجنسية التى تطلقها الإناث بواسطة أعضاء حسية sensory sensillae توجد على قرون إستشعار الذكر. وقد يتضمن الوصول إلى مكان التزاوج mate location والغزل كيماويات فى مرحلتين. الكيماويات الأولى هى فرمونات جذب جنسية sex attraction pheromones تعمل عن بعد يتبعها الثانية فرمونات الغزل courtship pheromones تعمل عن قرب وتوظف قبل التزاوج. وعادة ما تختلف الفرمونات الجنسية المشتركة فى الجذب عن تلك المستخدمة فى الغزل. ويتجه إنتاج وإطلاق فرمونات الجذب الجنسية لينحصر فى جنس sex واحد معظمه الإناث رغم وجود حرشفيات أجنحة وذباب عقربى scorpionflies فيها الذكور هى المطلقات للجاذبات التى تعمل من بعد distance attractans التى تجذب الإناث. فالمنتج يطلق فرمونات متطايرة تثير سلوك مميز فى أفراد الجنس المقابل (شكل ١٠٣، ١٠٤) داخل مدى العطر المنطلق odorous plume . فيرفع المتلقى recipient قرون الإستشعار

ويتوجه تجاه المصدر فيمشى أو يطير تجاه ريح العطر وعادة فى مسار رجراجى إلى ان يصل إلى المصدر (شكل ١٠٤). ويبدو أن كل فعل تتابعى يعتمد على زيادة تركير هذا الفرمون المنطلق فى الهواء. ومع إقتراب الحشرة للمصدر قد تشترك إشارات أخرى مثل الصوت او الرؤيا فى السلوك الغزلى القريب.

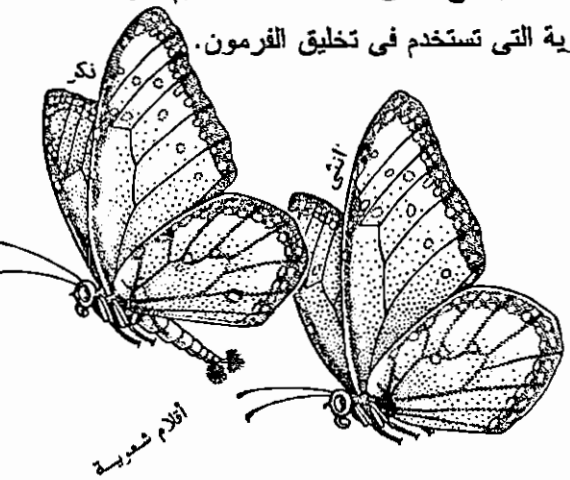


شكل ١٠٣: أعضاء الشم الموجود على قرون إستشعار أحد الفراشات.



شكل ١٠٤: إهتداء الفراشة الذكر إلى الفراشة الأنثى التى تطلق الفرمون عبر طريق متعرج ويلاحظ أن النطاق الفرمونى غير مستمر لحد ما نتيجة للإطلاق المتقطع للفرمون والإضطرابات فى موقعه المكانى بفعل الريح وعوامل أخرى.

قد يتطلب الغزل الذى يستلزم تناسق وتوافق الجنسان sexes إثارة كيماوية قريبة للرفيق عن طريق فرمونات الغزل courtship pheromones. وقد يكون ببساطة هذا الفرمون هو تركيز عالى من فرمون الجذب attractant pheromone او قد توجد كيماويات مثيرة للإثارة الجنسية "aphrodisiac" . كما هو الحال فى أبى دقيق الملكة queen butterfly (Nymphalidae: *Danaus gilippus*) . وكما فى عدة حرشفيات الأجنحة لذكور هذا النوع أقلام شعرية (فرش) بطنية تخرج وقت الحاجة لتنتج فرمون يقذف مباشرة على قرون إستشعار الأنثى أثناء طيرانهما (شكل ١٠٥). وتأثير هذا الفرمون هو إرضاء الأنثى وتهدئة فعل الهروب الطبيعى للأنثى فتثار أكثر وتطوى أجنحتها وتسمح له بالإتصال بها. وفى *D. gilippus* فرمون الغزل الذكرى هذا (apyrrolixidine alkaloid) والذى يطلق عليه danaidone ضرورى للغزل الناجح. ومع ذلك لا يستطيع أبى دقيق أن يخلق هذا الفرمون دون أن يحصل على مادة اخرى يستخدمها فى تخليقه بالتغذية على نباتات مختارة وهو كحشرة كاملة. ومادة تخليق فرمون الغزل الذكرى فى فراشة *Creatonotus gangis* فى عائلة Arctiidae لا يمكن تخليقها بالمثل ولكن تعزل أو تفصل بواسطة اليرقة فى شكل مشابه قلوى سام toxic alkaloid من النبات العائل. وتستخدم اليرقة المادة الكيماوية فى الدفاع عن نفسها وعند التطور تنتقل المادة إلى الحشرة الكاملة ويستخدم كلا الجنسان فى طور اليرقة المركب كمادة دفاعية بينما فى الذكور بالإضافة إلى ذلك تحولها الذكور إلى فرمون خاص بها. ويقذف الذكر المادة من أنابيب بطنية قابلة للإنتفاخ تسمى coremata وتنظيم تكوين هذه الانابيب يتم عن طريق المادة شبه القلوية التى تستخدم فى تخليق الفرمون.



شكل: ١٠٥: ذكر أبى دقيق مطلقا فرمون من أقلام شعريه تجاه قرون إستشعار الأنثى لتهدئتها ولتسمح له بالتزاوج.

كان يظن أن الفرمونات الجنسية فريدة فى كونها كيماويات خاصة بالنوع species specific chemicals وفى الحقيقة تشكل هذه الفرمونات عادة مزيج كيماوى. فنفس المادة الكيماوية (على سبيل المثال – خاصة السلسلة الكحولية ذات الأربع عشر ذرة كربون) قد توجد فى مدى من الأنواع القريبة وغير القريبة ولكن توجد فى مزيج من نسب مختلفة مع عدة كيماويات أخرى. وقد يثير مكون مفرد individual component فقط واحد من سلوك الجذب الجنسى وقد يتطلب ذلك جزء أو الخليط الكامل. وعادة ما ينتج المزيج إستجابة أكبر من أى مكون مفرد وهو ما يعرف بالتنشيط أو التعاون synergism الواسع الإنتشار فى الحشرات التى تنتج خلائط فرمونية وقد تشير التراكيب الكيماوية المتشابهة للفرمونات لعلاقة تقسيمية بين الحشرات المنتجة لهذه التراكيب. ومع ذلك – يظهر شذوذ واضح عند تخليق فرمونات مماثلة أو متشابهة جداً من أغذية متماثلة بواسطة حشرات غير قريبة.

حتى عند وجود أحد المكونات الفردية المشتركة بين فرمونات أنواع مختلفة فإن كل خليط من الفرمونات عادة يكون ذات تخصص نوعى كبير species- specific وواضح أن الفرمونات والسلوكيات الخاصة التى تثيرها هامة جداً فى حفظ العزل التكاثرى reproductive isolation بين الأنواع. فالتخصص النوعى species specificity – للفرمونات الجنسية يجنب أو يلاشى التزاوج بين الأنواع – cross species mating قبل أن تقترب الذكور من الإناث.

٢- فرمونات التجمع Aggregation pheromones:

يسبب إطلاق فرمون التجمع تزاحم كلا من ذكور وإناث أفراد نفس النوع conspecific insects حول مصدر الفرمون. وقد يؤدى التجمع aggregation لزيادة أرجحية التزاوج ولكن على عكس الفرمونات الجنسية قد ينتج كلا الجنسان فرمونات التجمع. وتشمل الفوائد التى تعود من هذه الإستجابة الحماية من الإفتراس وتعظيم إستخدام المصدر الغذائى النادر والتغلب على مقاومة العائل وتماسك أفراد الحشرات الإجتماعية بالإضافة إلى فرصة التزاوج.

تعرف فرمونات التجمع فى ٦ رتب حشرية من ضمنها الصراصير ولكن وجودها

وطريقة تأثيرها درس بالتفصيل فى غمدية الأجنحة خاصة فيما يتعلق بالحشرات الضارة إقتصادياً مثل خنافس الحبوب المخزونة (فى عدة عائلات) وخنافس القلف والخشب (Scolytidae). والمثال الذى درس جيداً يخص خنفساء صنوبر كاليفورنيا (Scolytidae) *Dendrotonus brevicomis* التى تهاجم شجرة *Pinus ponderose* . تطلق الإناث عند الوصول إلى الشجرة الجديدة التى تستقر عليها فرمون exo– brevicomin مع الـ myrcene وهو تربين يظهر فى شجرة الصنوبر عند الضرر. فينجذب الجنسان لهذا الخليط. وتضيف الذكور الجديدة التى تصل إلى الخليط الكيماوى فرمون آخر وهو الـ frontalin ينشط الرائحة التراكمية للثلاث مركبات معاً Frontalin و exo– brevicomin و myrcene أى تؤدى إلى إنبعاث رائحة أكبر من أى من الكيماويات بمفردها. فيتغلب التجمع الكبير لخنافس الصنوبر على الراتنجات resins وهى إفرازات دفاعية للشجرة.

٣- فرمونات المباعدة Spacing pheromones:

يوجد حد لعدد خنافس الصنوبر *D. brevicomis* التى تهاجم شجرة واحدة. ويساعد توقف إنجذاب الخنافس الجدد الى الشجرة المصابة بتوقف الخنافس الموجودة عن إنتاج فرمونات التجمع الجاذبة بالإضافة أيضاً إلى إنتاج كيماويات مانعة deterrent . فعقب تزاوج الخنافس على الشجرة المصابة ينتج كلا الجنسان فرمونات مضادة للتجمع "anti - aggregation" pheromones تسمى الـ verbenone و trans-verbenone التى تعمل على منع هبوط خنافس أخرى بالقرب منها وتشجع مباعدة المستعمرين الجدد. وعند تشبع المصدر الغذائى بالحشرات تطرد الوفود الإضافية.

كيماويات الإتصال هذه (semiochemicals) والمسماه بفرمونات المباعدة أو فرمونات التشتت dispersion pheromones أو epideictic pheromones تنتجها خنافس القلف وغمديات أجنحة اخرى وحرشفيات وثنائيات ومتشابهات وغشائية الأجنحة. وقد تؤثر هذه الفرمونات على التباعد المناسب على المصادر الغذائية كما هو الحال مع بعض الحشرات الآكلة للنباتات. فهناك عدة أنواع من ذباب الـ tephritid يضع بيضاً فردياً فى الثمرة حيث تنمو يرقات فردية فى الثمار. ويحدث التباعد بين

اليرقات بسبب أن الأنثى الواضعة للبيض تضع فرمون مانع لوضع البيض oviposition - deterrent pheromone على الثمرة التى وضعت فيها بيض وبدا منع وضع بيض تالى للبيض من إناث أخرى. وتستخدم الحشرات الإجتماعية والتى بالتعريف هى حشرات متجمعة الفرمونات فى تنظيم كثير من أوجه سلوكها والتى من ضمنها المساعدة بين المستعمرات وفرمونات المباعدة spacer pheromones للروائح الخاصة بالمستعمرة colony - specific odours قد تستخدم لضمان التشتت المتساوى لمستعمرات النوع الواحد كما فى النمل الناسج الإفريقى *Oecophlla longinoda* (Formicidae)

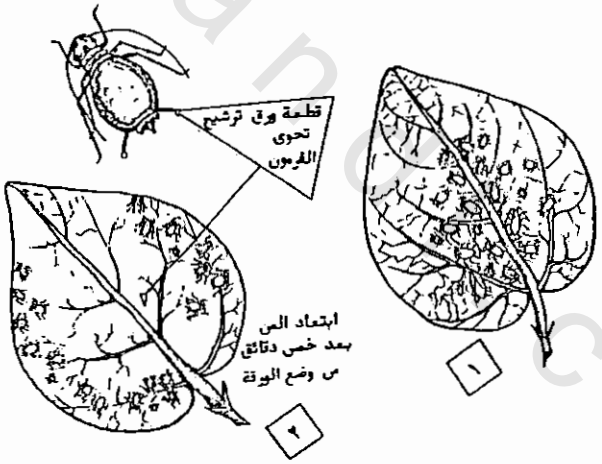
٤- فرمونات الهداية Trial- marking pheromones:

تستخدم كثير من الحشرات الإجتماعية مثل النمل الراعى foraging ants والنمل الأبيض الفرمونات لتعليم رحلاتها خاصة إلى الغذاء والعش. وفرمونات الهداية هى كيماويات متطايرة قصيرة الاجل short - lived chemicals تتلاشى خلال أيام ما لم تعزز بإضافات أخرى (ربما كإستجابة لمصدر غذائى أطول أجلاً lived-longer عن الطبيعى). وفرمونات الهداية trial pheromones فى النمل عادة هى منتجات أيضية تالفة metabolic waste products تفرز بواسطة غدة السم poison gland. فإفرازات الـ Dufour's gland لبعض انواع النمل قد تكون مخاليط كيماوية ذات تخصص نوعى كبير specific–species مرتبط بتعليم المنطقة ورحلات الطريق. ويبدو أن رحلات النمل غير مركزية بمعنى أن الإتجاه لمصدر العش او الغذاء لا يمكن تحديده برائحة الرحلة trial odour.

وعلى عكس الفرمونات التى توضع على الأرض تشكل الفرمونات التى تنشر جوا airborne trials – الرائحة المميزة an odour plume الموجهة للحشرة بسبب تزايد تركيز الرائحة تجاه المصدر. فقد تعتمد الحشرة على ضبط توجيه طيرانها نسبة إلى إتجاه الريح الحامل للرائحة فينتج عن ذلك طيران زجزاجى تجاه المصدر وينتج كل تغير فى إتجاه الطيران عندما تتلاشى الرائحة عند حافة نطاق الهواء الذى يحمل الرائحة.

٥- فرمونات التحذير Alarm pheromones:

لقد تبين منذ ثلاثة قرون مضت تقريباً حدوث إثارة لشغالات نحل العسل *Apis mellifera* عند النزع الحديث لآلة اللسع لأحد الشغالات. ووجد خلال هذه الفترة أن كثير من الحشرات المتجمعة aggregating insects تطلق كيماويات chemical releasers خاصة بالسلوك التحذيرى alarm behaviour يطلق عليها بفرمونات التحذير مثل التى تخص الحشرات الإجتماعية (النمل الأبيض وغشائيات الاجنحة الإجتماعية الحقيقية). وتوجد فرمونات التحذير أيضاً فى عدة انواع من نصفيات الأجنحة والتى من ضمنها نطاطات الأشجار التحت إجتماعية (Membracidae) subsocial teehoppers والمن (Aphididae) وبعض البق الحقيقى. فمن الخوخ الأخضر *Myzus perscicae* عند إزعاجه تنطلق قطيرات من القرون البطنية cornicles تحوى الفرمون (trans – B - farnesene) وعند إلتقاط تلك القطيرات على ورقة ترشيح (شكل ١٠٦) ووضعها بين مجموعة من المنّ أثناء التغذية فإنه فى أقل من خمس دقائق يترك معظم المن المنطقة المحيطة أو يسقط بعيداً عن الورقة.



شكل ١٠٦: فرمون التحذير فى المن: (١) التجمع الطبيعى للحشرات على ورقة النبات. (٢) إبتعاد حشرات المن بعد وضع الفرمون.

فرمونات التحذير هى مركبات متطايرة غير ثابتة وسهلة الإنتشار بين جمع الحشرات. ويحدث إنطلاق هذه المركبات عند وجود مفترس أو عندما يهدد العش فى كثير من الحشرات الإجتماعية. وينحصر السلوك فى التشتت السريع للحشرات التى

تستقبله كما فى نصفيات الأجنحة التى تسقط من النبات العائل أو الهروب من قتال لا يمكن كسبه مع مفترس كبير كما فى النمل الضعيف الحماية الذى يعيش فى مستعمرات صغيرة. إن السلوك التحذيرى فى كثير من الحشرات الإجتماعية الحقيقية معروف للإنسان مثل الدفاع الشرس لأفراد العش عندما يحدث إتلاف لعش النمل أو النحل أو الدبابير فعند إزعاج مسكن هذه الحشرات تنطلق فرمونات التحذير من الشغالات التى تجند لمهاجمة المتسبب فى الإزعاج بالعض أو اللسع أو إطلاق كيماويات طاردة. ويثير إطلاق فرمونات التحذير أفراد أخرى كمدافعين إضافيين وقد تلوث الأفراد الكائن الغريب عنوه بفرمونات التحذير للمساعد فى توجيه الهجوم ضده.

قد تنشأ فرمونات التحذير من الكيماويات المستخدمة كوسائل عامة ضد المفترسات (allomones) بإستخدام مجموعة غدد من أجزاء مختلفة من الجسم لإنتاج هذه المواد. على سبيل المثال – تنتج غشائيات الأجنحة عامة فرمونات التحذير من الغدد الفكية وأيضاً من غدد السم وغدد ما بعد البلورا metapleural glands ورمح اللسع وحتى من المنطقة الشرجية. وقد تكون جميع هذه الغدد مواقع إنتاج للكيماويات الدفاعية.

جـ– إستخدام الفرمونات فى الجذب Use of pheromones in attraction:

منذ أن سجل A. Butenandt وزملائه لأول مرة عزل وتعريف الفرمون الجنسى من ديدان حرير القز (1 – hexadecadin – 10.12 – trans, cis–01) أمكن عزل وتعريف مئات الفرمونات من كثير من الكائنات إبتداء من الطحالب إلى الرئيسيات primates (الإنسان والقردة). ونتج ذلك من التقدم فى الكيمياء التحليلية.

فى مجال الآفات الزراعية – من أنواع الفرمونات السابق ذكرها إنصب معظم الأبحاث حتى الوقت الحاضر على الفرمونات الجنسية ولمدى أقل على فرمونات التجمع وذلك لفوائدهم فى إدارة الآفات. ويوجد فى أمريكا اليوم أكثر من ٤٠ شركة تقوم بإنتاج الفرمونات المخلقة (Parapheromones) لأكثر من ٢٥٠ نوعاً من الآفات. ومن المنتجات المسجلة نحو ٨٠% لحرشفيات الأجنحة و ١٠% لغمديات الاجنحة و الـ ١٠% الباقية لثنائية ومستقيمة الأجنحة (الصراصير) وغشائية الأجنحة.

إستخدمت هذه المنتجات فى أربع طرق رئيسية (١) أخذ العينات والكشف عن الحشرات (٢) الجذب والقتل (٣) إعاقة التزاوج. (٤) نشر العدوى وتستخدم إلى حد كبير معظم الفرمونات (٩٠%) فى أخذ العينات Sampling والكشف detection.

١- إستخدام الفرمونات فى أخذ العينات والكشف:

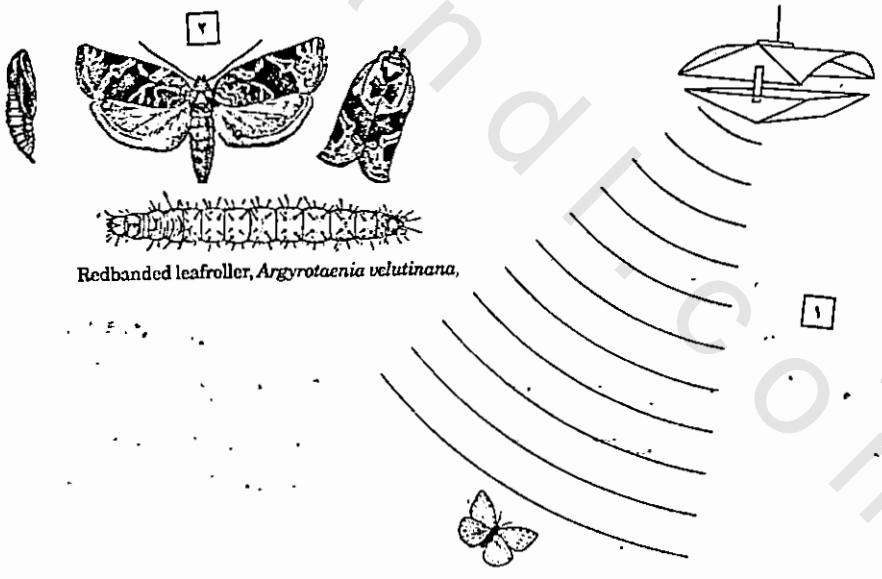
Pheromones in sampling and detection

يمثل إستخدام الفرمونات الجنسية كمواد جاذبة فى المصائد أحد التطبيقات العملية القديمة للـ semiochemicals فى إدارة الأفات. ويمكن إستخدام كل من فرمونات التجمع أو الفرمونات الجنسية لمتابعة النشاط الحشرى للحصول على معلومات تتعلق بالكشف عن الحشرات وفينولوجى الآفة (الطور أو الأطوار الموجودة بالحقل) ومعلومات عن الكثافة النسبية.

وعادة ما تستخدم المصائد الفرمونية للحصول على معلومات عن الآفات لوضع القرارات التنظيمية making tactical decisions. ويمكن أن تعمل أول حشرة تلتقطها المصيدة كنقطة بداية لتراكم درجات ظهور الحشرة خلال أيام أو الجمعات التالية فى فترة من الزمن. هذه المعلومات هامة فى التنبؤ بأوقات قمم العشيرة أو فقس البيض. ومثل هذه التنبؤات مفيدة فى إتخاذ القرار وأيضاً فى تحديد وقت التطبيق إذا كانت هناك حاجة للمبيدات الحشرية.

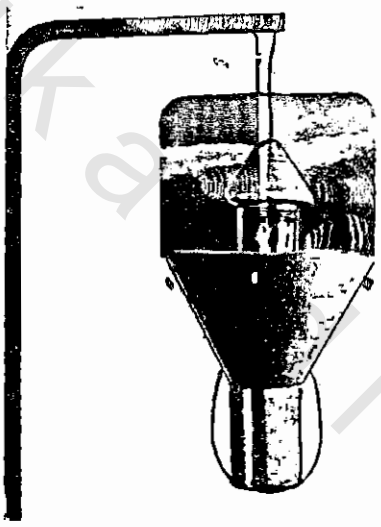
تمت معظم الإستخدامات المكثفة للمصائد الفرمونية لوضع قرارات إدارة الآفات فى حدائق التفاح. حيث توضع المصائد فى أماكن إستراتيجية. وقللت المتابعة المستمرة من الإعتماد على رش المبيدات وزيادة الفوائد للمزارع إذا قورن ذلك بالإعتماد على برامج الرش الدورية. على سبيل المثال – عمل المزارعون فى برنامج إدارة الآفات فى نيويورك على أخذ عينات لخمسة أفات رئيسية من حرشفية الأجنحة بإستخدام المصائد الفرمونية وطبقوا المبيدات الحشرية طبقاً لنتائج المصائد والأعداء الطبيعية والمعلومات المتعلقة بالطقس. وأنفق المزارعون اللذين إستخدموا المصائد الفرمونية مقارنة مع المزارعون الأخرون ٦٠ دولار أقل لكل هكتار دون نقص فى كمية ونوعية الفاكهة وإنخفض إستهلاك مبيدات الآفات الحشرية الأكاروسية إلى ٥٠% وسمحت مثل هذه البرامج فى بساتين التفاح فى هولندا بخفض ٢ أو ٣ رشات من العدد الإجمالى للرشات الفصلية.

وتستخدم المصائد الفرمونية (شكل ١٠٧) بإنتظام لمتابعة فراشة الكودلنج *Cydia pomonella* ولافة الأوراق ذات الخطوط الحمراء *Argyrotaenia velutinana* ولافتات أوراق اخرى فى الفواكه المتساقطة الأوراق وسوسة اللوز ودودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypiella* ودودة كيزان الذرة *Helicoverpa zea* فى القطن والدودة القارضة السوداء *Agrotis ipsilon* فى الذرة وحشرة كاليفورنيا القشرية الحمراء *Aonidiella aurantii* فى الموالح. وتستخدم المصائد الفرمونية بالإضافة إلى هذه الامثلة فى متابعة الآفات وعمل القرارات للكشف عن وجود نوع ضار مثل فراشة الغجر عند دخولها مناطق جغرافية جديدة. فالمصائد الفرمونية ذات قيمة خاصة فى الكشف detection حيث يمكن أن تكتشف الحشرة عندما تكون تعداداتها قليلة جداً كما يمكن تقدير حجم العشار اليرقية فى المستقبل القريب من نتائج تعداد الحشرات الكاملة التى تجمعها المصيدة. فى كاليفورنيا – استخدمت المصائد الفرمونية للكشف عن المواقع الجديدة التى دخلت فيها الخنفساء اليابانية *Popillia japonica* للقيام بمحاولات الإستئصال السريع. كما تستخدم فى أغراض الحجر الزراعى فى مخازن السلع والسفن لتحديد ما إذا كانت الرسائل القادمة مصابة بخنافس الحبوب أم لا.



شكل ١٠٧: المصائد الفرمونية وإستخدامها فى متابعة الحشرات: (١) المصيدة الجناحية ومتابعة الحشرات الحرشفية الأجنحة (٢) مثال لحشرة إستخدم معها بإنتظام المصائد الفرمونية لمتابعة هذه الحشرة وحشرات أخرى فى بساتين الفاكهة.

فى المجال الخاص بالجاذبات من المهم ذكر أن هناك كيماويات خلاف الفرمونات ذا قيمة أيضاً كجاذبات للحصر وللكشف. إستخدمت مخاليط من geraniol و eugenol وإستخدمت الـ phenethyl propionate والـ eugenol بواسطة APHIS (فى وزارة الزراعة الأمريكية) للكشف عن الإصابات بالخنفساء اليابانية *Popillia japonica*. بالإضافة إلى ذلك إستخدم الـ methyl eugenol للكشف عن ذبابة الفاكهة *Dacus dorsalis* وذبابة المانجو *Dacus zonatus* والـ trimedlure إستخدم لمتابعة نشاط ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط *Ceratitis capitata* . وهناك كيماويات أخرى عديدة إستخدمت أيضاً لتشكل شبكة تحذير مبكرة للعمل ضد كثير من الأنواع الأجنبية والخطيرة الضرر والتى سيأتى ذكرها بالتفصيل فيما بعد تحت الجاذبات الكيماوية وذباب الفاكهة.



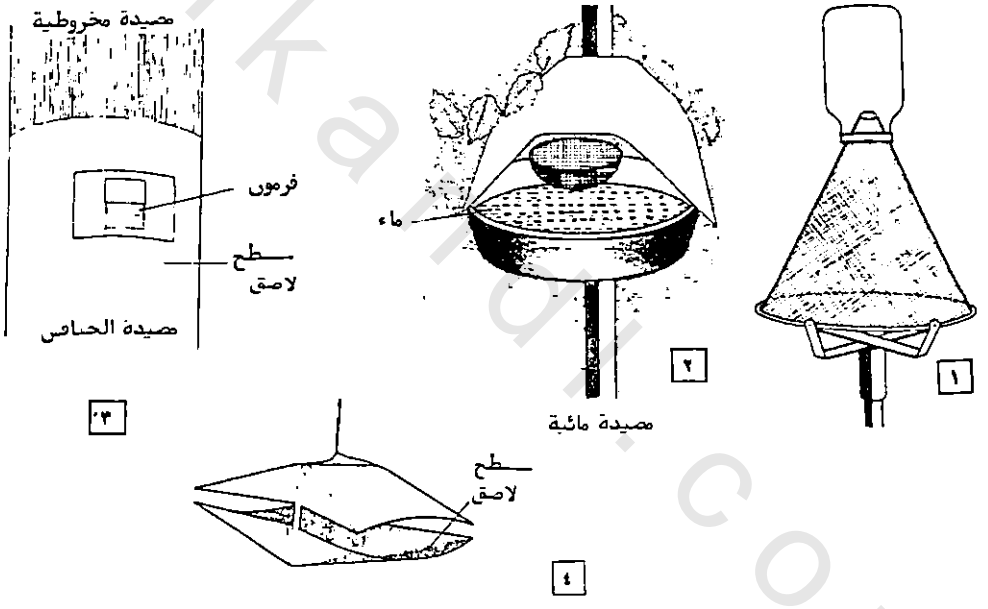
Japanese beetle, *Popillia japonica*

شكل ١٠٩: مصيدة مذودة بـ phenethyl propionate و eugenol لأغراض الكشف والحصر والمتابعة للخنفساء اليابانية.

تشكل المصائد الفرمونية والمصائد بالجاذبات الأخرى (شكل ١٠٩) وسيلة متابعة مؤثرة ورخيصة الثمن مع كثير من الآفات. ومع ذلك – تكون تفسيرات كل جمعة صعبة وخاصة عند محاولة تقدير الكثافة النسبية لأن أعداد الجمعة الواحدة لا تكون دائما ذات تناسب مباشر مع حجم العشيرة الحقيقى. وهناك بعض العوامل تؤخذ فى الإعتبار فى إستخدام المصائد الفرمونية وتفسير جمعاتها: (١) جاذبية الفرمون (٢) تركيز الفرمون

ومعدل الإنطلاق (٣) تصميم المصيدة وبما فيها اللون (٤) موقع المصيدة (٥) مدى تحمل أو متانة المصيدة (٦) منطقة تأثير المصيدة.

وضع وتصميم مصيدة مناسبة لحشرة معينة مهم جداً. فسلوك عديد من الحشرات عند الإقتراب من المصيدة ثم دخولها ومحاولة الهرب منها مختلف جداً تبعاً لنوع الحشرة ويؤثر ذلك فى تصميم المصيدة. على سبيل المثال تحاول كثير من الفراشات النشطة ليلاً عند الدخول فى المصيدة الهرب بالطيران السريع لأعلى لذا يناسبها مصيدة مخروطية مذودة بوعاء مقلوب يعمل على إصطيادها (شكل ١٠٨، ١). سلوك الهرب بالطيران السريع لأعلى غير مفهوم تماماً ولكن الإستجابة بالطيران لأعلى قد تكون جزئياً إستجابة لضوء أعلى المصيدة (ضوء نجم أو قمر). هناك فراشات أخرى تسعى للهروب بالطيران لأسفل لذا تصمم مصائد هذا النوع لكى تستفيد من هذا السلوك (شكل ١٠٨، ٢).



شكل ١٠٨: تصميمات المصائد الفرمونية: (١) مصيدة القمع المقلوب المستخدمة مع كثير من الفراشات الكبيرة الحجم. توجه الفراشات بالفرمون الى القمع ومنه الى الوعاء الاعلى حيث فرصة الهرب تكون قليلة. (٢) المصيدة المائية حيث يوضع عادة قطرات من الزيت أو منظف لضمان غرق الحشرات. (٣) مصيدة الفرخ البلاستيك التى تغطى بمادة لاصقة وتثبت على أعمدة التليفونات. هذه المصائد تستخدم لجمع خنافس قلف أشجار الألم. (٤) مصيدة متاحة تجارياً ذات أسطح داخلية لاصقة تستخدم لمتابعة الفراشات.

تمثل خنافس القلف مشكلة أخرى فى تصميم ووضع المصيدة. كثير من الحشرات لا تستجيب فقط للفرمون ولكن أيضاً إلى تنبيه بصرى مثل ظل شجرة العائل القائمة. لذا وضع المصائد الفرمونية على أعمدة التليفونات أو دعامات خشبية يزيد التقاط المصيدة للحشرات (شكل ١٠٨، ٣).

هناك إعتبار آخر فى تصميم المصيدة حول عدد الحشرات التى يمكن أن تتعامل معه المصيدة. فالمصائد اللاصقة تصبح غير فعالة عندما تصبح الأسطح اللاصقة مغطاة بالحشرات أو بالحشراشيف ويحدث ذلك على وجه الخصوص عندما تكون مستويات العشيرة مرتفعة. ويمكن أن تصمم المصائد المائية والمخروطية بأحجام مناسبة لكى تكون أكثر كفاءة ولا تمتلئ بالحشرات.

طريقة إنطلاق الفرمون أيضاً هامة. فأجهزة أو معدات الإطلاق مختلفة كثيراً فهناك فتايل القطن والأحجبة المطاط المشربه بالفرمون Rubber septa. السندوتشات البلاستيك plastic sandwiches التى يخزن الفرمون فيها بين فرخان من البلاستيك والسرنجات التى تعمل بماتور motor driven syrings والتى فيها يمكن معايرة بدقة الفرمون المنطلق والألياف المجوفة hollow fibers التى ينطلق الفرمون فيها من نهاية مفتوحة لإنبوبة شعرية. وهدف جميع هذه المعدات هو إطلاق معدل مثالى نسبى ثابت من الفرمون. والمعدلات المختلفة لإنطلاق الفرمون من المصدر الفرمونى تجعل هناك صعوبة فى تفسير ما تجمعه المصيدة من الحشرات حيث أن الإنطلاق الكثير جداً او القليل جداً يقلل من التقاط المصيدة من الحشرات.

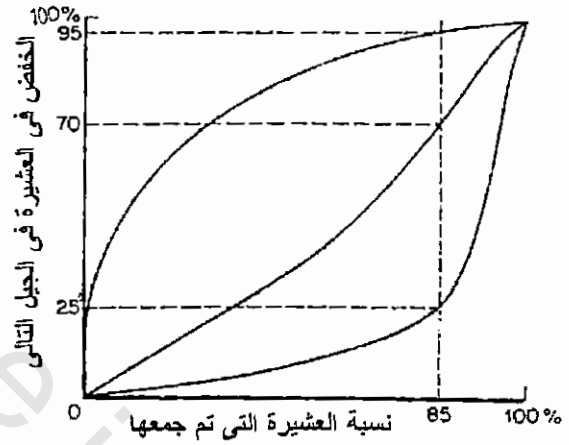
تفسير التقاط المصائد ليس دائما سهل حيث تؤثر سرعة الرياح وإتجاهها وضوء القمر والغيوم فى عدد الحشرات التى تلتقطها المصيدة فى ليلة ما. ويتحسن الإعتماد على نظام المصائد إذا أخذ كل ذلك فى الحسبان. ونظراً لان المصائد الفرمونية تعمل على إلتقاط الحشرات الكاملة فقط وعادة الذكور لذا فإن جمعات الحشرات يجب ان تنسب إلى الإتجاهات المختلفة فى تركيب العشيرة. وبالرغم من أن الحشرات الذكور هى التى تلتقطها المصيدة إلا أن الاطوار الأكثر حساسية للمبيدات هى الأعمار اليرقية الأولى. لذا فإن العلاقة بين درجة الحرارة ومعدلات النمو يجب أن تكون معروفة للتنبؤ الدقيق والحساب الدقيق لفترة تواجد الاطوار الحساسة.

٢- الفرمونات فى برامج الجذب والقتل:

Pheromones used in attract – and – kill programs

قد يطلق على هذه الطريقة بإستراتيجية الخفض trap – out strategy فعقب نجاح المصائد الفرمونية فى جمع الحشرات نشأت فكرة توزيع المصائد فى بيئة الآفة لخفض مستويات عشيرتها. وتفترض الإستراتيجية بأن الخفض فى عشيرة الطور الكامل سيترجم الى الخفض فى العشيرة فى الجيل التالى.

ولكى يتحقق هذا الافتراض يجب تحديد نسبة عشيرة الحشرة الكاملة التى تجمعها المصائد. ويمكن إستخدام طريقة الجمع ثم التعليم ثم الإطلاق-Mark release-recapture لتقدير حجم العشيرة الكلية وبالمثل حجم العشيرة التى جمعتها المصيدة. فإذا تم تعليم ٢٠,٠٠٠ حشرة بصبغة فلورسنتية وأطلقت فى عشيرة غير معروف حجمها. وعندما تلتقط المصائد المطعمة بالفرمون ٢٠٠ حشرة معلمة و ٢٠٠٠ حشرة غير معلمة فإن ذلك يعنى أن الـ ٢٠٠ حشرة التى أعيد جمعها تمثل ١% من العدد الذى أطلق وبالمثل فإن الـ ٢٠٠٠ حشرة الغير معلمة تمثل أيضاً ١% من العشيرة الموجودة فعلاً أى نحو ٢٠٠,٠٠٠ حشرة. لذا فإن معدل جمع قدره ١% للعشيرة بواسطة المصيدة قد لا يكون مشجع جداً إذا كان الهدف هو خفض العشيرة. كما أن جمع ٩٠% من العشيرة. ليس بالضرورة ضمان لخفض ضرر العشيرة. لذا يجب تحديد العلاقة بين نسبة العشيرة التى يتم جمعها والخفض فى الجيل التالى (شكل ١١٠). فقد يؤدى فعلاً – جمع معدلات عالية إلى خفض صغير فى حجم العشيرة فى الجيل التالى. بسبب زيادة معدلات التكاثر فى الحشرات المتبقية أو أن كل ذكر موجود يتزاوج مع أكثر من إنثى أو قد ترجع الزيادة الى غياب التنافس بين افراد نفس النوع – وعلى العكس قد تجمع المصائد بطريقة إختيارية الافراد الأكثر قدره فى الحياة والتكاثر وبذا يحدث تأثير نسبى واضح فى تناقص العشيرة فى الجيل التالى.



شكل ١١٠: الإحتمالات الثلاثة للعلاقة بين نسبة العشيرة التى يتم إزالتها من المنطقة بـــالجمع الضخم بالمصائد والخفض فى تعداد العشيرة فى الجيل التالى. فقد يؤدى جمـع ٨٥% من العشيرة إلى خفض فى الجيل التالى يقدر بـ ٢٥% أو ٧٥% أو ٩٥%.

فى إستراتيجية الخفض تجذب الحشرات لمصدر مـــا وتقتـــل بوســـيلة أو بـــأخرى. وتتراوح طرق برامج الجذب والقتل من وقوع الحشرة فى شرك مواد لاصقة إلى القتـــل بالمبيدات الحشرية أو الكائنات الدقيقة. إستخدام الإتجاه التقليدى للجذب والقتل بعمل مصائد مدهونة بمادة لاصقة. وسمح التقدم الحديث بتركيبات أو تجهيزات تسمح بالإطلاق البطـئ slow – release - formulation من جزئيات صغيرة تعمل على إطلاق كل من الفرمـــون والمبيد الحشرى.

نظرياً – عندما تستخدم الفرمونات الجنسية فإن المصادر الفرمونيـــة تؤثـــر علـــى نصف العشيرة وذلك فى الحشرات ذات النسبة الجنسية ١ : ١ . وإذا تم جـــذب وقتـــل جزء كبير من جنس واحد يعنى ذلك أن هذه الأفراد ستستبعد من العشيرة وسيقل نجـــاح التزاوج وستهبط الأعداد فى الجيل التالى. وفى الأنواع التى أفرادها تتزاوج أكثر مـــن مرة – تأثير الروائح lures التى تجذب الإناث يكون أكبر على الأجيال التالية بينمـــا إذا جذبت الروائح الذكور وقتلتها لزم جمع نسبة كبيرة من الذكور للحصول علـــى تـــأثير

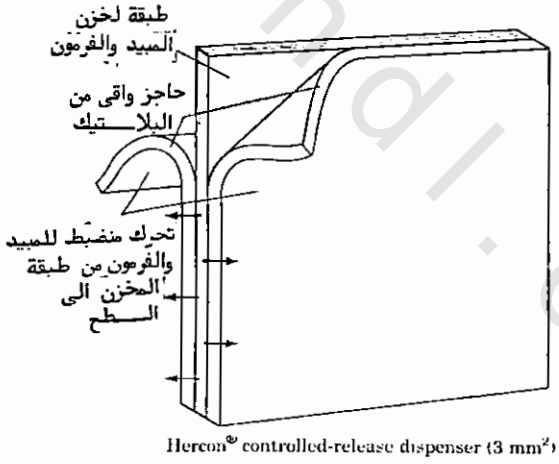
معنوى. على سبيل المثال – إذا كان كل ذكر يتزاوج مع عشرة إناث فإننا بحاجة لإزالة ٩٠% من الذكور فى الكثافات العالية لإحداث خفض معنوى فى الجيل التالى.

لقد إستخدم الجمع المصيدى الضخم فى أشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية والغابات وآفات الحبوب المخزونة وآفات المنازل. على سبيل المثال أظهرت الإختبارات مع سوسة اللوز إمكانية إستخدام المصائد الفرمونية لوضعها فى خطوط القطن لجمع الخنافس. ثم تعامل تلك الخطوط بمبيد حشرى عقب حدوث التجمع. وبرامج إستخدام الفرمونات للجمع الضخم للحشرات pheromones mass trapping programmes تمت فى أحوال كثيرة لفراشات معينة مثل فراشة الغجر *Lymantria dispar* (Lymantriidae) بإستخدام الفرمونات الجنسية الخاصة بالإناث ومع خنافس القلف والامبروزيا ambrosia (Scolytidae) بإستخدام فرمونات التجمع aggregating pheromones. وميزة فرمونات التجمع أنها تؤثر على كل من ذكور وإناث الخنافس. لقد استخدم برنامج الجمع المصيدى الضخم تجاريا ضد خنفساء الامبروزيا *Gnathotrichus sulcatus* التى تهاجم القطع الخشبية. حيث توضع المصائد الفرمونية حول المناشر sawmills لجمع الخنافس التى تخرج من الأخشاب المخزنة والخنافس القادمة من الخارج ووجد أن هذا البرنامج إقتصادى ويوفر كثير من الأموال. وأظهر الجمع الفرمونى الضخم كفاءة عالية فى عزل عشائر فراشة الغجر والوصول إلى كثافات تعدادية منخفضة لخنافس الـ scolytids. وحتى إذا كانت عشائر الخنافس عالية فإن إزالة جزء من عشيرة الآفة قد يكون مفيد لأن هناك علاقة موجبة بين كثافة الخنافس القاتلة للأشجار والضرر. وفى الوقت الحاضر واحد من أكبر برامج الجمع المصيدى الضخم تم مع آفة خطيرة جداً فى النرويج والسويد وهى خنفساء البيسه *Ips typographus* . حيث تم فى عام ١٩٧٩ توزيع ٦٠٠,٠٠٠ مصيدة فرمونية فى الغابات المصابة وتم جمع ٢,٦ بليون خنفساء فى هذا العام و ٤,٩ بليون حشرة فى عام ١٩٨٠. إستخدمت المصائد الفرمونية أيضاً لخفض عشائر خنفساء القلف الأوروبية *Scolytus multistriatus* وعملت على إبطاء أو توقف إنتشار مرض الـ Dutch elm. وأظهرت المصائد أيضاً إمكانية الإستخدام ضد آفات الحبوب المخزونة مثل خنفساء الكبرا *Trogoderma granarium* وخنفساء الجلود (Dermestidae) فى أماكن المنتجات

المخزونة. وفى الحالة الأخيرة – لوحظ عند الجمع المصيدى الضخم مع جراثيم البروتوزوا *Mattesia trogodermae* وصلت نسبة الموت إلى ١٠٠%.

والإتجاه الحديث فى طريقة الجذب والقتل هو تطبيق لجزيئات بطيئة الإطلاق slow – release particles حيث توزع بالطائرة جزيئات صغيرة على منطقة ما. وكل جزئ هو موزع dispenser لكل من الفرمون والمبيد الحشرى الذى ينطلق منها بالتدريج. وتجذب هذه الجزيئات الحشرات وتتعرض للمبيد الحشرى بالملامسة عندما تحاول التزاوج مع تلك الجزيئات. ويشار لمثل هذه التجهيزات أحياناً بالمبيدات الحشرية الجاذبة attracticides.

من أحد أنماط موزع الفرمون والمبيد الـ Hercon flake التى تنتجه شركة Hercon البيئية. والـ Hercon flakes (شكل ١١١) هى رقائق من البلاستيك المتعددة الطبقات نحو ٣ مم^2 ($\frac{1}{8}$ بوصة مربعة) تحوى الفرمون بمفرده أو الفرمون مخلوط مع المبيد فى الطبقة الداخلية او ما يسمى بالمخزن.



شكل ١١١: موزع Hercon للإطلاق المتحكم للفرمون (٣ مم^2) يحتوى الفرمون ومبيد بيريثرويد (Permethrin). الرقائق البلاستيك تعمل أيضاً على حماية المبيد أو الفرمون من التحلل. يعمل المبيد على زيادة إعاقة التزاوج حيث تنجذب الذكور للرقائق وتقتل أو لا تقوى على التزاوج بعد الملامسة.

وتعمل طبقات الرقائق الخارجية كحاجز وقائى يسمح للخليط بالإنتشـــار فـــى الهواء وكلما تشتت المادة الموجودة فى الطبقات الخارجية فى الهواء تتحرك تلقائيـاً كمية من الخليط من المخزن لتحل محل الكمية التى إنتشرت فى الهواء للمحافظـــة على تركيز مرغوب على السطح ولإعطاء فاعلية طويلة الأمد. وتطبيق الرقائق لحد ما مثل المبيدات التقليدية ولكن بإستخدام معدة خاصة وهـــى Hercon / Schweizer aerial applicator تلحق بطائرة الرش. وتخلط هذه المعدة الرقائق آلياً مع لاصـــق خاص (Phero - tac) يجعلها تلتصق بأسطح النباتات عند الهبوط. المنتج المســـوق الذى يستخدم هذا النظام يعرف باسم Disrupt / Lure N Kill PBW ويحتـــوى هـــذا المنتج على gossyplure وفرمون مخلـــق و permethrin وهـــو مبيـــد pyrethroid. وإستخدم هذا المنتج ضد دودة اللوز القرنفلية فى كاليفورنيا وأريزونا بنجاح معقول. فى هذا النظام – ستتواجد مصادر متعددة المواقع من الفرمون فى مواضع مختلفـــة على النباتات ولن تستطيع الفراشات الذكور أن تميز بين مصادر الفرمون الحقيقـــى ورقائق الفرمون المصنع وتتعرض الفراشات للمبيد عندما تحـــاول الـــتزاوج مـــع المصادر الصناعية من الفرمون فتقتل عادة.

٣- الفرمونات ونشر الممرض الحشرى:

Pheromones traps for dispersal of insect pathogen

فى إستراتيجية جديدة فى إستخدام الفرمونات الحشرية تم الوصول إلى مصـــائد فرمونية خاصة تعمل على جذب الحشرة لكى تحصل على جرعـــة مـــن ممـــرض حشرى مثل فيرس أو ممرض آخر ثم تسمح المصيدة للحشرة بالهروب حاملة معـها الممرض لنشره بين أفراد العشيرة وبالتالى عندما تتلقح الإناث بذكور ملوثة تصبـــح ملوثة بالفيرس الذى يمر الى البيض فتقتل اليرقات الفاقسة كما إستخدم تكنيك مشابه لنشر ممرض بروتوزوى لخفض عشائر خنفساء المنتجات المخزونة *Trogoderma glabrum* والمثال المتاح الآن هو إستخدام مصيدة فرمونية لجـــذب الفراشـــة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella* لنشر ممرض فطرى بين أفراد عشيرتها.

أصبحت الفراشة ذات الظهر الماسى فى كثير من مناطق العالم آفة خطيرة على محاصيل الكرنب brassica crops وكونت مقاومة لجميع أقسام المبيدات الحشرية مما جعلها صعبة المكافحة. وتطلب ذلك إيجاد طرق مكافحة بديلة. ووجد أن الفطر الممرض الحشرى الشائع *Zoophthora radicans Brefeld* الذى يسبب أوبئة فى العشائر الحقلية لهذه الحشرة يمكن تنميته خارج العائل *in vitro* وأن هناك طرق متاحة لتخزين المادة الحية فى صورة جافة. لذا توجه الأهتمام لإستخدام الفطر كعنصر للمكافحة البيولوجية. ومع ذلك أعطى تطبيق الـ *Z. radicans* ضد آفات مختلفة فى محاصيل الحقل نتائج مكافحة مختلفة بسبب الحاجة إلى ظروف تشبه الظروف المثلى لضمان إنبات الكونيديات وعدوى العائل الحشرى. وفى إستراتيجية حديثة لتخفيف هذه المشاكل إستخدم تصميم خاص لمصائد فرمونية تحتوى على مصدر للقاح *Z. radicans* وتسمح فى نفس الوقت بهروب الفراشات المنجذبة بعد أخذ جرعة من اللقاح وتذهب عائدة إلى عشيرتها حيث تقتل على النبات وتتعرض اليرقات الحساسة للفطر وينتشر الوباء. ويتميز هذا الإتجاه عند مقارنته مع إستخدام المبيدات الحشرية الفطرية mycoinsecticides بما يلى:

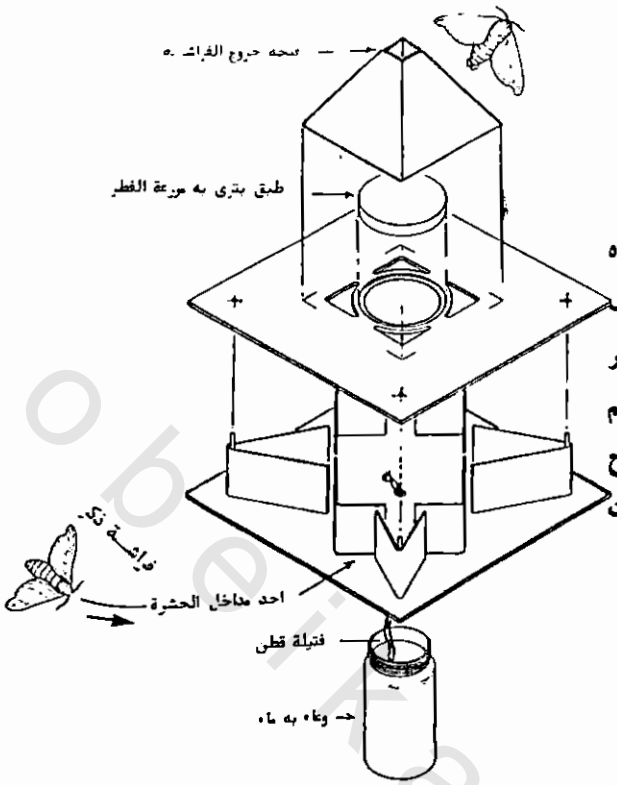
١- تتطلب فقط كميات قليلة من الفطر (والفرمون) مما يقلل من تكاليف المعاملة.

٢- المصيدة مصممة لحماية الفطر من التأثيرات الضارة للأشعة الفوق بنفسجية وللإمداد بالرطوبة المناسبة لتشجيع النشاط الفطرى.

٣- تجذب المصيدة فقط الفراشة ذات الظهر الماسى وبذا يستهدف الفطر بصفة خاصة جداً الآفة مع تأثيرات قليلة جداً على الكائنات الأخرى والبيئة.

أ- تصميم المصيدة **Design of the trap** :

يتركب جسم المصيدة (شكل ١١٢) من لوحان من البلاستيك الشفاف (٣٠٠ مم^{٢} بسمك ٣ مم) مثبتة أفقياً واحدة فوق الأخرى. تبعد عن بعضها بـ ٥٥ ملم بواسطة مجموعة عوائق على هيئة حرف "٧" من البلاستيك الشفاف بسمك ١,٥ مم حول مساحة مربعة ١٢٥ مم.



شكل ١١٢: تصميم لمصيدة مذوده بفرمون وجرائيم فطر لجذب ذكور الفراشة ذات الظهر الماسى حيث تلوث بالجراثيم وفى نفس الوقت تسمح المصيدة بهروب الفراشات الملوثة لنشر المرض.

يضمن ترتيب العوائق وصول الفراشات إلى هذه المساحة المربعة كما تؤخر فى نفس الوقت الهروب من المصيدة. يوضع اللقاح الفطرى فى طبق بترى ٩٠ مم مقلوب القاعدة على فتحة دائرية قطرها ٨٠ مم فى مركز اللوح العلوى وبذا تتساقط جراثيم الفطر إلى أسفل عند إنفصالها من اللقاح إلى المساحة المركزية المربعة فى اللوح السفلى فتحصل بذلك الفراشات على اللقاح. يوجد أربعة فتحات مثلثة فى اللوح العلوى (٣٥ × ٣٥ × ٤٠ مم) مرتبة على مسافات متساوية حول الطبق البترى تسمح للفراشات بالدخول إلى المنطقة العليا والهروب خلال هرم من البلاستيك قاعدته ١٤٥ مم وفتحة مربعة فى قمة الهرم (٢٥ مم). ويعمل هذا الهرم كحاجز آخر للفراشات ويحمى المصيدة من المطر. تحفظ البيئة داخل المصيدة رطبة لتشجيع تجرثم الفطر عن طريق طبقة من الورق الماص للرطوبة على أرضية المنطقة المركزية الوسطى متصلة بفتيل من القطن خلال فتحة قطرها ٦ مم فى مركز قاعدة اللوح القاعدى تحته وعاء به ماء. داخل المصيدة تستخدم قنينة من البولى إثيلين مشبعة بالفرمون (Fisons WP/5) (١٠ ميكروجرام (Z)-11- hexadecenal و ١٠ ميكروجرام - 11 (Z) - hexadecenol acetate و ٠,١ ميكروجرام - 11 (Z) - hexadecanol و ٢٥

ميكروجرام BHT (مضاد أكسدة)) فى ٥٠ ميكروجرام كرائحة جاذبة. توجد القنينة فى هرم أصغر من البلاستيك قاعدته ٧٠ مم وفتحة فى القمة ٢٠ مم موضوع فى المنطقة أسفل الفطر المتجرثم صمم هذا الهرم الداخلى ليحتفظ بالفراشات تحت حمام الجراثيم. ولتجنب عدم تعقيد الرسم لم يبين الهرم الداخلى أو الوعاء الفرمونى.

ب- اللقاح The Inoculum :

ينمى الفطر فى مخمر منشط هوائيا ويجمع كهيفات mycelium بالترشيح فى قمع بوخنر . وعند حفظ الهيفات رطبة على ورق ترشيح أو أجار مائى على ٢٠م لمدة ٦ ساعات تكون الهيفات حوامل كونيدية تنتج كونيديات تنفصل بعيداً عن الحوامل الكونيدية. وتوضع المادة الفطرية المنتجة للجراثيم فى المصيدة بعد ٦ ساعات من جمعها من المخمر.

هناك طريقة أخرى بديلة لتحضير اللقاح عن طريق الميسليوم الجاف والمخزن على ٤°م. حيث توضع المادة الفطرية المخزنة فى طبقة فوق سطح الأجار المائى على ٢٠°م لمدة ٢٤ ساعة وهى فترة كافية لتكوين الكونيديات وبعدها يصبح الطبق يترى جاهز للإستخدام فى المصيدة.

أشارت التجارب الحقلية أن روائح الفرمون المخلق تجذب الحشرات الكاملة للـ *P. xylostella* فى أى وقت من اليوم بينما تجذب روائح الفراشات الإناث البكر الذكور فقط بين ساعات الغسق والفجر وهى الفترة التى تنتج فيها الإناث الفرمون الخاص بها. ووجد أن الفراشات الذكور التى تنجذب إلى المصائد المطعمة بالفرمون المخلق تقضى متوسط زمنى قدره ٨٨ ثانية داخل غرفة اللقاح. وهو زمن كاف تلتقط فيه الحشرة جرعة كافية من كونيديات الفطر *Z radicans* لتصبح معداه بالفطر. ووجد أن الحشرات الكاملة الذكور والإناث للـ *P. xylostella* تعيش فترات متساوية تحت ظروف الحقل يبلغ متوسطها ٤,٩ يوم. وهو وقت كاف لفراشات الذكور للإستجابة إلى الفرمون ودخول المصيدة والعدوى بالفطر *Z. radicans*. عقب خروج الفراشة الملوثة بالفطرة من المصيدة إلى الحقل تموت بعد ٣ – ٣,٥ يوم وتنطلق منها الكونيديات المعدية التى تنتشر على أوراق الكرنب.

٤- إعاقة التزاوج بالهواء المضلل:

Mating disruption by air permeation

يطلق على الطريقة الاخيرة المقترحة لإستخدام الفرمونات بطريقة الإرباك confusion أو التضليل decoy حيث يعمل هذا الإتجاه على نشر الفرمون الجنسى فى الهواء. ومن الناحية النظرية الحشرات التى تدخل منطقة الهواء الذى يحمل الفرمون الخادع لا يمكنها أن تصل الى الجنس الآخر الذى يطلق الفرمون الطبيعى لأن الفرمون الصناعى ينفذ وينتشر فى المنطقة المحيطة كلها، وهذا يؤدى إلى خفض فى معدل التكاثر ويحقق حماية للمحصول دون إستخدام المبيدات الحشرية. وكانت هذه الفكرة أحد الإقتراحات الأساسية فى إستخدام الفرمونات فى إدارة الآفات.

ميكانيكية طريقة الإرباك confusion approach ليست دائماً مفهومة تماماً وتشمل بعض الإحتمالات ما يلى:

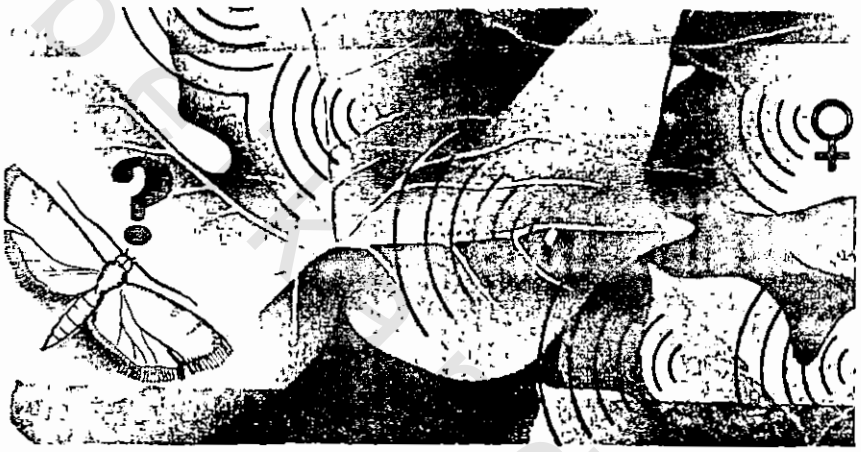
١- تمويه أو تعميه أو تغطية رائحة الفرمون الطبيعى الخاص بالإناث.

٢- توجيه الذكور توجيهاً خاطئاً تجاه رائحة مزيفة من مصادر متعددة المواقع لفرمون مخلق.

٣- ترويض أو تعويد أو أقلمة المستقبلات الحسية لقرون إستشعار الذكور الباحثة عن الإناث خلال تعرض ثابت ومستمر لمشابه فرمونى فيقلل إستجابة الذكور تجاه الفرمون الحقيقى المنبعث من الإنثى.

أظهرت الإختبارات الحقلية الأولية أهمية هذا الإتجاه عندما أجرى فى عام ١٩٦٧ مع قياسه الكرنب *Trichoplusia ni* . حيث أظهر الإختبار ان تركيزات الفرمون أعاقت الذكور من أن تشم رائحة الفراشات الإناث (شكل ١١٣). أجرى عقب هذا النجاح كثير من الدراسات لتطبيق هذه الفكرة ولكن مع قليل من النجاح. وكانت هذه الدراسات فى مجال آفات الفاكهة والخضروات والمحاصيل الحقلية والغابات وآفات المنتجات المخزونة. ويبدو فى هده الدراسات أن إنتشار الفرمون مثل العقبة الاكبر فى النجاح.

تلى ذلك ظهور الموزعات ذات الإطـــلاق المتحكـــم controlled – released dispensers وهذه مهدت الطريق للنجاح فى خفض الآفات بالإضافة إلـــى Hercon flake – أنتجت شركة conrel الياف بولى ميرية (شعرية) ثلاثية الطبقات صغـــيرة مجوفة . قطع الألياف المجوفة هذه – كما فى الـــ Hercon الثلاثـــى الطبقـــات – يضاف إليها لاصق وقت تطبيقها بالطائرات ولكن تتطلب كلاً من هذه التجـــهيزات معدات خاصة للتطبيق وهذا يشكل أحد العيوب.



شكل ١١٣: يسبب تطبيق الرقائق الدقيقة على أوراق النبات إلى وجود مصادر متعـــددة مـــن الفرمون المخلق. ولا يستطيع ذكر الحشرة أن يميز بين هذه الرقائق والأنثى الحقيقيـــة فيؤدى ذلك إلى فشل فى الإهتداء للإنثى. وعندما يحاول الذكر تلقيح الرقائق يقتـــل بفعل المبيد بالملامسة أو يصبح غير قادر على التزاوج.

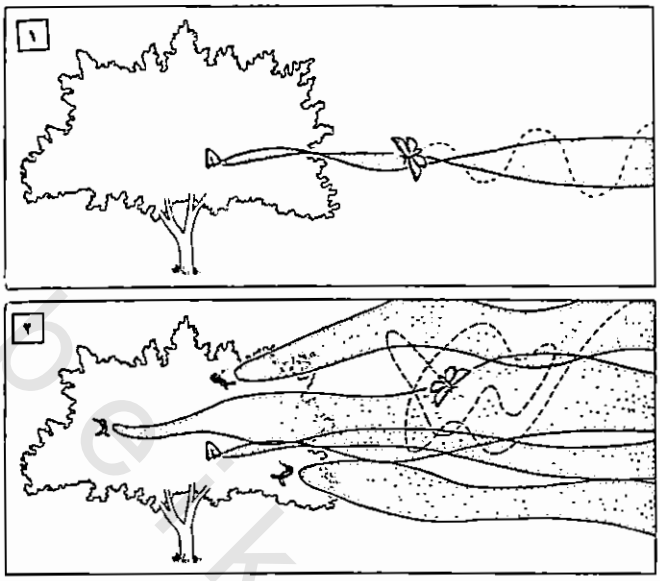
تشمل الأنماط الأخرى لموزعات الإطلاق المتحكـــم الأحبـــال ropes والكبســـولات الصغيرة وقابلات الإنسياب flowables. وتمثل الأحبال واحدة من أكثر الموزعات كفـــاءة لإعاقة التزاوج التى إستخدمت فى البساتين والطماطم وحدائق العنب. والحبائل هى أربطة ملتوية "twist ties" صنعت تجارياً بواسطة Shin - Etsu والـــ Biocontrol Ltd. يتكـــون الحبل الموزع rope dispenser (شكل ١١٤) من إنبوب بولى إيثيلين مجوف مغلق يحـــوى الفرمون ويربط بسلك ألومنيوم. تلف هذه الأربطة الملتوية (نحو ٢٠ ســـم ، ٨ بوصـــات)

حول أفرع أو سيقان النباتات ثم تثبت فى المكان لإحكام وضعها. ينطلق من مثل هذه الموزعات روائح قوية من الفرمون الصناعى الذى ينتشر بعيداً عن المصدر الأصلى ولعدة أيام قد تصل من ٦٠ إلى ٩٠ يوماً.

شكل ١١٤: موزع حبل Shin - Etsu الملتوى. يتكون الموزع من إنبوب بولى إيثيلين مغلق محتوى على الفرمون ويثبت الحبل بسلك من الألومنيوم.

تمثل الكبسولات الدقيقة microcapsules وقابلات الإنسياب flowables أحد التجهيزات التى تم تطويرها والتى يمكن أن ترش على النباتات فى شكل سائل بالمعدات التقليدية. تطبيق هذه التجهيزات مؤثر جداً حيث يمكن خلطها مع الكيماويات الأخرى مثل الأسمدة الورقية والمبيدات الحشرية. ومع ذلك – قد يتطلب تطبيقها عدة مرات مقارنة مع تطبيق الحبال الفرمونية لمرة واحدة. على سبيل المثال – عند إستخدامها ضد ديدان اللوز القرنفلية تتطلب هذه التجهيزات ثلاثة تطبيقات مقارنة مع الحبال التى تطبق مرة واحدة فقط.

إستخدمت جميع أنواع الموزعات لكى تنشر الفرمونات فى الأجواء المحيطة لإعاقة التزاوج لعدة أنواع من الحشرات وعادة ما تكون إعاقة التزاوج أكثر نجاحاً مع المستويات العشيرية المنخفضة للآفة وعند تطبيق الفرمون المخلق فى منطقة



شكل ١١٦: رسم تخطيطى يوضح طريقة تعمية وتضليل الذكور عن الموقع الحقيقى لإنثى الفراشة. (١) ذكر الفراشة وقد إنجذب للنطاق النشط الذى يحمل فرمون الأنثى حيث يساعد إلى الوصول إلى الإنثى (٢) موقع الأنثى والنطاق النشط لمسار الفرمون الطبيعى وقد إختلط مع عده مسارات للفرمون الصناعى المنطلق من الأحبال الملتوية فلا يستطيع الذكر الإهتداء إلى الموقع الحقيقى للأنثى.

ورغم أن طريقة إعاقة التزاوج (شكل ١١٦) لاقت كثير من الإهتمام خلال الثلاثون سنة الماضية إلا أن التقدم فى إستخدام هذه الوسيلة كان بطيئاً. يرجع جزء من السبب للنقص فى المعلومات الخاصة بالتطبيق البسيط والمؤثر والغير مكلف. لقد أمكن الوصول إلى إنجازات عديدة فى التجهيز ومنها الأحبال والفرمونات القابلة للرش sprayables التى يفترض أن تحسن كثيراً من الفاعلية والإدارة. ومع ذلك – إعاقة التزاوج وسيلة متخصصة تطبق فقط مع أنماط معينة من الحشرات وفى محاصيل معينة. ومن المهم أن ندرك أن الفرمونات المخلقة لمتابعة الآفات وأخذ قرارات الإدارة ميدان عريض نتوقع فيه إستمرار التقدم والتوسع فى إستخدام هذه المجالات.

يرة. تحت ظروف البساتين – يوصى بعض صانعى الفرمونات بإستخدام تجاتهم دون الإشارة إلى مستويات تعداد الآفة. وهنا – من الحكمة أن يوصى ش مبيد أولاً لعمل خفض أولى للكثافات العددية للحشرة ثم يتبع ذلك تطبيق رمونات المخلقة لحفظ عشيرة الآفة فى مستوى منخفض. وهذا الإتجاه يطيل علية المبيد الحشرى ويمكن أيضاً أن يخفض كثيراً عدد تطبيقات المبيدات بطريقة ل تكاليف المكافحة.

لقد نجح إستخدام الفرمونات المخلقة لإعاقة التزاوج فى برامج إدارة فراشة كودلنج وفراشة الفاكهة الشرقية *Grapholita molesta* وفراشة العنب grape berry mot ودودة الطماطم tomato pinworm (*Kieferia lycopersicella*) ودودة اللوز القرنفلية وعدد آخر من الآفات الحشرية. وواحد من أكثر البرامج مية كان لدودة اللوز القرنفلية فى القطن فى كاليفورنيا حيث توجد إصابات من توسطة إلى شديدة. وأظهرت دراسات عام ١٩٨٥ أن المعاملات بفرمون جوسيبلور المخلق synthetic pheromone gossyplure بإستخدام Shin - Etsu شكل ١١٥) قللت عدد تطبيقات المبيدات من ١١ إلى ٦ وخفضت الضرر للقطن كثر من النصف مقارنة مع الحقول التى عوملت بالمبيدات الحشرية فقط.

شكل ١١٥: حبل Shin - Etsu الملتوى مثبت على فرع جانبى جديد

إستخدمت جميع الطرق السابقة بنجاح مع بعض الآفات الحشرية من الفراشات والخنافس وذباب الفاكهة.

تعتمد إستراتيجية المكافحة الخاصة بالإعاقة على تقليل عدد التزاوجات الناجحة وبهذه الوسيلة تقل عدد اليرقات المسببة للضرر damaging larvae فى الجيل التالى. وبهذا تقل عدد الحشرات فى الاجيال التالية تبعاً لذلك. والمعلومات الخاصة بوقت ومكان التزاوج مرغوبة لضمان نجاح هذه الطريقة. ويحدد عدد الأجيال فى السنة وفترات الأجيال وتوافقها والتنبؤ بها ودقة توقيت وطول وقت ترك المركبات فى المحصول وبالتالى التكلفة الكلية.

الآفة الوحيدة الجيل univoltine ذات فترة التزاوج المحدودة حساسة على وجه خاص لمثل هذا النمط من المكافحة حيث سيتاح للعشيرة وقت أقل للعودة recover. وستكون المعاملة ضرورية لفترة محدودة فى الموسم. بينما سيكون للآفة المتعددة الأجيال والغير متوافقة asynchronous pest فرص أكبر لكى تستعيد العشيرة قوتها وستتطلب معاملة طوال الموسم والتى قد يمنع إرتفاع تكلفتها القيام بها.

الحشرات الكاملة الأطول حياة سيكون لديها فرصة أكبر فى لقاء الذكور والإناث فى المناطق المعاملة بالفرمون أو مضاد الفرمون antipheromone . لذا فهذه الإستراتيجية أقل ملائمة فى مكافحة الآفات غمدية الأجنحة مثل سوسة اللوز *(Anthonomus grandis)* او دودة جذور الذرة *(Diabrotica)* . وكنتيجة أن الفرص المحتملة للتلاقى المؤدى للتزاوج تعتمد على كثافة الآفة وحركتها لذا فإن طريقة إعاقة التزاوج تكون ملائمة أفضل لمشاكل الآفات المنخفضة الكثافة low- density pest problems.

الإحتمال الأكبر فى نجاح المواد المعرقلة للتزاوج يكون فى الحالات حيث يوجد نوع واحد مهم وذات فترة تزاوج محدودة وإناثه قليلة الهجرة للتزاوج خارج المنطقة المعاملة. وفى الحالات حيث تظهر مشكلات الآفات الثانوية من المعاملة المباشرة لمبيدات الآفات ضد الآفة الرئيسية فى بعض الأحوال يمكن تحقيق مكافحة أفضل بإضافة كميات قليلة من المبيدات إلى الفرمون الحشرى.

ويبدو أن مكافحة الحشرات بإستخدام الفرمونات أكثر فاعلية مع الأنواع:

١- التى تعتمد على الإشارات الكيماوية عن النظرية فى إهتداء الجنسان المتباعدان للتزاوج وللمصادر الغذائية.

٢- فى الحشرات ذات المدى العائلى المحدود.

٣- فى الحالات الخاصة بالآفات المحلية والمنتجة نسبياً بالمنطقة والتى عند مكافحة عشائرها لا يأتى إليها بإستمرار أفراد أخرى مهاجرة من مناطق اخرى.

وتتلخص مميزات الجمع المصيدى الفرمونى الضخم أو إعاقة التزاوج بما يلى:

١- غير سامة حيث تترك الفاكهة والمنتجات الأخرى خالية من السموم "المبيدات"

٢- قد يجرى التطبيق مرة واحدة فقط أو مرات قليلة خلال الموسم.

٣- قصر المكافحة على الآفة المستهدفة ما لم تستخدم المفترسات أو الطفيليات الفرمون للإهتداء للآفة نفسها. على سبيل المثال الأعداء الطبيعية لخنافس القلف تستجيب الى الفرمون الخاص بالخنافس فتقل بذلك كفاءتها.

٤- تعزيز المكافحة البيولوجية (فيما عدا الحالة السابق ذكرها فى النقطة السابقة مباشرة). هنا يمكن إدراج المعاملة الفرمونية ضمن برامج الادارة المتكاملة للآفات.

ويتلخص قصور الإستخدام الفرمونى فيما يلى:

١- عالية الإختيارية ولذا ليس لها تأثير على آفات أولية أو ثانوية أخرى.

٢- التكلفة العالية خاصة إذا كانت الآفة المستهدفة هى الآفة الرئيسية التى خصصت لها برامج مبيدات.

٣- الحاجة الى المنطقة المعزولة أو الكبيرة لتجنب دخول آفات جديدة ملقحة من مناطق غير معاملة.

٥- إستراتيجيات أخرى Other strategies:

يمكن أن تستخدم أيضاً الفرمونات التى تطلقها خنافس القلف عقب التزاوج التى

تحول دون قدوم افراد جدد وإزدياد الإصابة. هذه الفرمونات مثل Verbenone يمكن أن تستخدم للحماية من الاصابة بخنفساء الصنوبر الغربية *Dendroctonus brevicomis*. كما يمكن إستخدام الفرمونات التى تعمل كألومونات allomones لتعيق إستجابة الأنواع المنافسة مثل الـ ipsenol الذى يطرد الـ *Ips pini*. وبالعكس يمكن إستخدام فرمونات خنافس القلف التى تعمل ككيرمونات Kairomones لزيادة نسبة موت الخنافس بجذب الطفيليات والمفترسات لمناطق معينة. ولقد إستخدم طفيل البيض *Trichogramma* بهذه الطريقة لزيادة نسبة التطفل على بيض فراشة كيزان الذرة الامريكية *Heliothis zea*. كما يمكن أن يستخدم الكيرومون المنبه للبحث عن العائل مثل Tricosane الذى يستخرج من حراشيف الفراشات ويظن أن الوقت للفرمونات قد جاء للاستخدام كجزء مكمل لعمليات المكافحة الزراعية.

د- التجهيزات الفرمونية المتحكمة الإطلاق المتاحة حالياً

Controlled – released pheromone formulations currently available

متطلبات تجهيز الفرمونات معقدة وصفات النظام المطلوب للإستخدام لمادة إعاقة التزاوج كما يلى:

١- يعمل على إطلاق كمية ثابتة من الفرمون لكل وحدة زمنية مستقلاً عن الحرارة والرطوبة والضوء والمحصول.

٢- ذات قدرة لإطلاق فرمونات مختلفة.

٣- ذات قدرة للإمداد بمعدلات مختلفة من الإطلاق.

٤- يحمى الفرمون من التحلل.

٥- يطلق الفرمون لزمن قصير أو طويل معتمداً فى ذلك على حالة الآفة / المحصول.

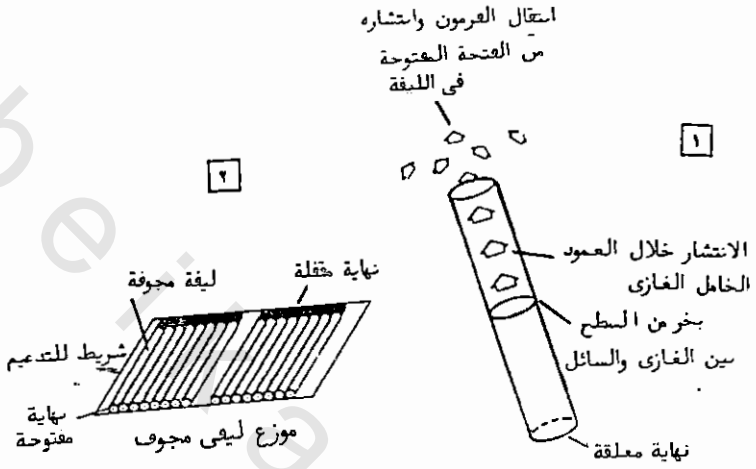
٦- يطلق كل الفرمون.

٧- ذات سهولة نسبية فى التطبيق ومناسب للتطبيق الجوى.

٨- ذات قابلية للتحلل الحيوى وغير سام ورخيص.

تركز البحث حتى الوقت الحاضر على أربعة تجهيزات متحكمة الإطلاق:

١- الألياف المجوفة Hollow fibers :



شكل ١١٧: الألياف المجوفة: (١) إنطلاق الفرمون من النهاية المفتوحة لأنبوبة شعرية. (٢) شكل عام لموزع يحمل عدة أنابيب شعرية ممتلئة بالفرمون. قطر الأنبوب يحدد معدل إنطلاق الفرمون.

تنتج شركة scentry تجهيزات الألياف المجوفة (شكل ١١٧) المتحكمة فى الإطلاق الفرمونى. تتكون الألياف من أنابيب بلاستيك ذات أطوال قصيرة مغلقة من أحد الجهات وتملئ بالفرمون السائل. البلاستيك منفذ للفرمون ولا يتفاعل معه. ينطلق الفرمون من النسيج الليفى عند تلامس الهواء للفرمون السائل خلال العمود الهوائى فى الفتحة المفتوحة من الليفة وإنتقاله من النهاية. معدل إنطلاق الفرمون ليس ثابت ويتناقص بثبات مع إنطلاق الفرمون ويمكن التحكم فى زمن التأثير البيولوجى للتجهيز بضبط طول الليفة الممتلئة بالفرمون. ويوزع التجهيز يدوياً أو كسائل ذات لزوجة عالية يحوى الألياف ولاصق بإستخدام معدات خاصة.

٢- الحبل ذات الرابطة الملتوية Twist – tie rope :

عبارة عن ليف بلاستيك (شكل ١١٤) متنوع مغلق عند كلا النهايات ويحتوى قنوات مجوفة بها الفرمون وسلك للف الحبل. تنتجه شركة Shin – Etsu chemical Co. . طول الحبل نحو ١٥ الى ٢٠ سم ويربط بالنبات يدويا. وتمثل مواقع الأحبال على النباتات المستودع الفرمونى فى الحقل والجرعة العالية بكل حبل تعطى إطلاق فرمونى طويل ثابت نسبياً.

٣- الرقائق البلاستيك Laminate flakes :

الرقائق البلاستيكية ذات ثلاث طبقات تنتج بواسطة شركة Hercon (شكل ١١١) وهو منتج ذات إطلاق متحكم. تطبق الرقائق مع عنصر لاصق خلال معدة خاصة أو باليد. يتحكم فى تنظيم معدل الإنطلاق الفرمونى من تلك التجهيزات بتنظيم سمك الطبقات ونسبة الحجم الحافى edge – volume ratio للرقائق وتركيز المادة الكيماوية فى الطبقة الوسطى التى تشكل مخزن الفرمون. وإنطلاق الفرمون ليس فقط بواسطة الإنتشار الغشائى ولكن أيضاً من المحيط الحافى لكل قطعة مفردة. ومع ذلك يكون الإنبعاث الفرمونى تحت الظروف المتحكم فيها ثابت نسبياً لفترة طويلة.

٤- الكبسولات الدقيقة Microcapsules :

تجهيزات الكبسولات الدقيقة للفرمونات تم تطويرها وتسوق بواسطة شركة ICI للكيماويات الزراعية، تتكون الكبسولات الدقيقة من قطيرات او حبيبات من الفرمون محمى بواسطة غلاف خارجى من البولمر. ويستخدم التجهيز الحالى أنظمة بولمرية بلاستيكية مثل polyamid والـ polyurea. انبعاث الفرمون من هذه الكبسولات يكون عالى فى البداية حيث تنطلق أولاً المادة من مركز الكبسولة إلى سطحها أثناء فترة التخزين .. ويتبع ذلك فترة ثبات لإنطلاق طويل البقاء ذات إنتشار منضبط.

الكبسولات الدقيقة الخاصة بشركة ICI تجهز بسهولة على نطاق واسع بإستخدام تقنية معروفة وطبقت على مساحات واسعة بمعدات الرش التقليدية. كما تمتلك عدة متغيرات يمكن توظيفها وتداولها لضبط صفات الإنطلاق مثل سمك جدار الكبسولة وحجم الكبسولة ... الخ.

هـ – المكافحة الفرمونية لدودة اللوز القرنفلية فى مصر
Phermonal control of *Pectinophora gossypiella* in Egypt

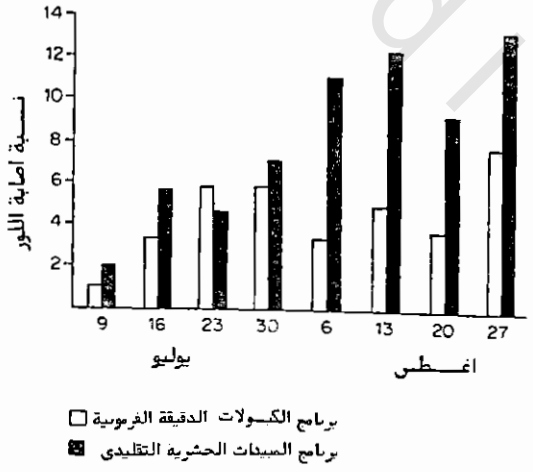
يوجد تعاون منذ سنوات بين معهد تطوير المصادر الطبيعية (ODNRI) وشركة ICI للكيماويات الزراعية لتطوير تجهيزات لكبسولات دقيقة تحوى الفرمونات الجنسية لحرشفيات الاجنحة. وكانت هذه التجهيزات مفضلة لسهولة تصنيعها على نطاق واسع بإستخدام التقنية المتاحة كما يمكن أن تطبق بالمعدة التقليدية للرش وأن تلتصق بسطح النبات دون الحاجة إلى لاصقات خاصة. وظهرت رغبة فى إستخدام الفرمونات فى إعاقة التزاوج ضد أحد الآفات الخطيرة فى مصر وفيما يلى عرض لما هو متاح من معلومات عن تطبيق المكافحة الفرمونية لدودة اللوز القرنفلية فى مصر.

أجريت فى عام ١٩٧٩ تجارب بإستخدام قطاعات تجريبية فى حقول القطن فى مصر بإستخدام تجهيزات الكبسولات الدقيقة لفرمون دودة اللوز القرنفلية *P. gossypiella* والتى طبقت برشاشة knapsack وقورنت مع تجهيزات الألياف المجوفة لنفس الفرمون التى طبقت باليد وأشارت التجارب إلى أن كلا منهما أحدث مستويات عالية فى إعاقة التزاوج عندما طبقت بمعدلات ٥ – ١٠ جم للهكتار (Hall وآخرين ١٩٨٢).

أجريت فى ١٩٨١ تجارب حقلية واسعة فى مصر بإستخدام تجهيز فرمون دودة اللوز القرنفلية حيث رشت قطعتان من حقول القطن (٥٠ هكتار) فى وسط مصر بتجهيز الفرمون بإستخدام الطائرات وذلك لخمسة تطبيقات بمعدل ١٠ جم فرمون لكل هكتار وعلى فواصل زمنية من ٢ إلى ٣ أسابيع. وتعرضت قطعتان من حقول القطن من نفس الحجم لعملية مكافحة تقليدية بالمبيدات الحشرية ضد دودة اللوز القرنفلية وآفات أخرى. وقدرت مستويات الإصابة بدودة اللوز القرنفلية فى جميع المساحات من عينات لوز القطن جمعت كل ١٠ أيام. وأظهرت النتائج عدم وجود إختلافات معنوية بين المساحات التى عوملت بالمبيدات الحشرية والتى عوملت بالفرمون سواء بمقارنة عدد اللوز المصاب أو بمستوى بذور القطن المصابة وإنتاج بذور القطن (Critchley وآخرين ١٩٨٣).

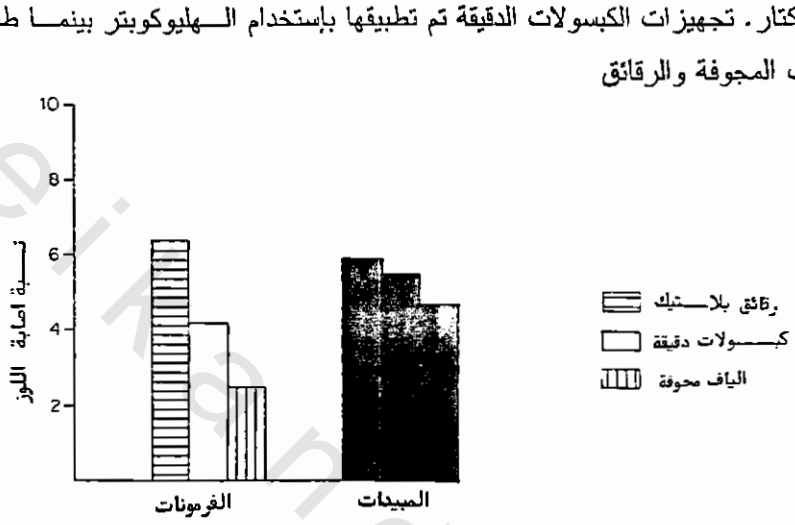
قورنت لأول مرة كفاءة ثلاثة تجهيزات متاحة وهى الالياف المجوفة Hollow fibers والرقائق البلاستيكية laminate flakes والكبسولات الدقيقة microcapsules فى تجارب مشابهة فى ١٩٨٢ (Critchley وآخرين ١٩٨٥ – شكل ١١١، ١١٧). وأعطيت جميع

بدأت مع بداية شهر يونيو. وقيست كفاءة المعاملات بمقارنة مستويات الإصابة بدودة اللوز القرنفلية فى المساحة المعاملة بالفرمون مع الإصابة فى ١٦٠ هكتار قطن موجودة فى نفس المكان عوملت بالمبيدات الحشرية التقليدية خلال رشات متتابعة بالمعدلات الموصى بها وكانت الفترة بين كل رشه إسبوعان وبدأ تطبيق المبيدات فى بداية يوليو وكانت المبيدات المستخدمة: (أ) خليط للـ chlorpyrifos والـ diflubenzuron (ب) pyrethroid مخلق (جـ) chlorpyrifos (د) profenofos. تعدت مستويات الإصابة فى إحدى فترات أخذ العينات (٢٣ يوليو) فى المساحات المعاملة بالفرمون متوسط الإصابة فى الحقول المعاملة بالمبيدات الحشرية (شكل ١١٩). رغم أن مستوى الإصابة فى المساحات المعاملة بالفرمون لم تتعدى على الإطلاق الحد الإقتصادى الحرج الموصى به وهو ١٠% وبالعكس فى المساحات المعاملة بالمبيدات وفى ثلاث فترات لأخذ العينات تعدى متوسط الإصابة الحد الحرج. وفى المساحات المعاملة بالفرمون لم يوجد ما يشير إلى زيادات غير مقبولة فى عشائر الآفات الحشرية الاخرى حيث كان هناك خوف من حدوث ذلك فى غياب المبيدات. وقد يرجع ذلك لوجود أعداد أكبر من الحشرات النافعة التى سجلت فى المساحات المعاملة بالفرمون.



شكل ١١٩: معدل الإصابة الإسبوعى فى لوز القطن ببرقات دودة اللوز القرنفلية فى ٢٥٠ هكتار عوملت طوال الموسم بالفرمون المجهز فى كبسولات دقيقة مقارنة مع قطن عومل بالمبيدات التقليدية فى محافظة الفيوم عام ١٩٨٣

التجهيزات مستويات كافية من المكافحة عند مقارنتها مع المعاملات الخاصة بالمبيدات الحشرية التقليدية. طبقت الرقائق البلاستيكية بمعدل ٨٠٠ مصدر مكانى point sources لكل هكتار وأعطت خفض ضعيف فى نسبة إصابة اللوز عن تجهيز الألياف المجوفة الذى طبق بمعدل ١٢٠٠ مصدر مكانى لكل هكتار. وبالرغم من الأعداد الأقل من الرقائق التى وزعت فإن مستوى المادة الفعالة الذى طبق لكل هكتار كان واحد فى كلا التجهيزات. وفى تجارب أخرى عمل على توزيع جهيز الرقائق بمعدل اكبر وصل إلى ٣٠٠٠ موقع مكانى لكل هكتار. تجهيزات الكبسولات الدقيقة تم تطبيقها بإستخدام الهليوكوبتر بينما طبقت الألياف المجوفة والرقائق



شكل ١١٨: متوسط إصابة لوز القطن ببرقات دودة اللوز القرنفلية فى عام ١٩٨٢ فى محافظة الفيوم فى مساحات معاملة بالفرمون والمبيدات فى نحو ٨٠ هكتار.

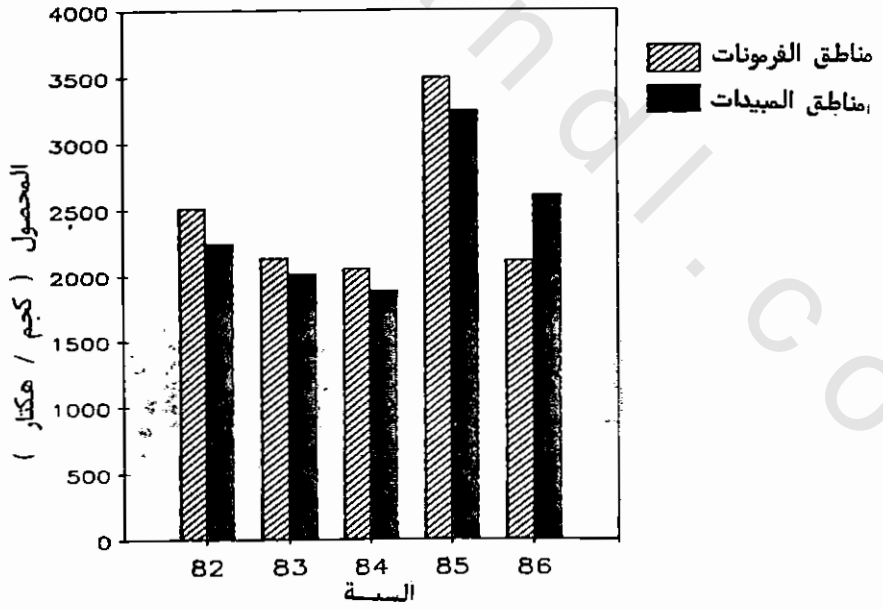
البلاستيكية باليد بسبب عدم وجود معدات تطبيق مناسبة لها. وأوضحت التجربة إمكانية المعاملة اليدوية للمساحات الكبيرة بهذه التجهيزات وملائمة الطريقة للبلاد النامية حيث تكلفة العمالة نسبياً قليلة وحيث الحاجة إلى توفير تكلفة التطبيق قد تكون ذات أهمية خاصة.

أجريت فى عام ١٩٨٣ تجارب على نطاق واسع لثلاث تجهيزات فرمونية غطت إجمالى قدره ٥٠٠ هكتار لكل تجهيز لحقول متجاورة فى مساحات من ٥ إلى ٢٠ هكتار.

غطت أحد تلك التجارب الواسعة بإستخدام الكبسولات الدقيقة مساحة ٢٥٠ هكتار قطن (شكل ١١٨) وتم التطبيق بإستخدام طائرات الهليوكوبتر وبمعدل خمسة تطبيقات طوال الموسم وإشتمل كل تطبيق ١٠ جم فرمون للهكتار وعلى فواصل ٢ – ٣ أسابيع

شجع نجاح برنامج الفرمونات بين ١٩٨١ و ١٩٨٥ وزارة الزراعه فى مصر لتزيد المساحة المعاملة فى ١٩٨٦ إلى ٢٠٠٠٠٠ هكتار اجريت جميع التجارب حتى ١٩٨٦ فى الفيوم وبنى سويف بوسط مصر وظهر اول تطبيقات فرمونية على نطاق واسع فى وادى النيل فى ١٩٨٦ مع تطبيقات فى وسط مصر وقسمت بين ثلاث تجهيزات هى الألياف والرقائق والكبسولات الدقيقة بالإضافة إلى ٤٠٠ هكتار عوملت بتجهيزه الربطة الملتوية twist - tie أو الحبل rop الخاص بشركة Shin Etsu / Mitsubishi.

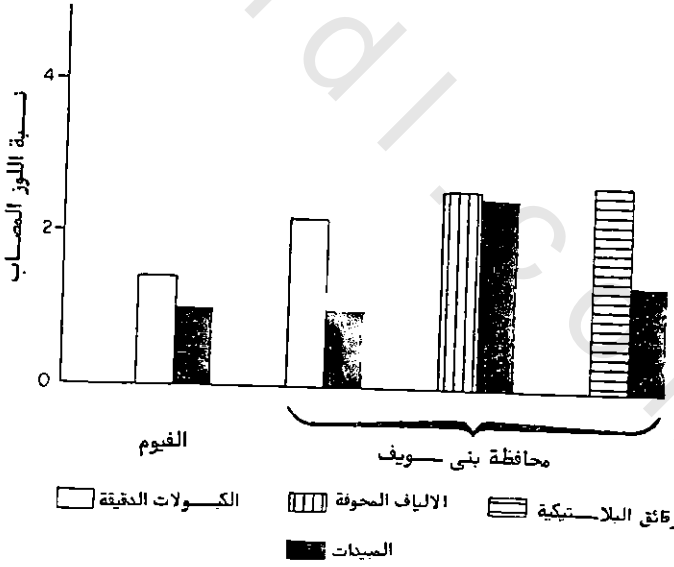
كانت معدلات الإصابة فى ١٩٨٦ بصفة عامة بدودة اللوز القرنفلية أكبر من الثلاث سنوات السابقة. وإنطبق ذلك على المساحات المعاملة بالفرمونات والمبيدات الحشرية. ولوحظ إرتفاع نسبة إصابة اللوز فوق الحد الحرج أولاً فى بعض المساحات المعاملة بالفرمون وهذا إدى إلى المعاملة بالمبيدات بعد ٢ إلى ٣ تطبيقات بالفرمون. وبالرغم من أن الإنتاج المسجل فى المساحات المعاملة بالمبيدات الحشرية (شكل ١٢١) كان أقل فى متوسطه فى ١٩٨٦ عن ١٩٨٥ كان إنخفاض المحصول فى المساحات المعاملة بالفرمون مخيبة للآمال وإتخذت وزارة الزراعة بعض التحفظات نحو الإستخدام الفرمونى فى عام ١٩٨٧.



شكل ١٢١: الإنتاج البذرى (كجم / هكتار) من حقول قطن تم معاملتها بالفرمون ثم المبيدات الحشرية فيما بعد أو حقول تم معاملتها طبقاً لبرنامج مبيدات الحشرات التقليدى

فى عام ١٩٨٤ ونتيجة للتجارب المبكرة الناجحة بـاعت شـركة ICI و Sandoz بتصريح من Scentry تجهيزات فرمون *P gossypiella* لمصر وبأسـعار مشـابهة لمبيدات الآفات التقليدية. وشكل ذلك أول شراء لتجهيز فرمونـى يسـتخدم للمكافحـة الحشرية خارج الولايات المتحدة. وعوملت حقول قطن لمساحة ٢٠٠٠ هكتـار طـوال الموسم وكان لكل تجهيز أربعة تطبيقات بإسـتخدام الـهليوكوبتر والطـائرات الثابتـة الأجنحة. وحققت كل التجهيزات نتائج لصالح المناطق المعاملة بالفرمونات مقارنة مـع المبيدات التقليدية وتم الحصول على إنتاج مشابه من بـذور القطـن فـى المسـاحات المعاملة بالفرمونات وبالمبيدات الحشرية. وإستطاع مربى النحل لأول مرة منذ سـنوات كثيرة أن يضع خلاياه فى حقول القطن حيث تجرى تطبيقات الفرمونـات دون خـوف من فقد النحل كما فى تطبيقات المبيدات.

فى عام ١٩٨٥ زادت المساحة الإجمالية التى عوملت طوال الموسم بفرمـون دودة اللوز القرنفلية إلى أكثر من ١٥,٠٠٠ هكتار عوملت بالكبسولات الدقيقـة وتجـهيزات الألياف المجوفة من ICI و Sandoz وأيضاً تجهيز الرقائق البلاسـتيكية BASF مـن ألمانيا بتصريح من Hercon وتحصل على نتائج مرضية مرة أخرى (شكل ١٢٠).



شكل ١٢٠: متوسط الإصابة بيرقات دودة اللوز القرنفلية فى حقول قطن تقدر بنحو ٤٠٠٠ هكتار تم معاملتها بالفرمونات والمبيدات فى محافظتى الفيوم وبنى سويف عام ١٩٨٥.

٦- تتركز الجهود فى مصر على معرفة تأثير عامل المكافحة (غالبا المبيدات) على نسبة الإصابة مع إهمال جانب التأثير على كمية المحصول وهو المحك الاساسى فى أى اختبار.

٧- عند تقدير فاعلية معاملات الفرمون مع المبيد الحشرى يجب الأخذ فى الاعتبار معايير خاصة منها ما يلى:

أ – جمع يومى للآفة المستهدفة لثلاث مصائد فرمونية فى كل منطقة معاملة.

ب- أخذ عينات إسبوعية لـ ٥٠٠ لوزه من كل معاملة لتقدير نسبة الأصابة فى اللوز.

جـ – تقدير الفقد فى المحصول فى نهاية الموسم عن طريق تحديد نسبة اللوز الغير كامل التفتح فى عينة من ١٠٠ لوزه فى كل معاملة.

د – تقدير متوسط المحصول من كل مكرره معاملة بوزن المحصول الناتج من جميع النباتات فى مساحة ١٠ م^{٢} من وسط وحدة المعاملة Plot.

هـ- عمل جمعات إسبوعية بشبكة الجمع للأعداء الطبيعية فى مساحة ١ هكتار من كل معاملة.

و – عمل تقديرات للتكاليف النسبية لتطبيقات المبيد والفرمون .

يرى المؤلف ان طريقة إعاقة التزاوج تصلح أكثر مع آفات أخرى مثل حفار ساق التفاح *Zeuzera pyrina* التى تسبب مشاكل كبيرة فى افرع وسيقان التفاح والكمثرى والرمان والزيتون والتين والبرقوق وأشجار خشبية مثل الصفصاف والكازورينا والسيسبان وغيرها حيث تتلائم الصفات البيولوجية والسلوكية للحشرة إستراتيجية مع إعاقة التزاوج حيث تعتبر إستراتيجية مثالية لهذه الآفة وللآفات القريبة منها ومن ذلك:

١- للحشرة جيل واحد فى العام مما يحدد فترة إجراء الإستراتيجية الى فترة خروج الحشرات الكاملة للتزاوج مما يجعل الطريقة إقتصاية.

٢- تضع الاناث البيض على البراعم وقمم الأفرع الحديثة الذى يفقس إلى يرقات تعمل أنفاق مستقيمة فى الأفرع وتستمر فى الحفر إلى أن تصل الى الأفرع الكبيرة ثم جذوع الأشجار مما يجعل اليرقات تقريباً فى مأمن من الطفيليات

٣- تطور التعاون والمشاركة فى التكاليف (بين حكومتى مصر وبريطانيا) وجماعة البحث العلمى ODNRI فى Chatham وجامعة عين شمس وقسم مكافحة الآفات فى معهد البحوث فى وزارة الزراعة المصرية بالقاهرة وشركات ICI و Sandoz و Shin -- Etsu / Mitsubishi BASF .

رغم ذلك تكون الآن لدى المسئولين فى وزارة الزراعة إتجاه ضد إستخدام فرمونات لإنها فى بعض سنوات الإختبار لم تتمشى مع تطلعاتها فى خفض معنوى ير فى نسبة إصابة اللوز ويرى المؤلف أن سبب القصور يرجع الى ما يلى:

١- اعتمد البرنامج على إستخدام الفرمون والمبيدات فى حين ان البرنامج الناجح فى إدارة الآفات يعتمد على عدة اختيارات (عدة وسائل) ويمكن ان يعتمد برنامج إدارة آفات القطن فى مصر (من وجهة نظر المؤلف) الإدارة البيئية – سلالات مقاومة – مقاومة بيولوجية (طفيليات – فيروسات – فرمونات) وأخيراً المبيدات الملائمة.

٢- الحد الإقتصادى الحرج المستخدم فى مصر حد إقتصادى ذات تقدير اجتهادى لم يستنتج من تجارب حقلية أجريت تحت الظروف الحقلية كما انه ليس ديناميكى القيمة.

٣- دود اللوز القرنفلية ليست هى الآفة المثالية لإستخدام إستراتيجية إعاقة التزاوج معها وذلك لتعدد أجيالها وإنتقالها بين الحقول المجاورة ولكن يمكن أن تصلح معها هذه الطريقة عند المستويات المنخفضة لعشيرتها والتى يمكن خفضها بمكافحة الحشرات الكاملة بالمبيدات adulticides الى جانب الحاجة إلى وضع وتطوير برامج خاصة بالمتابعة والتنبؤ.

٤- لم يدرس بعد إنتقال الآفة بين الحقول المجاورة ولا توجد حقول منعزلة فى مصر والهجرة الى الحقول المعاملة تقلل كثيراً من كفاءة إستراتيجية إعاقة التزاوج.

٥- مازال هناك الكثير من الدراسات الحلقية عن سلوك وبيولوجى الآفة لم يتم الكشف عنه من ذلك على سبيل المثال فترة التزاوج ومكان التزاوج وفترات خروج عشائر الجيل الساكن على المدى الطويل .. الخ.

لقد إستفاد كثير من مربى النحل فى الدقهلية من تطبيقات الفرمونات فى ١٩٨٧. حيث إرتفع إجمالى العسل من صفر عام ١٩٨٦ عند إستخدام المبيدات الحشرية على القطن إلى إجمالى قدر للمحافظة باكثر من ١٠,٠٠٠ كجم عند تطبيق الفرمونات عام ١٩٨٧. وإرتفع متوسط إنتاج العسل للخلية من صفر إلى ٤,٥ كجم للخلية بين ١٩٨٦ – ١٩٨٧ مع ملاحظة أن هذا الإنتاج كان تحت ظروف برنامج لثلاث تطبيقات فرمونية بدأت عند أول مرحلة إزهار أتبعها تطبيقان للمبيدات الحشرية.

خطط فى عام ١٩٨٨ إجمالى قدره ١٢,٥٠٠ هكتار لتلقى واحد او أكثر من تطبيقات فرمون دودة اللوز القرنفلية على أساس ثلاث تجهيزات (الألياف المجوفة – الكبسولات الدقيقة – الأحبال ذات الربطة الملتوية) تشترك بأنصبة متساوية فى المنطقة كلها وأعدت إستراتيجية لتطبيق الفرمون فى أول الموسم يتبعه تطبيق للمبيدات عند الحاجة.

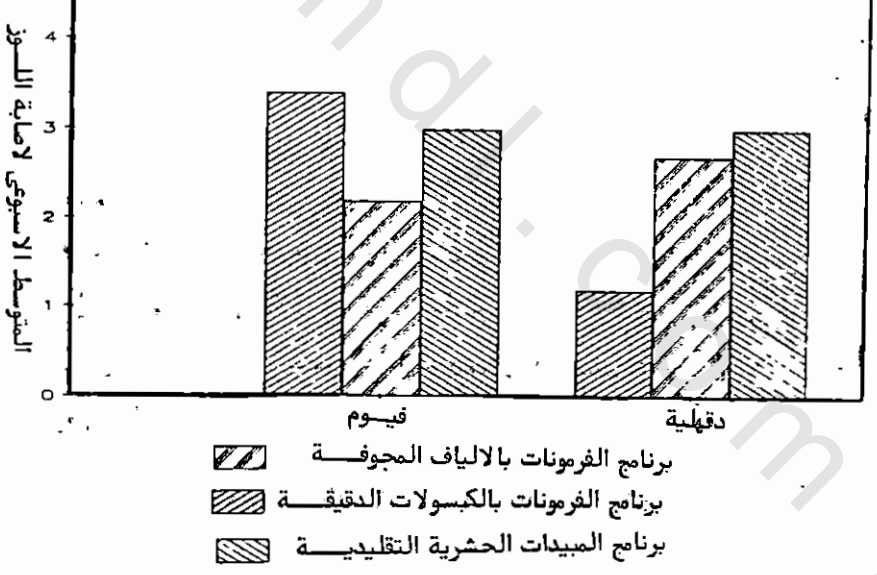
لقد إنتهت التجارب السابقة إلى أن نجاح طريقة إعاقة التزاوج التى إتبعت ضد دودة اللوز القرنفلية فى مصر قد يرجع إلى العوامل الآتية بالإضافة إلى ثبات الفرمون والطرق الملائمة الإقتصادية التى طورت لتطبيق تلك الفرمونات.

١- كانت دودة اللوز القرنفلية فى معظم السنوات هى الآفة الرئيسية فقط على القطن التى تتطلب مكافحة بإستخدام المبيدات. وكانت جميع التطبيقات تحت تحكم مسئولين تابعين لوزارة الزراعة. آفات أول الموسم الماصة لا تشكل عادة مشكلة على أصناف القطن المصرى *Gossypium barbndense* بسبب الطبيعة الوبرية للنباتات. والآفة الهامة فى بداية الموسم وهى دودة ورق القطن *S. littoralis* تخضع للجمع اليدوى للطع البيض أو بتطبيق مبيدات إختيارية.

٢- رغبة الحكومة المصرية لتجربة طرق مكافحة جديدة عندما تواجه بإمكانية لظهور سلالات لآفات القطن مقاومة للمبيدات أو لمشكلة من صنع الإنسان مثل الذبابة البيضاء التى توجد فى السودان البلد المجاور لمصر وأجزاء من تركيا.

فى عام ١٩٨٧ عوملت مساحة إجمالية قدرها ٢,٤٠٠ هكتار للقطن فى الدلتا ووسط مصر بالكبسولات الدقيقة وتجهيزة الألياف المجوفة. وكما فى ١٩٨٤ – ١٩٨٦ كان توقيت الإنتقال من تطبيقات الفرمونات إلى المبيدات الحشرية فى المناطق المعاملة بالفرمونات تحت سيطرة مسؤل المكافحة المحلى والتى فيها تم إستخدام ثلاثة تطبيقات من الفرمونات تبعها عدد ١ – ٢ من تطبيقات المبيدات الحشرية.

مستويات الإصابة بدودة اللوز القرنفلية كانت أعلى فى الفيوم فى ١٩٨٧ عن ١٩٨٦ وكانت أقل فى الدقهلية (الدلتا) فى ١٩٨٧. وكانت نسبة إصابة اللوز فى الفيوم أعلى قليلاً فى المساحات التى طبق فيها الفرمون بإستخدام الكبسولات الدقيقة عن المساحات التى طبقت فيها المبيدات الحشرية (شكل ١٢٢). بينما كانت نسبة الإصابة فى الدقهلية فى المناطق المعاملة بالفرمونات أقل مما فى المناطق التى طبقت فيها المبيدات. وكان إنتاج بذور القطن أقل قليلاً فى الفيوم فى مناطق الفرمونات مقارنة مع المناطق المعاملة بالمبيدات الحشرية ومع ذلك كان الإنتاج فى مناطق الفرمون فى الدقهلية أعلى معنوياً من تلك التى سجلت فى المناطق المعاملة بالمبيدات.



شكل ١٢٢: نسبة إصابة لوز القطن بدودة اللوز القرنفلية والشوكية فى حقول عوملت بالفرمون ثم المبيدات وحقول أخرى فيها برنامج المكافحة بالمبيدات الحشرية التقليدية فى الفيوم (وسط مصر) والدقهلية (دلتا النيل) عام ١٩٨٧.

eugenol والمبيد الحشرى naled (مبيد فسفورى عضوى) لجدب وقتل ذباب الفاكهة الشرقى. وأمكن بهذه الوسيلة إستئصال الحشرة فى Rota إحدى جزر الباسفيك. إستخدمت أيضاً بنجاح طعوم الرش المكونة من بروتين الخميرة yeast protein والملاثيون (مبيد فسفورى عضوى) فى المساعدة على التخلص من إدخالات ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط القادمة من فلوريدا. كما إستخدم نفس الطعم بإستمرار فى الحملات ضد الآفة الأخيرة فى كاليفورنيا.

حديثاً – إستخدمت المبيدات الحشرية والطعوم مع معقد خنافس الجذور فى الذرة. فكلاً من الحشرات الكاملة لدودة جذور الذرة الغربية والشمالية وأنواع أخرى بالمثل من الجنس *Diabrotica* تتأثر بشدة لـ cucurbitacins والمركبات اللاذعة bitter والسامة الموجودة فى نباتات العائلة القرعية Cucurbitaceae . توقف مثل هذه المركبات الحركة وتنبه التغذية عند تعرض الخنافس لها. وتم تجهيز طعم لمبيد حشرى فعال عن طريق خلط الـ cucurbitacins مع مادة جاذبة مشتقة من أزهار الـ *Cucurbita* والمبيد الحشرى Carbaryl. كما تستخدم بعض المنتجات التجارية المحتوية على المركبات السابقة والمشتقة من القرع buffalo gourd والـ Slam تخلط مع carbaryl والـ compel قبل التطبيق مباشرة. تطبق هذه الطعوم لخفض الحشرات الكاملة بهدف تقليل التغذية على حرير الذرة ووضع البيض وبالتالى تقليل الضرر من العشائر اليرقية فى الموسم التالى. وميزة هذا الإتجاه أنه يمكن إستخدام المبيدات الحشرية عند الضرورة وبمعدل منخفض وبالتالى نمنع المعدل العالى من تطبيق مبيدات التربة الحشرية الوقائية ضد اليرقات.

ز – الجاذبات الكيماوية وذباب الفاكهة Parapheromones and fruit flies:

تكتشف العشائر الجديدةالاجنبية لذباب الفاكهة احياناً فى مصائد المتابعة monitoning traps الموضوعة فى المناطق الحساسة لهجوم ذباب الفاكهة. على سبيل المثال ليس للفاكهة فى نيوزيلند إرتباط لأنواع من عائلة Tephritidae . ولكن تغطى المناطق المعرضة لهذه الحشرات بشبكة من مصائد المتابعة صممت لإكتشاف أى وصول لذبابة الفاكهة. سجلت هذه المصائد فى عام ١٩٩٠ قليل من عينات *Bactrocera passiflorae* والتى يبدو أنها خرجت من فاكهة إستوردت بطريقة غير

والمفترسات وحتى المبيدات ولا يتبقى امامنا سوى الطور الكامل (الفراشات) أو الفقس الحديث للتعامل معه.

٣- الاناث أكبر حجم من الذكور وأثقل فى الوزن خاصة عند امتلاء البطن بالبيض وتتزاوج بالقرب من المكان الذى خرجت منه حيث تسعى الذكور للوصول إليها للتلقيح. مثل هذه الصفات للإناث تعنى أن هجرتها من حقل لآخر تكاد تكون قليلة جداً وهذا أحد متطلبات طريقة إعاقة التزاوج والتى يقلل من فاعليتها قدوم إناث ملقحة الى الحقول المعاملة.

٤- تحديد فترة تزاوج هذه الحشرة ستحدد نجاح الإجراء.

ويرى المؤلف أن إدارة هذه الآفة يشمل مكونات منها فرمونات لعمليات الكشف والمتابعة والتنبؤ – استراتيجية مدروسة لاعاقة التزاوج – مكافحة ميكانيكية – مبيدات ضد الفقس الحديث للحشرة .

و – إستخدام الطعوم التقليدية Use of traditional baits :

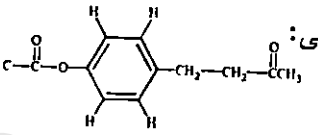
قد تستخدم أيضاً الطعوم التقليدية أو الروائح الغذائية Food lures فى برامج الجذب والقتل attract – and - kill. وقد إستخدمت الطعوم لعشرات السنوات وتباع بعض المبيدات تجارياً فى تجهيزات من الطعوم.

من أوائل الروائح الغذائية ما هو موجود فى نخالة القمح حيث ترطب النخالة بالماء ويضاف سموم معدية stomach poisons او نباتية كعنصر قتل. تشمل حاملات الطعوم الأخرى نشارة الخشب والروث الطازج للخيل ومطحون كوالح الذرة. وعادة ما يضاف إلى هذه المواد الأساسية مواد إضافية مثل المولاس ومفروم البرتقال أو فواكه أخرى وخلات الأميل amyl acetate والسكر والعسل لجذب الحشرات. وبالنسبة لأنواع الآفات التى تنجذب للدهن – على سبيل المثال – بعض أنواع النمل (Hymenoptera: Formicidae) يضاف دهن لحم مفروم أو منتجات نباتية عالية فى نسبة الدهن إلى حامل المبيد insecticide carrier. وهناك طعوم سائلة للرش مثل إضافة السكر والمولاس إلى محلول المبيد الحشرى وقد شاع إستخدام تلك الطعوم مع كثير من أنواع الذباب.

فىالبرامج الحديثة عمل على غمر وحدات مربعة من الالياف فى الـ methyl

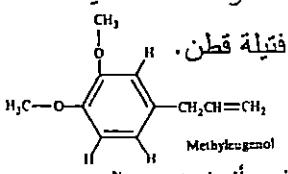
قانونية وبذا ساعدت المصائد فى عدم إستقرار هذا النوع. برامج المصائد هذه إكتشف أيضاً *B. cucurbitae* و *B. dorsalis* و *C. capitata* فى كاليفورنيا و *B. tryoni* فى جنوب إستراليا.

يمكن جمع ذكور *Bactrocera* و *Ceratitis* و *Dacus* spp. فى مصائد يتم تطعيمها بكيماويات خاصة يطلق عليها أحياناً بمشابهات الفرمونات parapheromones. ولا يزال الأساس الفسيولوجى لجذب الذكور فقط موضع للجدل العلمى. ومعظم جاذبات الذكور male lures الهامة كما يلى:



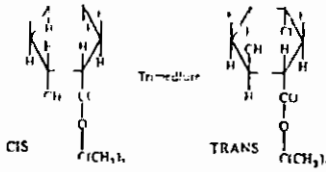
١- Cue - lure :

تجذب هذه المادة ذكور كثير من الـ *Bactrocera* و *Dacus* spp. الوصف الكيماوى له 4 – (p-acetoxyphenyl) – 2 – butanone وقد تدرجه بعض الشركات تحت 4 – (3 – oxybutyl) – phenyl acetate وهناك كيماويات مشابهة جداً تجذب نفس المدى من الانواع ولكنها أقل فاعلية. من هذه الكيماويات anisylacetone و Willision's lure . ويمكن إستخدام أيضاً الـ 2-butanone ولكنه شديد التطاير ويجب وضعه فى موزع بطئ الإنطلاق عن وضعه على فتيلة قطن.



٢- Methyl Eugenol :

يجذب ذكور كثير من الـ *Bactrocera* spp. ولا يجذب أفراد تحت الجنس *B. (zeugodatus)* كما يجذب بعض أنواع تحت الجنس *Ceratitis (Pardalaspis)* . يطلق عليه فى التسمية الحقلية الحديثة methoxy eugenol وعرف كـ methyl eugenol ether بالرغم من انه ليس ether فى المعنى الدقيق له. ويمكن وصفه كيماوياً بـ 4 – allyl – 1.2 – dimethoxy benzene أو 2 propenyl benzene (1) 3.3, dimethoxy . قبل إكتشاف المركب جمع كثير من نفس الانواع التابعة لنفس الجنس بالمصائد المطعمة بإستخدام زيت السترونيلا citronell oil و huon pine oil . وهناك عديد من المستخلصات النباتية تجذب على الأقل جزء من مدى العوائل فى نبات tulsi أو holy basil (Lamiaceae: *Ocimum sanctum L.*) وأزهار شجر *canon ball* (Lecythidaceae: *Couroupita guianemsis*) والشمراخ الزهرى *Spathiphyllum candicum* (Araceae).



٣- Trimedlure .

تجذب هذه المادة ذكور كثير من الانواع التابعة لنحت الجنس *(Ceratitis)* *C. (Pterandrus)* و *ceratitis*. يوصف كيماويا 1 - buty14, (or 5), - chloro - 2 - methyl cyclohexane carboxylate والكيماويات المعروفة بـ sing lure و med- lure تجذب نفس الانواع.

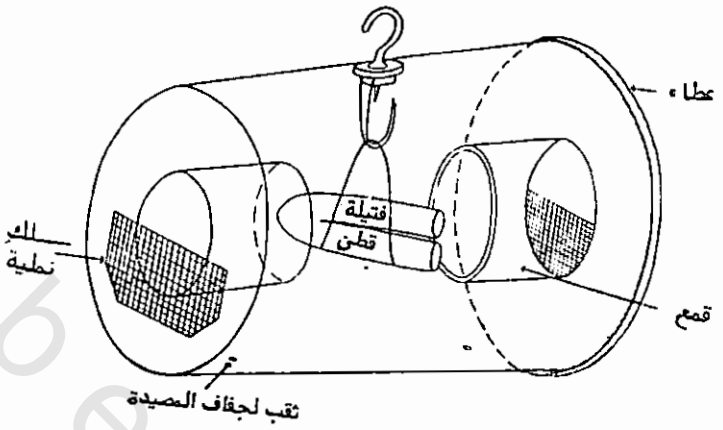
٤- Terpinyl acetate :

يجذب ذكور مدى واسع من الـ *Ceratitis* spp. التى تنجذب إلى methyl eugenol أو trimedlure بالإضافة على الأقل إلى بعض أنواع تحت الجنس *C. (Ceratalaspis)* . أن قدرة المركب على جذب الـ tephritids التى تجذب أيضاً بواسطة methyl eugenol أو trimedlure قد ترجع إلى أكسدة المركب *terpinyl acetate* عند تعرضه للهواء.

٥- Vert Lure :

يعرف فقط بجذبه للـ *D. vertebratus* وهو كيماوياً methyl–4– hydroxybenzoate وإكتشاف هذا الجاذب الخاص يعنى أن الأنواع الاخرى التى لا تستجيب للجاذبات المعروفة قد يكون لها أيضاً جاذبات لم تكتشف بعد. يجذب الـ propyl – 4 - hydroxybenzoate أيضاً *D. vertebratus*.

تعتمد المصائد التى تستخدم جاذبات الذكور أساساً على تصميم مصيدة Steiner (شكل ١٢٣). وهى مصيدة إسطوانية أفقية ذات فتحة كبيرة عند كل نهاية. يشرب الجاذب الكيماوى فى فتيلة قطن تعلق داخل المصيدة. لتجنب هروب الذباب وتجنب إفتراس الذباب التى تجمعه المصيدة يخلط مبيد حشرى عادة مع الجاذب أو شريط ورق ترشيح يشرب بالمبيد الحشرى ليوضع أيضاً داخل المصيدة. من الإختيارات الكيماوية المفضلة مبيدات حشرية فسفورية مثل الملاثيون أو الداى كلورفوس ولكن بعض المبيدات الاخرى قد تغير الجاذب أو تقلل من كفاءة الطعم. شرائط ورق الذباب مثل الـ vapona مناسبة أيضا لقتل مفترسات الذباب.



شكل ١٢٣ : مصيدة Steiner لجذب ذكور ذباب الفاكهة.

عندما تستخدم المادة الكيماوية الجاذبة لذكور الذباب للمساعدة فى التعريف أى تحديد النوع فإنه من الضرورى تجنب تلوث كيماويات الجذب lure chemicals بعضها البعض. فالـ methyl eugenol و cue lure جاذبات قوية بدرجة تسمح للشخص الذى يتداول أوعية الجاذبات والمصائد يتعرض للتلوث بدرجة كافية لكى تظهر أنها تجذب أنواع "خاطئة" من الذباب مما يؤدى إلى الإقتراح بأن على الجامع أن يغسل أيديه بالكحول عند خدمته لمصائد تحتوى هذه الجاذبات. لذا على جزء من فريق العمل أن يحمل أحد الجاذبات داخل السيارة والأخر فى صندوق خارج السيارة حتى لا تتلوث أوعية الجاذبات. كما يجب على الفريق أن يحدد أشخاص معينة لتداول كل جاذب حتى لا تتلوث المصائد نفسها. وتميل المصائد المصنوعة من البلاستيك للتشرب بالجاذب لذا عندما تستعمل مصيدة مع احد الجاذبات يجب الا تستخدم فيها اى جاذب آخر.

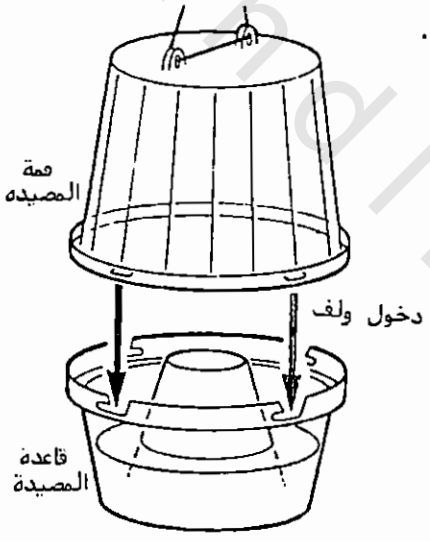
لقد إستخدم خليط methyl eugenol و cue lure فى التسويق لجمع *B dorsalis* رغم أنه لوحظ ان المصائد المطعمة بالخليط مع الأنواع الإسترالية تجمع ذباب أقل من المصائد المطعمة بكل جاذب على حده. وليست هذه الحالة دائمة حيث وجد أن خليط

من ٣ أجزاء methyl eugenol إلى ٧ أجزاء من cue lure جمع *B cucurbitae* أكثر من الـ cue lure النقى أو اى نسب خلط أخرى.

يمكن أن تجمع الإناث ولحد ما الذكور لأى أنواع مرتبطة بالفاكهة فى مصائد مطعمة بمادة ينبعث منها روائح أمونيا (مثل خميرة متحللة ذاتيا، بروتين متحلل، كربونات الأمونيوم) ومع ذلك جاذبات الذكور مفضلة لتخصصها العالى وكفائتها فى جذب الذباب عبر منطقة واسعة جداً قد تصل ٠,٨ كم للـ methyl engenol وأقل للـ cue lure وأقل كثيراً للـ trimedlure.

لا توجد جاذبات ذكور معروفة للأنواع *Anastrepha* و *Bactrocera oleae* (ذبابة الزيتون) و *Rhagoletis* spp . ويمكن جمع هذه الحشرات فى مصيدة تعتمد على مصدر أمونيا كطعم أو بمصيدة تجمع بين الجذب البصرى والرائحى.

عادة ما تستخدم المصائد التى تعتمد على الأمونيا مصيدة McPhail. لهذا النمط من المصايد فتحة دخول فى قاعدتها وحوض يحيط القاعدة يحوى الطعم السائل مثل محلول بروتينى (شكل ١٢٤).



شكل ١٢٤: التعديل الحديث لمصيدة McPhail التى تعمل على جذب الذكور بإستخدام الأمونيا.

من الأشكال الأخرى المستخدمة ما يجمع بين مصيدة لاصقة صفراء مع موزع بطئ لخلات الأمونيوم ammonium acetate وهو شكل من أشكال المصائد البصرية.

قد تجذب المصائد التى ينبعث منها الأمونيا حشرات أخرى بخلاف الـ tephritids مثل افراد عائلة ذباب العالم الجديد Richardiidae القريبة من عائلة Tephritidae.

عند التخطيط لحصر الذباب بإستخدام المصائد فإنه من الضرورى وضع المصائد بمعدل مصيدة لكل ٢ كم^{٢} عند إستخدام الـ methyl eugenol أو cue lure ويزداد عدد المصائد عند إستخدام طعوم اخرى خاصة مع الطعوم التى أساسها أمونيا حيث يستخدم ٤٥ مصيدة لكل هكتار مثلاً لجمع *Anastrepha suspensa* . وإرتفاع المصيدة هام أيضاً والإرتفاع بنحو ٢ متر مناسب لمصائد البساتين ولكن فى الغابات حيث تكثر الأمطار توضع المصائد عالية قدر الإمكان داخل حرم الغابة. تبقى المصائد المطعمة بالـ methyl eugenol او cue lure مؤثرة لنحو إسبوعان ولكن يجب تفريغها من الحشرات كل بضعة أيام لتقليل مخاطر فطريات العفن أو الإضرار بالنماذج.

حـ – الطاردات الحشرية Insect repellents :

الطاردات هى كيماويات تسبب توجيه حركة الحشرات بعيداً عن المصدر الموجودة فيه. والمواد الكيماوية القريبة التى لا تسبب الحركة بعيداً ولكن تمنع التغذية أو وضع البيض تسمى المانعات deterrants. وكلاً من الطاردات والمانعات ذات اهمية فى مجالات متخصصة فى إدارة الآفات. أصطلاحياً ينظر للطاردات بالكيماويات التى تطبق على الأسطح لتدفع الحشرة بعيداً. من ناحية أخرى – يقصد بالمانعات عادة بالمكونات الطبيعية النباتية ذات الأهمية الأكبر فى مقاومة العائل النباتى ويجب أن ندرك بأن كثير من الكيماويات المخلقة بما فيها بعض المبيدات الحشرية قد يكون لها خصائص مانعة أو مثيرة irritant (كما فى الـ chlordimeform و الـ pyrethroids) لحشرات معينة ومفصليات أخرى. وسنقصر الحديث هنا عن الطاردات الحقيقية.

الطاردات هى عادة كيماويات متطايرة تظهر نشاطها فى الحالة الضبابية vapor وتحس الحشرة بالطارد القوى من مسافة عدة سنتيمترات قليلة مسبباً طيرانها أو زحفها بعيداً عن مكان وجود المادة الكيماوية. وقد تسمح الطاردات الأقل نشاطاً للحشرات بالهبوط وملامسة السطح قبل ان تطرد.

لقد إستخدم الإنسان منذ مئات السنين الطاردات الحشرية التى تعتمد على المواد

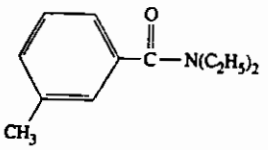
الطبيعية مثل أدخنة الأخشاب والزيوت والبرفت والقار أو القطران وبول الجمال وأتربة مختلفة لطرد الحشرات ومفصليات أرجل أخرى بعيداً عن الهدف التى تسعى إليه. وأكتشف فى السنوات الأولى من ١٩٠٠ عدة زيوت أساسية تتصف بخاصية طرد الحشرات مثل زيت السترونيلا citronella الذى إستخدم على نطاق واسع كطارد للباعوض. وقبل الحرب العالمية الثانية – كان هناك فقط أربعة طاردات أساسية ولكن حدث تقدم جوهرى بعد بداية الحرب لحماية الأفراد العسكريين خاصة فى المناطق الإستوائية. لذا حل محل الطاردات المعروفة سابقا مركبات مخلقة اكثر تأثيرا.

مميزات الطاردات مضاعفة – فهى عادة منخفضة السمية لذا يمكن إستخدامها بأمان على الانسان والنباتات والحيوانات الأليفة. بالإضافة إلى ذلك تحمى الطاردات المؤثرة المصدر المرغوب ونظراً لأن الحشرة لا تقتل فليس هناك تأثيرات جانبية غير مرغوبة مثل عدم إحتمال مقاومة الحشرة للمادة الكيماوية المستخدمة. ويشمل القصور فى الطاردات الحاجة للتغطية الكاملة للأسطح الحساسة وإلى التطبيقات المتكررة وإمكانية زيادة العدوى فى الأسطح القريبة الغير معاملة.

١- الطاردات التقليدية Traditional repellents:

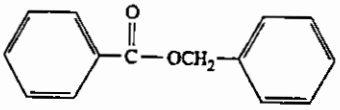
هذه المجموعة من الطاردات هى الأكثر إستخداماً وهى تشمل كيماويات تطبق أساساً لحماية الإنسان وممتلكاته. وتهدف طاردات الحشرات أساساً حماية الجسم بطرد الباعوض والذباب اللاسع والبراغيث والقراد والحلم (Trombiculidae). وتنتج هذه الطاردات فى عدة تجهيزات تشمل الإيروسولات والكريمات والمستحضرات السائلة واللاصقات الشحمية grease sticks والمساحيق والزيوت التى تستخدم للحماية من حرقة الشمس suntan oils ومستحلبات تقع الملابس فى الغسالات تبقى معظم الطاردات فقط لساعات قليلة لأنها تتبخر ويمتصها الجلد وتتشربها الأقمشة أو تخفف بالعرق. من بعض الطاردات الشائعة فى أيامنا هذه الـ DDET (N,N – diethyl - m toluamid, Delphene) – ضد عض الذباب والناموس والـ benzyl benzoate ضد القراد وبعض أنواع الحلم.

DEET (Delphene®)



N,N-diethyl-*m*-toluamide

Benzyl Benzoate



benzyl benzoate

تشمل الطاردات الخاصة بممتلكات الإنسان كيماويات لحماية الأقمشة والمنتجات الخشبية. وكانت حماية الأصواف ضد فراشات الملابس (Lepidoptera: Tineidae) والسجاد ضد خنافس السجاد (Coleoptera: Dermestidae) تشكل مشاكل خاصة أمكن التغلب عليها بكفاءة بالطاردات. حيث يمكن تطبيق صبغات عديمة اللون مثل Mitin FF وهى (Sulfonate) إلى الصوف أثناء عملية الصبغ لحماية النسيج طوال حياته. وطبق أيضاً الـ Sodium aluminum fluosilicate إلى الأصواف كطارد للحشرات ويزال بالتنظيف الجاف.

إستخدمت أيضاً عدة كيماويات كطاردات أو مانعات تغذية ضد الحشرات الضارة بالأخشاب مثل الكريوزوت creosote الطارد لكثير من الحشرات الذى شاع إستخدامه لحماية منتجات الأخشاب مثل أعمدة التليفونات وفلنكات السكك الحديدية. كما إستخدمت الكيماويات الصناعية مثل pentachlorophenol على نطاق واسع للمعاملات السطحية أو بغمر أعمدة التليفونات والاخشاب المستعملة فى الآلات الموسيقية لحمايتها من النمل الأبيض.

إستخدام الطاردات التقليدية لحماية المحاصيل والحيوانات الأليفة محدود. وترجع أحد الأسباب إلى التكلفة العالية للحاجة إلى تكرار المعاملات والتغطية التامة لضمان التأثير. ومع ذلك – هناك إستثناء وحيد شائع الإستخدام وهو زيت الصنوبر pine oil المستخرج من متبقى لب الخشب. يقوم زيت الصنوبر كمادة طاردة / أو مانعة ضد خنافس القلف (Coleoptera: Scolytidae) عندما يطبق على الأشجار.

٢- الألومونات النباتية كطاردات Plant allomones as repellents :

قد نعيد إلى الذهن بأن الألومونات هى مواد طبيعية من النباتات والحيوانات ينتج عنها إستجابة للأنواع التى تستقبلها فى صالح الأنواع التى تنطلق منها. وعادة ما تعتبر معظم الألومونات التى تعمل كطاردات صفة أو واجهة للمقاومة النباتية. بكلمات أخرى – ينبعث طبيعياً من بعض النباتات المقاومة طاردات وهذه تشكل الفعل الأولى لعدم التفضيل nonpreference. ولكن إستخدام زيت الصنوبر الذى ذكر من قبل تطبيقاً للألومون النباتى للحماية – ومع ذلك – يطبق خارجياً exogenously (outwardly) .

لم يستخدم التطبيق الخارجى للألومونات النباتية للطرد أو المنع على نطاق واسع. فرغم معرفة أن كثير من هذه الكيماويات ذات نشاط طارد إلا أنها تعانى من نفس قيود الطاردات التقليدية. ومن الممكن أن يسمح البحث فى المستقبل عن هذه المركبات النباتية بالإستخدام على نطاق محدود وربما مع المنتجات الخشبية وأشجار الظل العالية القيمة.

٣- فرمونات المباعدة كطاردات Epideictic pheromones as repellets:

توجد مجموعة اخرى من كيماويات الإتصال semiochemicals قد تصبح فى المستقبل طاردات وهى فرمونات المباعدة. ونظرا لأن هذه المواد تقلل كثافة عشيرة ما فى منطقة ما لذا يعتقد بأنه عندما تطبق على سطح ما تصبح لها أهمية المواد الطاردة. لقد إستخدمت فرمونات المباعدة بهذه الطريقة حتى اليوم ضد مجموعتان فقط من الحشرات هى خنافس القلف *Dendroctonus* وذباب الفاكهة *Rhagoletis*.

وزعت فرمونات متنوعة لكى تحد من هبوط خنافس القلف على الأشجار من ذلك وزع MCH - 2 3 بالقرب من شجرة التنوب Douglas fir الذى قلل الإصابة بنسبة وصلت إلى ٩٦% وقلل هذا بالتالى من عشائر اليرقات بنسبة وصلت إلى ٩١%. وأظهرت الإختبارات الأخرى بتجهيزات الفرمون فى صورة سائلة أو محببات فاعلية ضد خنافس القلف على أشجار البيسه Sitka spruce فى أمريكا. وتحصل على نتائج أخرى مشجعة فى سويسرا حيث تم رش فرمونات طاردة لوضع البيض oviposition deterring pheromones – على أشجار الكرز لتقليل الضرر على الثمار. وما زال هناك الكثير قبل إستخدام تلك المركبات عملياً فى إدارة الآفات.

ط- تكامل تغير السلوك مع الأساليب الأخرى:

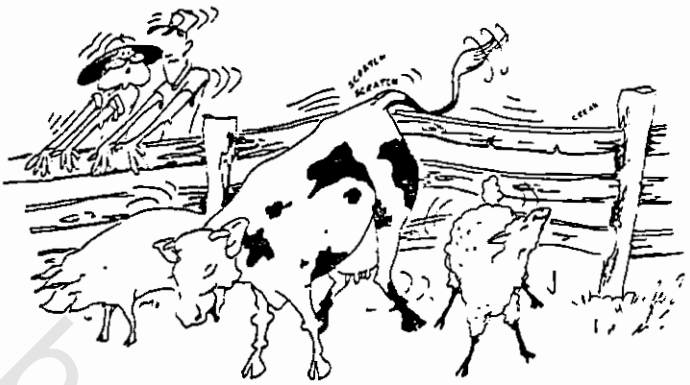
Integration of behavior modification with other tactics

عموماً الكيماويات التى تجذب أو تطرد الحشرات مناسبة جداً لضمها مع الأساليب الأخرى فى إدارة الآفات. وكما سبق الذكر – من أكثر طرق الجمع combination هو تكامل عنصر الجذب مع عنصر قتل. وغالباً ما يكون عنصر القتل مبيد حشرى. ولكن يشير النجاح بالجمع مع بعض الكائنات الدقيقة الممرضة إلى إمكانية الإستخدام.

وهناك جمع هام يتمثل فى إستخدام كيرومونات جاذبة خاصة لزيادة عشائر الاعداء الطبيعية فى المحاصيل لتعزيز المكافحة البيولوجية. على سبيل المثال – يمكن جذب أسد المن *Chrysoperla carnea* بتطبيق ندوة عسلية صناعية إلى النباتات. ويشجع هذا الحشرات الكاملة على وضع البيض فى المكان المرغوب وزيادة مهمة فى إفتراس الآفات النباتية. وقد نتمكن أيضاً على إدارة الطفيليات الحشرية فى السنوات القادمة بتطبيق الكيرومونات لجذبها إلى المناطق المستهدفة حتى نحصل منها على تأثيرات أكبر على الآفات وهناك جمع آخر هام يمكن إستخدامه فى إدارة الآفات وهو خاص بالمقاومة النباتية وكيماويات الإتصال. فالتفهم الأفضل لدور كيماويات الإتصال semiochemicals فى منح المقاومة النباتية يمدنا بالفاعلية الأكبر فى إنتخاب أنماط جينية genotypes ذات مستوى أعلى فى المقاومة مما حصلنا عليه فيما مضى. بالإضافة إلى ذلك – يمكن إستخدام الألومونات المخلقة المشابهة للمنتجات النباتية الطبيعية لزيادة التأثير الإجمالى للنبات المقاوم على عشيرة الآفة.

أخيراً – عند بداية ظهور إستخدام مبيدات الآفات العضوية كان هناك تحمس كبير لها كما هو الحال الآن بالنسبة للفرمونات. ولكن ستظل المبيدات تشكل جزء هام فى عمليات الإدارة رغم ان احد عيوبها هو ظهور مقاومة للمبيدات الحشرية فى الآفات المستهدفة. وإذا إستخدمت الفرمونات بكثافة دون أن تدرج ضمن برنامج الـ IPM سيحدث تطور تدريجى ضد مكونات الفرمونات المستخدم وسيحدث إنتخاب لحشرات يمكن أن تتزاوج رغم المعاملة الفرمونية وستتحول تلك الحشرات تجاه إستخدام الاشارات البصرية أو السمعية للإهتداء إلى الجنس المقابل للتزاوج. لذا يجب أن نعى لهذه المشكلة الهامة. ولكن حتى وقتنا الحاضر لا نعرف عن التطور فى أنظمة الإتصالات الفرمونية حتى يمكننا أن نقيم إمكانية مقاومة الحشرات للفرمونات.

obeikandl.com



- المكافحة الميكانيكية

تابـــع
الوحـــدة الثـالثـة

إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات

الفصل الثانى عشر: وسائل أخرى خلاف مبيدات الآفات

يتناول الفصل عرضاً لعدد من الوسائل الأخرى التى قد تستخدم فى مكافحة الآفات ويبدأ بعرض للمكافحة الفيزيائية والميكانيكية والسبل المختلفة التى قد يدخل بعضاً منها فى إدارة الآفات الحشرية ثم يستعرض بإيجاز المكافحة التشريعية والبرامج المختلفة المتعلقة بها وعرض موجز للعمل التشريعى فى مصر وتعليق خاص بالمؤلف.

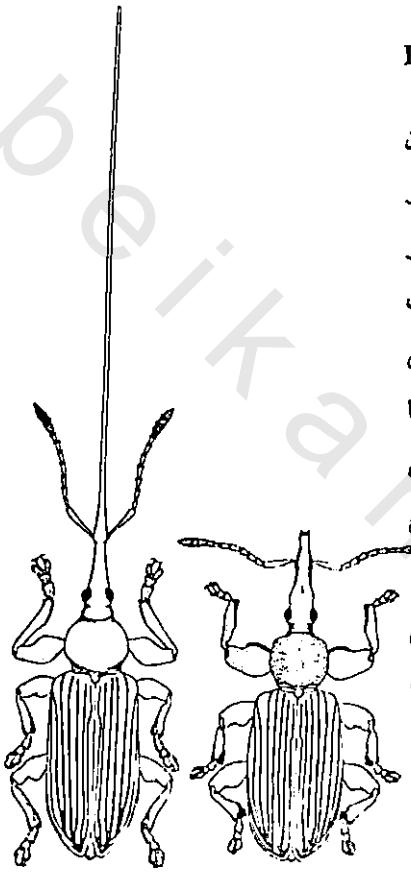
obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الثانى عشر: وسائل أخرى خلاف مبيدات الآفات

Other tactics other than pesticides

أولا: المكافحة الفيزيائية والميكانيكية:
Physical and mechanical controls



المكافحة الفيزيائية والميكانيكية – طرق مباشرة أو غير مباشرة تقتل الحشرات أو تتلف الفسيولوجى الخاص بها بوسائل غير المبيدات الحشرية أو تغير بيئة الحشرات وتجعلها غير ملائمة. وهى تختلف عن المكافحة الزراعية فى ان أدواتها أو فعلها توجه ضد الحشرات بدلاً من تغير بعض العمليات الزراعية على سبيل المثال إستخدام مضرب الذباب "المنشة the fly - swalter" شكل من أشكال المكافحة الميكانيكية بينما الجمع اليدوى لبيض أو يرقات الآفات من النباتات شكل من المكافحة الفيزيائية. تستخدم المكافحة الفيزيائية خصائص فيزيائية للبيئة بطريقة تقتل الحشرات "الحرارة مثلاً" بينما تتطلب المكافحة الميكانيكية أعمال ميكانيكية أو يدوية لقتل الآفات وهناك عادة حالات تطلب الميكنة لتغير البيئة الفيزيائية للآفة لذا فإن التميز بين المكافحة الفيزيائية والميكانيكية يكون عادة غير واضح.

تقدم الطرق الفيزيائية والميكانيكية عادة نتائج فى الحال أو ملموسة وقد تكون مكلفة تحتاج لعمالة كثيفة ولذا ليست ملائمة فى الزراعة الاقتصادية.

obeikandl.com

أشكال المكافحة الفيزيائية والميكانيكية هى أقدم طرق المكافحة وفى بعض الحالات هى الأكثر بدائية مقارنة مع جميع أشكال المكافحة الاخرى. ومع ذلك – هذه الحقيقة قد تكون خادعة لأن كثير من أشكال المكافحة الميكانيكية والفيزيائية مفيدة ومؤثرة جداً رغم إغراءات وتكنولوجى الطرق الجديدة.

كما فى كثير من المكونات components "الوسائل" الأخرى فى إدارة الآفات الحشرية "IPM" – تحتاج المكافحة الفيزيائية والميكانيكية معلومات عن بيئة الآفة ومواطن الضعف البيولوجى فيها. ولسوء الحظ قليل جداً من الآفات مفهومة جيداً إيكولوجياً. وهذا ساهم فى حقيقة الدور القليل الذى تلعبه المكافحة الفيزيائية والميكانيكية فى الـ IPM. بمعنى آخر – هذه الطرق من المكافحة غير شائعة الإستخدام فى مكافحة الحشرات وذلك للقصور فى المعلومات عن علاقة الحشرة ببيئتها أى بالإيكولوجى الخاص بها.

تشمل أشكال المكافحة داخل هذا القسم إستخدام درجات الحرارة العالية والمنخفضة وتقليل الرطوبة وإستخدام إنجذاب الحشرات للمصائد الضوئية والجاذبات والطاردات أو قتلها بالصوت أو بعمل حواجز أو الإستبعاد أو بالجمع اليدوى او الهز والرج أو توجيهها فى مجموعات herding أو صيدها Traping . ولقد إستخدم فقط المصائد الضوئية والحواجز بدرجة من النجاح فى الـ IPM. وإشتركت الطرق الأخرى ولكن بقلة جداً.

أ. الجمع اليدوى: Hand picking

الجمع اليدوى مفيد فى الحدائق المنزلية وفى المجتمعات التى بها الأيدى العاملة غير مكلفة وتعتبر هذه الطريقة فعالة فى حالة جمع لطع البيض و الحشرات الكبيرة الحجم والتى يسهل رؤيتها والإهتداء إليها وذلك فى حالات الإصابة الخفيفة. من أمثلة ذلك إستخدام الأطفال والشباب فى جمع لطع دودة ورق القطن وحرقها والتى تعتبر للعامة وسيلة ناجحة فى مكافحة هذه الآفة على محصول القطن. كما قد يلجأ المزارع إلى هز شجيرات القطن بشدة على أكياس من الخيش او القماش لجمع اليرقات وإعدامها. كما تجمع يرقات دودة ورق الكرنب ودودة ورق الخبازى بالأيدى فى

المساحات الصغيرة خاصة الإصابة الخفيفة. كما يمكن مكافحة حفار ساق التفاح فى أشجار الحلويات بإدخال سلك معدنى فى الأنفاق التى تعيش فيها اليرقات لقتلها.

ب. الحش والجمع: Cutting & harvesting

إن قطع الحشائش بإستخدام أنواع مختلفة من المناجل وإستخدام القوارب المزودة بقواطع للحشائش المائية او إستخدام الماكينات الهيدروليكية المزودة بأذرع لإلتقاط الحشائش المائية ودفعها إلى ماكينات كبس للتخلص من السوائل الموجودة بها وتحويلها فى النهاية إلى بالات جافة للإستخدام فى أغراض أخرى تمثل نوعاً من المكافحة الميكانيكية الفعالة فى مجال مكافحة الآفات وإستخدام الجرارات المزودة بماكينات فرم او كبس بقايا المحاصيل الزراعية مثال آخر فى مجال المكافحة الميكانيكية لتقليل عشائر الآفات الإقتصادية.

جـ. النزع الميكانيكى للشعر: Mechanical delinting

يمكن أن تنتقل اليرقات الساكنة لديدان اللوز القرنفلية إلى مناطق زراعة القطن الغير مصابة عبر بذور القطن وللبحث عن طريقة لخفض تأثير هذه الطريقة لوحظ أن الإزالة الميكانيكية للشعر المرتبط بالبذور يقلل بشدة من حياة ديدان اللوز القرنفلية كما وجد أن معاملة البذور بحمض الكبرتيك sulfonic acid delinting رغم أنها لا تعد كطريقة فيزيائية أو ميكانيكية إلا أن المعاملة بالحمض كانت وسيلة مكافحة لديدان اللوز القرنفلية فى بذور القطن لسنوات عديدة.

د. الحواجز: Barriers

تفيد طريقة إقامة الحواجز فى منع مرور الحشرات الزاحفة من الحقول المصابة إلى الغير مصابة بعمل خنادق حول الحقول وملئها بالماء المضاف إليه السولار فتموت اليرقات التى تحاول الإنتقال من الحقل المصاب إلى الحقل السليم. ووضع أسلاك ضيقة على النوافذ تمثل حاجز هام لمنع دخول حشرات المخازن إلى المواد المخزونة أو الذباب والباعوض إلى المنازل.

هـ. إستخدام الحرارة العالية والمنخفضة:

Utilizing high and low temperatures

لكل حشرة درجة حرارة مناسبة لحياتها وتكاثرها فإذا ما إرتفعت أو إنخفضت عن هذه الدرجة هلكت الحشرة. من طرق قتل ديدان اللور القرنفلية الساكنة فى بذور القطن بعد الحلج تسخين البذور إلى درجة حرارة ٥٥ – ٨٥° م لمدة خمس دقائق. وتقاوم حشرات الحبوب المخزونة برفع درجة حرارة الحبوب للقضاء على جميع أطوار الحشرات بداخلها. كما ترفع درجة حرارة الأغذية المحفوظة فى المخازن إلى ٦٢,٨°م لـ ٥ – ١٠ دقائق للتخلص من أى إصابة حشرية وتقتل الحشرات الموجودة فى المطاحن برفع درجة الحرارة إلى ٤٩ – ٥٢°م لمدة ١٠ – ١٢ دقيقة. وتغمر الأخشاب المستوردة فى ماء ساخن على درجة ٨٠°م لمدة ٦ ساعات للقضاء على ما قد يكون بها من ناخرات. وتقاوم حشرات العتة بتعريض السجاجيد والملابس للبخار الساخن على درجة ٥٢°م لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة. ويقتل اليابانيون الحلم الطفيلى فى حشرات النحل المصابة بالفاروا بدحرجة النحل فى إسطوانة معدنية يندفع فيها هواء ساخن على درجة ٤١°م لمدة خمس دقائق. وفى روسيا يوضع النحل فى غرف منعزلة تحوى هواء ساخن على درجة ٤٦ إلى ٤٨°م لمدة ١٠ دقائق حيث يعمل ذلك على تساقط نحو ٩٠ إلى ٩٥% من الحلم المرتبط بجسم النحل.

ويستفاد من الحرارة المنخفضة فى مقاومة عدد من آفات الخضروات والفاكهة حيث تقاوم ذبابة الفاكهة بحفظ الثمار فى ثلاجات على درجة الصفر لعدة أيام كما يمكن وقاية الملابس الثمينة والفراء بحفظها فى ثلاجات خاصة على درجة حرارة ٧°م.

و. مساحيق القشط: Abrading dusts

يمكن ان يقع إستخدام مساحيق القشط كمواد لحماية الحبوب المخزونة فى قسم المكافحة الفيزيائية. فهذه المساحيق مثل الناتجة من الدياتومات تزيل السطح الشمعى من كيوتيكل حنافس الحبوب المخزونة وتخدش كيوتيكل الخنافس بطريقة تسبب موتها من الجفاف. وقد يشار إلى تلك المساحيق أيضاً بالـ sorptive.

ز. الضوء الصناعى : Artificial lights

يقودنا كل مما سبق إلى إستخدام إستجابة حسية هامة فى مكافحة الحشرات وهو إستخدام الأشعة الفوق بنفسجية ultra violet light (UV) وهى أهم الطرق السابقة والتى تلى فى المرتبة الفرمونات الجنسية.

يستجيب آلاف من أنواع الحشرات للضوء بدرجات مختلفة. ومعظم الأنواع الحساسة للضوء Phototactic تنتمى إلى رتبة ذبابة مايو وشبكيات الأجنحة ومستقيمات الأجنحة (نطاطات الحشائش – صراصير الغيط – الصراصير) ونصفيات الأجنحة (البق الحقيقى) وغمديات الأجنحة (الخنافس) والـ Trichoptera (ذباب الكادس) وحرشفيات الأجنحة (الفراشات وأبى دقيقيات) وثنائيات الأجنحة (الذباب) وغشائيات الأجنحة (النحل والدبابير). بصفة عامة – الحشرات النشطة نهاراً لا تستجيب إستجابة قوية للضوء الصناعى. ومعظم الأنواع ذات الإستجابة الضوئية المميزة تكون أكثر نشاطاً فى الليل ووقت الغسق والفجر (حشرات ليلية noctumal).

هناك عديد من أنواع حرشفيات الأجنحة التى تنجذب للضوء مثل فراشة الكودلنج وفراشة الفاكهة الشرقية وفراشة ديدان براعم الدخان وفراشات ديدان اللوز الأمريكية وديدان اللوز الشوكية وديدان اللوز القرنفلية وفراشات ديدان القطن وعديد من الديدان القارضة ودودة الكرنب القياسة وحفار ساق الذرة الأوروبى.

وكثير من الأنواع التى تنجذب فقط لأطوال معينة من الموجات الضوئية يظهر معظمها وقت محدد فى ذروة النشاط الليلى. لقد إستخدمت عدة مصادر للضوء (شكل ٣١، ٣٢ – ١) لملاحظة إنجذاب الحشرات إليها. منها اللمبات ذات التوهج الحرارى بإستخدام خيوطاً معدنية ولمبات غازية تستخدم الزئبق أو غازات أخرى مثل الأرجون والنيون والأكسنيون xenon. لمبات الفلورسنت والتى منها تعد مصائد الأشعة الفوق بنفسجية (UV) او البلاك ليت (BL) هى شكل لمصادر أبخرة الزئبق. وشكل الضوء الزئبقى والأرجون أكثر مصادر الأشعة الفوق بنفسجية إستخداماً فى الدراسات الحديثة حول إنجذاب الحشرات للضوء

إنتشر إستخدام مصائد الأشعة الفوق بنفسجية فى السنوات الحديثة كوسيلة للحصر وكانت مفيدة فى بعض برامج مكافحة الحشرات وإستعملت كثيراً فى أعمال الكشف والحجر الزراعى وكانت لها أهمية فى إستخدامها كوسيلة لمكافحة بعض الآفات الإقتصادية. تستخدم مصائد الحشرات التى تستخدم الأشعة الفوق بنفسجية فى الطرق الأساسية الآتية:

١- الكشف عن وجود حشرات ضارة أجنبية الموطن فى الموانى ومواقع دخول البضائع (مصائد كشف detection traps)

٢- تحديد مدى إنتشار آفات جديدة فى الأقليم (وسيلة حصر).

٣- تحديد ظهور أو التواجد الفصلى ووفرة الحشرات فى المكان (وسيلة حصر).

٤- تقييم فاعلية مقاييس المكافحة.

٥- مكافحة الحشرات بتقليل عشيرتها أسفل المستوى الإقتصادى.

٦- وسيلة إضافية أو مساعدة لمقاييس المكافحة الأخرى.

وتشمل مميزات المصائد الضوئية كوسيلة فى الـ IPM لتجنب متبقيات المبيدات الحشرية على المحاصيل وتسمح بإستمرار الفاعلية أثناء جميع ظروف الطقس. كما تسمح للحشرات النافعة بأن تلعب دوراً هاماً فى خفض الآفات الحشرية. وتساعد فى تحديد الإصابة الحشرية دون أخذ عينات مكثفة. لكن على الجانب الآخر – المصائد الضوئية ليست وسيلة مفيدة لكل حشرة ضارة لأنه ليس جميع الحشرات حساسة للضوء. عموماً – لم يوصى بالمصائد الضوئية لأغراض المكافحة رغم إستخدامها فى المساحات الصغيرة التى تحوى محاصيل غالية الثمن وحول المصانع حيث يجب مكافحة الحشرات الليلية وآفات أشجار الفاكهة فى حدائق المنازل وبالقرب من مداخل المطاعم والمسارح وملاعب الجولف وإسطبلات مواشى اللبن وفى مصانع الألبان ومحلات البقالة الكبرى.

ورغم الأعداد الضخمة من الحشرات التى تنجذب إلى مصائد الأشعة الفوق بنفسجية إلا أن فاعليتها الحقيقية لحد ما منخفضة. حيث أشار البحث أن فاعليتها تصل من ١٠ الى ٥٠% من فراشات لوز القطن و ٨ إلى ٣٨% من فراشات الكرنب القياسـ

بالإضافة إلى أن أعداد كبيرة من الحشرات المنجذبة إليها توجد حية حول المصائد أثناء الإضاءة أى أثناء عمل المصيدة.

المسافات التى ترحل منها الحشرات إلى مصائد الـ BL غير معروفة. ولكن لوحظ أن فراشات اللوز القرنفلية إنجذبت تجريبياً من ١٤٠ قدماً وفراشات اللوز الأمريكية من ٢٠٠ قدم وفراشات الدخان من ٣٩٠ قدم. ومن المحتمل أن يزيد مدى الجذب الحقيقى للحشرات عن ذلك كثيراً.

إستخدم بنجاح إناث الحشرات البكر virgin females أو الفرمونات الجنسية مع الأشعة الفوق بنفسجية لجذب فراشة الكرنب القياسة وفراشة ديدان براعم الدخان وفراشة اللوز القرنفلية. ومن المحتمل أن يتأثر معظم أنواع الآفات الليلية بهذا التأثير المزدوج.

أجرى فى عام ١٩٦٥ دراسة لمدة ثلاث سنوات على ديدان الدخان *Manduca sexta* فى كاليفورنيا بأمريكا بإستخدام مصائد الـ BL مع إتلاف سيقان النباتات بعد الحصاد. وضعت ثلاث مصائد فى الميل المربع فى مساحة ١١٣ ميل مربع. ونتج عن شبكة المصائد هذه خفض جوهرى فى الحشرة فى منطقة المصائد وقلل ذلك أيضاً الحاجة إلى إستخدام المبيدات. ويرجع بالطبع بعض الخفض فى عشائر الآفة إلى إتلاف سوق النباتات. ولا يتوقع أن يعطى إستخدام عدد قليل من المصائد فى مساحة صغيرة نتائج مرغوبة. وهناك توصية لمزارعى الدخان للحصول على مقاومة ناجحة بإتباع الآتى:

١- يجب ألا تقل المساحة التى تغطيها المصائد عن ١٢ ميل قطراً (١١٣ ميل مربع)

٢- يجب أن تقام المصائد بمعدل ٣ مصائد فى الميل المربع وتوزع بطريقة متجانسة.

٣- يجب إتلاف سوق النباتات عقب جمع المحصول. وقد كان هناك تأثير على بعض الحشرات الاخرى مثل دودة براعم الدخان *Heliothis virescens* ولكن لم تكن بدرجة الآفة الرئيسية.

أجريت على فراشة الكودلنج *Carpocapsa pomonella* الآفة الهامة للتفاح دراسة فريدة فى شيلى حيث إستعملت مصائد الـ BL بإستخدام لمبات صغيرة ٤ وات لصيد الحشرات لتحديد أقصى فترة خروج وأفضل وقت للرش ضد يرقات أول جيل. ونتج عن ذلك خفض فى عدد الرشات العادية لمكافحة فراشة الكودلنج من ٤ رشات إلى اثنان بعد تحديد وقت الرش بدقة إستناداً على جمعات المصائد الضوئية.

لقد أظهرت التجارب ان طرق المكافحة الإختيارية ذات الفاعلية ٥٠% فقط ضد النوع المستهدف قد تكون أكثر تأثيراً من الطرق الغير إختيارية nonselective method التى تقتل ٩٠% من النوع المستهدف و ٩٠% من أعدائه الطبيعية. وكمثال للبرنامج المتكامل لمكافحة أربعة آفات رئيسية لدخان السيجار فى فلوريدا تكونت المعاملات من: (١) تطبيق مبيدات جهازية فى التربة قبل الزراعة لمكافحة الخنفساء البرغوثية والمن، (٢) إقامة مصائد ضوئية لدودة براعم الدخان ودودة الكرنب القياسة *Trichoplusia ni* (Hubner)، (٣) تطبيق الممرض الحشرى *Bacillus thuringiensis* والميثيل براثيون أو azinophosmethyl. وتطلب البرنامج إجراء رشتان من المبيدات الحشرية فى السنة الأولى مقارنة مع ١٧ رشة فى حقول الكنترول. وكانت تطبيقات المبيدات فى السنة الثانية أقل بمقدار ٧٥% مقارنة مع الكنترول.

رغم أن جمع الحشرات بمصائد الـ UV ليس من المحتمل أن يشكل طريقة وحيدة لمكافحة أية حشرة إلا انه لوحظ إستخدام تلك المصائد فى أوائل الثمانينات ضمن برامج مكافحة الحشرات الليلية كأحد الجهود الإضافية كوسيلة للمتابعة monitoring وللحصر مع مقاييس المكافحة الأخرى هذا إلى جانب إستخدام المكافحة الميكروبية (مثل *B thuringiensis*) والمكافحة الزراعية (مثل الحرث المبكر العميق لخفض فراشات ديدان اللوز القرنفلية) والمكافحة الكيمائية التى تستخدم عند وصول الآفات لمستويات الضرر الإقتصادى.

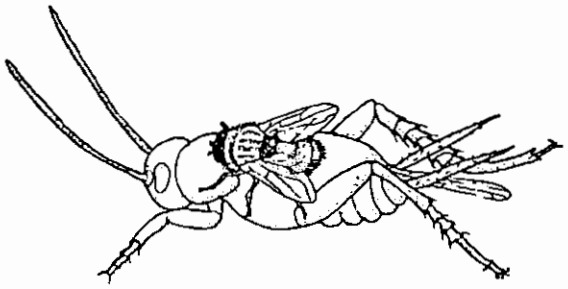
حـ. الضوء الحيوى: Bioluminescent

تستخدم يرقات الذباب التابع لعائلة Mycetophilidae الذى يسكن الكهوف فى إستراليا ونيوزيلندا والتابع للجنس *Arachnocampa* الإشارات الضوئية البيولوحية لكى يقتنص الذباب الصغير من خلال خيوط لاصقة مدلاه فى سقف الكهف. وكما فى جميع

أنظمة الإتصالات توفر الإشارات الضوئية Luminescence لبعض المفترسات مجال للضرر بأنواع أخرى. فالإشارات الضوئية الخاصة بالغزل بين الخنافس قد تسهل إلتهامها. فإناث آكلات اللحم من Lampyridae لبعض أنواع الجنس *Photurus* تمثل مثالاً من المحاكاه العداونية للوصول إلى الضحايا لتتغذى عليها. حيث تصدر إشارات ضوئية مقلدة لمثيلتها فى إناث من خمس أنواع أخرى من الحشرات. وتستجيب ذكور هذه الأنواع المختلفة لتلك الإشارات وتنخدع وتهبط بالقرب من الأنثى المقلدة على أمل التزاوج معها فتسرع الأخيرة بإلتهامهم. وهذه الأنثى المقلدة *Photurus* يمكن أن تلتهم ذكور نفس نوعها عند قلة ضحاياها من الأنواع الأخرى. وعادة أكل النوع cannibalism تقل بعد التزاوج حيث تقلل إستدعائها للذكور. عموما – لم يستخدم الضوء الحيوى فى أغراض المكافحة ولكنه ضمن وسائل الضبط الطبيعى فى البيئة.

ط. الصوت : Sound

بعض الحشرات تتراسل فيما بينها بإصدار إشارات صوتية خلال أجهزة خاصة ولكل نوع لغة التراسل الخاصة به يصدر أصواتاً تفهمها بقية أفراد نفس النوع لإستدعاء الجنس الآخر للتزاوج أو للغزل أو للتنبيه بوقوع أو إقتراب خطر ما أو لطرد فرد يحاول أن يقترب من ذكر وأنثى أثناء التزاوج وغير ذلك من النغمات ذات الموجات الصوتية الخاصة كما هو الحال فى الجراد وصراصير الغيط ونطاطات الحشائش وحشرات السيكادا وعدد من ذات الجناحين. فالإناث الماصة للدماء للجنس (Diptera: *Corethrellidae corethrella*) تهتدى إلى عائلها المفضل وهو ضفدع الشجر بتتبع أصوات الضفادع .. وهناك نوعان من الذباب معروف عنها أنها تنجذب إلى الأغانى التى تصدرها عوائلها. حيث تصل الإناث التاكينيدية واضعات اليرقات *Euphasiopteryx ochracea* الى ذكور الصراصير *Gryllus integer* (شكل١٢٥) ويهتدى الذباب الساركوفاجد *Colcondamyia auditrix* إلى عائلة من ذكور السيكادا *Okanagana rimosa* بهذه الطريقة. وهذا يسمح بوضع دقيق للأطوار الغير كاملة التى تنمو فيها. والتوجيه الصوتى على الأقل فى التاكيند قد لا يكون ذات تخصص عائلى حيث وجد بالتجربة أن الذباب يستجيب لنداءات صوتية من مستقيمات أجنحة أخرى.



شكل ١٢٥: طفيل تاكيند يستخدم صوت عائله من صرصور الغيط كوسيلة للوصـــول إليـــه والتطفل عليه

يبدو أن الذباب المفترس (Ceratopogonidae) الـــذى يفـترس الذبـــاب المكـــون للأسراب (Chironomidae) يستخدم إشارات مماثلة للتى يستخدمها ضحاياه للإهتـــداء إلى أصوات السرب والتى تنتج من ضربات الأجنحة المتتالية لأفراد السرب. ويمكـــن لبعض الطفيليات فى المدى القريب من العائل ان تهتدى إليه من الإهتزازات التى تنتـــج من تلك العوائل نتيجة النشاط الغذائى لها فـــالطفيل الغشـــائى الأجنحـــة الـــبراكونيدى *Biosteres longicaudatus* الذى يتطفل داخلياً على ذباب الفاكهة التفريتد *Anastrepha suspensa* يهتدى للإهتزازات التى تحدثها يرقات ذباب الفاكهة أثناء حركتها وتغذيتـــها داخل الثمار. تعمل تلك الإشارات الصوتية على إطلاق السلوك البحثى لبعض الأعـــداء الطبيعية للوصول إلى عوائلها أو ضحاياها كما تعمل كإشارات مكانية للعوائل المختبئـــة ولكل هذا إضافات هامة فى الضبط الطبيعى بيـــن الأنـــواع. ويمكـــن الإســـتفادة مـــن الإشارات الصوتية لإستدعاء الحشرات وجمعها فى المصائد ثم قتلها. إستخدام الصـــوت مازال فى مراحل تجريبية وأمكن إختباره ومن أمثلة ذلك محاكاة أصـــوات صراصـــير الغيط والسيكادا الخاصة بالجماع ووضع بالقرب منها أجهزة لشفط والتقـــاط الحشـــرات التى تقترب من الصوت. ومن الأمثلة أيضا تسجيل صوت الخفافيش وتكبـــيره وإعـــادة إطلاقه لإخافة بعض الفراشات مثل الـــ hornworm كما يمكن إستعمال الصـــوت ذات الكثافة العالية لقتل الحشرات وإستعمال أجهزة تسجيل الصوت وتحليله فى الكشف عـــر

الناجح إستئصال الدودة الحلزونية فى الجنوب الشرقى من الولايات المتحدة بإستخدام طريقة الذكور العقيمة وذبابة فاكهة البحر الأبيض من مناطق زراعة الفاكهة بإستخدام رش الطعوم السامة. وتشكل عودة الإصابة مشكلة لمجهودات الإستئصال فى المساحات المحدودة وتؤدى إلى ضرورة تكرار تلك الجهود ضد الحشرة.

٢- **برامج الإحتواء ومنع الإنتشار:** تستخدم هذه البرامج لتحديد إنتشار الحشرات التى يحتمل ان تصيب مساحة أكبر. من الأمثلة الجيدة مكافحة فراشة الغجر على طول حدود الغابات المصابة. وساعد ذلك فى بطئ حركتها إلى الغرب والجنوب فى الشمال الشرقى من أمريكا حيث تم إكتشافها هناك.

٣- **برامج الإيقاف أو الإخماد:** تستخدم برامج الإيقاف أو الإخماد suppression programs عند حدوث فورانات outbreaks فجائية للحشرات فى مساحات واسعة ولا يمكن للأفراد أن تتعامل معها بنجاح. وفورانات نطاطات الحشائش فى الولايات الغربية بأمريكا مثال لهذه المشكلة التى تم مكافحتها بهذه الطريقة حيث تقوم الهيئات الرسمية بتمويل هذا النوع من المكافحة.

ب. أهمية العمل التشريعى فى إدارة الآفات الحشرية:

Importance of regulatory action in insect pest management

كثير من قيم العمل التشريعى للـ IPM تكون غير مباشرة ومع ذلك يجب معرفته. فإستبعاد الحشرات الشديدة الضرر بمنع دخولها إلى البلد سيجعل بالتأكيد مجهود الـ IPM أسهل مما لو دخلت هذه الآفة الجديدة. وبطريقة مشابهة – منع إنتشار حشرة جديدة إستقرت فى البلد له فائدة كبيرة فى برامج الـ IPM. ومع ذلك – من المهم فى أى عمل تشريعى يهدف إلى استئصال أو إحتواء أو قمع حشرة ما ان يكون مبنى على أساس معلومات وتقنية كافية للتأكد من نجاح برامج المكافحة التشريعية مع أقل المشاكل الثانوية.

ويمكن للبرامج التشريعية أن تلعب دوراً حيوياً فى الـ IPM. على سبيل المثال إستفاد برنامج الـ IPM فى تكساس كثيراً من البرنامج التشريعى الذى ينص على

خلايا النحل التى تستعد للتطريد من الأصوات الخاصة للنحل عند الإعداد للتطريد.

ثانيا: المكافحة التشريعية: Regulatory control

تشمل أسس المكافحة التشريعية منع دخول أو إستقرار آفات نباتية أو حيوانية فى البلد أو فى منطقة ما وإستئصال وإحتواء أو خفض الآفات التى إستقرت فعلاً فى مناطق محدودة. وتقوم الدول بسن قوانين مكافحة الآفات الزراعية والوقاية منها ومنع دخول الآفات الأجنبية ومنع إنتشارها من مكان لآخر داخل حدودها حماية للثروة الزراعية. وفيما يخص الإقتصاد الزراعى ورفاهية الإنسان يعمل الحجر الزراعى على إستبعاد الآفات الضارة ويمنع زيادة إنتشار ما هو موجود ويكمل برامج الإستئصال. ومن النظم المتبعة فى الحجر الزراعى فحص الرسائل الواردة فى مكاتب الحجر الزراعى بالموانى والمطارات وكذلك فحص الصادرات لضمان خلو الرسائل المصدرة من الآفات الممنوعة لدى الجهات المستوردة. وتوجد لوائح وقوانين تنص على منع إستيراد المواد النباتية والثمار من جهات معينة إلا بشروط خاصة ويسمح بدخولها إذا كانت واردة من جهات خالية من الآفات الممنوعة أو إذا أثبت الفحص خلوها أو عند معاملة الرسالة بطرق خاصة تؤدى إلى القضاء على ما بها من آفات.

تشكل موانى الدخول الخط الدفاعى الأول ضد دخول الآفات الجديدة. والآفات التى تهرب من هذا الخط تستأصل أو تحتوى فى مساحات محدودة قدر الإمكان. ويوجه أداء الحجر الزراعى ضد الحشرات ذات الأهمية الإقتصادية رغم أنه أحياناً يكون من الضرورى إحتواء الحشرات عديمة الأهمية الإقتصادية فى بلد آخر حتى يمكن دراسة سلوكها فى البيئة الجديدة.

أ. برامج المكافحة التشريعية : Regulatory control programs

توجد ثلاث أنماط فى برامج المكافحة التشريعية وهى الإستئصال eradication والإحتواء ومنع الإنتشار containment والإخماد suppression.

١- **برامج الإستئصال:** رغم أنه لم يتم بعد إستئصال نوع واحد من الحشرات إلا أنه من الممكن إستئصال آفة ما فى مساحة محدودة. وتشمل أمثلة الإستئصال

إتلاف سيقان القطن والحرث فى وقت مبكر كاف للإقلال من العشائر الساكنة لديدان اللوز القرنفلية وعمل هذا على إستبعاد الحشرة كآفة رئيسية.

جـ- العمل التشريعى فى مصر: Regulatory action in Egypt

صدر فى مصر عدة قوانين للحد من إنتشار الآفات ومنع دخولها من الأعمال التشريعية:

١- قانون يمنع إستيراد بذور القطن الأمريكية حتى لا تتسرب إلى البلاد سوسة لوز القطن وكان هذا أول قانون للحجر الزراعى الجمركى.

٢- القانون الذى يحتم ضرورة جمع لطع دودة ورق القطن فى حقول القطن إجبارياً.

٣- صدر قانون رقم ٦ لعام ١٩١٣ بمنع رى البرسيم المسقاوى بعد اليوم العاشر من مايو حتى يمكن القضاء على كثير من اليرقات والعذارى الموجودة بحقول البرسيم مما يؤدى إلى التقليل من إصابة الجيل الأول للحشرة على نباتات القطن فيما بعده.

٤- صدر القانون رقم ٢٠ لسنة ١٩٢١ الذى ينص على وجوب حلج القطن الزهر قبل ١٥ فبراير فى الوجه القبلى وأول مارس فى الوجه البحرى ومعالجة البذور بالحرارة على درجة ٥٥°م إلى ٥٨°م لمدة ٥ دقائق بعد الحلج مباشرة وذلك للقضاء على اليرقات الساكنة لدودة اللوز القرنفلية. كما نص هذا القانون أيضاً على وجوب تقليع جذور شجيرات القطن والتيل أو تقطع الى ما تحت سطح الأرض بحيث لا تخلف نبتاً بعد جنى المحصول حتى لا تكون هذه النموات مصدراً لتكاثر دودة اللوز القرنفلية خلال الخريف والشتاء ونواة لأصابة القطن فى الموسم الجديد.

٥- صدر فى سنة ١٩٢٨ قانون يمنع صيد الطيور النافعة أو إعدام بيضها او هدم عشوشها.

٦- صدر فى عام ١٩٢٥ قانون يقضى بمراقبة صادرات الجمهورية العربية المتحدة للخارج وذلك تمشياً مع إتفاقية روما الدولية التى تنص على ألا تصدر أى نباتات للخارج إلا إذا تم فحصها وثبت خلوها من الآفات.

رغم عدم إلمام المؤلف بكافة العمل التشريعى فى مجال الحجر الزراعى فى مصر إلا أنه يبدو وجود قصور شديد فى مجال الحجر الراعى والعمل التشريعى من ذلك:

١- بعض القوانين الموجودة ليس لها سند إيكولوجى سليم من ذلك القانون الخاص بمنع رى البرسيم بعد اليوم العاشر من مايو. رغم ان ذلك قد يقلل من عشائر الجيل الأول لدودة ورق القطن على القطن إلا ان منع الرى وطريقة حش البرسيم قد يكون لها تأثير على هجرة الآفات الى حقول أخرى وتأثير ضار أشد على الأعداء الطبيعية لدودة ورق القطن والأعداء الطبيعية لآفات أخرى هامة.

٢- يبدو أن هناك تسيب خطير فى إجراءات الحجر الزراعى من أمثلة ذلك الدخول الحديث لآفات شديدة الخطورة مثل سوسة النخيل ونافقات أوراق الموالح والحلم الطفيلى (الفاروا) لنحل العسل وعدد من ذباب الفاكهة.

٣- برامج المكافحة التشريعية غير كاملة فى مصر فلا يوجد برنامج إستئصال مثلاً لذباب فاكهة البحر المتوسط على مستوى الجمهورية ومجهودات منع إنتشار الآفة الغريبة التى دخلت البلد فعلاً غير كافية فالحلم الطفيلى الذى دخل إلى مصر فى سنوات ١٩٨٠ إنتشر فى أنحاء الجمهورية وأضر كثيراً بالنحالة فى مصر ويخشى الآن إنتشار سوسة النخيل من بؤرة الإصابة إلى كافة أنحاء الجمهورية وهذا يعنى ضعف إجراءات الحجر الزراعى الداخلى.

٤- تسهيلات الحجر الزراعى (المعامل وملحقاتها) ليست على المستوى العالمى والقصور فى ذلك يسهل هروب الآفات ودخولها إلى البيئة الزراعية المصرية.

٥- إستيراد الأعداء الطبيعية رغم أهميتها فى مجال المكافحة البيولوجية إلا أن إستيراد الأفراد لها او القصور فى تسهيلات الحجر الزراعى قد يؤدى إلى مشاكل فى مجال الآفات الزراعية. إن قرار إستيراد عدو طبيعى لآفة حشرية أو إستيراد حشرة تتغذى على حشيشة ما او إستيراد بذور أو شتلات أو سلالات نباتية يجب أن يتخذ من قبل أعلى المستويات العلمية وليست

المستويات السيادية وبعد دراسة مستفيضة ولنرجع فى ذلك إلى الإجـــراءات المتخذة فى عدد من الدول مثل إستراليا مثلاً.

٦- منذ نحو عشرون عاماً إتجهت وزارة الزراعة إلى تكثيف زراعة الزيتـون فـى الساحل الشمالى عبر مشروع المليون شجرة زيتون وتـــم إســتيراد شــتلات الزيتون من الخارج ولم ينجح المشروع لعدم الإعداد الجيد لمتطلبات المليــون شجرة زيتون إلى جانب أن الشتلات المستوردة تميزت بإنخفاض نسبة الإنبات وإحتوائها على أمراض وآفات أجنبية الموطن وكان مــن الأجــدى إســتخدام شتلات من مناطق زراعة الزيتون فى مصر.

٧- إستيراد أصناف البذور النباتية خاصة فى مجـــال الخضـــروات دون دراســة سلوك الآفات المحلية تجاه الأصناف النباتية الجديدة قد يضيف كثـــيراً الـــى المعقد الآفى بظهور عديد من الأنماط البيولوجية فى النوع الحشرى الواحـــد (المن – الذبابة البيضاء) تؤدى إلى مزيد من الفقد الإقتصادى ومزيـــد مـــن أعباء المكافحة بالإضافة إلى أضرار بيئة كبيرة.

د. حشرة القصب القشرية الرخوة:

تمثل حشرة القصب القشرية الرخوة مثال تكرر كثيراً ولكن حديثاً عـــن تراخـــى الحجر الزراعى وعن غياب برامج المكافحة التشريعية.

بدأ زراعة قصب السكر عام ١٩٢٨ فى كوم أمبو بعد إنشـــاء مصنـــع الســـكر ويمثل المحصول الآن أحد المحاصيل الهامة القوميـــة ويـــأتى بعـــد القطـــن لأهميتـــه الإقتصادية والإجتماعية حيث يزرع على مساحات شاسعة فى محافظات الصعيـــد مـــن المنيا حتى أسوان.

يصاب المحصول بعدد من الآفات الهامة أهمـــها دودة القصـــب الكبـــيرة ودودة القصب الصغير وبق القصب الدقيقى ودوده الذرة الأوروبية إلى جانب النطاط ذو القرون الطويلة ومن أوراق الذرة وأبى دقيق الأرز وأبى دقيق النجيليات والجعـــل ذو الظـــهر الجامد. وطوال السنوات الماضية ورغم تبديل وتعديل السلالات المزروعة لـــم تحـــدث أى كوارث للمحصول إلا هذه الأيام عندما ظهرت أحد الحشرات القشرية. لقـــد كتـــب

الوفد (٢٠٠١/٣/١٥) عن الحشرة القشرية التى ظهرت حديثاً ما يلـــى: مأســاه بكـل المقاييس ... وكارثة حقيقية .. يعيش فيها مئات الألوف من مزارعى القصب وأســرهم فى محافظتى قنا وأسوان ... تعرض المحصول لآفة غريبة حولته إلى أعواد خشــبية لا سكر فيها ولا رحيق ... التهمت الحشرة من ٤٠ إلــى ٧٠ ألــف فــدان .. وأصــابت الحشرة أراضى متفرقة فى كوم امبو وإدفو وأرمنت وقوص ودشـــنا ونجــع حمــادى وإستبعد ان تكون الآفة حشرة. فى الحقيقة هى حشرة تتكاثر بكريا لها نحو أربعة أجيـال فى الموسم تهاجم سطحى الأوراق فى حالة الإصابة الشديدة. تمتص الحشرة عصـــارة النبات وتفرز مادة عسليةينمو عليها فطر ويتجمع الـــتراب فتنخفــض بذلــك التمثيـل الضوئى للأوراق وينخفض إنتاج المحصول. وتشكل الحشائش النجيلية عوائل بديلة.

فى نوفمبر عام ١٩٩١ لوحظ إصابة شديدة على أوراق نبات القصـــب خاصــة الصنف Co1 87 المزروعة فى صوبة زجاجية بمحطة البحوث الزراعية بمعهد بحــوث وقاية النبات بالأسكندرية (كرم وأبو الخير ١٩٩٢). وتم دراســة أنثــى الحشــرة مــن الناحية المورفولوجية والتقسيمية وعرفت فى وزارة الزراعة الأمريكية بأنـــها حشــرة قشرية رخوة *Pulvinaria elongata* وسجل أنها ليست من الأنواع المسجلة فى مصـــر ويبدو أنها قدمت إلى مصر من الهند إلى محطة التجارب خلال برنامج تربية القصـــب من بذور فى محطة البحوث. ولوحظ أن الحشرة مصابة بشدة بأحد الطفيليات الغشـــائية الأجنحة [وهذه إشارة على أنها حشرة محلية] .

شوهدت الحشرة القشرية الرخوة فى محافظة الجيزة فى ســـبتمبر عــام ١٩٩٦ (على وآخرون – ١٩٩٧) فى عدة حقول فى بنى سويف والمنيا وعرفت فـــى فرنســا باسم علمى مغاير (*Saccharolecanium krugeri*) وسميت فى مكان أخر باســـم اخــر (*P.tenuivalvata*) كما شوهدت فى الجيزة على نبات الخروع والذرة وحشيشـــة الفيـل والـــ Sesipan – وبمراجعة الصفات التقسيمية لحشــرة *S. krugeri* مــع *P. elangata* ظهر أن التعريف العلمى الذى تم فى فرنســا خــاطئ (كــرم وأبــو الخــير ١٩٩١). ومعروف إن التعريف العلمى الصحيح هو الخطوة الأولى للبدء فى برنـــامج لمكافحـــة الحشرة حتى يمكن جمع المعلومات عن بيولوجى وإيكولوجى وتوزيــع الحشــرة كمــا

يمكن ذلك للوصول إلى الأعداء الطبيعية السليمة لها ووضع إختيارات وسائل المكافحة الملائمة.

لقد لوحظت الحشرة فى الأسكندرية فى ١٩٩١ ثم فى الجيزة ١٩٩٧ ثم بعشائر مدمرة فى محافظات الصعيد فى ٢٠٠١. كيف إنتقلت الحشرة من الأسكندرية إلى محافظات الصعيد؟ وأين دور الحجر الزراعى الداخلى؟ والخاص بمنع إنتقال الآفات بين محافظات مصر.. وإذا ثبت فعلاً أنها قدمت من الهند. أين دور الحجر الزراعى؟ وإذا كانت هناك برامج فعالة للمكافحة التشريعية [الإستئصال – الاحتواء ومنع الإنتشار – الاخماد] كان من الممكن القضاء على هذه الآفة وقت ظهورها فى الأسكندرية عن طريق إحتوائها ومنع إنتشارها ثم إستئصالها.

لقد إستخدمت مبيدات زادت من حدة الاصابة منها مبيد محظور إسمه "ميسولين" وكذلك زيت معدنى (الوفد ٢٠٠١/٣/١٥) وساعد المبيد على إنتشار الآفة وأضر الزيت المعدنى بصرف المياه من التربة. لقد كان فى صعيد مصر برنامج ناجح للمكافحة البيولوجية ضد ثاقبات القصب بواسطة طفيل البيض الترايكوجراما وإستعمال المبيدات دون دراسة تأثيراتها الجانبية سيؤثر بالتأكيد على طفيليات البيض المتواجدة فى الحقل وعلى الطفيليات الأخرى لثاقبات القصب والأعداء الطبيعية المرتبطة بآفات القصب الثانوية مما قد يؤدى الى سلسلة من الكوارث الإقتصادية. إن الإرتفاع الكبير فى عشائر الآفة فى عام ٢٠٠١ يعنى أنه كان للحشرة الوقت الكافى لكى تبنى عشائر ضخمة دون متابعة ولنحو عقد من الزمن ووصول الحشرة الى عشائر مدمرة يعنى ان الحل الوحيد العاجل هو التدخل الكيماوى ولكن بحرص وبأسلوب يقلل العشائر دون الحد الإقتصادى الحرج مع أقل تأثير على الأعداء الطبيعية للآفة أو للآفات الأخرى المرتبطة بمحصول القصب وبأسلوب يعمل على وصول المادة الكيماوية الى الآفة تحت إغماد الأوراق وعلى الجذور.

إذا ثبت بالدراسة ان الحشرة فعلاً أجنبية الموطن .. فإن أفضل سبل مكافحتها يكون عن طريق المكافحة البيولوجية الكلاسيكية بالبحث بواسطة الخبراء فقط عن طريق أعداء الحشرة فى الموطن الأصلى وجلب ما يعتقد بأنه نافع لدراسته فى معامل

الحجر الزراعى ثم إتخاذ قرار بالاطلاق أو عدمه طبقاً للدراسات الناتجة. مع ملاحظة ان إرتفاع نسبة التطفل على الآفة التى شوهدت فى الأسكندرية يعنى بأن هناك طفيليات محلية قد تكون مؤثرة تحت بعض الظروف.

وإذا ثبت أن الآفة الحشرية محلية فإن ذلك يعنى أن هناك قصور فى إجراءات الحجر الزراعى الداخلى فى التعرف على الأفات التحت اقتصادية وقصور فى المعلومات البيولوجية والإيكولوجية عنها .. وهنا أفضل سبل الحل تكمن فى جمع المعلومات الإيكولوجية والبيولوجية وحصر لأعدائها الطبيعية ومعرفة السبب أو الأسباب التى ادت الى رفع عشائرها حتى يمكن عن طريق الإدارة الإيكولوجية للمحصول والمكافحة البيولوجية الوصول الى عشائر غير ضارة اقتصادياً بالمحصول.

فى الوقت الحاضر يقال أنه تم السيطرة على الآفة (الاهرام ٢٠٠١/١٠/٣٠) عن طريق إضافة ٣٠ لتر سولار لمياه الرشتين الأولى والثانية وعند بداية نمو النبات يتم رشة بمبيد فوسفورى وعند ظهور الإصابة يتم الرش بمنظم نمو ثم يستخدم كبريت سائل ويقال أن هذه المركبات تجنب الإصابة بالحشرة إلى ٩٩%. وفى نفس الوقت ذكر أن هناك محاولات للإستفادة من طفيل الكوكوفاجس. كيف يمكن الإستفادة بالطفيل عند نسبة قتل ٩٩% للعائل. هل يتطفل الطفيل على نباتات القصب؟ أم نطلقه ليعانى الجوع والتشرد ثم الموت. ويجب أن نعى أن إستخدام مركبات تؤدى إلى نسبة قتل ٩٩% وإستخدام الرش الوقائى تمثل إتجاهات ضد الإدارة المتكاملة للآفات لضبط عشائر الآفة يقترح المؤلف إتخاذ ما يلى:-

١- تحديد الإسم العملى الصحيح للآفة ويبدو من الدراسات المورفولوجية (كرم و أبو الخير) أن الإسم العلمى الصحيح *P.elongata*. وهذا التحديد هام جداً إذا أريد السيطرة الى الآفة.

٢- دراسة بيولوجى وإيكولوجى الحشرة وعلاقته بالعشائر الحشرية الأخرى والحشائش النجيلية وتحديد هل هى آفة أجنبية ؟ رغم أن المعلومات تشير إلى أنها آفة محلية أدت العمليات الزراعية والكيماوية لتغير البيئة فى مناطق الزراعة ضد عشائر الأعداء الطبيعية ولصالح الآفة.

٣- تحديد أنسب طريقة وأنسب برنامج لتقدير مستوى عشيرة الآفة فى الحقل.

٤- تحديد الحد الإقتصادى الحرج الذى على أساسه يتخذ قرار المكافحة.

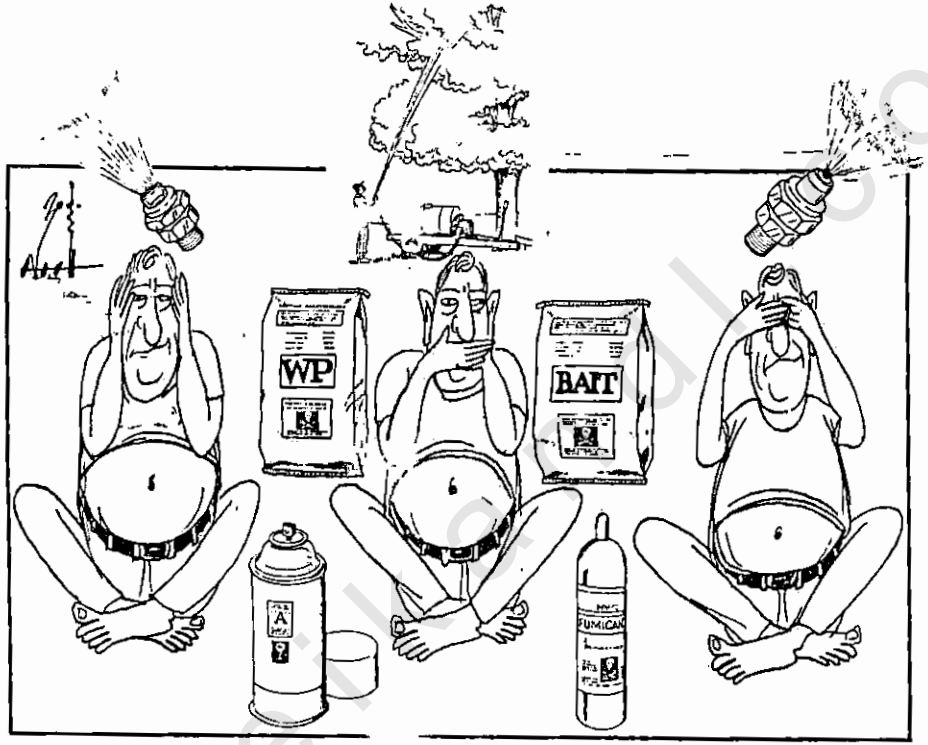
عقب الوصول لذلك يتم وضع برنامج الإدارة المتكاملة للآفة ويقترح أن تتضمن الإختبارات الآتية:-

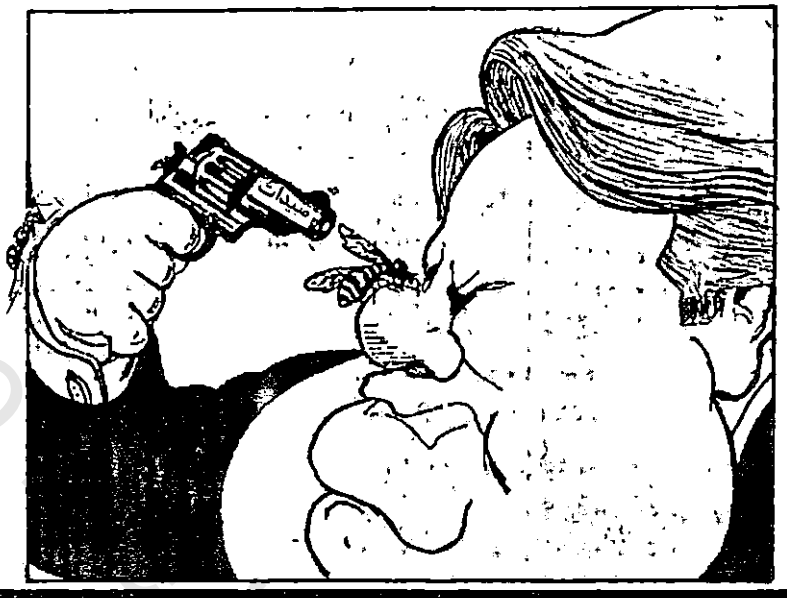
١- إدارة البيئة الزراعية من واقع المعلومات فى رقم ٢ وتفهم أسباب الفوران ومحاولة كبح عشائر الآفة إلى مستويات تحت إقتصادية بجعل البيئة أقل مناسبة لها.

٢- إستخدام الأصناف المقاومة وهو مفتاح الحل الجوهرى حيث من المهم تواجد أصناف مقاومة لهذه الآفة وآفات أخرى.

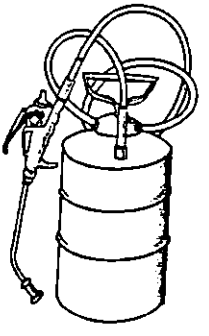
٣- تربية الطفيليات المرتبطة بها مثل الكوكوفاجس والإنكارسيا أو طفيليات أخرى وإجراء إطلاقات فصلية.

٤- إستخدام المبيدات مثل الادميرال أو مبيد إختيارى عند وصول الآفة إلى مستويات الضرر الاقتصادى مع ملاحظة دراسة تأثير إستخدام المبيدات على نوعية وكمية المحصول.


WP
BAIT
FUMICAN



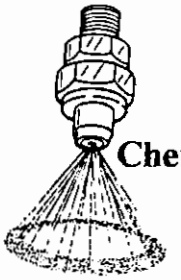
تابـــع
الوحـــدة الثـــالثـــة



إخْتيارات الإدارة المتكاملة للآفات

الفصل الثالث عشر: المكافحـة الكيماويـة

يشمل الفصل عرض موجز عن أحد الاختيارات الخطيرة والهامة فـــى الإدارة المتكاملة للآفات وبدأت بعرض عن الخلفية التاريخية لجدولة تطبيق المبيـدات الحشرية ثم عرض لفوائد وعواقب إستخدام مبيدات الآفات كوسيلة وحيدة فـى إدارة الآفات وخطأ هذا المفهوم. ووجد ضرورى ان يشـمل الفصـل عـرض لمبيدات الآفات نفسها مبتدءاً بأسماء وصيغ المبيدات وحصر لأهـم مجـاميع المبيدات ثم المواد المستخدمة مع المبيدات الحشرية ثـم الصـور المختلفـة لتجهيزات مبيدات الآفات وتأثيراتها البيئية ثم تطرق الفصل الى ســمية هـذه المبيدات على الحيوان والانسان ثم عرض موجز عن القوانيـن والتنظيمـات الخاصة بتداول مبيدات الآفات وينتهى الفصل باستراتيجية إستخدام المبيـدات فى الإدارة المتكاملة للآفات.



الفصل الثالث عشر: المكافحة الكيماوية Chemical control

مبيدات الآفات – أى الكيماويات المستخدمة فى مكافحة الكائنات الضارة المعروفة لنا كآفات – تلعب دوراً كل يوم فى حياتنا الحديثة. وتجاهل المبيدات هو تجاهل للحقائق – وسواء نحبها ام نكرهها – نحن عزلنا انفسنا عن العودة ثانية إلى الطبيعة "back – to - nature" أى من العودة إلى الطرق التقليدية القديمة بالتحرك المستمر تجاه

الإنتاج الزراعى القومى الضخم ولا يمكن الآن العودة إلى العمليات الزراعية التى كانت متبعة فى الخمسينات فلا يوجد أيدى عاملة كافية للزراعة أو لخف المزروعات او رش النباتات او تعفيرها او تسميدها أو إزالة الحشائش أو للرى وجنى المحاصيل كما كان سابقاً حيث حلت الميكنة الزراعية محل معظم الأيدى العاملة وأدخل الانسان المبيدات فى انظمة حياتية عديدة.

عندما نعلم ان هناك شخصان من كل ثلاثة على هذه الأرض يذهبا إلى النوم جوعى او يعانون من نقص غذائى وأن هناك أكثر من ٧٠ مليون فم جديد تظهر كل عام وتحتاج لغذاء وأن هناك آلاف من البشر تقتل كل عام بالأمراض التى تنقلها الحشرات تظهر الأسباب الحقيقية وراء الاستمرار فى إستخدام المبيدات فهذه الكيماويات تماثل فى اهميتها الأدوات التى تستخدم فى الزراعة والدواء. فهى هامة اهمية الجرارات والمضادات الحيوية. ولقد قدر أنه بدون المبيدات سنفقد ما يقدر

بنصف ما نحصل عليه الآن من محصول وألياف طبيعية. فالأرض الزراعية المنتجة للمحاصيل فى الدول المنتجة للمبيدات إنخفضت ما بين منتصف الخمسينات والستينات وبدأت تزداد فى السبعينات، مع ذلك زاد إنتاج المحصول بالنسبة لوحدة المساحة أثناء الإنخفاض هذا بل كان اكثر مما كان فى بداية الإنخفاض. ويرجع جزء من الزيادة فى إنتاجية المحصول إلى إستخدام المبيدات إلى جانب بعض العوامل الأخرى مثل تحسين الأصناف وإستخدام عمليات زراعية أفضل والزراعة فقط فى الأراضى الخصبة التى ساهمت كثيراً فى زيادة الإنتاج. ولكن كانت هناك حقيقة هامة هى الإسراف فى إستخدام المبيدات.

دعنا الآن ننظر إلى مبيدات الآفات وهى الكيماويات المستخدمة فى مكافحة الآفات الزراعية والطبية ومفصليات أخرى. لقد إستخدمت بالتأكيد تلك الكيماويات فى حماية الغذاء ونباتات الألياف والحيوانات الاليفة ومكافحة المفصليات الناقلة للأمراض فى الإنسان والحيوان وفى الحقيقة لا يمكن الحفاظ على زراعة المحاصيل بل ونوعية وكمية الإنتاج من الألياف والاغذية دون تدخل جوهرى من مبيدات الآفات. لقد إزداد إستخدام المبيدات منذ ظهور السموم الحديثة المختلفة فى الأربعينات من القرن العشرين وبعد زيادة ثانية فى الستينات والسبعينات وصل إستخدام المبيدات إلى أقصاه فى الثمانينات ثم ثبت الإستخدام واخذ فى الإنخفاض بعد ذلك. لقد أصبحت المبيدات ضرورية فى الحفاظ على مستوى راق للحياة فى العصر الذهبى من حياة الإنسان وستظل المبيدات هى الخط الدفاعى عندما يصل ضرر مفصليات الأرجل الى المستويات الإقتصادية.

لقد انتج فى الولايات المتحدة أكثر من ٦٠٠ مليون كجم من المبيدات مع مبيعات وصلت إلى ٨ بليون دولار. وقدر من هذه المبيعات ٧٢% فى المجال الزراعى و ٢١% فى المجال الصناعى و ٧% فى الإستخدام المنزلى والحدائق ووجد ان ٨٥% من الأمريكيون يستخدمون تلك المبيدات فى المنازل. وبلغت نسبة المبيدات الحشرية نحو ٤٧% من إجمالى المبيدات العضوية المصنعة وإحتلت مبيدات الحشائش المركز الثانى (٣٨%) والمركز الثالث كان للمبيدات الفطرية ومبيدات النيماتودا (١٤%) وهذا يوضح أهمية المبيدات فى الإنتاج الزراعى.

المبيدات الحشرية insecticides هى أنواع خاصة من مبيدات الآفات pesticides لقتل الحشرات ولافقرييات أخرى وتشكل فى أمريكا نحو ٣٦% من كمية مبيدات الآفات المستخدمة فى الزراعة ونحو ٥٠% من المبيدات المستخدمة فى الأغراض المنزلية والحدائق.

وهناك نحو ٧٥٠ مادة فعالة ذات تأثير إبادى حشرى لها آلاف الإستخدامات تم تسجيلها فى هيئة حماية البيئة EPA بامريكا (Environmental protection agency) وكان زيادة المبيدات الحشرية منذ الحرب العالمية نتيجة للميزات العديدة لهذه الكيماويات مقارنة مع طرق مكافحة الحشرات الأخرى واهم تلك المميزات هو فاعلية المبيدات الحشرية حيث يمكن التعامل مع مشكلة الحشرات أثناء تقدمها وخفض أعداد العشيرة لمستويات غير معنوية. بالإضافة إلى ان فعل المبيد الحشرى سريع وعادة ما يظهر تأثيره خلال ساعات وتقل المشكلة خلال أيام قليلة. ويعمل كعلاج للمشكلة قبل حدوث فقد كبير. والمبيدات الحشرية أيضاً إقتصادية على الأقل فى المدى القصير مقارنة مع الوسائل الأخرى لإدارة الآفات ووجد فيما يتعلق بالمحصول فقط أن نسبة التكاليف / الفوائد cost / benefit تصل الى نحو ٤ إلى ٥ دولارات تعود لكل دولار يستثمر فى تطبيق المبيدات وأخيراً المبيدات الحشرية سهلة التطبيق.

ولسوء الحظ لمبيدات الآفات مشاكل هامة. وتحدث بعض تلك المشاكل داخل النظام الزراعى نفسه مع الإستخدام المعتاد لها. من ذلك مقاومة الحشرات للمبيدات – فوران الآفات – ظهور آفات جديدة وهى مشاكل يمكن أن تحدث عقب التطبيقات المتكررة لهذه المركبات. كذلك قد يكون لمبيدات الآفات تأثير سلبى على الأنواع الغير مستهدفة مثل نحل العسل والأسماك والحياة البرية داخل أو خارج الأنظمة البيئية الزراعية. والأضرار بهذه الكائنات تكلفة لم تراعى عند حساب التكلفة / الفوائد بالإضافة إلى ان المبيدات تمثل مخاطر لمستخدمها فكثير من المبيدات عالية السمية للإنسان ويمكن أن تضره او تقتله عند التطبيق الغير مناسب أو عند حدوث حوادث.

أولاً: ظهور التطبيقات الكيماوية المبرمجة:

Origins of scheduled chemical applications

سنتطرق لجدولة المبيدات بعرض لهذا التاريخ فى الولايات المتحدة كبلد منتج

للمبيدات فيعطى ذلك لنا الصورة الحقيقية لظهور فكرة جدولة تطبيق المبيدات والتى قد لا تختلف كثيراً فى كثير من البلاد المنتجة أو المستوردة للمبيدات.

كيف ترجلنا بأقدام خاطئة نحو جدولة ولوائح الرش وأنظمة المكافحة المبكرة التى تعتمد كلياً على معاملات كيماوية؟ ثم ترتيب مواعيدها، من المحتمل جداً أن ذلك بدأ مبكراً فى ١٨٦٨ عندما إستخدم مستحلب الكيروسين فى مكافحة حشرات قشرية مختلفة على الموالح خاصة حشرة سان جوزيه القشرية ومع مرور الوقت طبقت المستحلبات على الموالح والفاكهة كالتفاح فى أثناء موسم سكون النبات dormant growing season. ثم دخل رش الجير الكبريتى فى مكافحة حشرة سان جوزيه القشرية فى ١٨٨٠ فى كاليفورنيا. ثم اكتشف فى ١٩٠٢ ان الجير الكبريتى مؤثر ضد جرب التفاح apple scab. وتم تحديد إستخدام هذه المواد كمبيدات للحشرات القشرية scalicides والمبيدات الفطرية fungicides على أساس سنوى منتظم وأعطى ذلك مكافحة مقنعة ولم ترتفع عشائر الحشرات القشرية والامراض كما كانت فى الماضى وأمكن حفظ تلك الآفات أسفل مستويات غير إقتصادية برشة واحدة فى منتصف الشتاء وأصبحت المكافحة الكيماوية مؤثرة ومتاحة باقل التكاليف.

فى عام ١٩١٨ وجد ان التعفير بزرنيخات الكالسيوم مؤثر فى مكافحة سوسة اللوز على القطن وأصبح بسرعة مبيد حشرى إختيارى. ووجد ان الإستخدام الجيد لهذا المبيد أعطى مكافحة ممتازة لسوسة اللوز مع زيادة محسوسة فى إنتاج القطن وظهرت مرحلة حركة علم الحشرات التطبيقى نحو الإعتماد المكثف على إستخدام المبيدات الحشرية.

عقب دخول زرنيخات الكالسيوم بوقت قصير لمكافحة سوسة اللوز على القطن دخلت الطائرات فى عمليات مكافحة الحشرات. وكان أول تطبيق جوى للتعفير بزرنيخات الكالسيوم فى عام ١٩٢١ لمكافحة *Catalpa sphinx* فى اوهايو. ووضح فى هذا الأسلوب الجديد من المكافحة انه يمكن تطبيق المبيدات فى ٥٠ إيكر فى أقل من ساعة ولم يصبح التطبيق الجوى للمبيدات شائع إلا بعد الحرب العالمية الثانية عندما توفر أعداد كبيرة من الطائرات والطيارين وظهور التطبيقات المنتظمة للمبيدات بدخول مساحيق زرنيخات الكالسيوم وإستخدام الطائرات فى تطبيقها.

لم تفى زرنيخات الكالسيوم بتغطية كل مشاكل مكافحة الحشرات بالإضافة إلى انه عقب إستخدامها فى الحقول تأثرت عشائر المفترسات بشدة مثل أبى العيد والخنافس الأرضية وأسد المن وأعقب الفقد فى المفترسات فورانات خطيرة فى المن ثم ديدان اللوز الأمريكية. وكان الفقد الناتج عن نشاط الآفات عادة أكبر من الفوائد المتحصل عليها من مكافحة سوسة اللوز.

وإنتهى عصر زرنيخات الكالسيوم عندما ظهرت مبيدات الحشرات العضوية الكلورونية organochlorine عقب الحرب العالمية الثانية فى بداية ١٩٤٦ مثل الددت و BHC والتوكسافين والكلوردان والالدرن والهبتاكلور والديلدرن والاندرن. وظهر لأول مرة فى تاريخ الانسان مبيدات رخيصة مؤثرة. وأعقب إستخدامها نتائج باهرة ملموسة. ونظراً لأن هذه المبيدات كانت إقتصادية ومؤثرة إقتنع المزارعون بان جميع مشاكل الآفات لديهم إنتهت. ويمكن القول بأن المبيدات الكلورونية العضوية إستخدمت باهتمام و بتقدير شديد لبر فقط فى مكافحة حشرات القطن ولكن عمليا على جميع المحاصيل من ١٩٤٨ وحتى الستينات وخلال هذه الفترة اهمل ت تماماً المستويات الإقتصادية للآفات الحشرية وكان الهدف هو رؤية الحقل نظيف (clean field) تماماً من الحشرات.

رغم ان كثير من المحاصيل الزراعية إعتمدت كثيراً على المبيدات الحشرية ولكن قليل فقط من تلك المحاصيل كان مسئولاً عن أطنان المبيدات التى إنطلقت فى البيئة فالقطن إستهلك ٤٧% من المبيدات التى طبقت على جميع المحاصيل الزراعية وتلى القطن الذرة حيث إستخدم ١٧% من المبيدات الحشرية المطبقة على المحاصيل ولذا فإن تركيز الجهود لإستخدام إتجاه إدارة الآفات على القطن والذرة سيقلل من إستخدام المبيدات الحشرية على هذه المحاصيل وبالتالى من الإجمالى الكلى للمبيدات على المحاصيل المختلفة وبدون شك الإتجاه نحو إدارة الآفات فى المحاصيل الأخرى سينتج عنه خفض فى كميات المبيدات الحشرية المستعملة على تلك المحاصيل.

ثانياً: فوائد وعواقب إستخدام المبيدات:

Benefits and consequences of using pesticides

أ. الفوائد Benefits :

كانت الفوائد الرئيسية التى نتجت عن إستخدام المبيدات الحشرية الكلورونية العضوية تتلخص فى اربعة كلمات وهى إقتصادية – سريعة – عالية الثبات – عالية الإنتاج. وكان المزارعون فرحون بالمتاح من المبيدات الحشرية المخلقة حديثاً الرخيصة الثمن (٢٥ إلى ٧٥ سنت للرطل). وكان فى إستطاعة كل فرد أن يطبق تلك المبيدات عملياً وبإسلوب سهل ويتحصل على نتائج باهرة وتولدت فلسفة جديدة إنتشرت بين العامة فى هذا الوقت وهو السعادة فى مشاهدة الحشرات الميتة ***The only good bug is deadbug*** .

لقد عرفت المكافحة المبكرة لسوسة اللوز والتربس والحشرات الأخرى فى القطن. وكان هناك رشتان للمبيدات الحشرية الكلورونية تطبق بفاصل زمنى من ٨ – ١٠ أيام على القطن عند ظهور اللوز الصغير. وشد هذا البرنامج إنتباه المزارعين وأصبح هناك برنامج منتظم للمكافحة خلال موسم النمو دون النظر لعشائر الآفة او المستويات الإقتصادية والذرة الذى كان يعانى لسنوات فى وسط شمال أمريكا من دودة جذور الذرة أصبح فجأة خال من هذه الآفة عقب إستخدام الديلدرن او الهبتاكلور فى التربة لمكافحة الطور اليرقى الضار. وأصبحت تعامل الحقول بسرعة كل سنة بالمبيدات الكلورونية العضوية وقت الزراعة كطريقة للمقاومة.

كان لدى مزارع التفاح والفواكه الأخرى برنامج لتطبيق المستحلبات الزيتية فى موسم السكون لمكافحة الحشرات القشرية والحلم وعقب ظهور المبيدات الحشرية الكلورونية وضع برنامج إضافى للرش خلال موسم النمو حيث كان يطبق من ٧ – ٨ رشات وكانت أول رشة قبل الإزهار مباشرة. مرة أخرى – أصبح نمط إستخدام المبيدات على أساس برنامج مرتبط بمراحل نمو أشجار الفاكهة "تواريخ" دون النظر إلى عشائر الآفة أو المستويات الإقتصادية.

ثم إنضم إنتاج الخضر لهذا الإتجاه حيث ظهر برنامج للرش بالمبيدات ضد الحشرات والأمراض الفطرية وقد شجع هذا الإتجاه ان سيدة المنزل أصبحت تفضل ثمار الخضروات أو الفاكهة التى لا تحمل أى علامات لإصابة حشرية مسبقة.

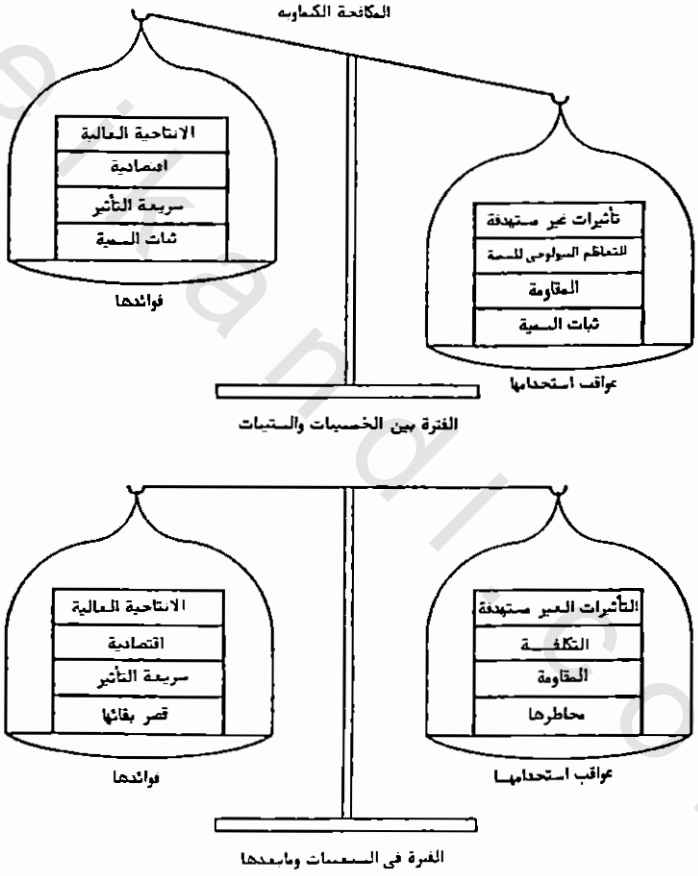
لقد تقبل بسهولة مزارعوا الموالح هذه الطريقة السهلة والإقتصادية فى مكافحة الحشرات – اى التطبيقات المجدولة. وتم مكافحة التربس والحشرات القشرية والحلم بهذه المواد الجديدة وظهرت فى الأسواق ثمار البرتقال والجريب فروت والليمون الخالية من الامراض والحشرات.

لقد أصبحت مكافحة الحشرات أبسط من كل العمليات الزراعية تتطلب فقط معدات الرش والمبيدات ولا تتطلب معلومات خاصة أو مهارات. وأصبحت جزءاً من النظام الإنتاجى للمحاصيل. والسبب الذى أدى إلى الإسراف فى المبيدات هو الزيادة التى حدثت فى إنتاج المحاصيل فإنتاج الكاكاو فى غانا وهى المصدر الأول له فى العالم تضاعف ثلاث مرات بإستخدام المبيدات الحشرية لمكافحة نوع واحد من الحشرات فقط. وإزداد إنتاج السكر فى باكستان ٣٣% مع إستخدام المبيدات وقدرت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بان ٥٠% من إنتاج القطن فى الدول النامية يمكن ان يفقد فى حالة عدم إستخدام المبيدات. وكانت هناك أسباب جيدة فى الولايات المتحدة فيما يخص الزيادة فى الإنتاج حيث إزداد القطن ١٠٠% والذرة ٢٥% والبطاطس ٣٥% والبصل ١٢٥% والدخان ١٢٥% وبذور البنجر ١٨٠% وبذور البرسيم ١٦٠% وإنتاج اللبن ١٥%. وبهذا أصبحت المبيدات أساسية ولا غنى عنها فى التقدم التكنولوجى الزراعى للحفاظ على الإنتاج الإقتصادى. وتطور نمط الاعتماد الكلى على المبيدات ليشمل معظم المحاصيل وأصبحت جزءاً من الميكنة الزراعية الإجمالية وأصبحت المكافحة الحشرية الوقائية مقبولة لأنها كانت سهلة الجدولة وإقتصادية.

ب. عواقب إستخدام المبيدات The consequences :

لقد أدى إستخدام المبيدات الكلورونية العضوية فى الفترة من ١٩٤٦ وحتى ١٩٧٠ إلى ظهور مشاكل منها الثبات العالى للمبيدات والتراكم الحيوى والمقاومة والسمية على

الكائنات الغير مستهدفة (شكل ١٢٦). بعض من هذه العواقب خاصة مقاومة الحشرات للمبيدات والتأثير على الكائنات الغير مستهدفة نتجت أيضاً من إستخدام الفوسفات العضوية والكاربامات وغيرها. نتج عن ذلك أن كثير من الشركات أدخلت فى إعتباراتها الفوائد وعواقب تطبيق المادة الكيماوية لتكون متاحة عند عمل قرار بإستخدام مبيد حشرى كيماوى لمكافحة حشرة ما وراعت ان تكون تلك الفوائد على الأقل مساوية "متزنة" مع عواقب الإستخدام بل ويفضل أن تتعدى تلك المساوئ.

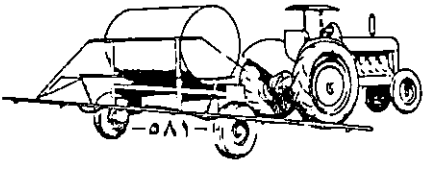


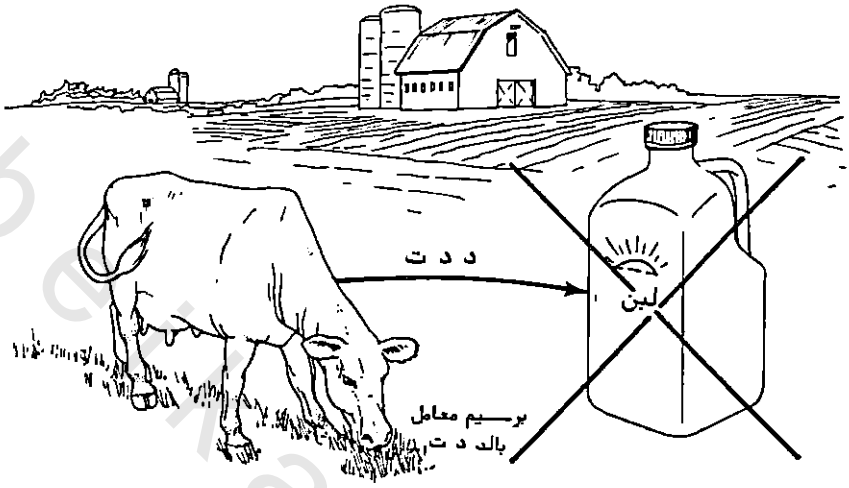
شكل ١٢٦: فوائد وعواقب إستخدام المكافحة الكيماوية: (١) الاهتمام بالفوائد فقط فى الفترة بين الخمسينات والستينات (٢) محاولة الوصول إلى إتزان بين الفوائد والعواقب فى السبعينات وما بعدها.

١- الثبات والتعاظم الحيوى Persistence and biomagnification :

الثبات persistence هو نوعية المركب فى الإحتفاظ بالتركيب الكيماوى والفاعلية البيولوجية لفترات طويلة من الزمن. وهى صفة تعتبر مطلوبة لإستمرار المكافحة ولكنها تسبب أيضاً بعض المشاكل البيئية. فلقد كان الددت أكثر المبيدات التى أتيحت للبشرية – نفعاً وأكثرهم رخصاً. ولم يستخدم فقط بكميات كبيرة ولكن بكميات هائلة. ورغم ذلك فهو أكثر المبيدات التى إتصفت بالسمعة السيئة. ولقد توقفت جميع إستخداماته وألغى فى أمريكا من ١ يناير ١٩٧٣. وكان السبب الأساسى لشطبه وعديد من الهيدروكربونات المكلورة الأخرى راجع لصفة الثبات والذوبان فى الدهن. بينما المبيدات الحشرية التابعة للأقسام الرئيسية الأخرى أقل ثباتاً نسبياً حيث تتكسر فى الحيوانات بفعل الانزيمات وفى البيئة بفعل الكائنات الدقيقة والحرارة و / أو بالأشعة الفوق بنفسجية.

ومع ذلك يتكسر الددت ببطئ وأحياناً خلال سنوات عديدة. مثل هذا الثبات يؤدى إلى متبقيات نشطة يتناولها الحيوان مع الغذاء. والجرعات السامة لهذه الكيماويات التى يتناولها الحيوان والتى لم تمثل تخزن فى الجسم الدهنى. ونتيجة للإستخدام الواسع لعديد من السنوات تراكم الددت فى الحيوانات التى تغذت على نباتات تحمل تلك المتبقيات. وأبقار اللبن (شكل ١٢٧) التى تغذت على علف معامل انتجت لبن به متبقيات عالية فى دهن اللبن. وفى النهاية تناول الإنسان الددت خلال اللبن ودهون حيوانات أخرى ثم خزنت تلك المتبقيات فى أنسجة الإنسان ذاته. وفى الحقيقة وحتى وقت قريب حمل الأمريكيون متوسط قدره ١٠ جزء فى المليون من الددت فى أنسجة أجسامهم وهبط هذا التركيز منذ ان شطب معظم إستخدامات الددت.





شكل ١٢٧: رسم تخطيطى يوضح طريق وصول الددت إلى منتجات الألبان

حدثت مشاكل مشابهة مع المفترسات فى كثير من الانظمة البيئيـــة. فاللافقريـــات التى التهمت نباتات وبقاياها بما تحمل من متبقيات للددت تخزنت تركيزات الأخيرة فـــى اجسامها الدهنية ثم تغذى على تلك اللافقريات فيران وزواحف وبرمائيـــات وأســماك وآكلات حشرات أخرى صغيرة فتزايد تركيز تلك المتبقيات فى أنسجتها. ومثـــل تلـــك المفترسات الاولية primary predators تغذى عليها بالتالى مفترسات أخرى أعلى فـــى السلسلة الغذائية مثل الصقور والبوم والتى بالتالى يصلها تركيزات أعلـــى مـــن المبيـــد الحشـــرى. مثـــل تلـــك الظـــاهرة تعـــرف بظـــاهرة الـــتراكم أو التعـــاظم الحيـــوى biomanification (شكل ١٢٨) والذى يعتقد أنها مسؤله جزئيا عن إنخفاض مثل تلـــك المفترسات مثل طيور العقاب النسارية ospreys والنسور والنورس seaguls والبجـــع وحيـــوانات اخـــرى. فـــى بعض الحالات عـــزى سبب خفـــض عشائر تلك الطيـــور

موضع الدراسة قادراً على إحداث تأثيرات بيولوجية على سبيل المثال عندما يكون المركب ذات سمية حادة محدثة للسرطان carcinogenic او للطفرات mutagenic او teratogenic أو عندما يكون قادراً على إحداث ظروف سمية مزمنة أخرى. وكان الثبات والتعاظم الحيوى هى الأسباب الرئيسية التى ادت إلى إلغاء عدد من تسجيلات المبيدات الحشرية الكلورونية العضوية بواسطة هيئة حماية البيئة EPA وظهر أهمية إدخال التأثيرات البيئية فى الإعتبار عند التخطيط لإستخدام اى مبيد جديد.

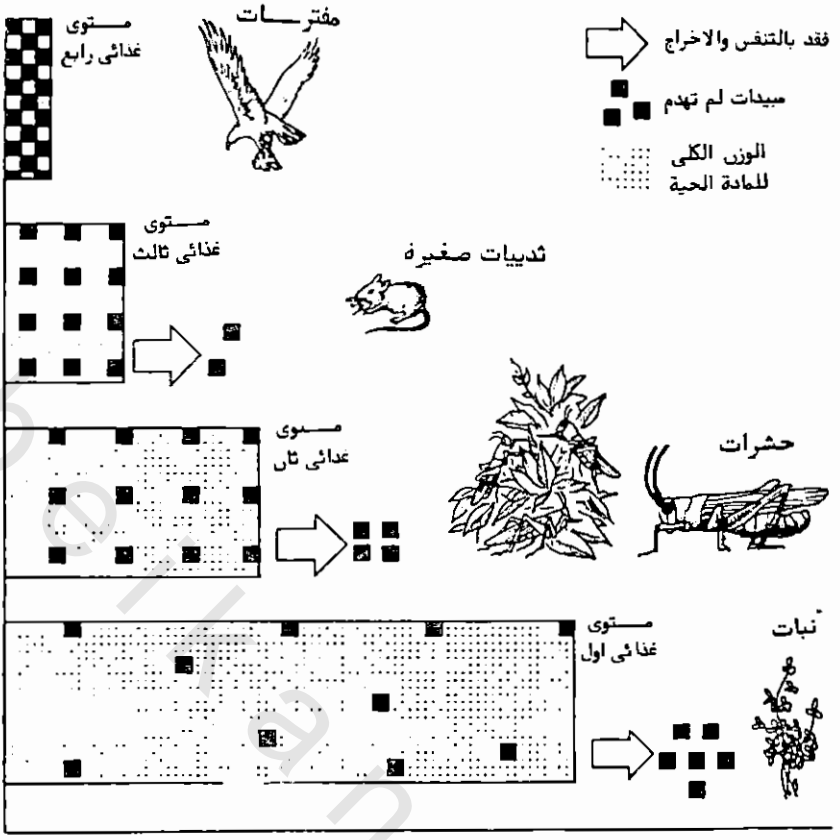
وكانت أكثر العواقب التى ساعدت بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فى التفكير فى إدارة الآفاتِ الحشرية هى مقاومة الحشرات للمبيدات الحشرية وسمية تلك المبيدات على الكائنات الغير مستهدفة وخاصة التى نطلق عليها بالطفيليات والمفترسات.

٢- مقاومة الحشرات للمبيدات الحشرية Resistance :

المقاومة resistance او التحمل tolerance مصطلحات شائعة فى عالم الممرضات والحشرات. معظم العدوى بالـ staphylococcus او الـ staph مقاومة للبنسلين وبعض سلالات السيلان gonorrhea لم يكن فى الاستطاعة مكافحتها بالمضادات الحيوية التقليدية ومقاومة الذباب والصراصير للددت جعلتها مقاومة للكوردان. وبعض المبيدات الفطرية فشلت فى مكافحة أمراض نباتية معينة.

يوضح ظهور المقاومة للمبيدات الحشرية فى الآفات الحشرية شكل بسيط من التطور. حيث تقتل الحشرات الحساسة تاركة ورائها فقط الحشرات ذات التركيب الورائى المقاوم للمبيد ومع الوقت تكون الأفراد المقاومة جزءاً كبيراً من عشيرة الآفة وتنتقل صفة المقاومة فى الأجيال التالية. وتمثل المقاومة فى الآفات الحشرية ببساطة الاحياء الناشئة عن ميكانزم إنتخابى صارم للمبيد خلال عدة أجيال. وكلما زاد عدد الاجيال التى تتعرض لمبيد ما فى فترة من الزمن كلما زادت قوة ظهور المقاومة نتيجة للإنتخاب الكيماوى المكثف أى ان سرعة ظهور المقاومة تتوقف على زيادة التعرض للمبيد.

لقد أصبحت مقاومة الحشرات للمبيدات تشكل مشكلة خطيرة ففى عام ١٩٤٤ عرف أن ٤٤ نوع حشرى كون مقاومة لمبيدات مختلفة فى بعض العشائر رغم ان



شكل ١٢٨: يوضح الرسم مستويات تراكم متبقى مبيدات الآفات الذى لم يهدم وتصاعده فى السلسلة الغذائية. ويمثل حجم المستطيل إجمالى الكتلة الحية عند المستوى الغذائى. وهذا مثال للتعاظم الحيوى.

إلى أن التراكم الحيوى أدى إلى وضع الطيور بيض رفيع قشرته سهل التلف فعمل ذلك على فشل فى التكاثر. والهيدروكربونات المكلورة الأخرى التى سببت التعاظم البيولوجى الـ DDE (ناتج تمثيل الـ DDT) والـ TDE والديلدرن والالدرن والـ HCH ومشابهاته والـ mirex والهبتاكلور والاندرين.

الثبات والذوبان فى الدهن شكلت الصفتان التى سمحت بظاهرة التعاظم الحيوى للمركبات السابقة ويصبح الثبات والتراكم الحيوى ذات اهمية خاصة إذا كان المركب

المبيدات المخلقة الجديدة لم تكن موجودة فى هذا الوقت. ووصل العدد فى السبعينات إلى ٢٥٠ نوع حشرى نصف هذه الحشرات ذات أهمية زراعية. ويوجد اليوم نحو ٥٠٠ نوع من الآفات المفصلية الأرجل مقاومة لواحد أو أكثر من المبيدات (شكل ١٥).

كلما زادت المبيدات الحشرية الغير فعالة ضد أنواع معينة تزداد تبعاً لذلك مشكلة مكافحة الآفات الحشرية. فلقد أصبح هناك الآن عشائر لآفات حشرية عديدة تحوى نسبة عالية من الافراد المقاومة لجميع المبيدات المعروفة ولم يعد هناك مبيدات بديلة متاحة لها ولم تصبح المبيدات وسيلة فعالة لمكافحتها لذا كان لمقاومة الحشرات للمبيدات من أحد إهتمامات إدارة الآفات الحشرية لأسباب منها:

١- أعداد الأنواع المقاومة للمبيدات فى تزايد سريع.

٢- عدم وجود مبيدات جديدة لمواجهة المشاكل الحديثة فى مكافحة الحشرات.

من أحد المشاكل التى إرتبطت بمقاومة الحشرات للمبيدات المقاومة المشتركة cross ressistance. فالحشرات التى كونت مقاومة لأحد المبيدات الحشرية الكلورونية العضوية أصبحت بالتالى مقاومة لمبيد كلورينى عضوى آخر رغم أنها لم تكن قد تعرضت له من قبل. وأصبحت فى كثير من الحالات الحشرات المقاومة للكورينات العضوية مقاومة بسرعة للمبيدات الفوسفورية العضوية ونظراً لأن طريقة التأثير للمبيدات الفوسفورية العضوية والكربامات متشابهة كونت الحشرات المقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية مقاومة سريعة لواحد او اكثر من الكاربامات لذا هناك خطورة مستترة للمقاومة المشتركة بمعنى ان الحشرات قد تكون مقاومة لمركبات لم تتعرض لها من قبل.

يمكن أن تعزى هذه الأمثلة للمقاومة لطريقة وحيدة للتأثير للمبيد المعين والتى تعطل فقط عملية تحكم وراثى واحدة فى ميتابولزم الحشرة. والنتيجة هو ظهور العشائر المقاومة فجأة إما عن طريق إنتخاب الأفراد المقاومة فى العشيرة أو عن طريق طفرة والتى يبدو أنها طريقة أقل شيوعاً من الطريقة الأولى. عموماً كلما كان موقع وطريقة تأثير المبيد الحشرى أكثر تخصصاً كلما كان هناك إحتمال أكبر لظهور المقاومة لهذا المبيد.

ما سيذكر الآن سجل فى جميع أنحاء العالم وسنأخذ مثال من أمريكا وهو مثال نموذجى عن تكوين المقاومة فى حشرة نتيجة ضغط المبيد الحشرى وإرتقاء حشرة ثانوية إلى حشرة أولية ذات اهمية خطيرة. ففى بيرو قبل عام ١٩٤٩ إعتمد على إستخدام الزرنيخات وسلفات النيكوتين فى مكافحة حشرات القطن وكان إنتاج الايكر من القطن ٤٧٠ رطل سنوياً. وتضاعف إنتاج القطن عندما استخدمت المبيدات الكلورونية وفى ١٩٤٩ حدثت فورانات شديدة لدودة اللوز الأمريكية والمن وحدث فى نفس الوقت إستنزاف للأعداء الطبيعية. وفقدت جميع المبيدات الكلورونية فاعليتها عندما أصبحت ديدان اللوز مقاومة للمبيدات وكسبت الآفات الحشرية المعركة رغم زيادة تكرار ومعدلات التطبيق وشكل موسم القطن فى ١٩٥٥ – ١٩٥٦ كارثة قومية. وبدأ فى إستخدام برامج المكافحة المتكاملة فى السنوات التى تلت ذلك عن طريق أخذ عينات حقلية للآفات وإستخدام أفضل للحشرات النافعة مع تطبيق المبيدات وقت الحاجة فقط وكان من نتيجة ذلك ان تصاعد الإنتاج بسرعة ووصل إلى ٧٠٠ رطل / الإيكر. قصة التوكسافين ودودة ورق القطن قصة مشابهة حدثت فى مصر عام ١٩٦١ حيث أدى مقاومة وفوران دودة ورق القطن الى خسارة فادحة بلغت نحو ٨٠% من المحصول.

المقاومة لا تظهر بنفس الخُطى فى جميع أنواع الآفات الرئيسية ولكن تظهر المقاومة متساوية الخطورة فى معظم الحشرات الهامة كما فى أمريكا مثل سوسة اللوز ودودة لوز القطن ودودة براعم الدخان وحفار ساق القصب وسوسة الارز المائية. وأحد المظاهر الخطيرة للمقاومة هو انه عندما تظهر المقاومة قد لا يوجد مبيد حشرى بديل كاف لمكافحة الآفة.

قلة فاعلية مبيد حشرى ما التى قد تظهر لا تعنى بالتأكيد أن الحشرة مقاومة له. فقد تقل الفاعلية عند الأضرار بالمكافحة الطبيعية مثل الطفيليات والمفترسات. ففى الحقيقة هناك نسبة قليلة جداً من إجمالى عدد الحشرات يمكن إعتبارها آفات. وعندما تصبح الأخيرة فى كثافات عشائرية طبيعية فإن معظمها لا يسبب تهديد للمحاصيل المنزرعة بل يصبح كثير منها هام لسلامة وثبات البيئة وذلك لأن تلك العشائر تحت سيطرة ضرر أنواع أخرى هامة. وقد يرجع قلة فاعلية المبيد لظهور سلالات بيولوجية

مثل السلالات البيولوجية للدبابة البيضاء التي ظهرت في مصر نتيجة إستيراد وزراعة عدة أصناف من بعض محاصيل الحصر.

معظم المبيدات الحشرية المستخدمة في الوقت الحالي ذات مدى واسع من التأثير بمعنى انها مميتة لمدى واسع من الحشرات واللافقريات أخرى من ضمنها الحشرات النافعة مثل الطفيليات والمفترسات المرتبطة بالآفات المستهدفة. وعندما تنخفض عشائر الآفة الحشرية فإن أعدائها الطبيعية تنخفض أعدادها أكثر وقد يعقب ذلك فوران حشري في عشائر الآفة يؤدي إلى زيادة في الإضرار بالمحصول.

مع إستخدام المبيدات الحشرية ذات المدى الواسع فإن الحشرات التي كانت تحت السيطرة الطبيعية ولا تسبب ضرر تزداد أحيانا بأعداد كبيرة لتصبح آفات خطيرة نتيجة قتل أعدائها الطبيعية. ولذلك أي شخص يمكن أن يساعد اي حشرة ضارة إلى الوصول الى الوضع الآفي بالإستخدام "المناسب" لمكافحتها بالمبيدات فقط والمناسب هنا في الحقيقة تعني الغير مناسب من وجهة نظرنا.

٣- التأثيرات على الكائنات الغير مستهدفة:

Effects on nontarget organisms

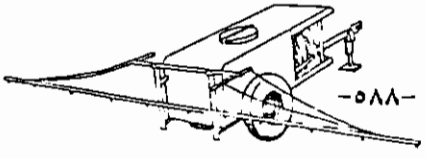
تطبق المبيدات الحشرية سموماً على محصول زراعي ما لاجل مكافحة آفات حشرية قليلة فقط. وفي معظم الحالات تتطلب الآفات الأكثر ضرراً "key species" هذا النوع من مقياس المكافحة الصناعي "مكافحة كيماوية" لمنع فقد إقتصادي في المحصول. ومع ذلك يوضح تاريخ إستعمال المبيدات حقيقة ظهور مشاكل إضافية إما بفوران سريع لعشيرة الآفة المعاملة أو إرتقاء آفات قليلة الأهمية إلى آفات ثانوية أو آفات رئيسية.

عزى عموماً فوران outbreak الآفات الثانوية او فوران resurgence الأنواع المستهدفة عقب تكرار تطبيق المبيدات الحشرية إلى الأضرار بأعدائها الطبيعية (شكل ٩، ١٠). وهذا قد يكون أولا يكون السبب الأساسي لمثل هذه التغيرات في معقد الآفات. وفي مكافحة الحشرات بالمبيدات الحشرية يجب ملاحظة أن بعض الآفات التي كانت تعتبر هامة تنخفض عشائرها أو تصبح تقريباً غير موجودة في مواجهة التطبيقات المتكررة للمبيدات الحشرية خاصة الفوسفورية العضوية. على سبيل المثال

إنخفض المستوى الضار لآفتين من آفات القطن الهامة وهى دودة القطن ومن القطن عقب إستخدام الفوسفات العضوية لمكافحة سوسة اللوز "آفة أكثر ضرراً" والتى كونت مقاومة للكورينات العضوية. وحدث هذا مع مخاليط من الفوسفات العضوية والكلورونية العضوية لمكافحة حشرات القطن فى جنوب الولايات المتحدة منذ عام ١٩٦٥. وبالتأكيد كان لها تأثير مساو أو أكثر ضرراً على المفترسات والطفيليات عن الذى أحدثته المبيدات الكلورونية العضوية قبل هذا الوقت. وكان سبب إنخفاض الوضع الآفى pest status لهذين الحشرتين يرجع إلى التأثير الشديد للمبيدات الفوسفورية العضوية على دودة ورق القطن والمن وبدرجة لم تمكنهم من نمو عشائر تصل لمستويات إقتصادية.

هناك حالات أخرى جديرة بالذكر وهى إنخفاض أهمية آفات معينة عقب إستخدام المبيدات الحشرية. ولقد وضح لعدد من السنوات أن العكس هو الحالة الأكثر شيوعاً بمعنى أن الآفات الغير هامة تصبح هامة وان هناك إشارة واضحة للإرتباط المباشر مع إستخدام المبيدات الحشرية. وبالتأكيد أن خفض الأعداء الطبيعية بالمبيدات هو السبب الرئيسى لهذا التحول رأساً على عقب.

قد نجادل فى ان تأثير المبيدات الحشرية على كلاً من الآفات والأعداء الطبيعية على قدم المساواة وأن قدرة الآفات فى العودة resurge يجب تطبيقها أيضاً على عشائر الأعداء الطبيعية. وربما هذا حقيقى فى بعض الحالات. وفى الحقيقة بعض الحشرات النافعة والحلم مثل خنافس أبى العيد وحلم الـ phytoseiied كونت مقاومة للمبيدات الحشرية مع أنواع الآفات. ومع ذلك تضار عشائر الاعداء الطبيعية مرتان بتطبيقات المبيدات الحشرية فى الأولى بالتطبيق المباشر للمبيدات وتعرضها للتسمم مع الآفات وبالتالى يقل تعدادها مع الآفات لأعداد منخفضة نسبياً. وفى الثانية عندما تجد الأعداء الطبيعية الحية التى نجت من المعاملة غذاء قليل "عائل أو ضحية" عقب المعاملات. وقد يؤدى ذلك إلى خفض ثان فى عددها نتيجة الجوع أو لعدم قدرتها على الإهتداء إلى عوائل او ضحايا مناسبة لتكاثرها قبل حدوث عودة للآفة. وقد يماثل هذا الضرر لعشائر الاعداء الطبيعية الضرر بالمبيدات الحشرية. بمعنى أن الأعداء الطبيعية تتلقى الأذى من تطبيق وحيد لمبيد حشرى مرتان "the old "one – two: (١) بالقتل المباشر



(٢) بحرمانها من العوائل المناسبة لتكاثرها.

لقد أوضحت التجارب أن المبيدات الحشرية تخفض عشائر الأعداء الطبيعية ويؤدى ذلك زيادة فى عشائر الآفات. وهناك امثلة لا حصر لها سنختار منها مثالان الأول فى عام ١٩٤٦ – ١٩٤٧ حيث حدثت خسائر فادحة فى مزارع الموالح فى كاليفورنيا نتيجة زيادة عشائر البق الدقيقى الإسترالى عقب تطبيق المبيدات على أفات أخرى. وعزى ذلك الى موت وإزالة لعشائر خنافس الفيداليا المفترس الذى كان العامل المسيطر الرئيسى لهذه الحشرة منذ دخولها إلى كاليفورنيا فى عام ١٨٨٨. ومنذ هذا الحدث وضح تجريبياً أن إقصاء خنافس الفيداليا كان السبب الوحيد فى زيادة عشائر البق الدقيقى الإسترالى.

ويوضح المثال الثانى كيف أن إزالة المفترسات قد يسمح بعودة لظهور الآفة. مثل حلم الفراولة cyclamen والحلم المفترس *Typhlodroma reticulatus* . فلقد أوضح العلماء ان موت المفترس نتيجة معاملة نباتات الفراولة بالبراثيون سمح لعشائر الحلم الضار cyclamenmite إلى الزيادة من ١٥ إلى ٣٥ ضعف بينما إستمر تناقص الحلم الضار فى المناطق التى لم يتعرض فيها الحلم لهذه المعاملات. ويمكن الحصول على نتائج مشابهة فى الصوب عند إزالة المفترسات بالأيدى بدلاً من المبيدات. وفى كلا الحالتين تسمح إزالة المفترسات بزيادة سريعة لعشائر الآفة.

بإختصار – حتى لو أن كلا من الآفات والأعداء الطبيعية تأثرا تأثيراً مماثلاً بالمبيدات الحشرية إلا ان هناك دلائل على ان مشاكل آفاتنا الزراعية من صنع أيدينا نتيجة الإستخدام الواسع للمبيدات وأن خفض الأعداء الطبيعية سبب رئيسى للتغير فى حالة الآفات وفوران الأنواع المعاملة ولذا من المهم إستخدام المبيدات بأسلوب حكيم لتقليل التأثير السيئ للمبيدات.

لقد ثبت علمياً فى جميع أنحاء العالم أن المبيدات لم تقضى على الحشرات. وإنما الحشرات هى التى تقضى على المبيدات ... فالمبيدات أصبحت عاجزة عن متابعة الحشرات فى تطورها من جيل إلى آخر. كما أثبتت الحشرات قدرتها الفذة على المرونة والمقاومة وتطوير نفسها إلى كائنات جديدة يمكنها أن تتغذى على الغذاء الملوث بالمبيدات.

ثالثاً: أسماء وصيغ المبيدات الحشرية:

Insecticides names and formulas

تعنى كلمة insecticide المادة القاتلة للحشرات و هى مشتقة من مقطع لاتينى insecta وتعنى الحشرات ومقطع لاتينى آخر cida أو القاتل أى قاتل الحشرات. والمصطلح pesticide يعنى بقاتل الآفات أى يشير لمدى أكبر من الحشرات حيث يضم بالإضافة إلى المبيدات الحشرية المبيدات الأكاروسية acaricides (قاتلات الحلم والقراد) ومبيدات الحشائش herbicides (قاتلات الحشائش) والمبيدات الفطرية fungicides (قاتلات الفطريات) ومبيدات النيماتودا nematicides (قاتلات النيماتودا). وبعض مبيدات الآفات الأخرى قد يكون لها أسماء خاصة فبعض مبيدات الحشرات قد يطلق عليها مبيدات المن aphicides عند إستخدامها ضد المن و scalicides عند إستخدامها ضد الحشرات القشرية ومبيدات النمل الأبيض termicides عندما تستخدم ضد النمل الأبيض ومن الناحية القانونية تصنف جميعها بالسموم الإقتصادية economic poisons وهى المواد التى تستخدم لمكافحة أو منع أو قتل أو طرد أو تقليل من مشكلة آفة ما.

ومبيدات الآفات فى معظم الحالات كيماويات لذا فإنه رغم أن مضارب الذباب تستخدم لقتل الحشرات لا يلقب بمبيدات الحشرات.

أ. الإسم العلمى للمبيد الحشرى Insecticide nomenclature :

الإسم العلمى عملية شكلية formal process يأخذ فيها المبيد الحشرى إسما له. ويلقب المبيدات الحشرية بثلاثة أسماء. إسم عام يتفق عليه و إسم تجارى و إسم كيماوى. وتختار الأسماء العلمية للمبيدات فى الولايات المتحدة بواسطة جمعية الحشرات الأمريكية ثم يوافق عليها معهد القياسات القومى الأمريكى و الهيئة الدولية للقياسات standardization. ويعطى الإسم التجارى بواسطة المصنع أو مجهز المبيد الحشرى. ويصف الإسم الكيماوى تركيب المبيد الحشرى ويشكل عن طريق إتباع قواعد محددة فى تسمية الكيمياء العضوية التى حددها الإتحاد الدولى للكيمياء النقية و التطبيقية. وفيما يلى مثال لإسم مبيد حشرى واسع الإستخدام.

الإسم العام او الشائع: كاربارىل Carbaryl

الإسم التجارى : سيفين Sevin

الإسم الكيماوى: 1 – naphthyl N - methylcarbamate

الإسم التجارى علامة تجارية منقوشة تشير إلى وجود براءة إستخدام أو أن البراءة معلقة لوقت آت وأن حامل حقوق البراءة محمى بالقانون. وقد يحمل أكثر من مصنع براءة المركب. ولذا ليس من المستغرب ان نجد أكثر من إسم تجارى لنفس المبيد الحشرى. لتوضيح ذلك مبيد الفيورادان معروف أيضاً بإسم curaterr و Bay 70143 و FMc 10242. اخر الأسماء كانت أسماء كودية وضعها المصنع الأساسى للمبيد الحشرى عندما خلق لأول مرة فى المعمل ووضعت الأسماء العامة لتجنب الارباكات التى قد تحدث من إستخدام أسماء تجارية مختلفة. إن تفهم هذه الأسماء مهم لأن توصيات المبيدات قد تمثل بأسماء شائعة أو بالأسماء التجارية بينما تتم توصيات وزارة الزراعة الامريكية للمبيدات الحشرية بإستخدام الأسماء الشائعة لتجنب التحيز تجاه المصنعين.

ب. الصيغ الكيماوية Chemical formulas :

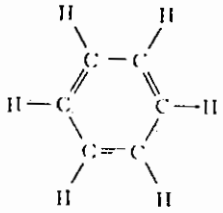
تمثل الصيغ الكيماوية تركيب المركبات الكيماوية فهى تصف مكونات الجزئ الواحد وهى هامة فى توصيفنا للمبيدات الحشرية. وتستخدم كلاً من الصيغ الجزيئية molecular formulas والصيغ التركيبية structural formulas فى وصف المبيدات الحشرية، وتستخدم الصيغ الجزيئية رموزاً قياسية للعناصر والأعداد لتبين نوع وكمية الذرات فى الجزئ. على سبيل المثال تمثل الصيغة الجزيئية للماء بـ H_2O لتشير أن هناك ذرتان من الهيدروجين مرتبطة مع ذرة أكسجين. بينما الصيغة التركيبية مثل الخريطة توضح أين تقع الذرات بالنسبة لبعضها البعض.

صيغة جزيئية	صيغة تركيبية
Molecular	Structural
Formula	Formula
H_2O	H – O – H

حلقة البنزين benzene تمثل واحد من أكثر المكونات التركيبية الشائعة فى كيمياء

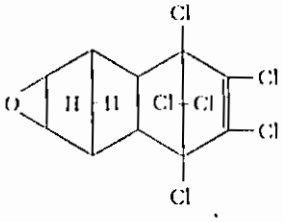
المبيدات الحشرية والتى يطلق عليها أيضاً الحلقة الفينولية عندما يتصل بـــها مجـاميع كيماوية أخرى. وتمثل هذه الحلقة ذات الست ذرات كربـون مـع ٦ ذرات أيدروجيـن بشكل مسدس ذات روابط مزدوجة. وتختصر الحلقة البنزينية أو الفينولية إلـــى شـكل مسدسى بسيط برموز للروابط المزدوجة.

Benzene

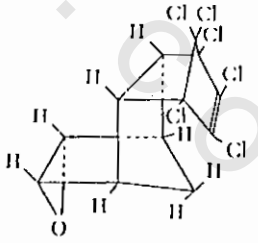


ونظراً لأن الجزئيات فى الحقيقة ذات تراكيب ثلاثية الأبعـاد لا تعطـى الصيغـة التركيبية تمثيلاً كاملاً فهى ثنائية الأبعاد فقط. لذا تعطى أحياناً الصيغ الثلاثية الأبعـاد أو المجسمة "stereo" حتى يمكن إدراك الشكل المكانى الحقيقى true spatial للمركب

Dieldrin



Stereo Dieldrin

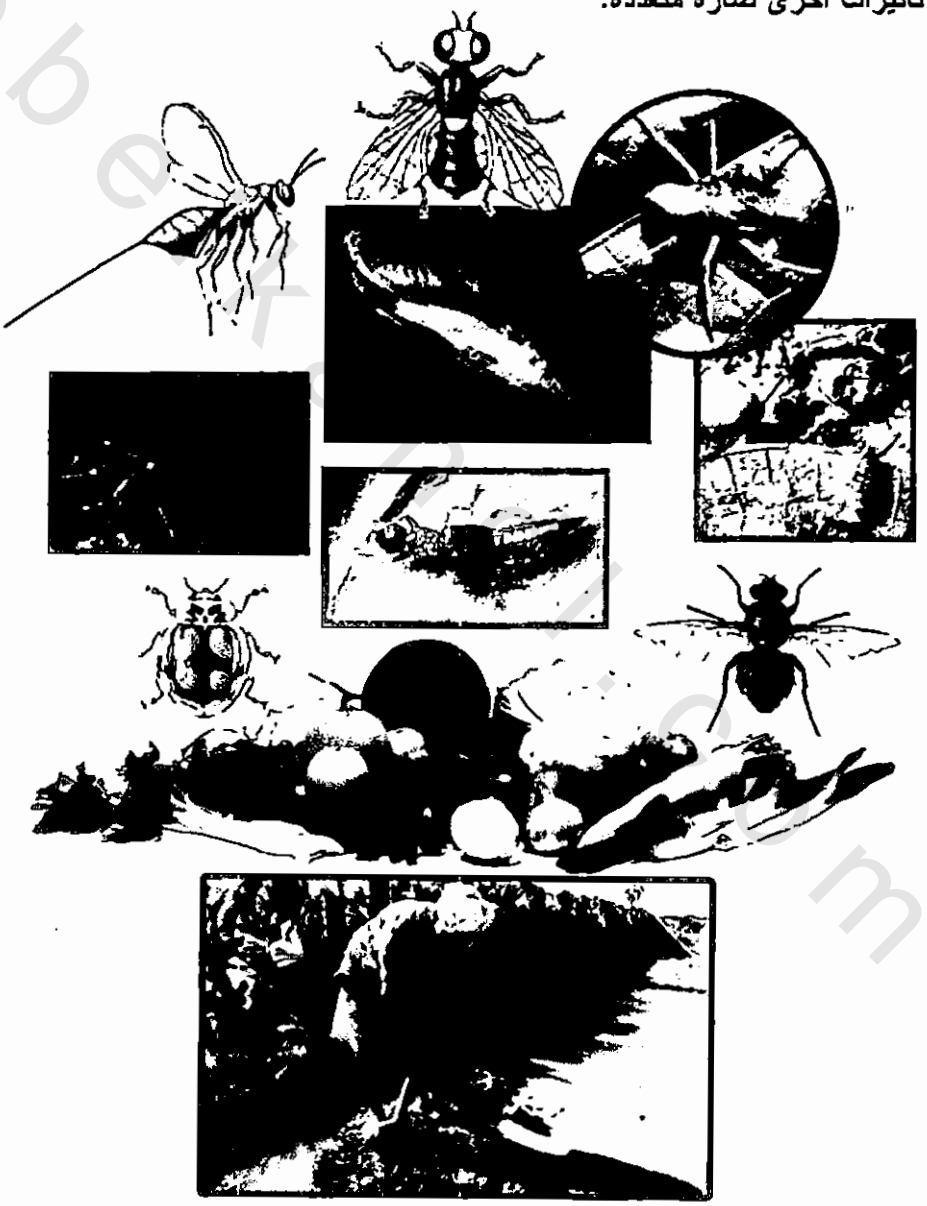


إخصائى ادارة الافات
هدفنا
حقل نظيف
خال تماما من الحشرات والاكاروسات
اضاءة
لقصائى الآفات
فى القاهرة
من الارضيات
حتى السقفات
صورة ماخوذة من
مجلة زهرة الخليج تم
تعديلها بواسطة المؤلف

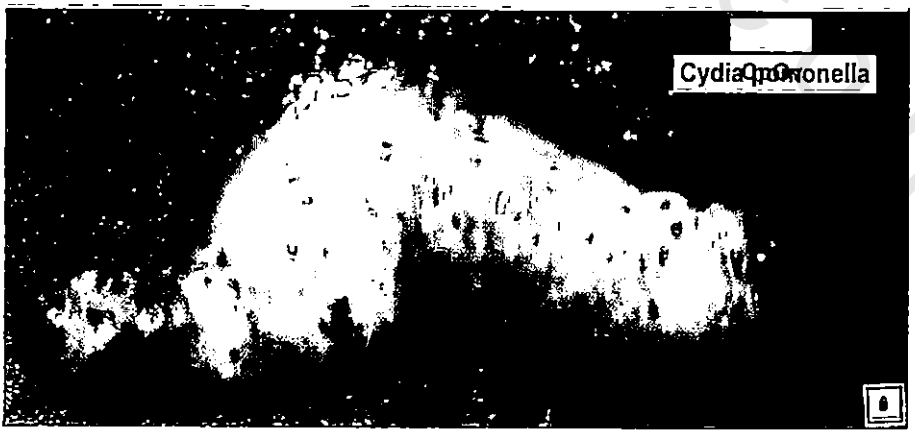
كان هدف السياسة الزراعية

العالمية من أواخر الأربعينات حتى الستينات

هو الحقل النظيف الخالى تماماً من الحشرات والاكاروسات عن طريق الإستخدام المكثف للمبيدات الحشرية الواسعة المدى فقتلت الحشرات الضارة والنافعة معاً وأدت الى تأثيرات أخرى ضارة متعددة.

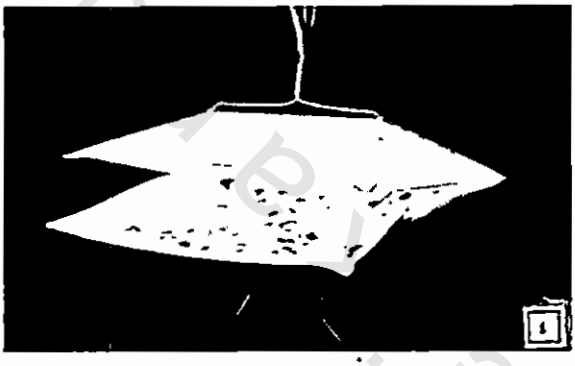


Caterpilla killed by fungus



١

٢


٤

٥

٦

بعض إختيارات الإدارة المتكاملة للآفات

١- الأمراض الفطرية:

يوجد نحو ٧٥٠ نوعاً من الفطريات التى تصيب مفصليات الأرجل. والفطريات على خلاف معظم الممرضات الحشرية لها القدرة على إصابة الحشرات خلال الكيوتيكل. وهناك منتجات فطرية تجارية تستخدم ضد الحشرات كما فى الصين والبرازيل ويشاهد فى الصورة المقابلة أحد اليرقات الحرشفية الاجنحة قتلت بأحد المبيدات الفطرية التجارية.

٢- تطبيق المبيدات بإستخدام الرشاشات:

قصر تطبيق المبيد على البقع النباتية المصابة بالآفات يقلل من التأثيرات المعاكسة للمبيدات على البيئة.

٣- الأمراض البكترية:

يرقات من حرشفية الاجنحة قتلت بفعل البكتريا *Bacillus thuringensis* ويوجد الآن نحو ٤٠ تحت نوع من هذه البكتريا المفيدة وأدت مشاكل المبيدات الحشرية الكيماوية الى تزايد الاهتمام بهذه البكتريا ويوجد فى الأسواق عدد من المبيدات الحشرية البكترية كما أمكن بنجاح إستخدام الهندسة الوراثية لنقل بعض جينات البكتريا الى النبات فيصبح الاخير منتج لسموم تقتل حشرات معينة.

٤- الزراعة المختلطة:

أحد استراتيجيات الإدارة الايكولوجية لبيئة المحاصيل. حيث يزرع نوع أو صنف نباتى أكثر جذباً وأكثر تحملاً للإصابة بنفس آفات محصول آخر عالى القيمة الإقتصادية.

٥- الامراض الفيرسية:

تنتمى اهم الممرضات الفيرسية الى عائلة Baculoviridae ومن بين الممرضات الفيرسية الفيروسات الحبيبية (GV). وهناك عده مبيدات فيرسية تجارية التى برهنت أنها بدائل عملية ممكنة للمكافحة الكيماوية.

بعض احتيارات الإدارة المتكاملة للآفات

بعد الإلمام بأنماط الآفات وطرق إدارتها وإستراتيجيات النظر فى كل منها وبعد معرفة الدعائم الاساسية التى يستقر عليه نظام مؤثر وفعال واقتصادى فى إدارة الآفات نصل الى مرحلة احتيار عدة سبل تتلائم مع تشكل إستراتيجية إدارة الآفة للمحصول المعين والتى من المؤكد أن تختلف تبعاً لذلك والمورد وقيمة المحصول الخ من هذه السبل:

- **إعاقة التزاوج (١ & ٢) :**

أحد إستراتيجيات إستخدام الفرمونات فى المجال الزراعى لمكافحة الآفات. حيث تهدف الإستراتيجية الى نشر الفرمون الجنسى المخلق فى الهواء بين افراد عشيرة الحشرة فلا تستطيع الذكور الإهتداء الى الأنثى التى تطلق فرمون مماثل وهى طريقة مؤثرة عند فهم بيولوجى وايكولوجى وسلوك الآفة المراد مكافحتها. يوضح شكل (١) Dr Franklin Howell وهو يثبت بين أفرع شجرة تفاح مورع فرمون من البلاستيك وشكل (٢) شكل اخر من مورعات الفرمون التى إستخدمت فى مصر.

- **مصائد الجاذبات الكيماويه (٣):**

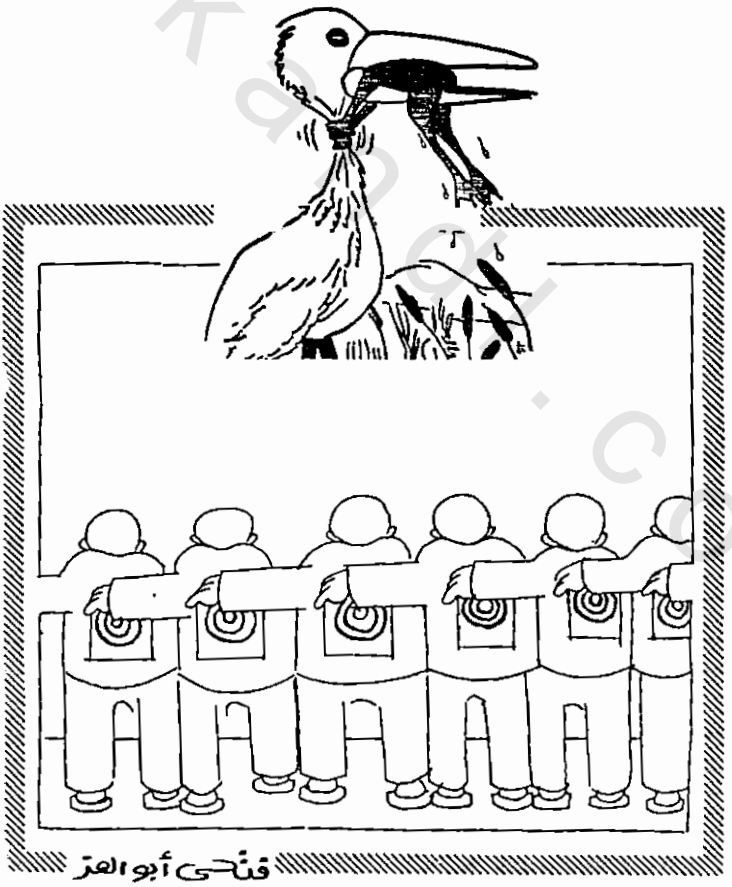
تستخدم تلك المصائد فى متابعة عشائر بعض الآفات خاصة ذباب الفاكهة كما تستخدم فى الكشف عن عشائر الأنواع الأجنبية أو المتوقع دخولها من ذباب الفاكهة ومعظم تلك الجاذبات تجذب الذكور.

- **المصائد الفرمونية (٤):**

أحد أشكال المصائد الفرمونية المتاحة تجارياً والشائعة الإستخدام. تحتوى اسطحها الداخلية على مادة لاصقة تلتصق بها الحشرات التى تنجذب الى الفرمون المعلق داخلها.

- **مستحضر تجارى لمبيد بكتيرى (٥):**

يوجد فى الأسواق الآن أكثر من إحدى عشر مبيد بكتيرى يعتمد معظمها على سلالات البكتريا *Bacillus thuringiensis* ومن بينها المستحضر البكتيرى Dipel الذى يستخدم ضد عدد من الآفات ومن بينها كما يبدو من الشكل دودة اللوز الامريكية.



فتحي أبو العز

رابعاً: حصر للمبيدات الحشرية الشائعة:

Survey of common insecticides

قسمت المبيدات أو وضعت فى مجاميع بعدة طـــرق تبعـــاً للتطبيـــق أو تركيبـــها الكيماوى، وإذا كانت تبعا للتطبيق فهى قد تقسم تبعاً لموقع تلاقى الحشرة مـــع المبيـــد. وقد تذكر المبيدات الحشرية فى بعض المراجع تحت عناوين ســـموم معديـــة وســـموم بالملامسة ومدخنات.

أ. تقسيم على أساس طريقة دخولها جسم الحشرة

Classification by the route they enter the insect

١- السموم المعدية Stomach poisons:

وهى سموم تدخل جسم الحشرة خلال المعدة وتكون مميتة فقط عند إلتهامها وأقـــدم المبيدات الحشرية تقع داخل هذه المجموعة وتستخدم فى أيامنا هذه قليل مـــن الســـموم المعدية وأحد تلك السموم المعدية الذى مازال يستخدم هو حمض البوريـــك (H_3BO_4) Boric acid الذى يستخدم ضد الصراصير والحشرات المنزلية الأخـــرى. ومـــع ذلـــك يوجد أيضاً مبيدات حشرية حديثة التى دخولها الأساسى فى الحشرة يتم خـــلال المعـــدة وهى التى يطلق عليها بالمبيدات الحشرية الجهازية systematic insecticides . عنـــد تطبيق هذه الجهازيات تنتقل داخل النبات والحيوان والحشرات التى تتغذى على العـــائل المعامل عندما تلامس هذه المبيدات معدتها تقتل الافراد الحساسة منها. وتقتل المبيـــدات الجهازية فى النبات الحشرات الثاقبة الماصة ولكن لا تتأثر عادة الحشرات الأكـــبر ذات الاجزاء الفم القارضة. والسبب فى قتل الحشرات الثاقبة الماصـــة بســـهولة هـــو أنـــها تحصل على جرعة من المبيد الحشرى أكبر من الحشرات القارضة التى تتغذى علـــى نفس النبات. والجهازيات عادة ما تستخدم مع حيوانات المزرعة لمكافحـــة الطفيليـــات الداخلية مثل يرقات نغف جلـــد الماشـــية *Hypoderma* ssp. وللمبيـــدات الجهازيـــة خصائص مبيدات الحشرات بالملامسة ولا يظن عادة أنها سموم معدية حقيقية.

٢- السموم بالملامسة Contact poisons :

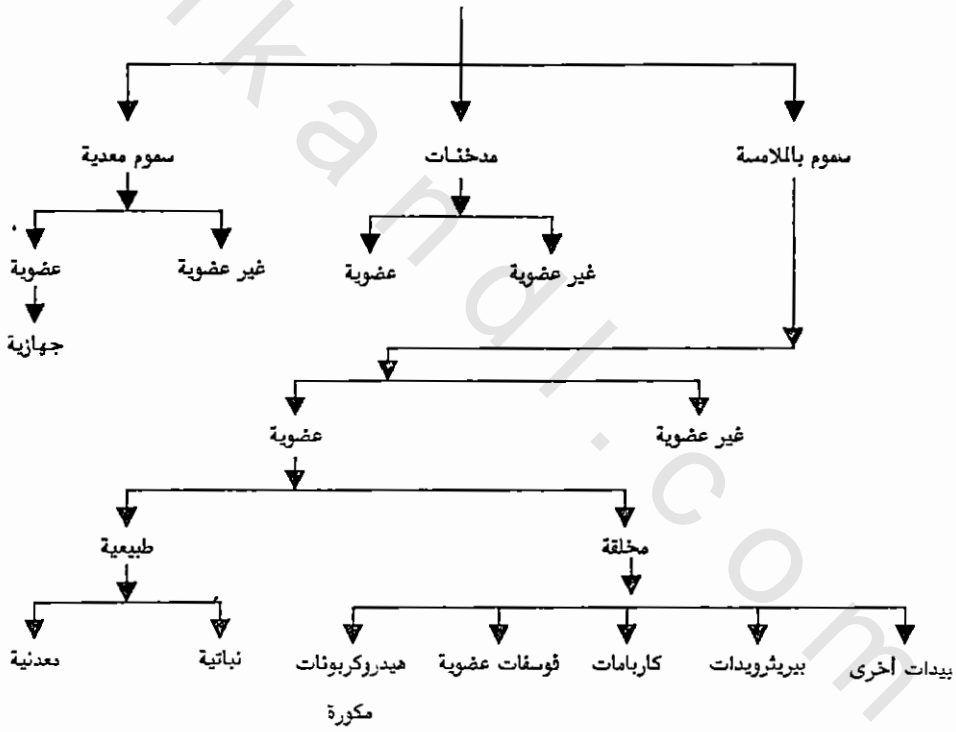
هى مجموعة ضخمة من المبيدات الحشرية الحديثة التى تدخل الجسم عادة عندمـــا تمشى الحشرة أو تزحف فوق سطح معامل حيث يمتص المبيد خلال جدار الجسم. وفـــى حالة ما إذا كان السطح المعامل هو مصدر غذائى مثل ورقة نبات أو زهرة فـــإن تلـــك

السموم قد تدخل أيضاً الجهاز الهضمى وتمتص خلاله وفى هذه الحالة يصبح وضع المبيدات فى مجاميع عن طريق دخولها إلى الجسم غير ملائم بالنسبة للمبيدات التى تتعدد مواقع دخولها جسم الحشرة ولا يزال المدخل الأساسى للسموم بالملامسة يتم مُن خلال البيئة وجدار الجسم.

٣- المدخنات Fumigants :

الجهاز القصبى هو مكان تلامس المدخنات. والمدخنات هى مبيدات حشرية تصبح غازات عند درجة حرارة فوق ٥°م. وتطبق هذه المبيدات الحشرية فى الأماكن المغلقة وفى التربة. ونظراً لتطايرها تدخل المدخنات خلال الفتحات التنفسية اى الثغور التنفسية spiracles ومنها إلى باقى الجهاز القصبى لتمر خلاله حيث تمتصها أنسجة الجسم.

أقسام المجاميع الشائعة للمبيدات الحشرية



من ناحية أخرى توضع المبيدات الحشرية توضع فى مجاميع او تقسم تبعاً لطبيعتها ومصدرها. لذلك بعض المبيدات الحشرية غير عضوية inorganic يغيب فيها ذرات الكربون ومجاميع أخرى من المبيدات عضوية organic اى تحوى ذرات

كربون. ومعظم المبيدات الحشرية الحديثة عضوية. وتقسم الأخيرة أكثر إلى مخلقة وطبيعية. وتنتج المبيدات الحشرية الطبيعية بتكرير المواد الطبيعية. وهذه تتكون أساساً من المبيدات الحشرية النباتية botanical insecticides المستخلصة من النباتات والزيوت المعدنية mineral oils التى يتحصل عليها من تكرير البترول. وللمبيدات الحشرية النباتية مدى واسع من الإستخدام ولكن تستخدم الزيوت أساساً فى خفض حشرات أشجار الفاكهة وبرقات الباعوض ومعظم المبيدات الحشرية المستخدمة اليوم هى تخليقية صنعت بإتحاد عناصر كيماوية أو مركبات بسيطة. والطريقة الأكثر دقة هو تقسيم المبيدات الحشرية طبقاً لتركيبها الكيماوى.

ب. تقسيم على أساس المكونات الكيماوية:

Classification based on the chemical constituents

١- الهيدروكربونات المكلورة : Chlorinated hydrocarbons

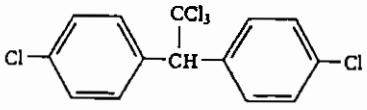
الهيدروكربونات المكلورة هى أقدم قسم للمبيدات الحشرية الرئيسية وهى أول المبيدات الحشرية العضوية المخلقة التى إستخدمت على نطاق واسع. ويشار اليها أيضاً بالكلورينات العضوية organochlorines والمبيدات الحشرية المكلورة chlorinated insecticides والعضويات المكلورة chlorinated organics والمخلقات المكلورة chlorinated synthetics. وتحتوى جميع المبيدات الحشرية التى تنتمى لهذه المجموعة على كلورين chlorine وهيدروجين وكربون وأحياناً تحتوى مبيدات هذه المجموعة على اكسجين وكبريت. ورغم الفاعلية الكبيرة لهذه المجموعة أهمل إستخدام الهيدروكربونات المكلورة فى الولايات المتحدة وكثير من البلاد للإهتمامات الخاصة بأمان الإنسان والبيئة.

١. ١. الـ د. د. ت ومشتقاته : DDT and relatives

لقد وضع حظر لإستخدام الددت فى يناير ١٩٧٣ بواسطة هيئة حماية البيئة EPA عندما أتضح خطورته للبيئة لطول فترة متبقياته ولتراكمه مع ناتج تمثيله فى السلسلة الغذائية حيث ظهر ضرره فى أشكال خاصة من الحياة البرية من الناحية الكيماوية ينتمى الـ DDT إلى الأليفات (الأروماتية) ثنائية الحلقة diphenyl aliphatics كما فى

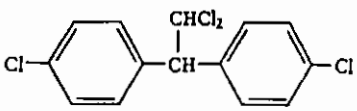
الـ TDE (DDD) والميثوكسى كلور والداى كوفول dicofol والـــ chlorobenzilate والـ perlthane والـ ethylan والـــ dicofol والـــ chlorobenzilate ليـس لـهـا خصائص المبيدات الحشرية ولكنها مؤثرة جداً كمبيدات أكاروسية.

DDT



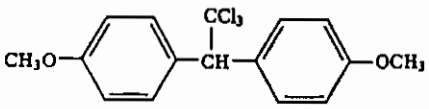
1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethane

TDE (DDD)



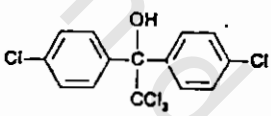
1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethane

Methoxychlor



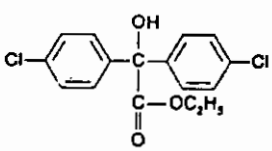
1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-methoxyphenyl)ethane

DICOFOL



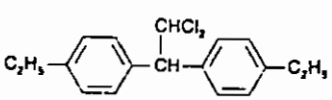
4,4'-dichloro-α(trichloromethyl)benzhydrol

CHLOROBENZILATE



ethyl 4,4'-dichlorobenzilate

Perthane®



1,1-dichloro-2,2-bis(*p*-ethylphenyl)ethane

obeikandl.com

الـ DDT والـ TDE (DDD) هى ثنائيات الحلقة الاليفاتية الوحيدة الثابتة كيماوياً (persistence). والثبات يعنى هنا الثبات الكيماوى الذى يعطى للمبيد الحشرى حياة طويلة فى البيئات المائية الأرضية وفى الأنسجة النباتية والحيوانيه. فهى ليست سهلة التحطم بالكائنات الدقيقة والإنزيمات والحرارة والأشعة فوق البنفسجية. وهى من وجه نظر فعل المبيد الحشرى خصائص جيدة ولكن من وجه النظر البيئية ليست كذلك. فالصفة الهامة للـ د.د.ت التى أدت إلى استبعاده هى أيضاً التى جعلت منه مبيد مؤثر وبسبب الثبات يبقى النشاط الإبادى للـ دد.ت فترة أطول كثيراً من المبيدات الحشرية الأخرى التى حلت محله. وبالتالى فإن التطبيق الواحد الذى كان يجرى فى السابق بهذه المركبات إستدعى الحاجة الى عدة تطبيقات للمبيدات الأخرى الجديدة. المشتقات الباقية للـ ددت ليس لها نوعية الثبات كما فى الـ DDT والـ TDE.

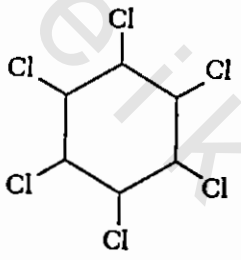
لقد كان للـ د.د.ت والمبيدات الأخرى القريبة تاريخ معروف. فبالإضافة إلى أهمية الـ DDT من الناحية الطبية حيث إستخدم لخفض عشائر البعاوض والقمل والبراغيث إستخدم على نطاق واسع فى الزراعة ووصل قمة الانتاج له فى أمريكا فى ١٩٦١ حيث كان مؤثر ضد كثير من الحشرات مع إستثناء ملحوظ لنطاطات الحشائش (Orthoptera; Acrididae) وسوسة اللوز (*Anthonomus grandis*) وخنفساء البسلة المكسيكية *Epilachna varivestis* والمن (Homoptera, Aphididae). ولسوء الحظ ساهم تأثير الـ د.د.ت الساحق ورخص ثمنه إلى الإستعمال الزائد وبالتالى توقفه فى كثير من بلاد العالم رغم أنه مازال يستخدم فى بعض البلاد خاصة فى العالم الثالث. الميثوكسى كلور كان أكثر المبيدات القريبة من الددت اهمية. حيث إستخدم ضد الذباب بعد أن أصبح مقاوم للددت كما إستخدم كرش ضد آفات الحبوب المخزونة فى المخازن الفارغة.

من ناحية أخرى – ذكر أن البلوغ المبكر عند الاطفال فى الدول النامية (الاهرام ٢٠٠١/٥/١٨) يرجع الى التعرض لمادة الـ د.د.ت ويقول الباحثون فى جامعة ليج البلجيكية انهم اجروا دراسة على عدد من الفتيات المهاجرات من دول لازالت تستخدم هذا المبيد الحشرى المحظور فى أوروبا وأمريكا. وقد بينت الدراسة أنهم وجدوا مستويات عالية من مشتقات المبيد فى أجسامهم وقالوا أن تأثير مادة الـ د.د.ت يماثل تأثير هرمون الاستروجين الانثوى.

١. ٢. الـ HCH واللندين: HCH and Lindane

أطلق على الـ HCH فى البداية الـ BHC. وقد اعد كمبيد حشرى فى بداية ١٩٤٠ بواسطة علماء من إنجلترا وفرنسا. وهو مبيد ذات مدى أوسع wider spectrum (يقتل حشرات اكثر) من الددت ومؤثر ضد المن. وللمبيد نكهة ورائحة عفنة غير مقبولة ويمكن كشف نكهته فى النباتات ومنتجاتها التى عوملت بالمبيد فى وقت ما.

HCH (BHC)



1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane

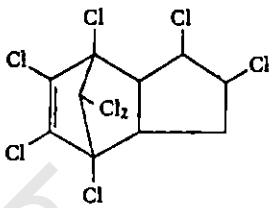
وللـ HCH خمسة متجازئات isomers (ذرات متماثلة النوع والعدد ولكنها مختلفة من حيث الترتيب والخصائص). واحد منها فقط عالى التأثير وهو الجاما أيزومر gamma isomer الذى عزل وصنع وبيع مباشرة كمبيد حشرى وهو اللنديـن Lindane. واللنديـن عديم الرائحة ومتطاير. وإستخدم على نطاق واسع لتبخير المنازل ووزع بواسطة وضع حبيبات المبيد فى جهاز كهربى يعمل على تبخير المبيد.

توقفت حديثاً جميع منتجات الـ HCH كما هو الحال فى اللندين الذى إستعمل كمدخن منزلى. ولقد إستخدم اللندين أيضاً رشاً على نطاق تجارى على نباتات الزينة وحيوانات المزرعة ومع شامبو الكلاب ومبيد لطفيليات الإنسان.

١. ٣. السيكلوداين : Cyclodienes

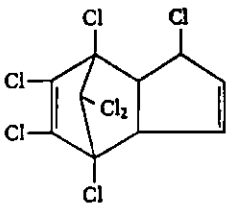
السيكلوداين Cyclodienes مجموعة أخرى من المبيدات الحشرية الثابتة كيماوياً أثبتت فائدتها أساساً كمبيدات حشرية للتربة رغم تطبيقها على أوراق محاصيل عديدة فى سنوات الخمسينات والستينات وتعتبر حديثة بالنظر إلى الددت (١٩٣٩) اى ظهرت بعد تصنيع الددت وفيما يلى ثمان مواد منها وسنوات ظهورهم: الكلوردان chlordane (١٩٤٥) والألدرن aldrin والدايلدرن dieldrin (١٩٤٨) والهبتاكلور heptachlor (١٩٤٩) والاندرين endrin (١٩٥١) والميركس merix (١٩٥٤) والاندوسلفان endosulfan (١٩٥٦) والكيبون kepone (١٩٥٨) وهناك مركبات أخرى أقل اهمية.

Chlordane



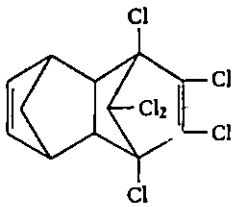
1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-3a, 4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindane

Heptachlor



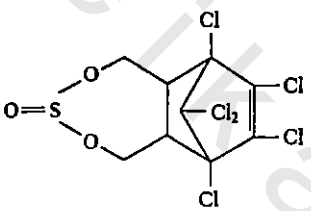
1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene

Aldrin



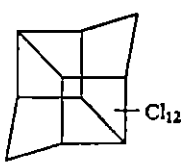
1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro 1,4-*endo*-*exo*-5,8-dimethanonaphthalene

Endosulfan (Thiodan®)



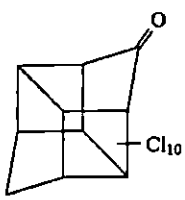
6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a, 6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepin 3-oxide

Mirex



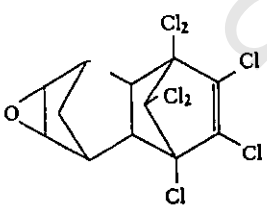
dodecachlorooctahydro-1,3,4-metheno-1*H*-cyclobuta[*cd*] pentalene

Chlordecone (Kepone®)

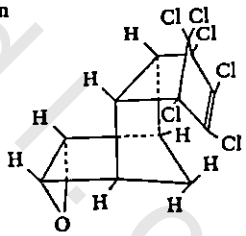


decachlorooctahydro-1,3,4-metheno-2*H*-cyclobuta[*cd*] pentalen-2-one

Dieldrin

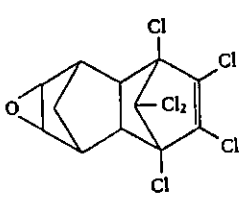


endo-exo

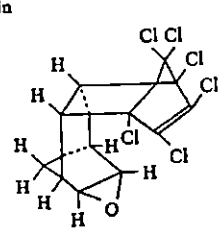


1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-*endo*-*endo*-5,8-dimethanonaphthalene

Endrin



endo-endo



1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-*endo*-*endo*-5,8-dimethanonaphthalene

obeikandl.com

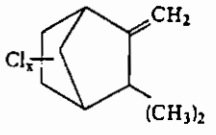
السيكلودايين هى مبيدات حشرية ثابتة فى التربة وذات ثبات نسبى تحت تأثير أشعة الشمس ولهذا السبب إستخدمت بكميات كبيرة كمبيدات حشرية لمكافحة حشرات التربة التى أطوارها اليرقية تتغذى على جذور النباتات مثل ديدان جذور الذرة *Diabrotica* ssp والديدان السلكية (Elateridae) أو التى تتغذى على البادرات مثل الديدان القارضة (Noctuidae). ولمعظم السيكولدايين مستويات أعلى لسمية الثدييات من الددت وأكثر خطورة فى التطبيق. ونتيجة لمتبقياتها الكبيرة والثبات العالى تناقص تطبيق هذه المجموعة على أوراق النباتات ثم حدث خفض آخر بعد ذلك نتج عن مقاومة حشرات التربة لها. فالكلوردان الألدرن والدايلدرن على سبيل المثال أعطت حماية من النمل الأبيض عند معاملة التركيبات الخشبية البنائية تحت الأرض لأكثر من ٢٧ عاماً مما يشير إلى مقاومتها للتحلل الكيماوى. ورغم ذلك كون عديد من حشرات التربة مقاومة لها مما أدى إلى خفض فى إستخدامها. ولم يكن هذا حقيقى بالنسبة للديدان السلكية ومعقد الديدان القارضة ويرقات الخنافس. وكنتيجة للخطط الطويلة الأمد لمنظمة حماية البيئة فى إستبعاد المبيدات الحشرية الثابتة إستبعدت معظم السيكلودايين التى سجلت للإستخدام الزراعى فى عام ١٩٧٦. وإعتبر إلغاء الألدرن والدايلدرن من جميع الأنشطة الزراعية فى منتصف ١٩٧٥ بواسطة هيئة حماية البيئة خسارة لبعض الأوجه الزراعية. ونتج عن هذا القرار توقف شركة شل الكيماوية من تصنيع وبيع هذه المبيدات فى الولايات المتحدة. وجدولت الإستخدامات الزراعية للهبتاكلور والكلوردان ضمن الإلغاءات فى أواخر ١٩٧٥.

السيكلودايين المكلورة عادة متساوية السمية equitoxic فهى عادة متساوية السمية للحشرات والثدييات والطيور والأسماك. بمعنى أن لهذه المركبات نفس درجة السمية عند إعطاء نفس الجرعة على أساس الوزن أى مثل ملجرام / كجم من وزن الجسم. وهناك دائماً إستثناءات فالاسماك أكثر حساسية لأنها تكون محاطة تماماً بالمركب الذى أضيف للماء فهى تأكل وتنام وتتنفس السم الموجود فى البيئة المائية. عموماً المبيدات ذات السمية المتساوية للأنواع المختلفة من الحيوانات على أساس وزن / وزن يطلق عليها بأنها equitoxic لهذه الحيوانات.

١. ٤. التربينات العديدة الكلوره : Polychloroterpenes

تقريباً غالبية المبيدات الحشرية للتربينات العديدة التكلور كبماويات زراعية. وهناك مادتان متشابهتان من هذه المجموعة وهى التوكسافين toxaphen الذى إكتشف فى ١٩٤٧ والـ strobane الذى دخل الإستخدام ١٩٥١. ومنذ عدة سنوات فقط كان التوكسافين هو المبيد الحشرى الوحيد الواسع إستخداماً فى الزراعة ويحضر بكلورة الـ camphene والاخير مشتق من مواد شجر الصنوبر pine tree. ومعظم إستخدامات التوكسافين كانت على القطن وسميته لحد ما منخفضة على الحشرات إذا طبق بمفرده ولذا يجهز مع مبيدات حشرية أخرى عادة الميثيل باراثيون وهو أحد أفراد الفوسفاتات العضوية. وكلاً من التوكسافين والـ strobane طريقة تأثيرهم متشابهة مع مبيدات السيكلودايين الحشرية واحياناً تقسم معها. والتوكسافين كان من الناحية الإقتصادية المبيد الثانى بعد الددت بين المبيدات الحشرية العضوية المخلقة. حيث بلغ متوسط الرطل منه فى النصف الأول من يونيو ١٩٧٣ ٢٥ سنت وبلغ سعر الددت فى نفس الفترة ٢٢ سنت للرطل. وكان لعامل التكلفة هذا تأثيراً على الكميات الضخمة من إستخدامات التوكسافين على القطن وعند خلطه مع الددت بمعدل ٢ : ١ وجد أن الخليط مؤثر على سوس لوز القطن فى حين أن أى منتج بمفرده كان غير مؤثر. وشكل التوكسافين نسبة ٤٠% من كمية المبيدات المستخدمة على القطن.

Toxaphene



chlorinated camphene containing 67 to 69 percent chlorine

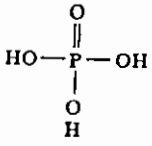
لقد كان لخليط التوكسافين – ددت أن جعل التوكسافين مفيد للزراعة ثم خلط بعد ذلك مع مبيدات أخرى عندما الغى تسجيل الددت فى ١٩٧٣ . ويصف التوكسافين كمادة نصف ثابتة semipersistent وذلك لأنها ثابتة فى البيئة المائية والأرضية ولكنها غير ثابتة فى الأنسجة الحيوانية كما لا تتراكم فى السلاسل الغذائية كما هو الحال مع الددت والـ DDE والدايلدرن على سبيل المثال.

يسهل للطيور والثدييات تمثيل المبيدات الحشرية التابعة لهذه المجموعة وتخزينها فى الجسم الدهنى قليل ورغم أنها ليست عالية السمية للحيوانات الأخرى إلا أن التوكسافين سم قوى للأسماك. ولقد إستبعد مع إستعمالات الـ strobane.

٢. الفوسفاتات العضوية Organophosphates :

تعرف الفوسفاتات العضوية (OPs) بأسماء أخرى مثل الفوسفيت العضوية organic phosphates والمبيدات الحشرية الفوسفاتية phosphate insecticides والمبيدات الحشرية الفوسفورية phosphorus insecticides وأقرباء غازات الأعصاب nerve gasrelatives والفوسفاتات phosphates وإسترات الفوسفور phosphorus esters أو إسترات حمض الفوسفوريك phosphoric acid easters وهى مشتقات لحمض الفوسفوريك. وتعتبر عموماً أكثر أنواع المبيدات سمية للحيوانات الفقرية واللافقرية. ونظراً للتركيب الكيماوى العام تنتمى فى الحقيقة إلى الغازات العصبية.

Ortho Phosphoric Acid



لقد اكتشف الفعل الإبادى لهذه المبيدات أثناء الحرب العالمية الثانية فى ألمانيا فى دراسة عن مواد قريبة الصلة بالغازات العصبية tabun, soman, sarin وظهر الكشف

أثناء البحث عن بديل للنيكوتين لوجود عجز فيه والذى كان يستخدم ضد خنفساء البطاطس *Leptinotarsa decemlineata* .

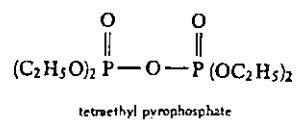
تتميز المبيدات الفوسفورية العضوية بثلاث خصائص: (١) فهى عموماً أكثر سمية للإنسان والفقريات الأخرى عن الكلورينات العضوية. (٢) ذات مدى إبادى حشرى أوسع من الكلورينات العضوية broad spectrum. (٣) غير ثابتة nonpersistent وصفة عدم الثبات جعلها تستخدم فى المجال الزراعى كبدائل للكورينات العضوية الثابتة خاصة الددت. فهذه المبيدات فى وجود الضوء تتكسر بسرعة إلى مركبات غير سامة. وتكسرها يحدث خلال ساعات قليلة أو أيام مقارنة بالأشهر أو السنوات لكثير من الهيدروكربونات المكلورة. وفى الحقيقة هى أكثر مجموعة من المبيدات الحشرية المستخدمة فى الوقت الحاضر.

تتميز المبيدات الفوسفورية العضوية بما لديها من كحولات مختلفة متصلة بذرات الفوسفور الخاصة بها ويطلق على الأحماض الفوسفورية العديدة الناتجة بالإسترات. ومثل تلك الإسترات ذات إتحادات مختلفة مع الأكسجين والكربون والكبريت والنيتروجين ويمكن تقسيم المبيدات الفوسفورية العضوية المتكونة منها إلى ثلاث مجاميع من المشتقات وهى الأليفاتية والفينولية والحلقية الغير متجانسة.

٢. ١. المشتقات الأليفاتية Aliphatic derivatives :

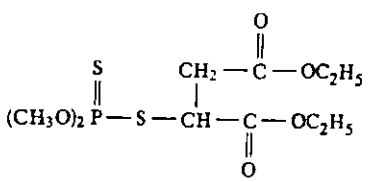
تعنى الأليفاتية هنا "السلسلة الكربونية" والترتيب الخطى للذرات الكربونية والذى يميزها عن التراكيب الحلقية. وكل المبيدات الفوسفورية الأليفاتية هى مشتقات بسيطة لحمض الفوسفوريك مرتبطاً بسلاسل كربونية بسيطة. وأقدم المشتقات الأليفاتية الأكثر سمية هو الـ TEPP المستخدم فى مكافحة حشرات حظائر الألبان لفاعليته وقصر متبقيته حيث يتكسر خلال ١٢ إلى ٢٤ ساعة.

TEPP



tetraethyl pyrophosphate

Malathion



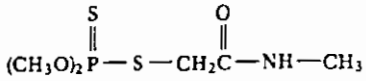
O,O-dimethyl-S-1,2-di carboethoxy) ethyl phosphorod... ate

والملاثيون هو الأليفات المستخدم على نطاق واسع وهو واحد من أأمن المبيـــدات والأكثر فاعلية عن جميع المبيدات الفوسفورية ولقد إستخدم الملاثيون فى جميع أنـــواع الأغراض الزراعية وهو فعال ضد كثير من الحشرات. وهو مبيد آمن فـــى الإســتخدام المنزلى ضد الآفات المنزلية فلا يضر الحيوانات المنزلية مثل القطـــط والكـــلاب عنـــد إستخدامه تبعاً للإرشادات الموجودة على الملصق. وهو شائع الوصف بواسطة الأطبـــاء ضد مشاكل قمل الرأس والجسم والعانه (Anoplura· Pediculidae). كما يجـــهز فـــى صورة مساحيق أو لإجراء عمليات الغطس لمكافحة البراغيث على الحيوانات المنزليـــة وضد أكاروسات الجرب على حيوانات المزرعة. ويطبق المبيد المركـــز فـــى شـــكل جزئيات متناهية الصغر أو ما يطلق عليه الرش بـــ Ultra low volume. ووجد أيضـــاً أنه فعال وإقتصادى فى إدارة عدد من الآفات مثل نطاطات الحشـــائش فـــى أراضـــى المراعى.

هناك عديد من المشتقات الأليفاتية مبيدات جهازية نباتية من ضمنـــها dimethoate و disulfoton والـــ oxydemetonmethyl الذى توقف الآن والـــ dicrotophos ومعظم المبيدات الجهازية تطبق على التربة حيث تدخل الجذور لتنتقل إلى الأجزاء النباتية فـــوق التربة حيث تصبح العصارة سامة للحشرات الثاقبة الماصـــة مثـــل المـــن ونطاطـــات الأوراق وعدد من الحشرات الثاقبة الماصة الاخرى. وفى العـــادة يرقـــات حرشـــفيات الأجنحة والحشرات الأخرى التى تتغذى علـــى النســـيج النبـــاتى "ذات الأجـــزاء الفـــم القارضة" لا تتأثر وذلك لأنها لا تبتلع كمية كافية من العصائر المحتويـــة علـــى المبيـــد السام لكى تتأثر بالمادة السامة والـــ dimethoate مؤثر أيضاً كسم بالملامسة ضد الحلم أثناء فورانه على فول الصويا ومحاصيل أخرى.

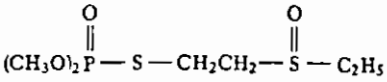
ومن المشتقات الأليفاتية الأخرى الشائعة الـــ trichlorfon و methamidophos والـــ acephate. إستخدم الـــ trichlorfon فـــى إدارة حشـــرات المحـــاصيل وحـــول المزارع لمكافحة الذباب وهو احد المبيدات الحشرية الحديثة الإختيارية للحشرات حيـــث تقتل بعض الحشرات وتترك حشرات أخرى غير ضـــارة مثـــل كثـــير مـــن الأعـــداء الطبيعية. وكلاً من الـــ methamidophos والـــ acephate من أحدث المبيدات الأليفاتية والتى إستخدمت على نطاق واسع خاصة فى إدارة آفات الخضروات.

Dimethoate (Cygon®)



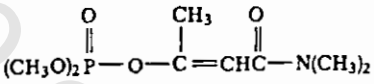
O,O-dimethyl-*S*-[2-methylamino-2-oxoethyl] phosphorodithioate

Oxydemetonmethyl



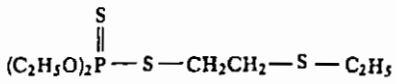
S-2-[ethylsulfinylethyl]*O,O*-dimethyl phosphorothioate

Dicrotophos (Bidrin®)



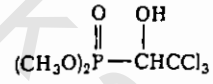
O,O-dimethyl*O*-1-methylvinyl-*N,N*-dimethyl carbamoyl phosphate

Disulfoton (Di-Syston®)



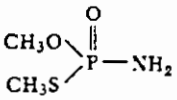
O,O-diethyl*S*-2-[ethylthio]ethyl] phosphorodithioate

Trichlorfon (Dylox®)



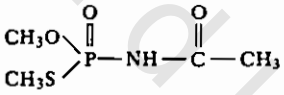
dimethyl (2,2,2-trichloro-1-hydroxyethyl phosphonate

Methamidophos (Monitor®)



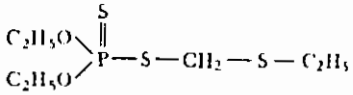
O,S-dimethyl phosphoramidothioate

Acephate (Orthene®)



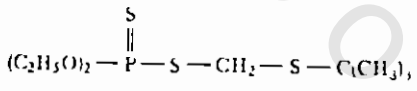
O,S-dimethyl acetylphosphoramidothioate

Phorate (Thimet®)



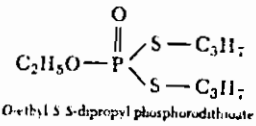
O,O-diethyl*S*-2-ethylthioethyl phosphorodithioate

Terbufos (Counter®)



S-[1,1-dimethylethyl = thiomethyl] *O,O*-diethyl phosphorodithioate

Ethoprop (Mocap®)



O-ethyl *S,S*-dipropyl phosphorodithioate

هناك ثلاثة مشتقات أليفاتية أخرى هامة كمبيدات تربة ضد الحشرات وهى terbufos,phorate و ethoprop. الـ phorate مبيد فوسفورى قديم إقتصادى ومؤثر ضد جذور الذرة. والـ terbufos مركب أحدث وإستخدم أيضاً على نطاق واسع لحماية الذرة المزروعة على نطاق واسع monocropped corn ضد ديدان جذور الذرة ولكل من الـ phorate والـ terbufos خصائص جهازية نباتية . الـ ethoprop له إستخدامات مماثلة ولكن ليس جهازى.

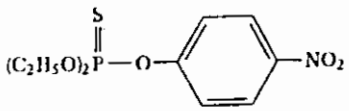
الـ Mevinphos مبيد فوسفورى عضوى سام جداً إستخدم فى إنتاج الخضروات وذلك لقصر عمره فى الحقل ويمكن أن يطبق على النبات قبل جمع المحصول بيوم حيث لا يترك أية متبقيات سامة على المحصول عند الجمع.

المبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية الأليفاتية هى أبسط جزئيات الفوسفات العضوية فى التركيب. ولها مدى واسع من السمية وعديد منها يمتلك خاصية الذوبان العالى فى الماء مما يسمح لها بخصائص جهازية نباتية.

٢. ٢. المشتقات الفينولية Phenyl derivatives :

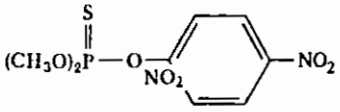
تختلف الـ POs الفينولية عن الـ POs الأليفاتية فى إحتواء الأولى على حلقة فينولية التى فيها أحد ذرات الأيدروجين إستبدل بشق فوسفورى phosphorus moiety والأخريات (واحد او أكثر) إستبدل بـ NO_2, CN, CL, CH_3 أو S. وتمتاز المبيدات الفينولية بالثبات الأكبر والمتبقيات التى تمكث فى البيئة لفترة أطول عن المشتقات الأليفاتية. والبراثيون parathion يمثل واحد من أقدم وأكثر المبيدات إستعمالاً. ظهر البراثيون فى عام ١٩٤٧ وإستخدم فى البداية ضد المن وهو سام جداً للإنسان وقل إستخدامه بدخول مبيد أقل سمية فى ١٩٤٩ وهو الميثايل براثيون وللمثيابل براثيون مدى واسع من السمية لكثير من الآفات الحشرية وله تطبيقات زراعية عديدة. وهو ذات أهمية خاصة للحشرات الصعبة القتل وفى بعض الأحيان يخلط مع المبيدات الحشرية الأخرى لزيادة الفاعلية الكلية. الميثايل براثيون سام جداً فى الإستخدام العادى فى المنزل أو حوله.

Ethyl Parathion



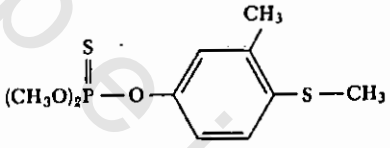
O,O-diethyl O-p-nitrophenyl phosphorothioate

Methyl Parathion



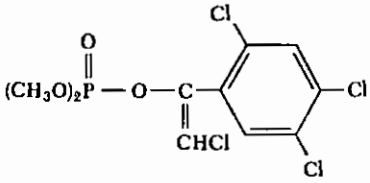
O,O-dimethyl O-p-nitrophenyl phosphorothioate

Fenthion (Baytex®)



O,O-dimethyl O-[3-methyl-4-(methylthio)phenyl] phosphorothioate

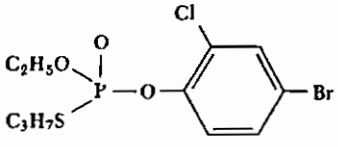
Stirofos (Gardona®)



O,O-dimethyl O-2-chloro 1-(2,4,5-trichlorophenyl) vinyl phosphate

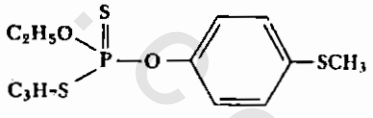
الـ stirofos مبيد أقل سمية يستخدم فى المنزل وضد طفيليات الماشـــية وســميته مشابهة للملاثيون. وبعض المبيدات الفوسفورية الفينولية إستخدمت أيضـــاً كجـــهازيات حيوانية ضد ديدان الماشية مثل famphur والـــ fenthion والتى تستخدم على الأبقـــار والماشية المستخدمة فى إنتاج اللبن وعادة ما تطبق على الحيوان وتمتص خلال الجلد.

Profenofos (Curacron®)



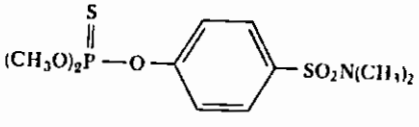
O-(4-bromo-2-chlorophenyl) O-ethyl S-propyl phosphorothioate

Sulprofos (Bolstar®)



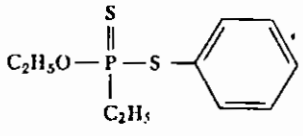
O-ethyl S-propyl O-(4-methylthiophenyl) phosphorodithioate

Famphur (Warbex®)



O-[4-[(dimethylamino)sulfonyl]phenyl] O,O-dimethyl phosphorothioate

Fonofos (Dyfonate®)



O-ethyl S-phenyl ethylphosphonodithioate

والمبيدات الحشرية الفوسفورية الفينولية الأخرى المستخدمة على المحاصيل تشمل profenophos و sulprofos ومع ذلك هناك مبيدات أخرى مثل isophenphos والـــ fonofos مفيدة على وجه الخصوص ضد حشرات التربة فى كلاً من محاصيل الحقـل والخضر.

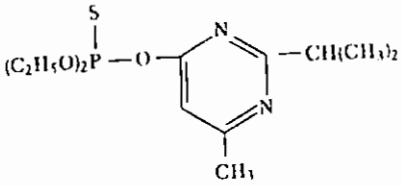
٢. ٣. المشتقات الحلقية الغير متجانسة: Heterocyclic derivatives

يشير المصطلح heterocyclic إلى أن التركيبات الحلقية تتكون من ذرات مختلفة. فالمركب الكربونى الحلقى الغير متجانس على سبيل المثال فيه واحد أو أكثر من ذرات الكربون حل محلها الأكسجين أو النيتروجين أو الكبريت وأن الحلقة قد تحتـوى ٣، ٥، أو ٦ ذرات.

والمبيدات الفوسفورية الحلقية الغير متجانسة ذات جزئيات معقدة وذات متبقيـات تستمر لفترات أطول عن كثير من المشتقات الفينولية والأليفاتية وتتكسر إلى عديد مـن المنتجات. وهذه الصفة جعلت متبقيات هذه المجموعة صعبة القياس فى المعمل. وهـذا أدى لحد ما لتحديد أكثر فى إستخدامها على الغذاء الإنسـانى مقارنـة بالمجموعتـان الأخرتان للمبيدات الحشرية المحتوية على فوسفور.

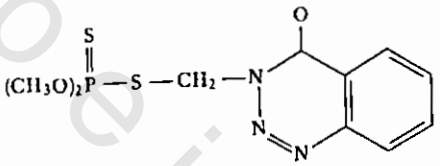
أحد المشتقات الحلقية الغير متجانسة هو الديازينون diazinon وربما كان أول مبيد حشرى أتيح لهذه المجموعة فى عام ١٩٥٢. ويلاحظ أن الست ذرات التـى تحتويـها الحلقة إثنان منهم نيتروجين والتى تميز إسمها حيث ان أحد مكوناتها المسـتخدم فـى تصنيع المبيد هو pyrimidine أى diazine. والديازينون مبيد حشرى معتـدل الأمـان يستخدم فى رش الحدائق والمنازل. وإستخدم فى الستينات كمبيد تربة ضد ديدان جذور الذرة فى أمريكا وإستبدل عقب تكوين الآفة مقاومة له. وقد توقف إستخدام الديـازينون أيضاً فى معظم محاصيل الحقل والبساتين ومع ذلك مـازال يسـتخدم فـى المنـازل والحدائق وضد المشاكل فى نباتات الزينة وأحياناً ضد الذباب فى الإسطبلات وحـول مراقد الحيوانات المنزلية. وهناك الـ azinophosmethyl وهو ثان أقدم أفـراد هـذه المجموعة إستخداماً فى المجال الزراعى (١٩٥٤) وإستخدم كمبيـد حشـرى ومبيـد أكاروسى على القطن.

Diazinon



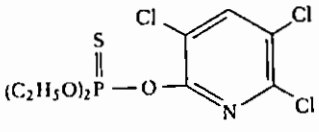
O,O-diethyl O-(2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidinyl) phosphorothioate

Azinphosmethyl (Guthion®)



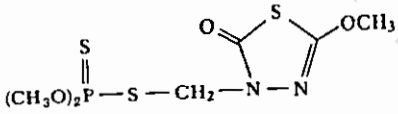
O,O-dimethyl S-(4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4H)-ylmethyl) phosphorodithioate

Chlorpyrifos (Dursban®, Lorsban®)



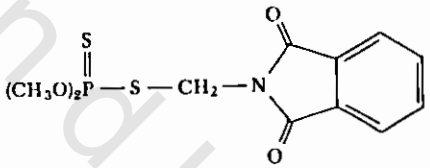
O,O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl) phosphorothioate

Methidathion (Supracide®)



O,O-dimethyl phosphorodithioate S-ester with 4-(mercaptomethyl)-2-methoxy-Δ^2-1,3,4-thiadiazolin-5-one

Phosmet (Imidan®)



N-(mercaptomethyl)-phthalimide S-(O,O-dimethyl phosphorodithioate)

وهناك واحد من أكثر المشتقات الحلقية الغير متجانسة المفيدة وهو chlorpyrifos وهو مبيد حشرى آمن نسبياً فى التطبيق وأصبح مبيد قياسى فى الصناعة التركيبية لمكافحة الآفات. ويسوق تحت إسم دورسبان dursban وهو فعال ضد الصراصير المنزلية والنمل الأبيض وكثير من الآفات المنزلية الأخرى ويمكن تطبيقه على الحيوانات المنزلية وكثير من الآفات المنزلية الأخرى. وسُوق أيضاً تحت الإسم التجارى lorsban وكان له إستخدامات كثيرة فى محاصيل الحقل والمرعى. على سبيل المثال حل محل السيكلودايين التى إستخدمت ضد الديدان القارضة السوداء *Agrotis ipsilon* على الذرة.

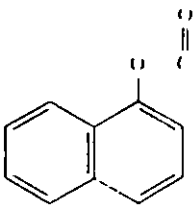
وهناك مركبان أخران من المشتقات الحلقية الغير متجانسة واسعى الإستخدام فى الزراعة تشمل الـ methidathion والـ phosmet حيث تستعمل على المحاصيل الحقلية والمراعى والفاكهة وأشجار البندق ضد تنوع مختلف من الحشرات والحلم. وإستخدم الـ phosmet أيضاً ضد بعض أنواع السوس مثل سوسة اللوز على القطن وسوسة plum curculio (*Conotrachelus nenuphar*) على أشجار الفاكهة.

٣. الكاربامات Carbamates :

مبيدات الكاربامات الحشرية carbamate insecticides واسعة التأثير وذات تطبيق واسع فى الزراعة. صنعت بواسطة Geigy corporation فى ١٩٥١ ولكن لظهور بعض المشاكل لم تدخل النطاق العملى حتى ١٩٥٦. وتنتج هذه المبيدات من حمض الكاربامايك. وتركزت المحاولات الأولى على N-dimethyl carbamates وهو أقل سمية عموماً من N-methyl carbamates التى تكون الجزء الغالب من الكاربامات المستعملة الجارية. وتتشابه فى درجة بقائها فى البيئة مع الفوسفاتات العضوية والقصور الواضح للكربامات فى إدارة الآفات راجع إلى سميتها لغشائيات الأجنحة التى تشمل كل من الملحقات والطفيليات.

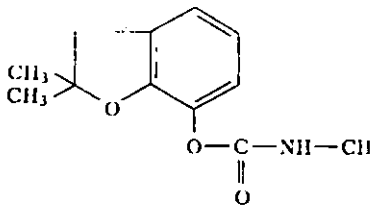
هناك نوعان من المبيدات إستخدمت على نطاق واسع وهما الكاربارايل carbaryl والكاربوفيوران carbofuran. أدخل الكاربارايل فى ١٩٥٦ أى انه أقدم الكاربامات وإستخدام كثير منه فى أنحاء العالم مقارنة بجميع الكاربامات الأخرى ويتميز بصفتان رفعت من شعبيته وهى انخفاض سميته الجلدية والفمية للثدييات وأنه ذات مدى واسع فى المكافحة الحشرية وكما هو مشاهد من تركيبه فهو مركب N-methyl . ونظراً لإنخفاض السمية شاع إستخدامه فى المنازل والحدائق وإستعمل بكثرة فى إنتاج الفاكهة حيث أنه يعمل على قتل الحشرات وكعنصر خف للثمار fruit-thinning agent. الكاربوفيوران مبيد جهازى إستخدم على نطاق واسع كمبيد حشرى للتربة لخفض النيماتودا وديدان جذور الذرة وآفات تربة أخرى. وهو عالى السمية للإنسان ويتداول بعناية ويصبح الكاربوفيوران غير فعال عند إستمرار إستخدامه فى نفس التربة ويبدو أن هذه الظاهرة ترجع الى تزايد الكائنات الدقيقة القادرة على تحليل المركب بسرعة مع تكرار التطبيق ولذا عند إستخدامه فى التربة يجب أن تكون له دورة مع مبيدات تربة لقسم اخر من المبيدات مثل المبيدات الفوسفورية العضوية.

Carbaryl (Sevin®)



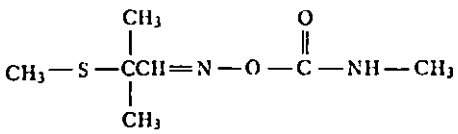
1-naphthyl *N*-methylcarbamate

Carbofuran (Furadan®)



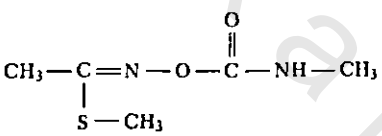
2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methylcarbamate

Aldicarb (Temik®)



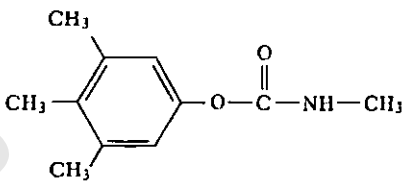
2-methyl-2-(methylthio)propionaldehyde *O*-(methylcarbamoyl) oxime

Methomyl (Lannate®, Nudrin®)



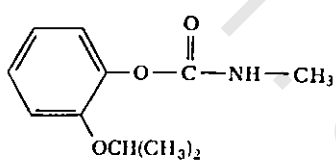
methyl *N*-[(methylcarbamoyl)oxy]thioacetimidate

Trimethacarb (Broot®)



3,4,5-trimethylphenyl methylcarbamate, 75%
2,3,5-trimethylphenyl methylcarbamate, 18%

Propoxur (Baygon®)



o-isopropoxyphenyl methylcarbamate

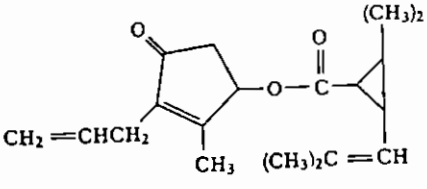
من مبيدات الكربامات المستخدمة فى الزراعة الـ aldicarb والـ trimethacarb والـ methomyl وأول إثنان منهم مبيدات تربة بينما الثالث methomyl يستخدم على وجه الخصوص ضد حرشفيات الأجنحة على الخضار. والـ aldicarb مبيد جهازى هام فى مكافحة النيماتودا والحشرات وهو أحد المبيدات الشديدة السمية ولذلك فهو مبيد خطير عند تداوله مقارنة بمبيدات الكاربامات الأخرى. وحددت السمية العالية من فوائد الـ aldicarb حيث اكتشف المبيد تحت ظروف معينة فى الماء الأرضى الضحل ولذا يجب أن يستخدم بعناية فائقة.

وتستخدم الكربامات الأخرى مثل الـــ propoxur بواسطة اخصائيين ضد الصراصير فى المطاعم والمنازل التى أصبحت الحشرات فيها مقاومة للمبيدات الحشرية الفوسفورية.

٤. البيريثرويدات Pyrethroids :

البيريثرويدات هى أسرع المبيدات الحديثة تطوراً. ولقد حلت محل كثير من المبيدات الحشرية الأقدم بسبب فاعليتها الكبيرة والأمان فى تطبيقها. والبيريثرويدات ليست مبيدات حشرية جديدة فالمبيد الأول منها allethrin صنع فى ١٩٤٩. لقد خلق الـ allethrin ليطابق فاعلية المبيد الحشرى المنتج طبيعياً cinerin I وهو مكون المبيد الحشرى النباتى بيريثرم pyrethrum. ويأتى لفظ pyrethroid من pyrethrum و oid – والمقطع الأخير يعنى شئ يشبه شئ آخر. بمعنى ان مبيدات المجموعة تشبه البيريثرم. ومع ذلك – للبيريثرويدات مميزات خاصة فوق ما يحمل إسمها من معنى فهى: (١) عالية السمية للحشرات عند المعدلات المنخفضة جداً (٢) لها القدرة على إحداث صدمة عصبية سريعة (٣) معدل عودة الحشرات المعاملة للشفاء أقل مقارنة مع البيريثرم الطبيعى (٤) أسعارها المناسبة جداً عند معدلات التطبيق المنخفضة إذا ما قورنت بالكربامات والفوسفور العضوية أو إذا قورنت بالبيريثرم الطبيعى الذى يعتبر مكلف جداً إذا استخدم فى مكافحة الآفات الزراعية (٥) تكسر البيريثرويدات الحديثة بطئ جداً عند تعرضها لطول الموجات الفوق بنفسجية. إذا قورنت مع البيريثرم. ولذا فإن كثير من البيريثرويدات تظل فعالة على المجموع الخضرى لمدة ٤ – ٧ أيام.

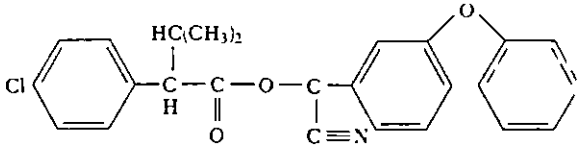
Allethrin (Pynamin®)



2-methyl-4-oxo-3(2-propenyl)-2-cyclopenten-1-yl 2,2-dimethyl-3-(2-methyl-1-propenyl)cyclopropane-carboxylate

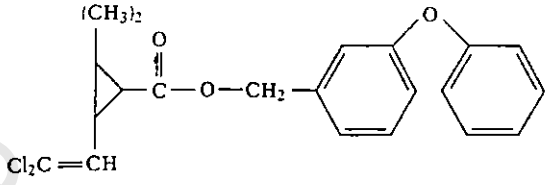
عادة ما تقسم البيريثرويدات إلى أجيال من ناحية ظهورها حيث هناك أربعة أجيال. ينتمى الـ allethrin الى الجيل الأول. وينتمى عديد من المركبات إلى الجيل الثانى ومنها الـ resmethrin. ولكن المركبات الواسعة الإستخدام تنتمى الى الجيل الثالث والرابع.

Fenvalerate (Ectrin®)



cyano-3-phenoxyphenyl methyl 4-chloro-α-1-methyl-ethyl benzeneacetate

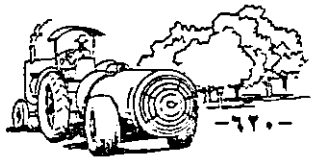
Permethrin (Ambush®, Pounce®)



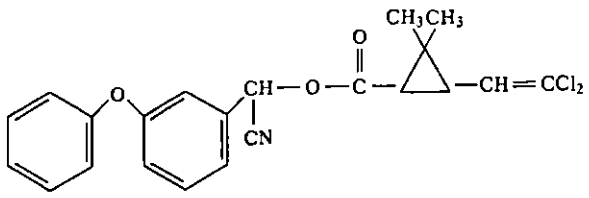
m-phenoxybenzyl (±)-*cis, trans*-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

يشمل الجيل الثالث للبيريثرويدات الـ fenvalerate الذى دخل عام ١٩٧٢ والـ permethrin الذى دخل عام ١٩٧٣. واستخدمت هذه المبيدات على كثير من المحاصيل مثل القطن والذرة وفول الصويا وذلك لفاعليتها ضد عديد من الآفات الحشرية فوق سطح الأرض وبمعدلات تطبيق منخفضة جداً. مثل ٠,١١ كجم أو أقل للمادة الفعالة لكل هكتار (٠,١ رطل أو أقل للإيكر) إذا قورنت مع كثير من المبيدات الفوسفورية العضوية والكربامات التى تتطلب على سبيل المثال ١,١إلى ٢,٣ كجم مادة فعالة حقيقية للهكتار (١-٢ رطل / ايكر).

بيريثرويدات الجيل الرابع سموم حشرية أكثر قوة عن كيماويات الجيل الثالث ومعدلات التطبيق بهذه الكيماويات قد تشكل فقط ١٠/١ من بيريثرويدات الجيل الثالث لتعطى فاعلية مماثلة. وهناك الكثير من الأبحاث تجرى على مركبات الجيل الرابع للوصول لفائدة أكبر وربما فاعلية أكبر. وبعض من تلك المبيدات المتاحة فعلاً deltamethrin, fluvalinate, flucythrinate, cypermethrin .

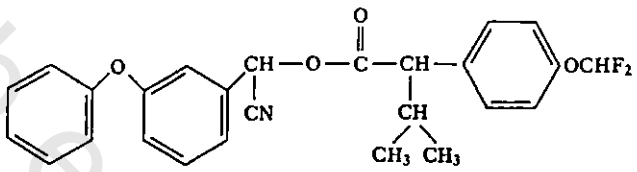


Cypermethrin (Ammo®)



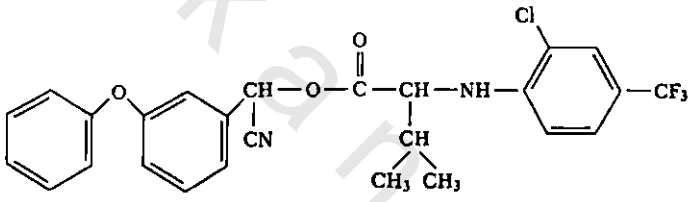
cyano(3-phenoxyphenyl) methyl 3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

Flucythrinate (Cybolt®)



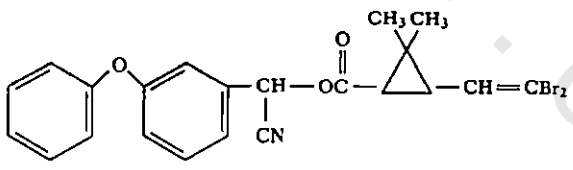
(±)cyano(3-phenoxyphenyl)methyl (+)-4-(difluoromethoxy)-α-(1 methylethyl)benzeneacetate

Fluvalinate (Mavrik®, Spur®)



N-[2-chloro-4-(trifluoro-methyl)phenyl]DL-valine, cyano-(3-phenoxyphenyl)methyl ester

Deltamethrin (Decis®)

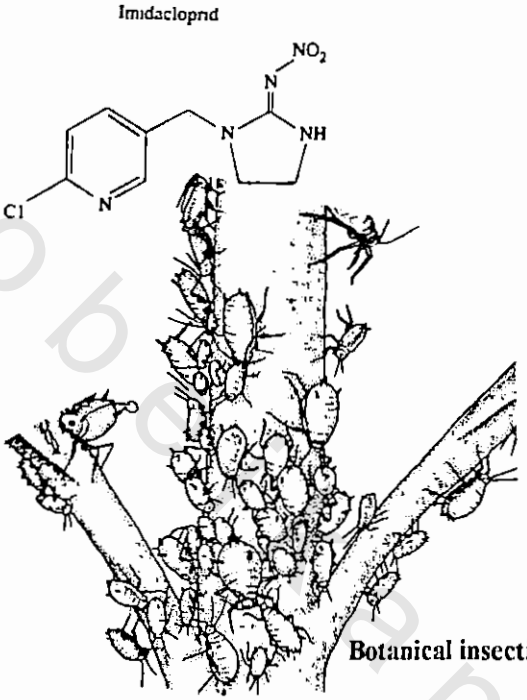


cyano(3-phenoxyphenyl) methyl 3-(2,2-dibromoethenyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate

٥- الكلورونيكوتينيل Chloronicotinyls

الكلورنيكوتينيل قسم جديد من المبيدات الحشرية المخلقة وكما هو الحال فى أن الـ pyrethroids تشبه المنتج الطبيعى الـ pyrethrum فإن الـ chloronicotinyls تشبه للمنتج الطبيعى النيكوتين nicotine. ويمثل القسم فى الوقت الحاضر بمركب واحد وهو imidacloprid .

وهـو مبيـد حشـرى جـــهازى وبالملامسة يؤثر أساساً على الحشـرات الثاقبة الماصة مثل المـــن ونطاطـات الأوراق والتربس والذبـــاب الأبيـض. وهو فعال أيضاً ضد النمـــل الأبيـض وحشرات الأعشاب وحشـرات التربـة وبعض أنواع الخنافس. وطريقة تـأثيره مختلفة تمامـاً عـن معظـم المبيـدات الحشرية التقليدية ولذا فهو هام فى إدارة الحشرات التى أصبحت مقاومة للمبيدات الحشرية. بالإضافة إلى ذلك لهذا المبيـد الحشرى الجديد سمية قليلة نسبياً علـى الثدييات وذات صفات بيئية عامة جيدة.



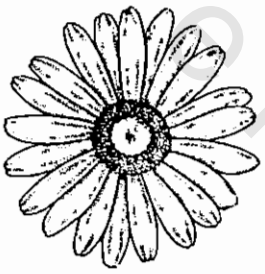
٦- المبيدات الحشرية النباتية Botanical insecticides

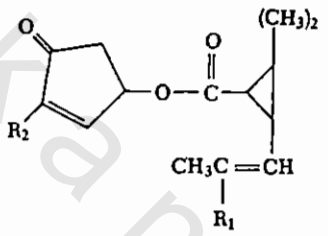
تشتق المبيدات الحشرية النباتية مباشرة من النباتات أو المنتجـات النباتيـة. وهـذه الكيماويات مع إمكانية استثناء الكبريت sulfure إستعملت لمدة أطول من أى نوع آخـر من المبيدات الحشرية. ولكثير من المبيدات الحشرية النباتيـة أهميـة لمـالكى المـزارع العضوية لكونها منتجات طبيعية. ومع ذلك كمجموعة ليست نسبياً أكثر أمناً عن المخلقـات الكيماوية العامة. ونظراً لتكلفة هذه المبيدات عند الاستخلاص لذا ليست عملية بصفة عامة للإستخدام فى الزراعة الإقتصادية. ووصل إستخدام هذه المبيدات لأقصاه فى عـام ١٩٦٦ ثم تناقص بعد ذلك. وهناك فرصة جيدة لعودة جديدة مع إكتشافات حديثة للمبيـــدات ذات الأصل النباتى فعالة وامنة بيئياً. إن إكتشاف منتجات نباتية ذات نشاط إبادى للحشرات هم حيث يمدنا بالبصيرة للعمل على تخليق مبيدات حشرية جديدة.

٦٠١٠٦ البيريثرم Pyrethrum

البيريثرم مبيدات ذات أصل نباتى يرجع إليه الفضل فى ظهور البيريثرويدات وهـو أكثر المبيدات الحشرية ذات الأصل النباتى الواسعة الإستخدام. إستخرج هذا المبيد مـــر

بتلات أزهار *Chrysanthemum* species الذى ينمو فى كينيا وإكوادور وبلاد أخرى. ويتكون البيرثرم من أربعة مركبات هى pyrethrins I و II و cinerins I و II. ومن الشائع ما تحتوى إيروسولات الرش المستخدمة فى المنازل على البيرثرم. وذلك للمدى المؤثر الواسع له ولصفاته فى إحداث صدمة عصبية سريعة... وما لم تضاف إليه منشطات synergists معينة فإن كثير من الحشرات تتوقف عن الحركة لفترة ثم سرعان ما تستعيد كامل نشاطها. البيرثرم متاح أيضاً كمركز رش أو مسحوق تعفير للإستخدام على أشجار الفاكهة والزينة والخضراوات والأزهار. ويمكن جمع ثمار الفاكهة أو أى مواد أخرى قابلة للأكل بعد وقت قصير من تطبيقه حيث يتكسر المبيد بسرعة فى وجود الضوء.





Pyrethrin I

$R_1 = -CH_3$

$R_2 = -CH_2CH{=}CHCH{=}CH_2$

Cinerin I

$R_1 = -CH_3$

$R_2 = -CH_2CH{=}CHCH_3$

Pyrethrin II

$R_1 = -C(=O)-OCH_3$

$R_2 = -CH_2CH{=}CHCH{=}CH_2$

Cinerin II

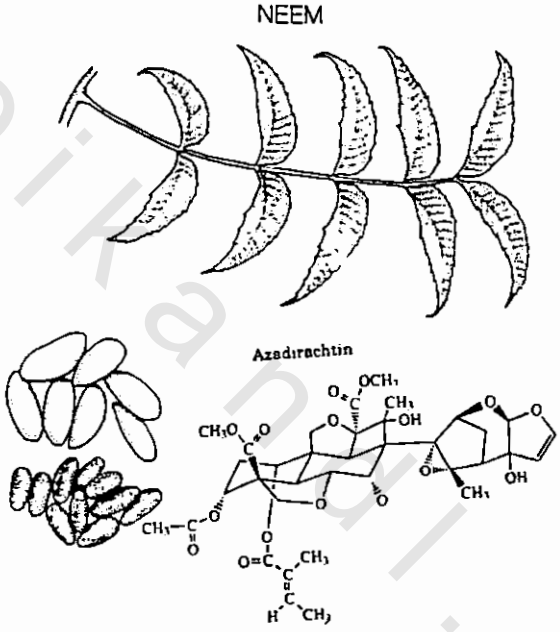
$R_1 = -C(=O)-OCH_3$

$R_2 = -CH_2CH{=}CHCH_3$

٢٠٦ ، مشتقات النيم Neem derivatives

شجرة النيم *Azadiracta indica* (عائلة Meliaceae) موطنها آسيا الاستوائية ولكن زرعت على نطاق واسع فى المناطق الحارة من أفريقيا ووسط وجنوب أمريكا واستراليا. وهى ذات شهرة خاصة فى الهند وبعض مناطق أفريقيا فى استخدامها ضد الحشرات. على سبيل المثال توضع أوراقها المضغوطة بين الكتب لتعمل على إبعاد الحشرات كما توضع فى الدواليب أكياس بها أوراق جافة لطرد الفراشات والصراصير.

تمثل مشتقات النيم مجموعة أخرى من المركبات المنظمه للنمو growth-regulatory compound ذات الأهمية فى مكافحة الحشرات حيث يسبب ابتلاعها أو حقنها أو تطبيقها السطحى إرباك فى الإنسلاخ والتطور. ويعتمد التأثير على نوع الحشرة وتركيز المادة الكيماوية المطبقة على الحشرة. واليرقات أو الحوريات المعاملة إما أن تفشل فى الانسلاخ أو ينتج عن الإنسلاخ أفراد غير طبيعية فى الأعمار التى تلى المعاملة. وعادة ما ينشأ عن معاملة اليرقات أو الحوريات فى عمرها الأخير تشوه أو موت فى العذارى والحشرات الكاملة.



(شكل ١٢٩): النيم

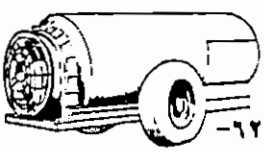
تمثل البذور البنية اللون الموضحة أسفل البذور الكاملة أهم مصدر للمواد الفعالة التى تؤثر على الحشرات وتمثل الأوراق المصدر الثانى للمواد النشطة والمادة الرئيسية النشطة فى الحبوب هى a limonoid يطلق عليها بالـ azadiractin (AZ) ولكن هناك مدى من المركبات الأخرى النشطة التى توجد أيضاً داخل الحبوب. اختبرت فاعلية المستخلصات المائية والكحولية للحبوب وزيت النيم neem oil و الـ AZ الخام على كثير من الحشرات. ووجد أن هذه المشتقات يمكن أن تطرد أو تمنع استقرار أه

تثبيط وضع البيض فى الحشرات الكاملة وتثبط أو تقلل من التغذية وتتداخل مع النمو المنتظم كما أنها تقلل من خصوبة وعمر وقوة الأفراد الكاملة ويبدو أن الـ AZ يخفض النشاط الغذائى للأنواع المحددة التغذية oilgophagous species أكثر من الأنواع المتعددة العوائل polyphagous. ووجد أن مكون الفعل المانع للغذاء phagodeterrent للنيم منه ما هو متعلق بحاسة التذوق gustatory (التى تنظم بواسطة أعضاء حسية على أجزاء الفم). وما هو غير متعلق بالتذوق non-gustatory حيث أن الحقن أو المعاملة السطحية لمشتقات النيم يمكن أن تقلل التغذية حتى لو لم تتأثر أجزاء الفم مباشرة.

التأثيرات الفسيولوجية لمشتقات النيم غير مفهومة تماماً ولكن يعتقد أنها تنشئ من التداخل مع وظائف إفرازات الغدد الصماء endocrine function فقد تعمل القاعدة الأساسية النشطة للنيم azadiractin (AZ) كمضاد مشابه الإنسلاخ antiecdysteroid بغلقه لمواقع ارتباط ecdysteroid على البروتين. فقد يثبط الـ AZ الإنسلاخ فى الحشرات بمنع الارتفاع العادى فى مستوى الـ ecdysteroid عند بدء الانسلاخ ومعروف عن تراكيب الكيوتيكل أنها حساسة بوجه خاص للـ ecdysteroid وتنمو بصورة غير طبيعية تحت جرعات منخفضة من AZ.

يبدو أن مشتقات النيم مؤثرة تحت ظروف الحقل ضد مدى واسع من الآفات والتى منها الحشرات المتغذية على النباتات لمعظم الرتب (مثل نصفية الأجنحة وغمدية وثنائية وحرشفية وغشائية الأجنحة) وآفات الحبوب المخزونة وآفات خاصة بالماشية وبعض الباعوض الناقل للأمراض، الإنسان، ولحسن الحظ نحل العسل وكثير من المفترسات الحشرية مثل العناكب وخنافس أبى العيد ذات حساسية قليلة للنيم مما يجعل هذه المشتقات ملائمة لبرامج الـ IPM.

فى دراسة للمؤلف مع آخرين (Hannou et al 2000) عن تأثير النيم على نافقات أوراق الفول البلدى (*Liriomyza spp*) وجد أنه مبيد مؤثر على هذه الحشرات ولكن له تأثير معاكس على الطفيليات الخارجية لهذه الآفات. ويمكن أن يؤقت التطبيق لتلافى هذا التأثير الضار على الأعداء الطبيعية.



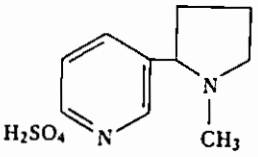
لم يكتشف لزيت النيم أية تأثيرات معاكسة على الثدييات بل أظهر فى الحقيقة أن لـــه نشاط علاجى حيث أنه مضاد للالتهابات anti-inflammatory وضد القرح. وعند تقييـــم النيم للكائنات الغير مستهدفة فإلى جانب قلة التأثير على نحل العسل والمفترسات ظـهر أن المشتقات ذات اختيارية ممتازة على الأسماك وحيوانات المزرعة والمتبقيات الخاصة بـــها تتكسر بسرعة فى البيئة بأشعة الشمس. بالإضافة إلى الـــ azadiractins مـــازال هنـــاك كيماويات ذات فعل إبادى حشرى تعزل من شجر النيم وأقربائه مثل شجرة التوت الصينية *Melia azedarach*. ويسوق حالياً المبيد الحشرى للنيم تحت الإسم التجارى Azatin.

لسوء حظ التراكيب الكيماوية للـــ limomoids مثل الـــــ AZ تعـــوق التخليـــق الكيماوى الإقتصادى ولكنها متاحة من مصادرها الطبيعية. ويعنى توافر أشـــجار النيـــم فى كثير من البلاد النامية أنه يمكن أن يتوافر لدى المزارعين الفقـــراء مبيـــدات غـــير سامة لمكافحة آفات المحاصيل والمواد المخزونة.

٠٣٠٦ النيكوتين Nicotine

تحصل على النيكوتين من استخلاص أوراق الدخان. واستخدم كمبيد حشرى منذ فـــترة طويلـــة تمتـــد إلـــى ١٦٩٠. وكـــان مـــن أحـــب مبيـــدات الـــرش فـــى الحدائـــق الـــــ Black leaf 40 الذى كان يحتوى ٤٠% سلفات نيكوتين كمادة فعالة. والنيكوتين أحد أشـــباه القلويات alkaloid مثل caffeine والـــ morphine و LSD و الـــ cocaine والـــ strychnine.

Nicotine Sulfate



3-(1-methyl-2-pyrroladyl) pyridine sulfate

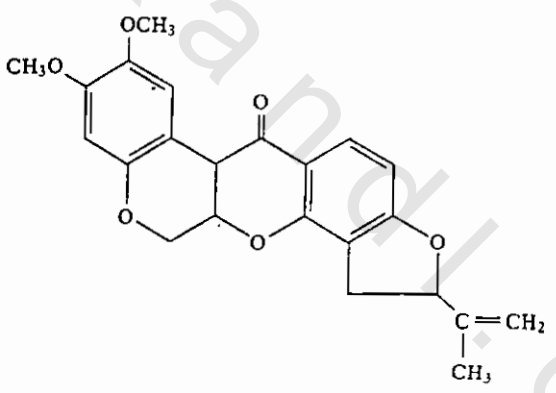
سـلفات النيكوتيـن سـامة جـداً للحشرات والإنسان. وفى الحقيقة تمثـل أخطر المبيدات الحشرية ذات الأصـــل النباتى عند التطبيق، وتباع هذه المـــادة أكثر كمادة رش لأن المساحين خطـيرة جداً عند الاستخدام. استخدم النيكوتيـــن أساساً فى الحدائـــق الصغـــيرة ضـــد الحشرات الثاقبة الماصة والحلم.

وبسبب المتبقيات السامة لا يجمع الغذاء المعامل إلا بعد ٧ أيام علـــى الأقـــل مـــن المعاملة وكان أشهر منتج هو Black leaf 40 الذى توقف منتجه عن إنتاجه.

٠٤٠٦ الروتينون Rotenone

من المحتمل أن يأتى الروتينون فى المرتبة الثانية للمبيدات الحشرية ذات الأصل النباتى الأكثر استخداماً وهو يستخرج من جذور نوع بقولى *Derris* sp. الذى ينمو فى ماليزيا وشرق الهند وينمو النوع *Lonhocarpus* sp. فى أمريكا الجنوبية. لقد طبق الروتينون كمبيد حشرى منذ عام ١٨٤٨ وكسم للأسماك بواسطة أهل أمريكا الجنوبية الأصليون على الأقل منذ عام ١٦٤٩. ويباع اليوم هذا المبيد الحشرى كمحلول رش أو مسحوق لكل من الحشرات القارضة والثاقبة الماصة وأساساً ضد أفات محاصيل الفاكهة والحدائق. ومن استخداماته الرئيسية استعماله كسم للأسماك عند إصلاح وتعديل مكونات فونا البرك والبحيرات حيث يطبق لقتل جميع الأسماك والتى ضمنها الأسماك الغير مرغوبة وذلك قبل إعادة توطين البرك بأسماك الصيد المرغوبة.

Rotenone



1,2,12,12*a*- tetrahydro-2-isopropenyl-8,9-dimethoxy-[1]benzopyrano-[3,4-*b*]furo'2,3-*b*][1]benzopyran-6(6*aH*)one

٠٥٠٦ الريانيا Ryania

الريانيا مبيد حشرى يستخرج من ساق وجذور نباتات الـ *Ryania speciosa* وهو شجيرة تنمو فى Trinidad. والمادة الفعالة كما هو الحال مع النيكوتين هى شبه قلوى alkaloid. ورغم ذلك له سمية منخفضة على الإنسان. استخدم الريانيا أساساً ضد يرقات حرشفية الأجنحة على أشجار الفاكهة وخاصة فراشة الكودلنج *Cydia*

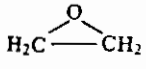
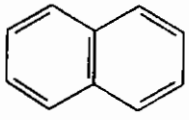
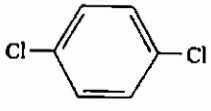
pomonella على التفاح. والمبيد مؤثر على بعض الحشرات مثل حفار ساق الذرة الأوربى *Ostrinia nubilalis* على الذرة وعلى كثير من الحشرات الأخرى فى الحدائق المنزلية وأشجار الفاكهة.

٠٦٠٦ السباديلا Sabadilla

يستخرج هذا المبيد من بذور نبات *Schoenocaulon officinale*. والمواد الفعالة اشباه قلويات alkaloids. وسمية السباديلا منخفضة على الإنسان ولكن عرف أنه يسبب تهيج العين وعطس فى بعض الأشخاص. ويعتبر المبيد أقل المبيدات ذات الأصل النباتى استخداماً وهو مؤثر ضد معظم آفات الحدائق فيما عدا المن والحلم.

٧- المدخنات Fumigants

المدخنات مبيدات عالية التطاير تستخدم ضد عدد من الآفات يحتوى معظمها واحد أو أكثر من الغازات الهالوجينية F, Br, Cl. وللمدخنات المؤثرة قدرة عالية للنفاذ وقتل جميع أطوار الحشرات فى الأماكن المغلقة بما فيها البيض. والمدخنات الجيدة هى تلك التى لا تؤثر على نوعية السلع التى تعامل بها والتى تمتص بسرعة من الأسطح المعاملة ولا تترك أى متبقى ضار.

Methyl Bromide	CH_3Br
Magnesium phosphide	Mg_3P_2
Chloropicrin	Cl_3CNO_2
Sulfuryl Fluoride	SO_2F_2
Metam-sodium	$CH_3NHC(=S)-S-Na$
Dichloropropene	$ClCH=CH-CH_2Cl$
Ethylene Oxide	
Naphthalene (crystals)	
p-dichlorobenzene (PDB crystals)	

تستخدم المدخنات فى قتل جميع الآفات فى مصاعد الحبوب والصوب والمنازل ومستودعات التخزين وأيضاً فى المنتجات المعبئة مثل البقوليات والحبوب المعدة للإفطار breakfast cereals والحبوب الجافة. كما تستخدم ضد حشرات التربة والنيماتودا والكائنات الدقيقة الممرضة. قد توضع أحياناً أفرخ بلاستيك بعد التطبيق عند معاملة التربة لتقليل معدل تطايرها. وتتمثل الخطورة الأكبر فى إستخدام تلك المبيدات فى سرعة إشتعال الغاز فى بعض منها وإمكانية تسمم الإنسان بها مصادفة. وهناك عديد من المدخنات المسجلة للإستخدام وفيما يلى عرض لقليل منها والتى تمثل المدخنات الأكثر شيوعاً.

١٠٧- بارا داى كلورو بنزين والنفثالين

Para-dichlorobenzene and naphthalene

يشكل البارا داى كلورو بنزين والنفثالين أكثر المدخنات شيوعاً فى الإستخدام المنزلى وهى تنتج كمواد صلبة ينبعث منها الغاز بمعدل منخفض. وتستخدم فى المنازل فى صورة كريات الفراشات أو قشور لحماية الملابس من فراشات الملابس *Tineola* species كما تستخدم كمدخنات تربة.

٢٠٧ – الفوسفيدات الغير عضوية Inorganic phosphides

هناك عدة فوسفيدات عضوية منها الأليومنيوم فوسفيد aluminum phosphide والماغنيسيوم فوسفيد magnesium phosphid لإنتاج غاز الفوسفين phosphine. ويستخدم هذا المدخن ضد الآفات الحشرية فى الحبوب المخزونة وحشرات مطاحن الدقيق وعربات السكك الحديدية والمخازن. ولا تستخدم هذه المبيدات الحشرية فى تدخين التربة فى محاصيل الخضر كما هو الحال مع بعض المدخنات الأخرى.

٣٠٧- الداى كلوربروبين Dichloropropene

يستخدم الداى كلوروبروبين عادة كمدخن تربة ضد كلاً من الحشرات والنيماتودا. ونظراً لأنه يضر النباتات ويسبب أحياناً نكهة لبعض الخضراوات لذا يطبق قبل الزراعة.

٤.٧- الميثيل بروميد Methyl promide

الميثيل بروميد مبيد حشرى عالى التطاير. استخدم على نطاق واسع كمدخن عام ١٩٣٢م وهو مبيد ثابت وغير قابل للاشتعال وشديد السمية للحشرات وبعض الحلم. الميثيل بروميد ينفذ تماماً ويمتص بسرعة فى السطوح المعرضة له واستخدم فى تدخين المطاحن ومخازن الغلال والمخازن العامة ولكن ينحصر ٨٠% من استعماله فى تدخين التربة فى الخضراوات وفى إنتاج المحاصيل العالية القيمة الأخرى. ورغم أنه مبيد حشرى مفيد جداً إلا أنه تحدد أن هذا المبيد يعمل على تآكل الأوزون. ولهذا قررت هيئة حماية البيئة توقف إنتاجه بعد أول يناير ٢٠٠١. ولا يوجد فى الوقت الحاضر بديل له لجميع الاستخدامات التى كان يستخدم فيها هذا المركب الهام. ولذا سيكون هناك حاجة لسياسات متنوعة كيميائية وغير كيميائية لتحل محله.

٥.٧- الكلوروبكرين Chlorpoicrin

الكلوربكرين هو المادة الفعالة للغاز المسيل للدموع "tear gas" الذى يستخدمه الشرطى فى مكافحة الشعب. وعادة ما يضاف للمدخنات عديمة الرائحة للتحذير الآمن.

وعندما يوجد هذا المبيد فى مخلوط مثل مع الميثيل بروميد فإن وجود هذا المدخن يبعد المستخدم ويقلل من فرصة الحوادث. الكلوروبكرين نفسه مدخن ضد الحشرات والفطريات والنيماتودا وبذور الحشائش.

٨. الزيوت Oils

شكلت الزيوت الناتجة من تكرير البترول من فترة طويلة مصدراً للمبيدات الحشرية المستخدمة فى إدارة يرقات الباعوض وآفات أشجار الفاكهة. وهى تستخدم أيضاً كحاملات للمبيدات الحشرية الأخرى.

نظراً لسمية الزيت البترولى للنبات phytotoxic حيث يقتل أو يضر النبات لذا يجب أن يكون عالى التكرير highly refined قبل تطبيقه على النبات. وكلما قلت اللزوجة (المقاومة للانسياب) ومجال التقطير (نقطة الغليان) كلما كان الزيت أقل سمية للنبات. وربما تكون الزيوت الخفيفة light oils أقل سمية للنباتات لأنها تتطاير بسرعة أكثر من الزيوت الأثقل heavier oils كما لا تبقى على سطح النبات لفترة طويلة.

وتشكل كمية الهيدوركربونات الغير مشبعة فى الزيت عامل آخر فى سمية الزيت للنبات. فالهيدروكربونات الغير مشبعة غير ثابتة وتتحد لتكون مركبات سامة للنبات. ومعدلات الـ (percent unsulfonated residue [U.R] from lab test) هى مقياس لهذه الهيدوركربونات الغير مشبعة. للزيوت الثقيلة (زيوت السكون dormant oils) معدلات U.R. من ٥٠ إلى ٩٠% والزيوت الخفيفة (زيوت الصيف) معدلات U.R. من ٩٠ إلى ٩٦%.

عادة ما تستحلب الزيوت مع الماء لتطبيقها. والزيوت الصيفية هى الأعلى تكريراً ويمكن تطبيقها على الأشجار وهى كاملة التوريق. وعادة لا تكون الزيوت الصيفية سامة للحشرات مثل زيوت السكون ولكن يمكن أن تكون مفيدة ضد الحلم والحشرات القشرية على الموالح. الزيوت الثقيلة أقل تكريراً وتطبق عندما لا توجد أوراق على النبات لمنع تأثيرها السام حيث تطبق على أشجار الفاكهة والزينة أثناء فترات الطقس المعتدل فى آخر الشتاء وقبل خروج البراعم وهى تطبق أساساً لكى تقتل جزء من الحشرات القشرية النامية والأكاروسات التى تمضى الشتاء على الأفرع والأغصان.

هناك كثير من مميزات تطبيق الزيوت. فهى رخيصة الثمن وعادة ما تؤدى إلى تغطية كاملة وسهلة الخلط وآمنة للحيوانات ذات الدم الحار. ولكن قليل من الحشرات أصبحت مقاومة لها. من بعض عيوبها سميتها للنبات وعدم الثبات عند التخزين وغير فعالة ضد آفات معينة.

٩- مبيدات حشرية أخرى Other insecticides

رغم أن مجاميع المبيدات الحشرية التى نوقشت تشكل لحد ما الغالبية العظمى من المبيدات المستعملة إلا أنه هناك مبيدات أخرى ذات أغراض خاصة سنذكر منها:

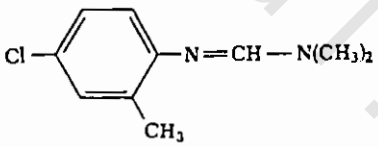
١٠٩- الفورماميدينز Formamidines

الفورماميدينز نسبياً قسم جديد من المبيدات الحشرية لاقى قبولاً فى سنوات ١٩٧٠ أساساً للإستخدام ضد الآفات التى كونت مقاومة للمبيدات الفوسفورية والكاربامات وهى مبيدات مؤثرة ضد البيض واليرقات الحديثة الفقس ومن أمثلتها chlordimeform و

U-36059 وهى مبيدات بيض ومبيدات يرقات حديثة الفقس لعدد مـــن الفراشـــات ذات الأهمية الزراعية كما أنها مؤثرة ضد معظم أطوار الحلم والقراد.

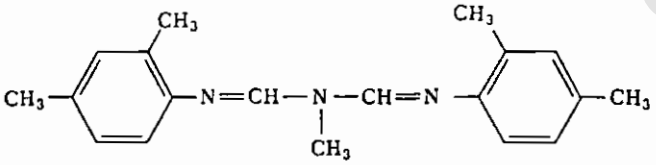
الـــ Chlordimeform كان من أوائل مبيدات هذه المجموعة وكـــان المبيـــد الأوســـع استخداماً وسحب من السوق فى ١٩٧٦ عندما أشارت الدراسات المعملية إلى أنـــه يكـــون أوراماً سرطانية لسلالات من الفئران التى تغذت على غذاء ملوث به طوال حياتها. ثم رجع للتداول مرة أخرى فى عام ١٩٧٨ لإستخدامه على المحاصيل الغير غذائيـــة مثـــل القطـــن أساساً. ومع ذلك توقف منتجى هذا المبيد فـــى الولايـــات المتحـــدة عـــن إنتاجـــه والـــ formamidine الذى لازال يسوق هو amitraz. أعراض التسمم بمبيدات هذه المجموعـــة تختلف تماماً عن المواد الأخرى. واقترح أن أحد طرق التأثير تأتى من تثبيط إنزيـــم الـــ monoamine oxidase فينتج تراكم لمركبات تعرف بإسم biogenic amines التى فعلها لم يفهم جيداً بعد. ومع ذلك قد تعمل فى بعض الحالات كناقلات كيماوية للنـــهايات العصبيـــة مشابهة فى ذلك للأسيتيل كولين. ولهذا فإن مجموعة مبيدات الـــ fromamidines تطـــرح طريقة جديدة فى التأثير للمبيدات الحشرية والأكاروسية وهناك اتجاه فى التوسع فـــى هـــذه المبيدات.

Chlordimeform (Galecron®, Fundal®) (discontinued)



N'-(4-chloro-o-tolyl)-N,N-dimethylformamidine

Amitraz (Mitac©)

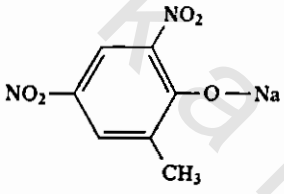


N'-(2,4-dimethylphenyl)-*N*-[[2,4-dimethyl-phenyl) imino]methyl]-*N*-methylmethanimidamide

٣٠٩- الداى نيتروفينولز Dinitrophenols:

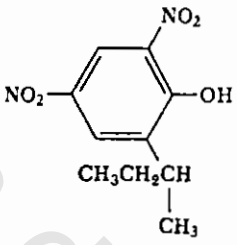
للداى نيتروفينولز مدى واسع للسمية لأنواع كثيرة من الكائنات لهذا تستخدم كمبيدات حشائش ومبيدات فطرية ومبيدات حشرية وهى مبيدات سامة بقدر كبير للإنسان. وأقدم مادة كيماوية فى هذه المجموعة الـ DNOC (dinitrocresol) الذى إستخدم كمبيد للبيض ovicide ومبيد حشائش ومبيد فطرى وكعامل مخفف للإزهار. ويستخدم الـ DNOC اليوم أساساً لقتل جميع النباتات فى منطقة ما ومن المبيدات الأخرى الـ dinoseb الذى يستخدم كرش للسكون ضد الحشرات والحلم على الفاكهة.

Dinitrocresol (DNOC)



4,6-dinitro-o-cresol, sodium salt

Dinoseb

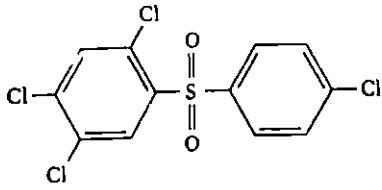


2-sec-butyl-4,6-dinitrophenol

٣٠٩- الكبريت العضوى والأورجانوتينز Organosulfurs and organotins

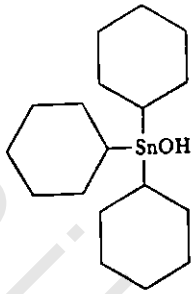
تستخدم مركبات الكبريت العضوى organosulfurs والـ organotins كمبيدات أكاروسية حيث أنها مؤثرة ضد كثير من أنواع الأكاروسات التى تتغذى على النباتات. وتحتوى مركبات الكبريت العضوى على كبريت كذرة مركزية وهى أكثر سمية للحلم من الكبريت بمفرده. وترجع أهمية تلك المركبات فى إدارة الآفات إلى خصائص هذه المركبات فى خفض عشائر الحلم دون إحداث فورانات إيكولوجية فى عشائر الحشرات. ويشكل المبيد Tetradifon واحد من أقدم مركبات الكبريت العضوى المستخدمة.

Tetradifon (Tedion®)



p-chlorophenyl 2,4,5-trichlorophenyl sulfone

Cyhexatin (Triran®)



tricyclohexylhydroxytin

وتستخدم الـــ organotins أساساً كمبيدات أكاروسية اختيارية ومع ذلك بعض منها تستخدم كمبيدات فطرية أيضاً وأكثر المبيدات الشائعة من هذه المجموعة الـــ cyhexatin والـــ fenbutatin-oxide والمبيد الأخير ذو فاعلية خاصة ضد الحلم على الموالح والفاكهة المتساقطة الأوراق ونباتات البيوت المحمية ونباتات الزينة.

٤٠٩- المبيدات الغير عضوية Inorganics

بعض من أقدم المبيدات الحشرية المستخدمة فى الزراعة كانت مركبات غير عضوية ومعظم تلك المبيدات استخدم فى بداية القرن العشرين ثم استبدل بمركبات عضوية أكثر فاعلية.

بعض من المبيدات الغير عضوية التى ظلت تستخدم حتى الآن الكبريت sodium fluosilicate والـــ cryolite. يعمل الكبريت كسم بالملامسة ومعدى ويطبق تعفيراً ضد الحلم وبعض الفطريات. ويصنع الجير ــ الكبريتى السائل liquid lime-sulfur بغلى خليط من الكبريت والجير المطفئ حديثاً أو الجير الحى للإستخدام على أشجار الفاكهة كمبيد فطرى وكمبيد للآفات ضد الحلم والمن والحشرات القشرية. والـــ sodium fluosilicate مبيد حشرى يستخدم فى طعوم الصراصير ونطاطات الحشائش. والـــ cryolite لحد ما فعال ضد عدد من الحشرات فى بعض المحاصيل وكلاً من الـــ sodium fluosilicate والـــ cryolite سموم معدية وليس لهم عادة تأثيرات قوية على عشائر الأعداء الطبيعية.

٥٠٩- الصابون ذات الإبادة الحشرية Insecticidal soaps

إستخدمت أنواع مختلفة من الصابون بواسطة أصحاب الحدائق والمنازل لسنين عديدة. ويرجع تاريخ التسجيلات عن إستخدام محاليل رش من الصابون لمكافحة

obeikandl.com

الحشرات إلى أواخر سنوات ١٨٠٠ الذى استمر حتى أوائل سنوات ١٩٠٠ ثم تناقص الرش بالصابون مع ظهور المبيدات الحشرية الجديدة فى أواسط سنوات ١٩٤٠ ومع ذلك تجدد حديثا الإهتمام فى الصابونيات لرغبة المزارعين فى بدائل للمبيدات الحشرية المخلقة.

تشكل الأحماض الدهنية المواد الفعالة في الصابونيات ذات الإبادة الحشرية والتى تؤثر فى الجهاز العصبى للحشرة وتزيل الشمع من سطح الكيوتيكل الذى يحمى الحشرة. ومنتجات الصابون مثل safer soap يحتوى عادة على أملاح البوتاسيوم للأحماض الدهنية. وهى تستخدم ضد المن والعناكب والحلم والبق الدقيقى والذباب الأبيض على خضراوات الحدائق والأشجار والشجيرات والنباتات المنزلية. ويصبح الرش بالصابون فعال فقط عندما تلامس الحشرة السائل. والتأثير المتبقى قليلاً او لا يوجد بالمرة لذا فهناك ضرورة لإعادة التطبيق على فترات قصيرة لإنجاز مستويات مرغوبة فى خفض الآفة.

خامساً: الكيماويات المستخدمة مع المبيدات الحشرية

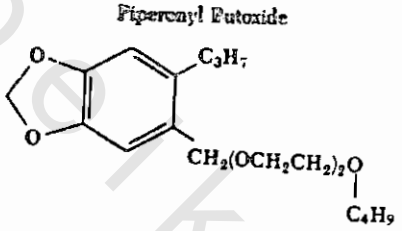
Chemicals used with insecticides

عند تطبيق المبيدات الحشرية عادة ما يكون هناك كيماويات أخرى تضاف إليها لتعطى النتائج المرغوبة بعض من هذه الكيماويات تزيد سمية المبيد الحشرى مباشرة ويطلق عليها بالمنشطات synergists ويطلق على البعض الآخر بالمساعدات auxiliaries أو adjuvants التى تساعد فى حمل المبيد الحشرى أو تضاف لتحسين الالتصاق أو الخلط أو التوتر السطحى أو الرائحة.

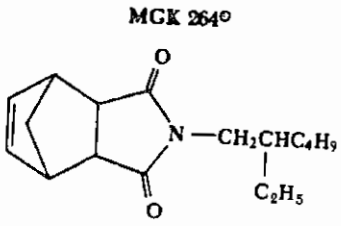
أ- المنشطات Synergists

المنشطات هى كيماويات قد تكون أو لا تكون سامة للحشرات عندما تضاف للمادة السامة تجعل خليط المبيد ذو سمية أكثر وعادة ما تضاف إلى المبيدات بنسبة (منشط: مبيد) من ٨: ١ أو ١٠: ١ صنعت وإستخدمت المنشطات فى البداية لزيادة فعالية البيريثرم. وفى الحقيقة معظم الإيروسولات التى تحوى البيريثرم وبعض البيريثرويدات المستخدمة فى المنازل تحوى تلك المنشطات لتزيد تأثير المبيد. وفى دراسة على

المنشطات وجد أنها تزيد من سمية بعض الهيدروكاربونات المكلورة والمبيدات الفوسفورية والكرابامات وأنواع أخرى من المبيدات الحشرية. وفى معظم الحالات تعمل المنشطات على تثبيط إنزيمات الأكسدة المتعددة الوظائف mixed-function oxidases وهى الإنزيمات التى تقوم بتمثيل المواد الغريبة.



α-[2-(2-butoxyethoxy)ethoxy]-4,5-methylenedioxy-2-propyltoluene



N-(2-ethylhexyl)-5-norbornene-2,3-dicarboximide

من المنشطات الأكثر شيوعاً الـ MGK 264, sulfoxide, piperonyl butoxide وكثيرة من هذه المنشاطات تستخدم وتجهز فى محاليل الرش فى المنازل والحدائق ومخازن الغلال ومعدات ماشية الألبان. ونظراً لتكلفتها لا تستخدم المنشطات عادة فى رش المساحات الكبيرة للمحاصيل.

ب- المذيبات Solvents

كثير من المركبات العضوية المستخدمة كمبيدات حشرية لا تذوب فى الماء. لذا يجب إذابتها قبل تحويلها إلى مركزات للرش أو إيروسولات. ويعتمد المبيد المختار على الخطة المستخدمة للمادة والتى تشمل عوامل منها القدرة على الإذابة solvency والسمية النباتية والسمية للحيوان والرائحة والقابلية للإشتعال. وتشكل التكلفة أهم الاعتبارات. ومن أمثلة المذيبات المستعملة لإذابة مركبات المبيدات الحشرية تشمل كاربون تتراكلوريد والكيروسين والزيلين.

جـ- المخففات Diluents

المخففات هى مواد تضاف إلى المبيدات الحشرية المركزة كمواد حاملة وكمواد ضرورية للحصول على تغطية مناسبة للأسطح العاملة. والمخففات ممكن أن تكون سائلة أو صلبة. والمخففات السائلة للمبيدات الحشرية عادة ما تكون الماء أو زيوت مكررة. وعند إستخدام الماء فإنه من الضرورى إضافة عناصر مبللة ومفرقة wetting and dispersing agents لعمل معلق مناسب للمبيد الحشرى. وعند إستخدام المحاليل الزيتية مع الماء تكون هناك حاجة إلى عوامل مستحلبة Emulsifying agents.

تستخدم المخففات الصلبة فى تجهيز مساحيق ومحببات المبيدات الحشرية. وتصلح جزيئات المخففات الخشنة عند تحويلها إلى الجزيئات المطحونة الناعمة لتعمل كحامل للمبيد الحشرى. ومن المخففات الصلبة الشائعة الدقيق العضوى مثل دقيق فول الصويا والمعادن مثل bentonite clay والتلك ورماد البراكين.

د- عنصر البلل Surfactant

يشير المصطلح surfactant إلى عدة عناصر تساعد أو تحسن من خصائص التغير السطحى surface-modifying properties لتجهيز المبيد الحشرى. واشتق المصطلح من كلمات عنصر التنشيط السطحى surface active agent. وتحسن عناصر البلل الاستحلاب والابتلال وخصائص انتشار الخليط.

فى العادة ما تجهز المبيدات السائلة والزيوت والمبيدات الحشرية الموجودة فى مذيبات لا تذوب فى الماء ولهذا تطبق كمستحلبات مائية. والمستحلبات هى معلقات لقطيرات ميكروسكوبية لسائل فى آخر. ويمكن تكوينها بالرج أو الهز الشديد ولكن هذه الطريقة غير مؤثرة كثيراً. وللحصول على معلقات جيدة تضاف مواد تشبه المنظفات detergent-like إلى تجهيزه المبيد الحشرى لتحسين الخلط. فى معظم الحالات عند إضافة المستحلب emulsifier والمبيد إلى الماء فإن الزيت الذى يعمل كحامل ينتشر فى الحال ويتجانس معطياً المظهر اللبنى والسائل المستحلب جيداً له خصائص ابتلال وانتشار مؤثرة عكس المعلق الخام.

هـ- اللاصقـات Stickers

كمية متبقى المبيد الحشرى الذى يلتصق بالسطح المعـامل يتحكـم فيـها جزئيـاً خصائص أو صفات الابتلال والانتشار الخاصة بالخليط. وعادة ما تضاف اللاصقـات عند تطبيق المستحلبات والمساحيق القابلة للابتلال بغرض الاحتفاظ بالمادة الفعالة علـى السطح المعامل قدر الإمكان. من هذه المواد الكازين والجيلاتين وزيوت الخضـراوات حيث استخدمت كلاصقات للمبيدات الحشرية. كذلك استخدمت تجهيزات مقاومة للمـاء أو الأمطار المحتوية على latex للمساعدة فى إطالة مدة المتبقيات من أمثلة ذلك المبيـد Sevin XLR.

و- مـزيـلات الرائحـة Deo dorants

مزيلات الرائحة مواد تضاف للمبيدات الحشرية لإخفاء أو لتغطية الروائح الغـير مستحبة. فكثير من المبيدات الحشرية مثل البيريثرم وعديد من الفوسفات العضويـة ذات روائح شديدة وقد تكون منفرة مما يجعل مثل تلك التجهيزات غير مقبولة فى الإسـتخدام المنزلى. لذا تضاف عدة مواد مختلفة مثل زيت السيدرو وزيـت الصنوبـر وروائـح الأزهار إلى المبيدات الحشرية لتحسين الروائح المنفرة.

سادساً: تجهيزات المبيدات الحشرية Insecticide formulations

تتضمن المراحل الأولى فى إنتاج المبيدات الحشرية تصنيع المادة التجارية الخـام technical-grade material وهذه المادة هى الشكل النقى نسـبياً للمـادة ذات الإبـادة الحشرية التى تشكل المادة الفعالة active ingredient (AI) فى الخليط النـهائى للمبيـد الحشرى. وقبل طرح المبيد للبيع تخلط المادة التجاريـة الخـام مـع مـواد مسـاعدة auxiliaries لجعل المبيد الحشرى ملائم فى التداول سهل فى التطبيق. وبعض من تلـك الإضافات قد تكون أيضاً نشطة ضد الحشرات والكثير منها يكون خامل والمواد الخاملـة inert ingredients ليس لها تأثير مباشر على الآفات. ويطلـق علـى خليـط المـواد النشطة والخاملة بغرض قتـل الحشـرات بتجـهيزه المبيـد الحشـرى insecticide formulation أى الشكل الذى يباع عليه المبيد للإستخدام تحت علامة تجارية خاصـة بالمنتج أو لشركة أخرى تقوم بتجهيزه. وبعض التجهيزات تكـون جـاهزة للإسـتخدام

عقب خروجها من العبوة الخاصة بها والبعض يجب أن يخفف بالماء أو الزيت.

والتجهيز التجارى للمبيد يتم من خلال طريقة تعمل على تحسين خصائصه من ناحية الأمان والتخزين والتداول والتطبيق والفاعلية أى أن تجهيز المبيد formulation هو التحضير التجارى قبل الإستخدام الحقيقى فى الحقل.

ويجب أن يكون المبيد مؤثر وآمن وسهل التطبيق وإقتصادى بصفة عامة لكى يقبل ويستعمل من قبل المزارع أو المطبق التجارى. ويجب أن تشكل المبيدات فى تجهيزات متعددة قابلة للاستعمال يمكن تخزينها تخزيناً مرضياً وللتطبيق الفعال ولأمان مطبق المبيد والبيئة وللتطبيق السهل بالمعدة المتاحة الإقتصادية أيضاً. وهذا ليس دائماً سهل الإنجاز للخصائص الفيزيائية والكيماوية للمبيد الحشرى الخام. على سبيل المثال بعض المواد الخام تكون سائلة والبعض صلبة والبعض ثابت عند تعرضه للهواء والشمس والبعض غير ثابت والبعض متطاير والبعض غير متطاير والبعض قابل للذوبان فى الماء والبعض قابل للذوبان فى الزيت بينما البعض قد لا يذوب فى الماء أو الزيت. مثل هذه الخصائص تشكل مشاكل للقائم على تجهيز أو تشكيل المبيد formulator. خاصة وأن التركيبة النهائية يجب أن تخضع لمواصفات وتنظيمات ومقاييس مرضية للدولة الذى ينتج فيها المبيد وللمستخدم أيضاً.

يوجد فى السوق كثير من أنواع التجهيزات المتاحة التى تشمل تجهيزات سائلة وصلبة. وقليل من التجهيزات يعد لإطلاق المادة النشطة خلال فترة زمنية محدودة وسنتناول فقط التجهيزات الأكثر شيوعاً.

أ- التجهيزات السائلة Liquid formulations

عادة ما تباع التجهيزات السائلة فى علب أو زجاجات صغيرة أو فى أسطال متوسطة الحجم أو براميل كبيرة (شكل ١٣٠). مثل تلك التجهيزات تكون ملائمة جداً إذا تطلب الأمر إجراء لخلط بعض المبيدات.

١- المركزات القابلة للإستحلاب Emulsifiable concentrates (EC or E)

تتغير اتجاهات تجهيز المبيدات مع الزمن والحاجة. تقليدياً، لقد طبقت المبيدات كمحاليل رش مائية، معلقات مائية، محاليل رش زيتية ومساحيق ومحببات. وكانت

محاليل الرش هى الطرق الأكثر شيوعا فى التطبيق. وبالتالى فإن أكثر من ٧٥% من المبيدات الحشرية طبقت كمحاليل رش وغالبيتها طبق كمستحلبات مائية water-based emulsions باستعمال المركزات القابلة للاستحلاب.

والمركزات القابلة للاستحلاب والتى يطلق عليها أيضاً Emulsible concentrates هى محاليل زيتية مركزة للمادة الخام التجارية تحتوى على مادة مستحلبة emulsifier ليسمح للمركز بالخلط بسهولة مع الماء لإجراء عملية الرش. والمادة المستحلبة هى مادة مثل المنظف الصناعى detergent-like تسبب تحول الزيت إلى قطيرات ميكرسكوبية صغيرة متعلقة فى الماء مكونة بذلك المستحلب. فعند إضافة المركزات القابلة للاستحلاب إلى الماء تسبب المادة المستحلبة عند الرج انتشار الزيت فى الحال ويتجانس مع الماء ليعطى سائل غير شفاف. ومعلق الزيت ـ فى ـ الماء هو المستحلب العادى. وهناك أنظمة أخرى أمكن تطويرها عكست المستحلبات إلى ماء ـ فى ـ زيت والتى أصبحت أكثر ثخانة وأقل تناثراً عن المستحلبات العادية وأمكن تطويرها أيضاً من ناحية إطالة نشاط متبقياتها ومقاومتها للظروف الجوية ولمعدلات عالية للاستقرار على الكائن المستهدف. وعلى ذلك هناك نوعان من المعلقات:

١- معلقات مجهزة لتكون زيت ـ فى ـ ماء وهى المعلقات العادية.

٢- معلقات تتوزع فيها قطيرات الماء فى الزيت يطلق عليها بالمستحلبات المعكوسة invert emulsions.

إذا جهزت المركزات القابلة للاستحلاب جيداً فإنها تظل معلقة دون الحاجة إلى التقليب مرة أخرى على الأقل لمدة ٢٤ ساعة عقب تخفيفها بالماء. وإذا حدث ترسيب فإن هذا يؤدى إلى انسداد الباشبورى وتطبيق غير متساوى. ويمكن الحصول على مادة مستحلبة إضافية من الشركة المجهزة للمبيد والتى تضاف للمركز بمعدل ١: ١,٥ رطل لكل جالون للمركز الذى تعدى التاريخ. عادة ما تحتوى المركزات القابلة للاستحلاب على ٢٤٠ إلى ١٩٢٠ جرام مادة فعالية (AI) لكل لتر (٢ إلى ٨ أرطال/ جالون).

٢- المحاليل (S) Solutions:

المحاليل هى مركزات سائلة أيضاً والتى قد تستعمل مباشرة أو تتطلب تخفيف. والذى يستخدم منها مباشرة من العبوة هى مركزات ضعيفة low concentrates وعادة

ما تحتوى على أقل من ٢٤٠ جرام مادة فعالة (AI) للتر (٢ رطل/ جالون). ومعظم المركزات الضعيفة محاليل فى زيوت نقية جداً. تستخدم المحاليل أساساً لرش البيوت وضد الفراشات ولرش حيوانات المزرعة وعلى معدات الحظائر. وتحتوى المركزات القوية high concentrates عادة على ١٩٢٠ جرام أو أكثر من المادة الفعالة فى اللتر (٨ رطل/ جالون). وإذا تطلب التخفيف يكون الزيت عادة هو المادة المخففة. وهناك نوع خاص من المحلول القوى التركيز وهو Ultra low volume concentrate. بمعنى أن تركيزات الـ ULV تطبق دون تخفيف وبمعدة أرضية أو جوية خاصة لإنتاج رش متناهى الدقة. وأحجام المحاليل التى يتم استخدامها بالـ ULV هى ٠,٦ لتر إلى ٤,٧ لترات للهكتار مقارنة مع أكثر من ٢٠ ضعف لكمية الرش ذات الحجم العالى التقليدى conventional high volume sprays. وتطبيق الـ ULV مؤثر بصفة خاصة مع مبيدات حشرية معينة بسبب أنه يصل إلى الحشرات فى جرعة مركزة. وهو أيضاً إقتصادى بسبب إمكانية معاملة مساحات كبيرة دون إعادة ملئ الرشاش.

٣- معلقات قابلة للإنسياب Flowables F or L

الـ flowables حل بارع لأحد مشاكل التجهيز فلقد وجد أن بعض المبيدات الحشرية لا تذوب فى الماء أو الزيت ولكن تذوب فى مذيب خارجى مما يجعلها غالية الثمن. ولحل المشكلة تمزج المادة الخام مع واحد من المساحيق المخففة مثل الطفل وقليل من الماء بحيث يكون مخلوط الخليط المخفف ناعم جداً ورطب مثل قوام البودنج ويمكن خلط هذا التجهيز مع الماء عند الرش. ويجب هز المعلقات القابلة للانسياب flowables باستمرار لمنع المبيد من ترك المعلق واستقراره فى قاع تنك الرش.

٤- الإيروسولات Aerosols (A)

الأيروسولات من أكثر تجهيزات المبيدات الحشرية الشائعة استخداماً فى المنازل. تذاب المبيدات المستخدمة فى الإيروسولات فى مذيبات بترولية متطايرة ثم يضغط المحلول بواسطة غاز مثل ثانى أكسيد الكربون أو fluorocarbons. يتحول المحلول عند الرش إلى رذاذ يتصاعد بسرعة ويصبح على هيئة قطرات دقيقة معلقة فى الهواء ورغم سهولة إستخدام الإيروسولات إلا أنها تحتوى نسبة منخفضة من المادة الفعالة

ولذا فهى غالية. ومعظم استخداماتها يكون فى المنازل والبيوت المحمية وبالقرب من الحظائر.

٥- الغازات المسالة Liquefied gas (LG or F)

عند تعرض عدة مدخنات للضغط تتحول إلى سائل. هذه السوائل تخزن تحت ضغط فى دوارق معدنية والتى تطلق داخل تراكيب خاصة كما فى صناديق الغلال أو فى التربة عن طريق الحقن أو تحت المصائد. تظل بعض مركبات المبيدات الحشرية الأخرى سائلة تحت الضغط الجوى العادى ولكن تتحول إلى غازات عقب التطبيق. مثل تلك المركبات لا تعبئ تحت ضغط وتتطاير عقب وضعها فى التربة أو فى أماكن مغلقة.

محلول متجانس — مركز قابل للاستحلاب

فلوابل — ايروسول — غاز مسال

شكل (١٣٠): أنماط لتجهيزات سائلة من مبيدات الآفات

ب- التجهيزات الجافة Dry formulations

عادة ما تباع التجهيزات الجافة فى أكياس ورق أو صفائح (شكل ١٣١). وقد تستعمل تلك التجهيزات مباشرة من الوعاء وقد يحتاج البعض إلى تخفيف.

١- المساحيق Dusts (D)

تشكل المساحيق من الناحية التاريخية بعض من أقدم وأبسط تجهيزات مبيدات الحشرات من ناحية التصنيع والسهولة فى التطبيق. ويمثل مسحوق الكبريت الخام مثال

لعنصر سام غير مخفف لمكافحة الحلم أو بق النبات. وهناك مثال لعنصر سام (مبيد) مع مخفف نشط diluent مثل مبيد حشرى مع كبريت كحامل carrier أو مخفف وهنا الكلمتان الحامل والمادة الخام (الكبريت) كلمتان مترادفتان لكلمة مخفف. ومسحوق المادة السامة مع مخفف خامل تمثل أكثر أنماط تجهيزات المساحيق شيوعاً فى الإستخدام الزراعى. ومن أمثلة المخففات الخاملة الدقيق العضوى أو مادة معدنية ناعمة وعادة تتراوح نسبة المادة الفعالة فى المساحيق من ١: ١٠%. وبصرف النظر عن سهولة تجهيز وتداول وتطبيق المساحيق إلا أنها أقل تأثيراً وأقل تجهيزات المبيدات الحشرية اقتصاداً. حيث تسمح بمتبقيات ضعيفة جداً على النباتات المستهدفة. فالتطبيق الجوى لتجهيزه مسحوق كمبيد حشرى ينتج عنها وصول ١٠-٤٠% من المادة للمحصول والباقى ستأخذه الرياح هنا وهناك لذا فإن مساحيق المبيدات لا تتلاءم مع

شكل (١٣١) أنماط من تجهيزات جافة لمبيدات الآفات

برامج إدارة الآفات. كما أنها من الناحية السيكلوجية مزعجة للشخص العادى عندما يرى سحب كبيرة من المبيدات عند التطبيق الجوى. وتحت نفس ظروف التطبيق الجوى فإن نحو ٦٠ إلى ٩٩% من الرش بالمركزات القابلة للإستحلاب تصل إلى النبات المستهدف. بالإضافة إلى ذلك ربما تكون المساحيق أكثر تجهيز سام لنحل العسل والملقحات الحشرية الأخرى والطفيليات الغشائية الأجنحة. مثل تلك الصفات جعلت المساحيق تجهيزات غير مستحبة فى إدارة الآفات خارج المنازل.

٢- المحببات Granules (G)

تغلبت المبيدات الحشرية المحببة Granular insecticides على عيوب المساحيق فى خصائص تداولها. وتحضر تجهيزات المحببات بتطبيق المبيد الحشرى السائل على جزئيات مادة خشنة مسامية. قد تشكل تلك الجزئيات من الطفل أو قوالح الذرة أو أغلفة الجوز ومواد أخرى. ويتدرج حجم الحبيبات من ٢٠ إلى ٨٠ مش. وتتراوح كمية المادة الفعالة فى تجهيزات المحببات من ٢ إلى ٤٠%. والمحببات التى تستعمل عادة فى الزراعة يمكن أن تطبق عملياً فى أى وقت من اليوم كما يمكن أن تطبق جوياً تحت ظروف الرياح ذات السرعة المتوسطة دون مشاكل من إنتقالها لمكان آخر وهى عملية مستحيلة فى حالة محاليل الرش أو المساحيق. كما يمكن أن تخلط مع الحبوب فى الآلات الزراعية لتستقر فى التربة مع البذور لتحمى جذور البادرات من الحشرات أو لوضع مبيد جهازى يتنقل من الجذور إلى الأجزاء النباتية فوق سطح الأرض. وقد توضع فوق قمة النبات أو تنثر فوق المنطقة. عند سقوط المحببات فوق النباتات فإنها تتراكم فى ثنايا الأوراق أو قلب النبات كما هو الحال فى نباتات الذرة الصغيرة. وهذا النوع من التطبيق مفيد ضد حشرات مثل يرقات ثاقبة الذرة الأوروبية التى تتغذى عند ثنايا النباتات قبل أن تثقبه. والتغطية المناسبة كما هو متوقع غير متوافرة مع تجهيزات المحببات.

ربما تكون المحببات كمبيدات حشرية أكثر تجهيزات المبيدات الحشرية فائدة فى إدارة الآفات الحشرية فهى أقل إضراراً بالحشرات النافعة بما فيها نحل العسل عند تطبيقها على المحاصيل وقت وجود الحشرات حيث أن ثقل وزنها يمنع إستقرارها على سطح النبات فلا يوجد لها متبقى يتلامس مع الحشرات النافعة.

٣- المساحيق القابلة للبلل Wettable powders (WP or W)

تشبه المساحيق القابلة للبلل وهى فى عبوتها المساحيق dusts ولكنها مجهزة للخلط مع الماء لرشها على الأسطح المستهدفة. المساحيق القابلة للبلل هى مساحيق مشربة بالمبيدات تحتوى على عنصر البلل surfactant لكى يسهل خلط المسحوق بالماء وينتج معلق للجزيئات قبل الرش. حيث تضاف مادة المبيد الخام إلى حامل أو

مخفف خام مثل بودرة التلك أو الطفل مع إضافة عامل للبلل مشابه للصابون الجاف أو مسحوق التنظيف detergent ثم تخلط جيداً. وبدون عامل البلل سيطفو المسحوق عند إضافته للماء وستكون هناك إستحالة للخلط. وعلى ذلك هناك ثلاثة مكونات تستخدم لتجهيز المساحيق القابلة للبلل هى المسحوق والمبيد وعامل البلل.

المساحيق القابلة للبلل أكثر تركيزاً من المساحيق dusts حيث تحوى من ١٥ إلى ٩٥% مادة فعالة وكما هو الحال فى المعلقات القابلة للإنسياب flowables تتطلب المساحيق القابلة للبل الهز المتكرر لحفظ المبيد فى المعلق حيث تحتوى تلك المساحيق على ٥٠ إلى ٧٥% طفل أو بودرة تلك. السمية الناتجة عن المساحيق القابلة للبلل للنبات أقل من المركزات القابلة للإستحلاب ولكنها تسبب تآكل بشابير الرش. ولا تستخدم المساحيق القابلة للبلل أبداً دون تخفيف.

٤- المساحيق القابلة للذوبان Soluble powders (SP)

على خلاف المساحيق القابلة للبل المساحيق القابلة للذوبان (SP) تذوب فى الماء مكونة محلول حقيقى. بعض تلك المساحيق تعبئ فى أكياس تشبه البلاستيك وتذوب عند وضعها فى الماء. ويكون هناك حاجة لبعض الرج للحصول على الـ SP فى محلول ولكن بعد الذوبان لا يكون هناك حاجة لرج المحلول. وعادة ما تحتوى المساحيق القابلة للذوبان على ٥٠% أو أكثر من المادة الفعالة ودائماً ما تحتاج لتخفيف.

٥- الطعوم السامة Poisonous baits (B)

يتضمن هذا النوع من التجهيز مادة تتغذى عليها الحشرات أو جاذبة لها مع المبيد الحشرى وذلك لتحسين فاعلية المعاملة. وفى العادة ما تستخدم فاكهة جافة أو مسحوقة أو مواد أخرى تجذب الحشرات إليها لكى تتغذى عليها أو تتلامس مع المبيد الحشرى. ويمكن أن تستخدم تلك الطعوم فى المبانى أو خارجها وضد الآفات الزراعية. وعادة ما تكون المادة الفعالة بها منخفضة جداً فى حدود ٥% أو أقل.

٦- التجهيزات البطيئة الإنطلاق Slow-release formulations

عقب مشاكل مجموعة الهيدروكربونات المكلورة ظهرت الحاجة لوجود مبيدات حشرية غير ثابتة فى البيئة وعندما ظهرت مثل تلك المبيدات ظهرت مشاكل خاصة

بفاعليتها القصيرة الأجل وزيادة تكلفتها نتحة الحاجة إلى تكرار تطبيقها. لدا إهتم العلماء بالطرق التى تطيل حياة المبيدات الفوسفورية العضوية وكيماويات أخرى. وأمكن تحقيق درجة من النجاح فى إطالة فترة المبيد الحشرى خلال ظهور تجهيزات المبيدات الحشرية البطيئة الإنطلاق. وحدث أول ظهور حقيقى للتجهيز البطئ الإنطلاق فى ١٩٦٣ عند إدخال No-Pest Strip Shell. وتم تجهيز هذا المبيد بغمر شرائط من polychlorovinyl resin فى المبيد الفسفورى العضوى المتطاير dichlorvos. ويعمل البولى كلوروفينيل التراتنجى على إبطاء معدل تطاير المبيد الحشرى مما يسمح بقتل معظم الحشرات الطائرة وبعض الزاحفة القريبة من المبيد. كما ظهرت شرائط الذباب fly strip" مثل شرائط الأذن لمكافحة الذباب على حيوانات المزرعة وظهرت ياقات البراغيث "flea collars" التى تستخدم مع الكلاب والقطط لمكافحة البراغيث.

الشكل الآخر من التجهيز البطئ الإنطلاق يوجد فى صورة كبسولات دقيقة للمبيد الحشرى microencpsulation. ويتم إعداد هذا التجهيز بإحتواء المبيد الحشرى داخل غطاء منفذ لتكوين كرات ميكروسكوبية أو كبسولات دقيقة تسمح للمبيد بالتسرب ببطئ ولكن بمعدل فعال. وتكون فترة بقاء المبيد الحشرى الذى جهز بهذه الطريقة ضعف أو أربعة أضعاف المركز القابل للإستحلاب والمثال الشائع لهذا التجهيز الـ Penncap-M حيث يوجد المبيد وهو الميثيل براثيون داخل كبسولات دقيقة. ويمكن إستخدام المبيدات الحشرية الكبسلة فى برامج خفض عشائر الباعوض حيث قد يكفى تطبيق جوى واحد لمبيد لليرقات على المياه الراكدة أن يستمر طوال فترة تربية الناموس. وتعمل الكبسلة أيضاً على زيادة تأثير المبيد العالى التطاير على النباتات من دقائق إلى عدة أيام. لذا فهناك فائدتان لكبسلة المبيد الحشرى الأولى فى زيادة حياة المادة السامة العالية التطاير والثانية تقليل عدد مرات التطبيق والفائدة الأخيرة من أحد أهداف إدارة الآفات الحشرية.

هناك تجهيز بطئ الإنطلاق آخر وهو خاص بالطلاء Paint-on type. حيث يذاب المبيد الحشرى فى مذيب بترولى متطاير مع بعض من البلاستيك الخاص أو الورنيش ثم يدهن السطح المراد معاملته فيتبقى المبيد الحشرى عند تطاير المذيب على هيئة فيلم رفيع ويظل السطح المعامل نشط لفترة من الوقت ضد الحشرات التى تلامسه.

٧- مخاليط المبيدات الحشرية والمخصبات

Fertilizer-insecticide combinations (FM)

توافرت مخاليط المبيدات الحشرية والأسمدة (FM) لسنوات للطلبات الخاصة للمزارعين بطريقة تمكن من تطبيق المبيد الحشرى والكيماوى معاً فى عملية واحدة للتربة أثناء الزراعة.

جـ- المشاكل المترتبة على إستخدام مبيدات دون تجهيز

Problems resulting from using non formulated insecticides

هناك كثير من المشاكل الهامة تنتج من إستخدام مبيدات غير مجهزة أى مبيدات حشرية تجارية خام من ذلك:

١- عالية الخطورة لمطبق هذه المبيدات.

٢- خطيرة جداً للعامة وللحيوانات الأليفة فى المزرعة والمنزل.

٣- تعمل على تلوث الغذاء والموارد المائية.

٤- عالية التكلفة.

٥- صعبة التطبيق.

٦- متبقياتها طويلة الأمد.

٧- تتغير خصائصها عند التخزين وفترة تخزينها عادة قصيرة.

٨- سامة للنبات phytotoxic.

٩- ذات فاعلية أقل على الكائنات المستهدفة.

obeikandl.com

د- العوامل التى تؤخذ فى الإعتبار عند تجهيز المبيد الحشرى

Factors to consider in insecticide formulation

١- الإتاحة البيولوجية bioavailable أى تجهيز يصل إلى الحشرة.

٢- بقاء المركب فى التجهيزات المختلفة.

٣- خطورة المركب فى التجهيزات المختلفة.

٤- الإنسجام compatibility.

٥- التذاوب أو تعاون synergism (التنشيط).

٦- زيادة التغطية.

٧- زيادة النفاذية.

٨- تقليل المخاطر.

٩- التكلفة.

سابعاً: العوامل التى تؤثر على تسمم الحشرة بمبيد حشرى

Factors which affect insect toxicity with an insecticide.

١- الإتاحة البيولوجية Bioavailability

يجب أن يكون المبيد فى شكل ويطبق بطريقة تؤهله لأن يصل إلى الحشرة عند إستخدام التجهيزه المعد فيها المبيد. ويجب أن يكون قادر على النفاذ داخل جدار الجسم أو تغذية الحشرة عليه.

٢- حياة متبقى المبيد Residual life

أ- **ضوء الشمس Sunlight**: يشكل التحلل الضوئى عامل مهم فى تكسر المادة الكيميائية رغم البطئ النسبى فى ذلك.

ب- **سقوط المطر Rainfall**: قد يزيل سقوط الأمطار المبيد من على الاوراق عقب تطبيق مبيد الآفات ليستقر فى التربة. وقد يساعد ذلك من ناحية أخرى تلامس المبيد مع الحشرة.

جـ- **الرطوبة Humidity**: لا تشكل الرطوبة عامل مهم ما لم تكن منخفضة جداً عند تطبيق الرش المركز. حيث فى هذه الحالة قد يكون لها تأثير جاف غير مرغوب على إنتشار الضباب الدقيق المطبق.

د- رطوبة التربة Soil moisture: تكون مبيدات الآفات أكثر تأثيراً عندما تكون رطوبة التربة معتدلة. فالتربة الجافة تصبح غير مناسبة حيث قد تمنع المبيد الحشرى من الوصول وملامسة حبيبات التربة. ويبين جدول ١٦ مقارنة عن تأثير جفاف ورطوبة تربة خصبة مكونة من طين ورمل ومادة عضوية على موت نمل أبيض تعرض لمدة ١٢ ساعة لمستويات مختلفة من الكلوردان.

جدول ١٦: تأثير رطوبة التربة على مكافحة النمل الأبيض

تركيز المبيد الحشرى (ppm)	نسبة الموت	
	تربة جافة	تربة رطبة
١٥	٨١	٩٧
٧	٥٢	٧٣
٤	٢	١٩

هـ- نوع التربة Soil type: يوضح الجدول رقم ١٧ مقارنة لتأثير نوع التربة على نسبة موت نمل أبيض تعرض لمدة ١٢ ساعة إلى ٦ أجزاء فى المليون (ppm) من الكلوردان.

والتربة الرملية sandy soil ذات جزيئات كبيرة وبالتالى ذات مساحة سطحية أقل. لذا يمكن عادة إستخدام معدلات أقل من المبيد الحشرى لمكافحة حشرات التربة.

تتكون التربة الطينية من جزيئات دقيقة لذا فهى ذات مساحة سطحية أكبر. كما ترتبط المواد الكيماوية فيزيائياً بالجزيئات الطينية وقد تحتاج لمعدلات أعلى من المبيدات لإنجاز عملية المكافحة.

وتحتاج التربة الغنية بالمادة العضوية organic soils لمعدلات أعلى من المبيدات الحشرية لمكافحة الحشرات وذلك لأن هذه التربة تميل لإمتصاص وإعاقة حركة المواد الكيماوية فتحد بذلك من نشاط المبيدات الحشرية.

جـدول ١٧: تأثير نوع التربة على كفاءه المبيدات الحشرية فى مكافحة النمل الأبيض

نـــوع التربـــة	نسبـــة المـــوت
رملية	٧٠
طينية	٥٧
عضوية	١٠

و- **الإمتصاص Sorption:** يشير هذا المصطلح إلى التصاق adsorption المـادة على السطح. على سبيل المثال لبعض النباتات أوراق شمعية لا تستقر عليها مواد الرش فتسقط إلى الأرض. لهذا قد يكون من الضرورى إستخدام عنصر بلل wetting agent لمنع حدوث ذلك. ونوع السطح سواء أكان أملس أم خشن ذات تأثير ملحوظ على ما إذا كان المبيد الحشرى سيلتصق بالسطح أم لا.

ز- **درجـة الحـرارة Temperature:** يتناسب المعدل الذى عنده يمتص المبيد بكيوتيكل الحشرة والمعدل الذى عنده تزال السمية بواسطة جسم الحشرة مع الإرتفاع فى درجة الحرارة. لذا يتحصل عادة على المكافحة الأكثر نجاحاً عندما تكون درجة الحرارة وقت التطبيق عاليه ليدخل المبيد إلى جسم الحشرة ليعقب ذلك درجات حرارة منخفضة لإبطاء معدل إزالة السمية detoxification. وفى الحقيقة ــ لا تتوفر عادة مثل تلك الظروف دائماً. ومع ذلك يوضح الجدول ١٨ مقارنة لفاعلية الملاثيون والميثوكسى كلور الذى طبق كل منهما عند معدل رطل من المادة السامة لكل إيكر عند درجتان من الحرارة لمكافحة سوسة البرسيم. وأوضحت النتائج أن الميثوكسى كلور أعطى بإستمرار مكافحة أفضل عند درجات الحرارة المنخفضة بينما كان الملاثيون بإستمرار أكثر تأثيراً عند درجات الحرارة الأعلى.

جـــــدول ١٨: تأثير درجة الحرارة على فاعلية المبيد الحشرى

المعاملـــــــة	نسبة الأوراق المستهلكة*	
	١٥,٥ °م	٢٦,٥ °م
ميثوكسى كلور	١١,٠٠	١٤,٠٠
ملاثيون	١٩,٠٠	١٠,٠٠
كنترول	٤٥,٠٠	٤٥,٠٠

* تم قياس الفقد بعد إسبوعان من المعاملة. الإختلافات بين المبيدات الحشرية معنوية إحصائياً.

قد تكون درجات الحرارة العالية أيضاً غير مناسبة مسببة سرعة تبخـــر مبيـدات آفات التربة.

حـ- الرياح **Wind**: للتيارات الهوائية أهمية خاصة حيث قد تـؤدى إلـى تبخـر ضباب الرش الدقيق قبل أن يصل إلى الهدف أو قد تحمل الريـــاح الـرش أو جزيئات مادة التعفير بعيداً عن الهدف مسببة توزيعاً غير متجانس أو إسـتقرار غير متساوى للمادة السامة.

ط- مقـدار زيـادة النمـو **Increment of growth**: سرعة إمتداد النمو الخضـرى الجديد هامة جداً لأن ذلك يسبب تخفيف للمبيد الحشرى عنـــد زيـادة سـطح النبات فتترك أو تتواجد أجزاء نباتية دون متبقى للمادة السامة. فقد تنمو بعـض المحاصيل مثل الذرة من ٦ إلى ١٠ بوصات والقرعيات إلى ٥ بوصات فـــى أيام قليلة.

ى- ثبات المادة الكيماوية **Stability of the chemical**: تطاير المادة الكيماوية هـــام جداً. وهنا يتطرق عدة أسئلة. هل ستختفى كغاز؟ وكم ستستغرق مـن الوقـت قبل أن تتحول إلى شئ آخر؟ فبعض المواد قابلة للتحلل البيولوجـــى بسـرعة جداً وبعض المواد مثل الألدرن تتحول إلى دايلدرن فتزداد السمية.

ك- التحول بواسطة الكائنات الدقيقة Conversion by microorganism: تتحول المتبقيات الكيماوية فى عملية الهدم العضوى بواسطة الكائنات الدقيقة إلى مواد أخرى فتزول فى هذه العملية. ورغم أن هذا عامل أمان بيئى هام إلا أن هذا العامل يؤثر على طول فترة نشاط المتبقى السام للمبيد.

ل- مقاومة الحشرة للمادة الكيماوية Resistance of insects to a chemical: أصبح كثير من أنواع الحشرات مقاومة وراثياً لمبيدات حشرية مختلفة خلال عمليات الإنتخاب الطبيعى.

ثامناً: سمية المبيدات الحشرية Insecticide toxicity

تشير السمية لمادة ما إلى القوة السامة المتأصلة تحت الظروف المعملية المتاحة. وجميع المبيدات الحشرية سموم وتختلف درجة السمية كثيراً فيما بينها. ولتفهم السمية وكيفية إستخدام المبيدات الحشرية بكفاءة وأمان يجب أن نتفهم أولاً طريقة تأثيرها.

أ- طرق تأثير المبيدات الحشرية Insecticide modes of action

تشمل طريقة تأثير المبيد الحشرى كل الإستجابات التشريحية والفيزيائية والبيوكيميائية للمادة الكيماوية ومصيرها فى الكائن الحى. وسنركز هنا على أهم الخطوات الفسيولوجية الأساسية التى تؤدى إلى موت الحشرات. تعوق جميع المبيدات الحشرية عمليات التمثيل metabolic processes فى الحشرات. ولكن تؤدى المركبات المختلفة ذلك بطرق مختلفة وتبعاً لطرق تأثيرها فإن معظم مجاميع المبيدات الأكثر إستخداماً هى: ١) سموم عصبية. ٢) سموم عضلية. ٣) سموم فيزيائية.

١- السموم العصبية Nerve poisons:

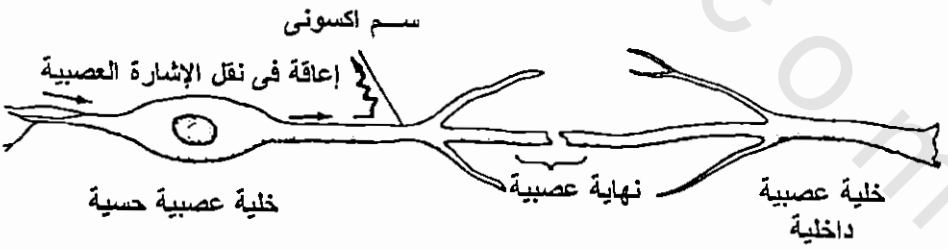
معظم المبيدات الحشرية التقليدية تعمل إلى حد بعيد كسموم عصبية. وهى تؤثر على الجهاز العصبى للحشرة أساساً كمواد مخدرة العصبية أو سموم للمحاور أو سموم للنهايات العصبية.

١٠١ سموم مخدرة Narcotics:

طريقة تأثير السموم المخدرة أساساً فيزيائية فكثير من المدخنات وخاصة تلك التى تحوى F, Br, Cl مخدرات تحدث لا وعى فى الحشرات. وتذوب هذه المواد المخدرة فى الدهن وتستقر فى الأنسجة الدهنية ومنها الغلاف العصبى nerve sheath والبروتينات الدهنية فى المخ والصفة الهامة لهذه المبيدات الحشرية هى قابليتها فعلها للإنعكاس reversible. ويكفى إبعاد الإنسان عن مصدر المبيد إذا ظهر عليه أو عليها أعراض مبكرة للتسمم فيسمح ذلك بعودة وشفاء المريض ثانية. وهذا يعنى أيضاً أن الحشرات المتسممة يمكن أن تشفى إذا تم تجديد الهواء بسرعة فى الفراغ الذى تم تدخينه.

٢٠١- سموم المحاور العصبية Axonic poisons

تعمل السموم الأكسونية على إعاقة النقل الطبيعى الأكسونى للخلية العصبية. فالمحور axon عبارة عن إمتداد طولى لجسم الخلية العصبية يعمل على نقل الإشارات العصبية للخلايا الأخرى وبمعنى آخر الأكسون هو جزء من الخلية العصبية neuron الذى يحمل النبضات العصبية بعيداً من جسم الخلية. وتنشأ الإشارات العصبية من تدفق أيونات الصوديوم والبوتاسيوم خلال غشاء الخلية محدثة تأثير جهدى يشبه الموجة wave like action potential (النبضة impulse) وبالتالى فإن الجهد النشط action potential (النقل العصبى) يعقبه جهد ساكن resting potential.

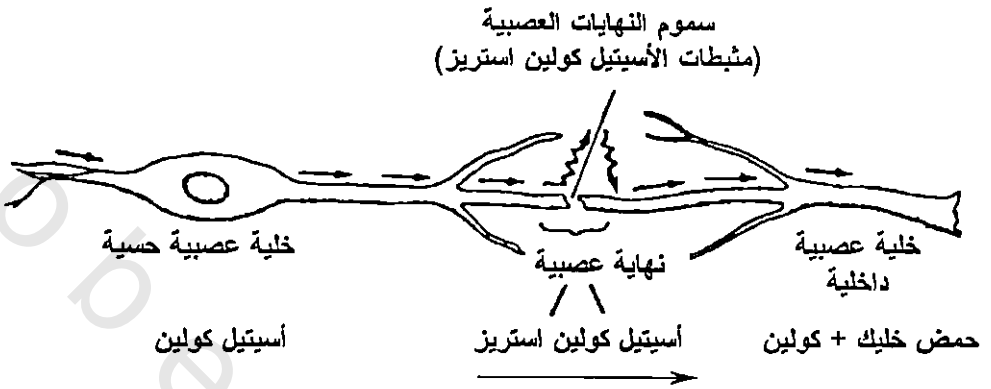


شكل ١٣٢: يمثل الرسم إعاقة النقل المحورى للخلية العصبية التى تحدث عن طريق المبيدات الحشرية مثل البيروثرويد والسيكلوداين.

طريقة قتل ثنائيات الحلقة الأليفاتية (السرر البيوكيميائى أو طريقة التأثير) فى الهيدروكربونات المكلورة غير مفهومة بوضوح. ويعرف أنها تؤثر على الأعصاب بطريقة تمنع النقل الطبيعى للإشارات العصبية فى الحشرات والثدييات وتسبب فى النهاية إلى إثارة ذاتية للخلايا العصبية تؤدى إلى إرتعاش عضلى. ولا يوجد بين النظريات المقترحة ما يبرهن بوضوح تأثيرها ولكن يمكن القول بصفة عامة بأن الأليفات ثنائية الحلقة تضر بطريقة معقدة الإتزان الرهيف للصوديوم والبوتاسيوم فتمنع توصيل الإشارات العصبية طبيعياً. ويعتقد أن جميع الهيدروكربونات المكلورة والبيرثرويدات تعمل على إعاقة النقل الطبيعى للنبضات العصبية على طول المحور العصبى. ورغم أن تفاصيل كثيرة غير معروفة فإنه يعتقد أن بعض من تلك المبيدات مثل السيلكودايين والبيرثرويدات تحدث تغيرات فى نفاذية غشاء المحور العصبى مسببة تدفق تكرارى للتنبية العصبى يؤدى هذا التدفق فى النهاية إلى التشنج فالشلل وأخيراً الموت.

٣٠١- سموم النهايات العصبية synaptic poisons:

تعمل سموم النهايات العصبية على إعاقة النقل الطبيعى للنهايات العصبية فى الجهاز العصبى. إن النهايات العصبية synapses هى نقاط الإتصال بين خلية عصبية nuron وخلية أخرى بما فيها الخلية العضلية أو خلية الغدة أو خلية مستقبلة حسية أو خلية عصبية أخرى. وتتكون فى الجهاز المركزى مادة كيماوية وهى الأسيتيل كولين acetylcholine التى تنقل التنبيه العصبى عبر النهايات إلى الخلية التالية. ثم بعد ذلك يتكسر الأسيتيل كولين ليكون حمض الخليك والكولين فى وجود إنزيم acetylcholinestrase حيث يعمل هذا الإنزيم على تخليص النظام من الأسيتيل كولين قبل أن يحدث نقل عصبى آخر. وتعمل كلاً من الفوسفات العضوية والكربامات على تثبيط أو الإرتباط بالإنزيم (الأسيتيل كولين إستيريز) ويسبب هذا تراكم الأسيتيل كولين فيفسد نظام النقل العصبى وتحدث إثارة عصبية سريعة ينتج عنها أعراض بعدم الراحة وإثارة زائدة وارتعاش فتشنج ثم شلل فالموت. وهناك اختلاف رئيسى فى فعل هذين المجموعتين من المبيدات الحشرية وهو أن تثبيط إنزيم الكولين إستيريز قابل للإنعكاس بواسطة الكربامات ولكن ليس كذلك مع المبيدات الفوسفورية العضوية.



شكل ١٣٣: يمثل الرسم الإعاقة التى تحدث عند النهايات العصبية بين الخلايا العصبية بواسطة المبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية والكربامية. تثبط هذه المبيدات إنزيم الكولين إستيريز فتسبب تراكم الأسيتيل كولين الذى يحدث بالتالى إثارة عصبية سريعة.

من السموم الأخرى للنهايات العصبية النيكوتين وسلفات النيكوتين والـ formamidines. وكلاً من النيكوتين وسلفات النيكوتين سام بمحاكات الإنزيم عند النهايات العصبية فلا تستطيع المستقبلات أن تميز بين النيكوتين والأسيتيل كولين. وينتج عن هذه الظاهرة أعراضاً تشبه تثبيط إنزيم الكولين إستريز. وتسبب الـ formamidines موت الحشرات بالتأثير على إنزيمات تعمل على ناقلات كيماوية أخرى مثل norepinephrine و octopamine عند نهايات عصبية خاصة. طرق التأثير التى ذكرت ليست بهذه البساطة التى تم ذكرها ولكن هذا الوصف يفى بالغرض فى هذا الموضوع.

٢- السموم العضلية Muscle poisons:

للسموم العضلية تأثير مباشر على النسيج العضلى. والمثال الشائع لتأثير المبيد الحشرى النباتى ryania الذى يحوى ryanodine alkaloid وهو مشابه قلوى يعمل

على الإضرار بأغشية العضلات يؤدى إلى زيادة فى إستهلاك الأكسجين ينتج عنه شلل ترهلى وموت. وهناك تأثير مشابه فى مبيد نباتى آخر وهو sabadilla.

٣- السموم الفيزيائية Physical toxicants:

تعوق السموم الفيزيائية عملية التمثيل بوسائل فيزيائية وليست كيماوية. ومن السموم الفيزيائية الشائعة الوجود هو التسمم الفيزيائى بالزيوت. فعند تطبيق الزيوت المكررة على سطح مائى تختنق يرقات وعذارى الناعوص لإنسداد الثغور التنفسية بواسطة المبيد الحشرى. كما يحدث إنسداد للثغور التنفسية فى الحشرات القشرية عند رش زيوت السكون dormant oil على الأشجار. ومن السموم الفيزيائية الأخرى للحشرات المساحيق الخام الكاشطة التى تعمل على إزالة الشموع من كيوتيكل الحشرات. ويزيد مثل هذا التأثير من فقد الماء الذى يؤدى فى النهاية إلى موت الحشرات من الجفاف. من أمثلة ذلك حمض البوريك boric acid بالإضافة إلى أنه يعمل كسم معدى يعمل أيضاً كمسحوق كاشط فى قتلة للحشرات.

ب- السمية للإنسان Toxicity to humans

تسمم الإنسان والحشرات بالمبيدات الحشرية متشابه. والمبيد الحشرى الذى يعطى له كلمة منتج خطر تشير الكلمة إلى أن هناك خطورة من حدوث ضرر للإنسان إذا تلامس مع المبيد. وتعتمد درجة الخطورة على سمية المادة النشطة وفرصة التعرض لكميات سامة من المنتج. وطبقاً لمخاطر إستعمال المبيدات يمكن تمييز نوعان من تسمم الإنسان وهو التسمم الحاد والتسمم المزمن.

١- التسمم الحاد أو الخطير Acute poisoning:

يحدث التسمم الحاد مرض او موت من جرعة واحده أو سن التعرض الفورى للمبيد. وهذا النوع من التسمم ذات أهمية خاصة للأشخاص القائمين فى تصنيع وتطبيق المبيدات الحشرية بسبب تعاملهم مع المادة السامة نفسها. ويحدث التسمم الحاد أيضاً لغير المتخصصين نتيجة للمصادفة أو الجهل أو الإنتحار أو الجريمة. وتناقص التسمم بالصدفة فى الولايات المتحدة منذ ١٩٨٤ ووصلت النسبة إلى ٢,٥% بالمبيدات فقط. وللأسف جزء كبير من التسممات تحدث للأطفال تحت سن السادسة.

مضادات السموم متاحة لمعاملة ضحايا التسمم بالمبيدات الفوسفورية والكربامات.

acceptable daily intake (ADI). ويعنى الـ ADI مستوى متبقى المبيد الذى يمكن التعرض له طوال فترة الحياة ولن يسبب خطر يمكن تقديره. ويحدد هذا المستوى بـ ١٠٠ مرة أقل من المستوى الذى لا يمكن أن يكتشف فيه تأثيرات يمكن مشاهدتها (NOEL).

وأظهرت الدراسات المستمرة السابقة على متبقيات المبيدات فى الغذاء فى أمريكا أن مستويات مبيدات الآفات الحقيقة فى الغذاء أقل كثيراً من الـ ADI والمتبقيات المحددة لذلك ليس من المحتمل تعرض العامة اليوم لخطر كبير من التسمم المزمن المرتبط باستهلاك الغذاء.

يعتقد المؤلف بأن الدول النامية ومن بينها مصر مازالت بعيدة عن مفهوم الـ ADI حيث قد يتناول الشخص المصرى إنتاج من البيوت المحمية تعرض لأكثر من ٢٨ رشة بالمبيدات وقد يشترى البعض خضار من السوق مثل درنات البطاطس وهى تغسل أمام عينيه من المبيدات التى عوملت بها أثناء التخزين. كما قد يتعرض الكثير منا لفواكه أو منتجات حيوانية تعرضت للمعاملة بالهرمونات. كما قد نشترى منتجات ألبان ولحوم أضيف إليها أثناء الإعداد مواد كيماوية حافظة خطيرة للصحة العامة. ومن المعتاد القراءة فى الصحف عن حملات تم فيها مصادرة ملح طعام فاسد ومن المؤكد تسرب الكثير منه إلى السوق ودخل فى إعداد بعض منتجات الألبان خاصة الجبن الأبيض. ويؤدى هذا إلى تعرض الشخص إلى سمية مزمنة من كم متنوع من الكيماويات السامة ترهق الأشخاص والدولة فى العلاج وتساعد على التخلف عن الركب الحضارى والتطلع إلى حياة أفضل وتكدس المستشفيات بمرض السرطان شاهد على ذلك.

جـ- تقدير السمية للإنسان Estimation of toxicity to humans

هناك ضرورة قبل تسجيل المبيدات الحشرية أو أية مبيدات أخرى وبيعها لتقدير السمية المتأصلة للمادة الفعالة للإنسان. ويقوم بمثل هذا التقدير مُصنع المادة السامة بإستخدام نتائج الإختبارات المعملية التى تستخدم الفأر الأبيض أو الأرنب. وتحدد السمية فى هذه الحالة بالجرعة التى تقتل ٥٠% من حيوانات الإختبار التى عوملت بالمبيدات. ويعبر عن الجرعة بالمليجرامات مادة سامة لكل كيلو جرام (ملجم/ كجم)

بعد الإجراءات الأولية التى تتخذ والموجودة على ملصق العبوة قد يعطى المصاب التسمم 2-PAM, atropine. ويستخدم الأتروبين عادة فى التسمم الحاد ثم يعطى فيما بعد 2-PAM فى حالة التسمم بالمبيدات الفوسفورية للإسراع فى الشفاء الطويل الأجل. وتوجد فى البلاد المتقدمة مراكز لمكافحة التسمم الناشئ عن الحوادث.

٢- التسمم المزمن Chronic poisoning:

يحدث التسمم المزمن من التعرض الطويل الأمد لمستويات منخفضة من المادة السامة. ويظهر هذا النوع من التسمم فقط بعد عدة أسابيع من التعرض للمادة السامة وهو ذات أهمية خاصة للعامة من البشر. والمشكلة الهامة هو أن الغذاء الذى سيحتوى على متبقيات من المادة السامة ستكون هذه المتبقيات قادرة على إحداث الموت أو المرض مع تكرار استهلاك الغذاء الملوث مع الوقت.

أظهرت التجارب بإستخدام حيوانات معملية تغذت على جرعات تحت مميتة من مبيدات الآفات لفترة من الوقت أن هناك إمكانية لعدة أنواع من الأمراض الممكنة. ومن التأثيرات الخطيرة التى تكتشف متأخراً السرطان أى تأثيرات سوطانية carcinogenic effect والضرر الوراثى للأجيال التالية أى تأثيرات خاصة بالتغير الوراثى أو تأثيرات طفرية mutagenic effects وعيوب خلقية فى المواليد عند تعرض الأمهات للمبيد teratogenic effects. ومن الدراسات التى أجريت على الحيوانات وضعت هيئة EPA متبقيات المبيدات المسموح بها pesticide tolerances والتى تكون منخفضة بدرجة كافية لا يسبب فيها الإستهلاك اليومى من الغذاء الخاص خطر تعرض لمثل هذه الأمراض.

تعتقد الـ EPA أن المصادر النهائية لتعرض الأمد للتعرض للمبيدات تتم من خلال أغذيتنا. وعالميتنا يوافق على هذا وأن هناك حقيقة تعنى أنه يوجد خطر فى تناول الغذاء فى وجود أى كمية من متبقى مبيدات الآفات فى هذا الغذاء. لذا كثير من الناس لا توافق على ما يعرف بالخطر الممكن تقبله acceptable risk المتمثل فى متبقيات المبيدات المسموح بها وكثير من المدافعين عن البيئة وإستهلاك الغذاء يعتقدوا أنه يجب أن تتبع سياسة الخطر صفر zero risk مع جميع مبيدات الآفات.

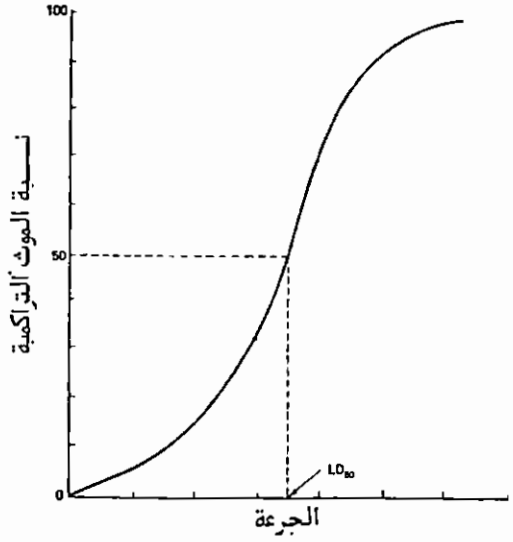
تحدد متبقيات المبيدات المسموح بها بالقانون بالتناول اليومى الذى يمكن قبوله

من وزن جسم الحيوان ويشار إليها بالـ LD_{50}.

تحدد السمية باختبارات التغذية (فمية oral) والتطبيق على الجلد (جليدة dermal) وبالإستنشاق (تنفسية respiratory). وتحدد الـ LD_{50s} من إختبارات تغذية الفئران البيضاء وإختبارات التطبيق على الجلد بإستخدام الفئران البيضاء أو الأرانب (شكل ١٣٤). وتستخدم هذه الإختبارات لترتيب المبيدات من ناحية السمية ومن ثم يحمل ملصق المبيد الحشرى معلومات عن الترتيب السمى للمادة التى داخل العبوة.

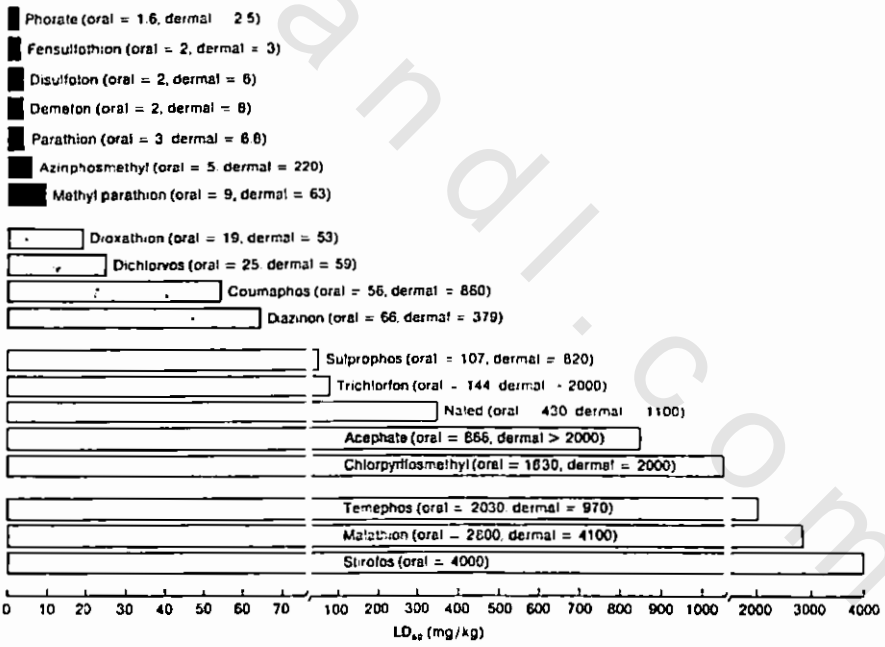
وهناك قيمة أخرى وهى LC_{50} وهو التركيز المميت ويعطى بالمليجرامات أو سنتيمترات مكعبة/ الحيوان وهو شائع الإستخدام فى الدراسات البيئية حيث يعبر عنه أيضاً بالأجزاء فى المليون (ppm) أو أجزاء فى البليون (ppb) فى الوسط (عادة الماء) التى تقتل ٥٠% من الكائنات المختبرة.

ويوضح شكل (١٣٥)، (١٣٦) سمية بعض مبيدات الحشرات الشائعة. ويلاحظ أنه كلما إنخفضت قيمة الـ LD_{50} كلما إزدادت السمية وتشمل العوامل التى تحدد السمية للإنسان الجرعة وطول فترة التعرض وطريقة دخول المبيد، وربما يكون حجم الجرعة هو العامل الوحيد الأكثر أهمية وتقديرات الجرعة اللازمة لقتل الإنسان يمكن إستنتاجها من قيم الـ LD_{50} لفئران المعمل ووزن الشخص.

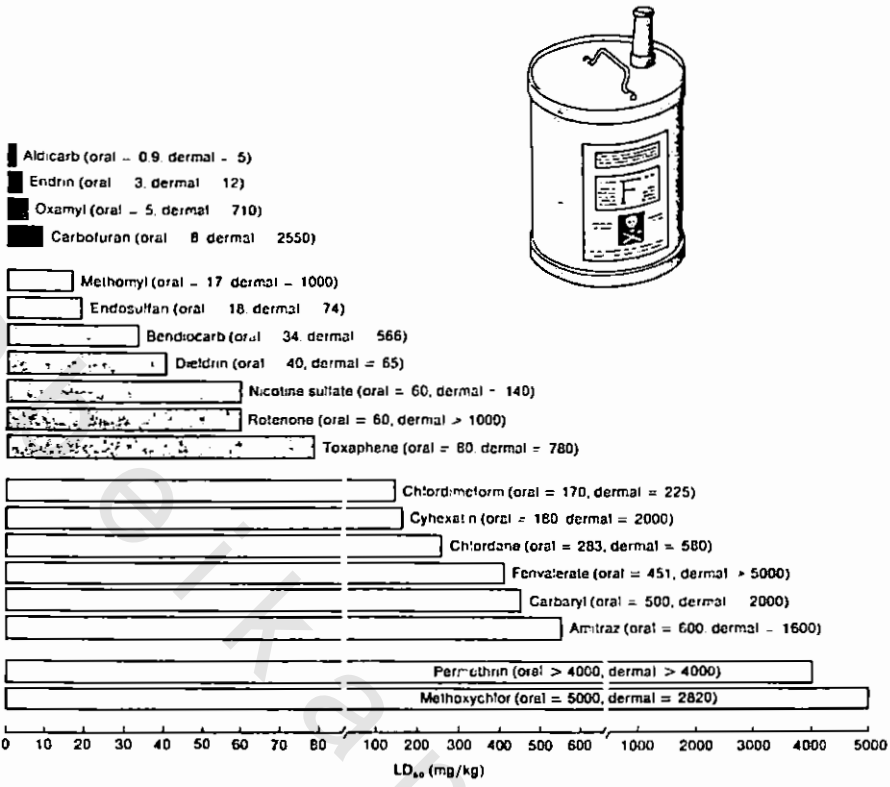


– شكل (١٣٤): رسم يوضح العلاقة بين نسبة الموت التراكمية وجرعة مبيد الآفات. وتمثل قيمة الـ LD_{50} الجرعة اللازمة لقتل ٥٠% من عشيرة حيوانات المعمل وهى عادة الفئران أو الأرانب.

ويتضمن قانون مبيدات الآفات فى الولايات المتحدة ضرورة وضع ملصقات على جميع المنتجات السامة. والكلمات الإشارية هى الجزء الهام فى هذا الملصق التى تعطى فكرة للمستخدم عن سمية المادة. ومعرفة هذه الكلمات مفيدة جداً وتمثيل أحد المتطلبات لحصول الأشخاص على شهادة للقيام بتطبيق المبيدات. ويوجد أربعة أقسام categories لمبيدات الحشرات (ومبيدات الآفات عموماً) على أساس قوة سميتها ولكل منها كلمة إشارية خاصة. ويجب أن يحمل أى قسم من هذه الأقسام جملة "يحفظ بعيداً عن متناول الأطفال".



شكل (١٣٥): قيم الـ LD_{50s} للمبيدات الحشرية الفسفورية العضوية الشائعة



شكل (١٣٦): قيم الـ LD_{50s} لبعض المبيدات الحشرية الشائعة المختلفة

القسم الأول: مبيدات عالية السمية والكلمة الإشارية **سم ـ خطـر** Danger-poison يصاحبها رسم للجمجمة وعظام متعامدة. وقيم الـ LD_{50s} لمبيدات آفات هذه المجموعة عن طريق الفم هو ٥٠ ملجم/ كجم أو أقل. أى تظهر السمية من قطرات قليلة إلى ملعقة صغيرة من المادة السامة. والسمية عن طريق الجلد لهذه المجموعة قيم الـ LD_{50s} لها أقل من ٢٠٠ ملجم/ كجم.

القسم الثانى: مبيدات متوسطة السمية وكلمة الإشارة **تحذير** Warning ومدى قيم LD_{50s} عن طريق الفم لمبيدات هذه المجموعة هو من ٥٠ إلى ٥٠٠ ملجم/ كجم أى من ١ إلى ٢ ملعقة شاى ويتراوح الـ LD_{50s} عن طريق الجلد من ٢٠٠ إلى ٢,٠٠٠ ملجم/ كجم.

القسم الثالث: مبيدات قليلة السمية وكلمة القسم الإشارية **إحترس** caution. قيم الـ

LD_{50s} لمبيدات هذه المجموعة بالفم فى المدى من ٥٠٠ إلى ٥,٠٠٠ ملجم/ كجم وقيم الـ LD_{50s} عن طريق الجلد ما بين ٢,٠٠٠ إلى ٢٠,٠٠٠ ملجم/ كجم.

القسم الرابع: مبيدات منخفضة السمية والكلمة الإرشادية أيضاً احترس caution. وقيم الـ LD_{50s} لمبيدات هذه المجموعة بالفم أكثر من ٥,٠٠٠ ملجم/ كجم والقيم عن طريق الجلد أكبر من ٢٠,٠٠٠ ملجم/ كجم.

تاسعاً: قوانين المبيدات الحشرية وتنظيماتها Insecticide laws and regulations

الدول المنتجة للمبيدات لديها قوانين خاصة وسنتناول ما هو موجود فى الولايات المتحدة الأمريكية كمثال لعل وعسى قد يظهر قانون فى مصر يحمى المستهلك من المتبقيات السامة فى الغذاء أو من الغذاء الملوث بالكيماويات لصفة عامة أو من التداول والتطبيق السهل للمبيدات. لقد شرعت القوانين لحماية مستخدم المبيدات الحشرية ومستهلك المنتجات المعاملة والحيوانات الأليفة والحيوانات المنزلية والبيئة العامة. وأولى هذه القوانين قانون ١٩٠٦ الخاص بالأغذية والعقاقير ومستحضرات التجميل والمعروف بقانون الغذاء النقى ولم يوجد ما ينص صراحة على المبيدات. وكان أول قانون فيدرالى للمبيدات فى عام ١٩١٠ الذى إهتم أساساً بالمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وشرع أساساً لحماية المزارعين والمستخدمين الآخرين من المنتجات المغشوشة والغير قياسية. وظهر القانون التالى لمبيدات الآفات فى عام ١٩٣٨ كتعديل لقانون الغذاء النقى لعام ١٩٠٦ ويمنع التعديل من وجود متبقيات سامة لمبيدات الآفات وإنصب الإهتمام الأساسى على السموم المعدية القديمة مثل زرنيخات الرصاص وأخضر باريس وعلاقتها بالغذاء. كما تطلب أيضاً تلوين مبيدات الآفات لمنع المستهلكين من خطأ إستخدام بعض المبيدات وإختلاطها خطأ على أنها بعض المنتجات الغذائية مثل الدقيق.

أ- القانون الفيدرالى للمبيد الحشرى والفطرى ومبيد القوارض

Federal insecticide, fungicide and ordenticide act

حل محل القانون الفيدرالى للمبيدات الحشرية لعام ١٩١٠ قانون فيدرالى جديد للمبيد الحشرى والمبيد الفطرى ومبيد القوارض لعام ١٩٤٧ وأطلق عليه FIFRA وهو

يعمل على توسيع نطاق القانون السابق ليشمل مبيدات القوارض والمبيدات الحشائشية وينص على أنه يجب تسجيل جميع مبيدات الآفات المعروضة للبيع للأغراض التجارية فى قسم الزراعة بالولايات المتحدة USDA. كما يتطلب قانون ١٩٤٧ وجود ملصق على العبوة كاف المعلومات عن أمان المنتج عند إتباع تعليمات وتوجيهات الملصق.

فى ١٩٥٤ ظهر قانون Miller المعدل للغذاء والدواء وأدوات التجميل (تعديل لقوانين ١٩٠٦، ١٩٣٨) وشدد القانون على متبقيات مبيدات الآفات على الغذاء. كما أوضح التعديل المتبقيات المسموح بها لجميع مبيدات الآفات. ثم أجرى تعديل آخر لقانون الغذاء والدواء ومواد التجميل حيث لم يسمح بإستعمال أى مادة كيماوية تسبب سرطان carcinogen على الغذاء المعد لإستهلاك الإنسان.

أجرى فى ١٩٥٩ تعديل للـ FIFRA ليشمل الكيماويات الأخرى فى قسم السموم الإقتصادية التى تتضمن مبيدات النيماتودا ومنظمات النمو النباتية ومسقطات الأوراق والمجففات. ثم عدل FIFRA مرة أخرى فى ١٩٦٤ لتحسين الأمان خلال متطلبات خاصة للملصق على العبوة.

وكما هو واضح فإن كلاً من FIFRA والقانون الفيدرالى للدواء والتجميل عملت معاً على تحقيق الحماية للمستهلك من المنتجات المعاملة وبالمثل لمطبقى مبيدات الآفات. وكانت هذه القوانين حتى ديسمبر ١٩٧٠ تطبق بواسطة الـ USDA وهيئة الأغذية والدواء FDA ومع تزايد الإهتمامات بالبيئة أنشئت الـ EPA وانتقلت إليها مسئولية تسجيل مبيدات الآفات وتحديد متبقيات المبيد على الغذاء وذلك فى ١٩٧٠ ومازالت الـ EPA فى عملها حتى اليوم.

ب- قانون البيئة الفيدرالى للمكافحة بمبيدات الآفات

Federal environmental pesticide control act

فى ١٩٧٢ سن تشريعاً هاماً فى قانون FIFRA (مراجعة لقوانين ١٩٤٧ ـ ١٩٥٩ ـ ١٩٦٤) وأطلق عليه قانون البيئة الفيدرالى للمكافحة بمبيدات الآفات FEPCA الذى يتضمن جزء تشريعى هام لمبيدات الآفات فى القرن العشرين وأهم الشروط الرئيسية فيه ما يلى:

١- يمنع إستخدام أى مبيد للآفات بطريقة لا تتمشى مع توجيهات الملصق.

٢- تقسم جميع المبيدات فى أكتوبر ١٩٧٦ إلى قسمان (أ) مبيدات للإستخدام العام، (ب) مبيدات للإستخدام المقيد.

٣- تطبق المبيدات المقيدة فقط بواسطة موظف مختص applicator مؤهل من قبل الولاية التى يعمل فيها هذا الشخص.

٤- تصدق الولايات على الموظفين المختصين لإجراء عمليات التطبيق أى موظفين معتمدين من قبل الولاية التى يعيشون فيها.

٥- يمكن أن يوقع على المزارعين أو مطبقى المبيدات الغير رسميين بالغرامة أو السجن عند إنتهاكهم للقانون، وتطبق عقوبات إضافية على مطبقى المبيدات (الموظفين الرسميين) وموزعيها والقائمين على بيعها عند إنتهاكهم للقانون.

٦- يجب أن تسجل جميع منتجات مبيدات الآفات بواسطة EPA بما فيها المبيدات التى تسوق تجارياً داخل أو خارج الولايات.

٧- على منتج المبيد عند التسجيل أن يبرهن أن المبيد عند الإستخدام تبعاً للإرشادات سيكون (أ) فعال فى مكافحة الآفات المذكورة على الملصق (ب) لا يضر الإنسان ــ المحاصيل ــ حيوانات المزرعة ــ الحياة البرية أو يضر البيئة إجمالاً (جـ) لا ينتج عن إستعماله متبقيات غير مسموح بها فى الغذاء أو مواد العلف.

٨- يجب تسجيل وفحص المبيدات ذات الأصل النباتى من قبل الـ EPA.

جـ- شهادة القائم بعملية الرش Applicator certification

طبقاً لقانون الـ FEPCA يجب على جميع الأفراد القائمين بتطبيق مبيدات الآفات ذات الإستخدام المقيد أن يحملوا رخصة أو شهادة تجيز لهم تطبيق مثل تلك المبيدات. وتحدد المبيدات ذات الإستخدام المقيد بالقانون لسميتها المتأصلة والضرر الكبير على البيئة. وهناك قسمان أساسيان لمطبقى المبيدات المسموح لهم بتطبيق المبيدات وهما على أساس خاص وتجارى. والفرق العام بين هذين القسمين ما إذا كان أو لا يكون

الفرد يطبق المبيد للإستخدام الشخصى له أو لها (خاص) أو يتلقى بطريقة ما أجر لتطبيق المبيد (تجارى). وتقوم أقسام خدمات الإرشاد الزراعى بعمل برامج تدريب على تطبيق المبيدات ثم يجرى إختبار لمنح المتدرب شهادة بواسطة قسم الزراعة التابع للولاية.

لقد حددت الـ EPA عدة أقسام (مجالات) لشهادة المطبق التجارى commercial applicator منها: (أ) مكافحة الآفات الزراعية (نبات وحيوان)، (ب) مكافحة آفات الغابات، (ج) مكافحة آفات الزينة والأعشاب، (د) معاملة البذور، (هـ) مكافحة الآفات المائية، (و) مكافحة الآفات الخاصة بالمجالات الصناعية والتركيبية، (ز) مكافحة الآفات المنتظمة (ح) مكافحة آفات الصحة العامة، (ط) إدارة وأبحاث مكافحة الآفات... الخ.

ووضع قانون FEPCA قياسات عامة للمعلومات لجميع أقسام مطبقى المبيدات التجاريين المعتمدين ومقاييس للإختبارات التى تجرى لهم لمعرفة معلوماتهم بالإضافة إلى أشياء أخرى تشكل أساس الكفاءة فى الميادين الآتية: (أ) فهم الملصق وطريقة عرضه (ب) الأمان (جـ) البيئة (د) الآفات (هـ) مبيدات الآفات (و) المعدات (ز) طرق التطبيق (ح) القوانين والتنظيمات الخاصة بها.

د- القواعد الخاصة بملصق مبيدات الآفات Pesticide label regulations

ملصق مبيدات الآفات هو معلومات مطبوعة أو ملصوقة على عبوة المبيد. ويجب أن يشمل على القواعد أو الشروط الفيدرالية أى أن الملصق وثيقة قانونية يجب قراءتها وفهمها. والملصق هو تصريح لبيع منتج أجيز بالقانون ويجب أن تتبع تعليماته. وبمعنى آخر لا يستعمل أى مبيد حشرى غير مسجل لمكافحة الآفة أى دون مستند قانونى.

يبين شكل (١٣٧) و (١٣٨) أمثلة للملصقات الخاصة بالمبيدات ذات الإستخدام العام والمبيدات ذات الإستخدام المقيد. ومتطلبات الملصق والمعلومات الذى به ممثلة كما يلى:

١- الإسم التجارى.

٢- إسم المنتج وعنوانه.

٣- المحتوى الصافى (الكمية الكلية).

٤- رقم تسجيل الـ EPA.

٥- رقم التجهيز الخاص بالـ EPA.

٦- أ- بيان عن المادة الفعالة.

ب- الأرطال لكل جالون (السوائل).

٧- بيانات تحذيرية.

أ- تحذير لخطورته للطفل "يحفظ بعيداً عن متناول الأطفال".

ب- الكلمة الإرشادية خطر، تحذير، وإحترس.

جـ- جمجمة وعظام متعامدة وكلمة سام باللون الأحمر.

د- بيان بالعلاج العملى فى حالة الحوادث.

هـ- إشارة للجهة التى يرجع إليها.

٨- بيانات تحذيرية جانبية أو بالخلف.

أ- الخطورة للإنسان والحيوانات الأليفة

ب- الخطورة للبيئة.

جـ- المخاطر الكيماوية والفيزيائية.

٩- مربع يبين كلمات "مبيد للإستخدام المقيد".

أ- بيان عن تصنيف المبيد الحشرى.

ب- قيود البيع والتطبيق.

جـ- بيان عن الإستخدام السيئ.

١٠- بيان عن سرعة العودة للحقل المعامل.

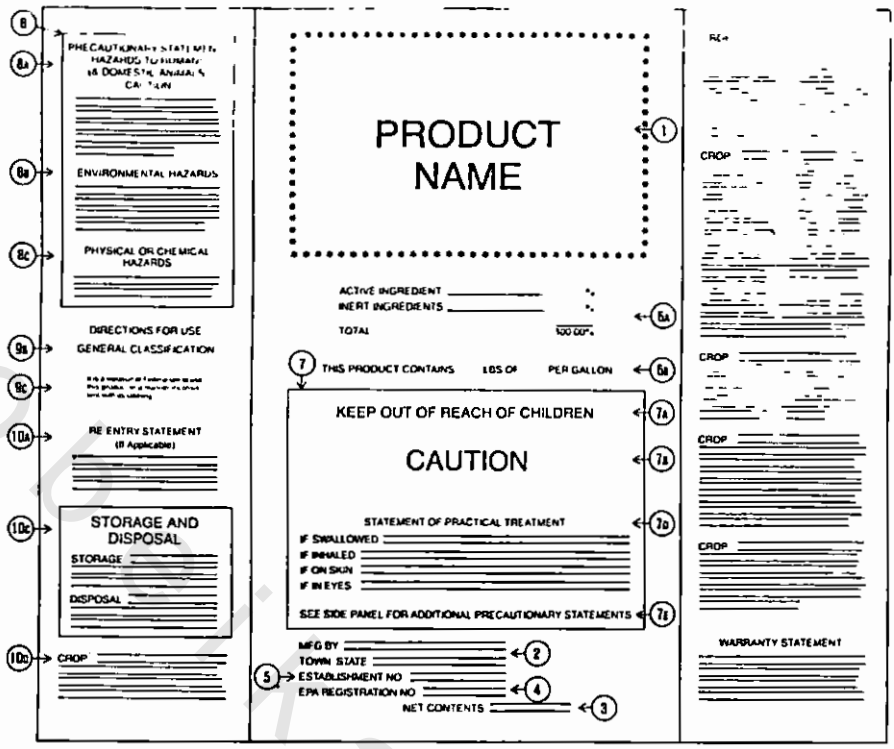
أ- إرشادات عن العودة للحقل المعامل.

ب- القسم الذى ينتمى إليه الموظف القائم بالتطبيق.

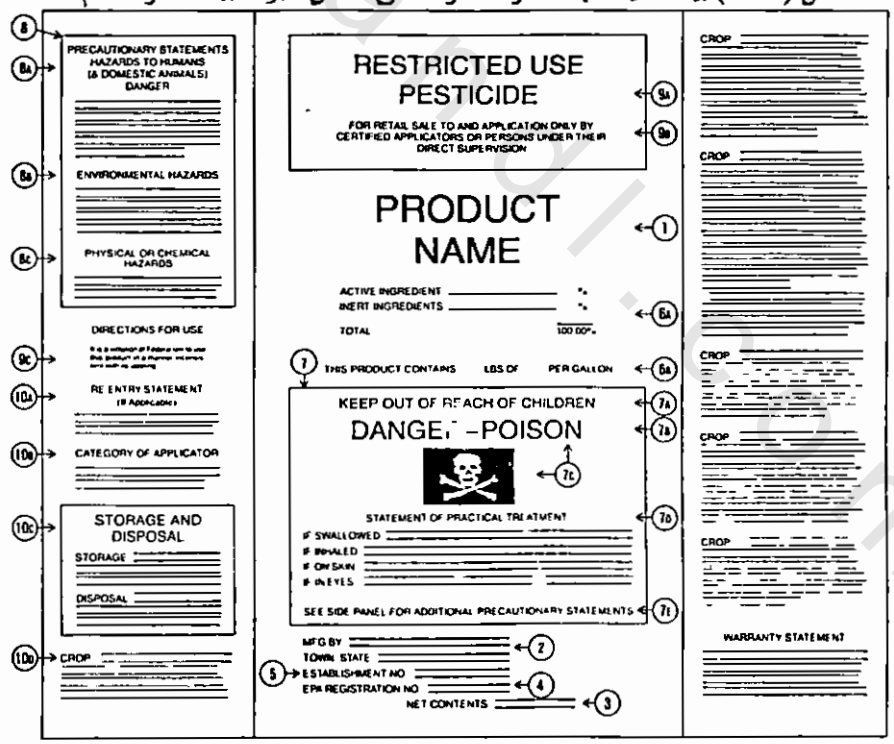
جـ- تعليمات عن التخزين والتخلص من العبوات.

د- إرشادات للإستخدام يتبعها بيانات تحذيرية.

obeikandl.com



شكل (١٣٧) بيانات يتطلب القانون ذكرها على ملصق عبوة مبيد حشرى عام.



شكل (١٣٨): بيانات يتطلب القانون ذكرها على ملصق عبوة مبيد حشرى ذات إستخدام مقيد.

هـ- فترات العـودة الآمنة للحقـول Field reentry safety intervals

تتطلب الـ EPA الآن فترات إنتظار آمنة بين تطبيق مبيدات معينة وعودة دخـول العمال إلى الحقول المعاملة لمنع أى تعرض غير ضرورى للمـادة السـامة. ويمكـن تعريف فترة الدخول ثانية re-entry period إلى الحقل المعامل بالفترة المطلوبة للبقـاء بعيداً عن الحقل قبل العودة للحقل بعد الرش وبعض الولايات مثل كاليفورنيـا وضعـت فترات إنتظار أطول مما حددتها الـ EPA وفيما يلى فترات الإنتظار لبعض المبيـدات والتى حددتها الـ EPA.

١- Ethyl parathion ..... ٤٨ ساعة

٢- Methyl parathion..... ٤٨ ساعة

٣- Demeton (systox) ..... ٤٨ ساعة

٤- Monocrotophos (Azodrin) ..... ٤٨ ساعة

٥- Carbofenothion (Trithion)..... ٤٨ ساعة

٦- Oxydemetonmethyl (Metasystox-R) ٤٨ساعة

٧- Dicrotophos (Bidrin) ..... ٤٨ ساعة

٨- Endrin ..... ٤٨ ساعة

٩- Azinophosmethyl (Guthion) ..... ٢٤ ساعة

١٠- Phosalone (Zolone) ٢٤ساعة

١١- EPN ..... ٢٤ ساعة

١٢- Ethion ..... ٢٤ ساعة

بالنسبة لجميع المبيدات التى لم تذكر سابقاً فإنه من الضـرورى فقـط أن ينتظـر العمال حتى يجف الرش أو تستقر مساحيق التعفير قبل العودة للحقول المعاملة.

ويجب ألا يحدث خلط بين فترات أمان عودة العمال هذه مع قيـود فـترات جمـع المحصول المشهورة Pre-harvest restrictions وهى أقل عدد من الأيـام بعـد احـر

معاملة لجمع المحصول وتوجد هذه المعلومات على ملصق العبوة. ويمكن أن يعاقب مطبق المبيد إذا لم يلتزم بهذه القيود بالغرامة أو بالسجن أو بالعقوبتان معاً. لذا يتعرض المستهلك فى مصر لأضرار جسيمة حيث لا يوجد هناك من يطبق هذه الإرشادات.

وإذا كان هناك ضرورة للعمال أو لأخصائى IPM للدخول فى الحقول مبكراً عن فترات الإنتظار المطلوبة يجب أن يرتدى هؤلاء الأشخاص ملابس لحمايتهم التى تتكون من قميص بأكمام طويلة وبنطلونات طويلة الأرجل أو أفرولات وقبعة، جزمة خاصة وشرابات.

و- تنظيم مبيدات الآفات Pesticide regulation

فى أمريكا تقوم الـ EPA بتنظيم نحو ٢٥,٠٠٠ منتج من مبيدات الآفات تشمل أقل من ٧٥٠ مادة فعالة، وتشمل الهيئة المنظمة جميع المستخدمين والمتعهدين التجاريين ويتضمن المتعهدين التجاريين نحو ٣٠ منتج للمبيدات الحشرية و١٠٠ شركة تسوق المادة الفعالة و ٣,٣٠٠ مجهز لمنتج المادة السامة و ٢٩,٠٠٠ موزع.

١- تنظيم مبيدات الآفات الجديدة Regulation of new pesticides

طبقاً لقانون FEPCA (Federal Environmental Pesticide Control Act) تقوم الـ EPA بتسجيل المبيدات الجديدة. وتتطلب الـ EPA أن يظهر صانعى المبيدات أن المادة السامة عندما تستعمل طبقاً للإرشادات الموجودة على ملصق العبوة لن تسبب مخاطر لصحة الإنسان أو البيئة. ويتطلب القانون أن تأخذ الـ EPA فى اعتبارها التكاليف الإقتصادية والإجتماعية والبيئية والفوائد عند عمل القرارات. ومعظم قرارات التسجيل التى تجرى كل سنة لتجهيزات جديده تحوى مواد فعالة تم تسجيلها من قبل الـ EPA أو إستخدامات جديدة لمنتجات سامة متاحة.

وتعتمد قرارات تسجيل الـ EPA لمبيدات الآفات الجديدة على تقييم لنتائج التجارب الخاصة بالمركب التى قام بها مقدم الطلب. التى تتطلب دراسات تشمل إختبار يوضح ما إذا كان مبيد الآفات ذات تأثير معاكس هام على الإنسان والأسماك والحياة البرية والأنواع المعرضة لخطر الإنقراض. وتتضمن المخاطر الخاصة بالإنسان السمية الحادة والمزمنة. وتشمل الإستجابات الحادة التسمم عن طريق الفم

والجلد وتهيج الأعين. بينما المخاطر الطويلة الأمد تتطلب تقييم المركب من ناحية السرطان وتشوه المواليد وإعتلال أجهزة التكاثر. كما تتطلب نتائج عن سلوك ومصير مبيدات الآفات فى البيئة (environmental fate) حتى يمكن الكشف عن مخاطرها للماء الأرضى والسطحى. وإذا كان المبيد سيستخدم على محصول غذائى فعلى مقدم طلب التسجيل أن يوضح أن المتبقى المسموح آمن مدعماً ذلك بالنتائج.

تحصل المواد الفعالة الجديدة على تسجيل كامل خلال ٦ إلى ٩ سنوات وتتطلب نحو ١٠ مليون دولار لتغطية نفقات الأبحاث. والتكلفة الإجمالية لظهور مبيد جديد تشمل نحو ٥٠ إلى ٧٠ مليون دولار دون أن تتضمن تكلفة معدات الإنتاج.

تبدأ عملية التسجيل بالسماح بالإستخدام التجريبى (EUP) للإختبار الحقلى قبل التسويق ثم بعد ذلك يقدم المنتج طلب للتسجيل. ويجب أن يتطلب الطلب نتائج مناسبة خاصة بالصحة والأمان فى الإستخدام التجريبى. ثم تطلب الـ EPA نتائج أخرى ويمنح الموافقة على التسجيل بعد أن توضح الدراسة أن مبيد الآفات الجديد يتمشى مع التنظيمات الفيدرالية. ولقد أعطت الـ EPA أولويات لتسجيل المبيدات ذات المخاطر الأقل للإنسان والبيئة أى تمنح إعتبارات خاصة عن تلك التى تتخذ مع المبيدات الأكثر خطورة.

٢- تنظيم مبيدات الآفات الموجودة Regulating existing pesticides

تقوم الـ EPA بالإضافة إلى تنظيم مبيدات الآفات الجديدة بتقييم ومراقبة المخاطر البيئية والمخاطر على الإنسان الناتجة عن إستخدام مبيدات الآفات المسجلة. ولضمان أن المواد المسجلة تتمشى مع المقاييس العلمية والتنظيمية الجارية يستلزم ذلك قانون لإعادة التسجيل reregistration. وبرنامج إعادة التسجيل الذى أعدته الـ EPA وإستمر قيد البحث لسنوات عديدة وعدل قانون FIFRA فى ١٩٨٨ لكى تتمكن الـ EPA من إكمال البرنامج الخاص بها من إعادة التسجيل فى ١٩٩٧.

لإعادة التسجيل ـ مبيد الآفات الذى سجل من قبل يجب أن يتمشى مع المعايير التى تطبق على المبيدات الجديدة وتراجع النتائج المرفقة مع طلب إعادة التسجيل. وإذا غطت النتائج متطلبات التسجيل لن تكون هناك حاجة لدراسات أخرى ويمنح المبيد

التسجيل من جديد. وإذا كانت النتائج غير كافية للتحليل تجرى دراسات جديدة بواسطة المنتج لكى يقدم النتائج المطلوبة. وليس لدى معظم مبيدات الآفات القديمة نتائج كافية لإعادة التسجيل.

إذا أظهر مبيد الآفات المسجل ما يبرهن على سمية غير مقبولة للإنسان أو مخاطر بيئية فإن للـ EPA الحق فى عمل مراجعة خاصة. والمراجعة الخاصة هى مراجعة رسمية للحصول على معلومات عن المخاطر/ الفوائد الخاصة بمبيد الآفات. ويمكن أن تبدأ المراجعة الخاصة فى أى وقت لأى مبيد تعتقد الـ EPA أنه لا يوافق أو يتعدى معايير المخاطر المحددة. وبمجرد أن يدرج المبيد فى قائمة المراجعة الخاصة تشكل لجنة من الجامعة والحكومة وآخرين لمراجعة النتائج. وقد تؤدى نتائج المراجعة إلى: (أ) الإبقاء على التسجيل الجارى وأحياناً مع تغيرات فى معلومات الملصق، (ب) الإبقاء على التسجيل الحالى مع إدراج المبيد تحت تصنيف الإستخدام المقيد أو التغيرات الجغرافية (ج) إصدار قرار بإلغاء التسجيل.

عند الزعم أو الادعاء بأن المبيد يسبب مخاطر غير مقبولة يعطى لصانع المبيد إشعار الإلغاء. فى هذه الإجراءات ــ يعطى لمنتج المبيد ٣٠ يوماً للإدلاء بوجهة نظره وطلب الإستماع هذا رسمى. ويحاول المنتج أثناء طلب الإستماع أن يبين أن المادة المنتجة لا تحدث تأثيرات غير مرغوبة. وأثناء هذه الإجراءات التى قد تستغرق سنتان أو أكثر فإنه يحق للمنتج أن يوزع ويبع ويستخدم مبيد الآفات موضع السؤال إلى أن تنتهى المراجعة الخاصة بإبقاء التسجيل أو الإلغاء.

إذا شعر مدير الـ EPA أن إستمرار التسجيل للمبيد الموجود له ضرر وشيك الحدوث لصحة الإنسان فإنه قد يعلق المبيد. ويمكن للمنتج أن يطلب طلب إستماع خلال خمسة أيام من إخطار تعليق المبيد. ويبدأ الإستماع فى الحال عقب تقديم الطلب لتحديد ما إذا كان للمبيد فعلاً خطر وشيك أم لا. وإذا ثبت هذا الخطر تبدأ إجراءات الإلغاء ويوقف طلب التعليق المنتج عن توزيع وبيع المبيد أثناء الإجراءات. تأخذ إستماعات التعليق نحو ستة أشهر والتى أثنائها يمكن تسويق المبيد. إذا شكل إستمرار التسويق أثناء جلسات إستماع التعليق مخاطر كبيرة فإن لمدير الـ EPA الحق فى طلب تعليق طارئ emergency suspension والتى تشكل أقصى خطوة يمكن للـ EPA أن تتخذها

ضد مبيد الآفات. يصدر التعليق الطارئ للمنتج دون إشعار مسبق يطلب فيه توقف تصنيع المبيد وتوزيعه وبيعه. وقد يطلب المنتج طلب إستماع مستعجل ولكن ليس له الحق فى أثناء فترات الإستماع فى تصنيع وتوزيع وبيع المنتج. ويصاحب أمر تعليق الطوارئ إشعار بالبدء فى إجراءات إلغاء المبيد. ومثال للمبيد الحشرى الذى وصل إلى تعليق الطوارئ الـ ethylene dibromide.

طلبات التعليق هى خطوات فاصلة تتخذ لسرعة إزالة المنتجات من السوق عندما تثبت خطورتها. وإجراءات الإلغاء الكامل التى توزن المخاطر والفوائد من إستخدام المنتج مطلوبة للإلغاء الدائم لمبيد الآفات.

عاشراً: إستخدام المبيدات Using insecticides

المبيدات الحشرية هى مواد فعالة يمكن الإعتماد عليها والتى يمكن أن توظف فى إدارة الآفات الحشرية. وفى الحقيقة كثير من مشاكل الحشرات الخطيرة يمكن إحتوائها بواسطة هذه المركبات الهامة. ومع ذلك ــ بسبب طبيعة المدى العريض التأثير لهذه المركبات يمكن أن تشكل خطورة للإنسان ويمكن أن تسبب تأثيرات جانبية غير مرغوبة سواء فى الأنظمة الإيكولوجية الزراعية أو غير الزراعية.

تشكل الطريقة التى يستخدم بها المبيد فى معظم الحالات المسبب الرئيسى للتأثيرات الجانبية الغير مرغوبة. ولا يمكن تجنب كل التأثيرات الجانبية ولكن يمكن تقليلها بالإستخدام المناسب الذى يتضمن التطبيق الجيد المؤثر بقدر الإمكان للوصول إلى أقصى درجة من الأمان للإنسان والبيئة.

أ- العوامل التى تؤثر فى فاعلية المبيدات Factors affecting efficacy

يبدأ الإستخدام المؤثر للمبيدات الحشرية بالإستراتيجية المختارة المناسبة للمكافحة فإستخدام المبيدات كوسيلة علاجية يجب تطبيقها فقط بعد تقييم الوضع الآفى. ويتضمن التقييم تعريف دقيق لنوع الآفة الموجودة وتقديرات لمستويات عشيرة الآفة. ويجب أن يشمل التقييم جزء خاص عن معلومات للآفات الهامة الأخرى والأعداء الطبيعية فى النظام البيئى وإذا أوضح التقييم أن واحد أو أكثر من الآفات سوف يتعدى مستوى الضرر الإقتصادى ولا توجد وسيلة أخرى عملية لوقف ضرر الآفة فإنه يجب أن يختار المبيد المناسب. إلى جانب المبيد المناسب هناك عوامل عديدة عامة ذات علاقة

بتحديد فاعلية تطبيقات المبيدات الحشرية سنذكر منها العوامل التى يمكـــن أن تحســن فاعلية المبيدات الحشرية كأحد أدوات الإدارة المتكاملة للآفات.

١- التعريف الصحيح للآفـــة Proper identification of the pest

قد يشكل التعريف الصحيح للآفة أو المعقد الآفى ضرورة إذا كانت هنـــاك حاجـــة لتعظيم فاعلية وتأثير المبيدات الحشرية. أحياناً قد لا يلزم الأمر معرفة الإســـم العلمـــى للآفة ولكن قد يكتفى بمعرفة المجموعة التى تنتمى إليها الآفة مثل مجموعـــة المـــن ــ الديدان القارضة ــ نطاطات الأوراق ــ الجراد. ولكن فى بعض الأحيان بـــالرغم مـــن معرفة المجموعة التى تتبعها الآفة نجد أنه من المهم جداً معرفة الإسم العلمـــى للآفـــة حتى يمكن الرجوع إلى المعلومات المنشورة عنها والتى مـــن بينـــها طـــرق المقاومـــة المختلفة لهذه الآفة. هذه الخطوة قد تكون ضرورية جداً مع بعض الآفـــات خاصـــة إذا تواجد فى المنطقة عدة أنواع شديدة القرابة ومن جنس واحد وتتشابه مورفولوجياً فـــدودة اللوز الأمريكيـــة *Heliothis zea* تتشـــابه يرقاتـــها كثـــيراً مـــع دودة ورق البطيـــخ *H. nubigera* ولكن تختلف يرقاتها فى حساسيتها لمجاميع المبيدات المختلفة. إن إتخـــاذ قرار بإستخدام مبيد معين مبنى على تعريف علمى خاطئ للآفـــة قـــد يســـبب مشـــاكل إقتصادية كبيرة. وقد يؤدى التعريف الخاطئ إلى التوصل إلى معلومات عن آفة أخـــرى قد تؤدى إلى نتائج سيئة. وإذا صادف وكانت هناك صعوبة فى تعريف الآفة فيجـــب أن نلجأ إلى متخصصين فى هذا المجال وهذا أفضل من التخمين وعنـــد إرســـال العينـــة للتعريف يجب إرسال معها النبات الذى حدث له ضـــرر وشـــرح وافـــى للأعـــراض الخاصة بهذا الضرر.

٢- إختيـــار المبيد الحشرى Choosing an insecticide

يعتمد إختيار المبيد الأكثر ملائمة لحالة الآفة موضع الدراسة على عـــدة عوامـــل تشمل الفاعلية والتكلفة والتجهيزات المتاحة ومعدة الرش المطلوبة. المبيدات الحشـــرية ليست متساوية التأثير فى مكافحة الحشرات على سبيل المثال يعطى المبيـــد الحشـــرى azinophosmethyl مكافحة ممتازة لديدان اللوز القرنفلية ولكنه ضعيـــف التـــأثير مـــع ديدان لوز القطن الأمريكية. من ناحية أخرى يعطى الـــ methyl parathion مكافحـــة مؤثرة لديدان اللوز القرنفلية ورغم أنه لحد ما أقل تأثيراً من الـــ azinophosmethyl

إلا أنه ذات فاعلية ممتازة فى مكافحة ديدان اللوز الأمريكية. ومن وجهة نظر التأثير سيكون إستعمال الـ azinophosmethyl إختيار مناسب إذا كانت ديدان اللوز القرنفلية هى الآفة الوحيدة بينما سيكون الـ methyl parathion الإختيار المناسب فى المكافحة المشتركة للآفتين أو فى حالة الإصابة بدودة اللوز الأمريكية.

ينظر عند إختيار مبيد حشرى ما فى التوصيات المنشورة من قبل خدمات الإرشاد الزراعى. وعادة ما تنظم معلومات هذه المنشورات طبقاً للمحصول وتوجه تبعاً للاحتياجات والظروف المحلية وعادة ما تجدد معلوماتها لذا فإن مستخدم تلك المنشورات سيستفيد بآخر المعلومات والتطورات المتعلقة بالأبحاث على الحشرات موضع الإهتمام.

فى العادة ما يوجد عدة بدائل فى توصيات قسم الإرشاد الزراعى (هذا النظام غير موجود بهذه الصورة فى مصر). وقد تعتمد المبيدات الأكثر ملائمة على وجود معدة خاصة لتطبيق المبيد. فإذا كان الإقتراح تطبيق الرش بالـ ULV وكانت المعدة المتاحة فقط خاصة برشاشات low-pressure high-volume يستبعد من الإختيار المركب الخاص بالـ ULV. ويمكن فى حالات أخرى إستبعاد البدائل على أساس الزمن الباقى حتى جمع المحصول. فقد تستبعد بعض المبيدات لأن متبقياتها التى ستوجد على المحصول لن تكون مقبولة فى وقت الحصاد المتوقع. وكما سبق القول إذا تواجدت عدة آفات وتطلب الأمر مكافحتها معاً فإن بعض المبيدات الحشرية لن تكون فعالة ضد كل هذه الآفات. ويتطلب الأمر العودة إلى التوصيات للبحث عن اختيارات مؤثرة ضد معقد الآفات الموجودة مع استبعاد البدائل الغير عملية إذا وجد أن لها تأثير خطير على الأعداء الطبيعية والحياة البرية. وتستمر عملية الإبعاد حتى نجد واحد أو قليل من الإختيارات المتاحة... وعند الوصول إلى الإختيار النهائى يمكن تحديد إستخدامه طبقاً للتكلفة وإمكانية الحصول عليه وملائمته. وفى مصر ليس الأمر بهذه البساطة لأننا لسنا بلد منتج لمدى عريض من المبيدات بالإضافة إلى عوامل أخرى لسنا هنا فى حل لسردها.

٣- وقت التطبيق Timing of application

لا يوجد عامل أكثر أهمية من ناحية الفاعلية والأمان للبيئة عن التوقيت المناسب

لتطبيق المبيدات الحشرية. ويحدد وقت التطبيق من صفات ووضع الآفة أو الآفات والظروف الجوية.

دورات حياة الحشرات والدورات الفصلية تحدد إلى حد كبير الوقت العام الذى فيه يجرى التطبيق وتشكل عادة الأطوار الحساسة أهداف برنامج المبيدات الحشرية على سبيل المثال، الرش الذى يوقت لقتل حوريات نطاطات الحشائش الصغيرة يكون عادة أكثر تأثيراً عن توقيت الرش على الحوريات الكبيرة والحشرات الكاملة. وفى حالة أخرى يوقت تطبيق المبيد الحشرى ضد الجيل الثانى لحفار ساق الذرة الأوربى وقت تواجد أكبر تعداد من اليرقات الصغيرة قبل دخولها إلى سيقان النباتات. هناك مفهوم آخر للتوقيت وهو تعريض العشيرة للمبيد الحشرى قبل حدوث ضرر معنوى. وقد نجد إننا بحاجة لقتل الحشرات التى أضرت بالمحصول ولكن قد نجد أنه من الناحية الإقتصادية ومن الحكمة عدم تطبيق المبيد إذا كان الضرر غير معنوى. وعادة ما تمدنا المراقبة المبكرة وإتباع الحدود الإقتصادية الموصى بها بالمعلومات الخاصة بالتوقيت المناسب الذى يشير إلى تقديرات خلال فترة زمنية ربما ٣ أو ٤ أيام التى عندها يجب أن يطبق المبيد.

يجب تجنب تماماً بعض التطبيقات الأخرى مثل التطبيقات بإستخدام جرعة منخفضة مبكرة لمنع نمو إصابة حشرية ما أو إستمرار التطبيقات على فترات دون تواجد إصابة إقتصادية أو التطبيقات التى تهدف إلى تنظيف الحقول التى تحوى إصابات تحت المستويات الإقتصادية لواحد أو أكثر من الآفات. تخلق مثل هذه العمليات ظروف أسوأ مما كانت عليه قبل التطبيق كما تؤدى إلى تقليل فاعلية المبيدات المستخدمة فى المكافحة وتؤثر بالضرر على قيمة المبيدات كوسيلة فى إدارة الآفات لأن ذلك سيكون مضيعة للوقت ولقيمة المواد الكيماوية بالإضافة إلى الأضرار الكبيرة التى ستحدث للبيئة.

قد يحدد المناخ والإهتمام بأنشطة الانتاج الأخرى الفترة الزمنية التى يمكن خلالها تطبيق المبيد الحشرى. فالمبيدات الحشرية تكون أكثر فاعلية عندما تطبق تحت ظروف الطقس الهادئة لكى تقلل إنتقال المبيد بعيداً ولتركيز معظم المادة فى المنطقة المستهدفة. ويجب تجنب الأيام التى تنشط فيها الرياح وعند إستخدام الطائرات يجب تطبيق

المبيدات قدر الإمكان فى الصباح الباكر أو متأخراً فى الليل وقبل أن تزداد سرعة الريح وتجنب الفترات من العاشرة صباحاً حتى الرابعة بعد الظهر خاصة أثناء الطقس الحار حتى يمكن تقليل كل من إنتقال المبيد بعيداً drift عن الهدف كذلك بخر المبيد. وفاعلية التطبيق بإستخدام المعدات الأرضية تتأثر قليلاً بوقت اليوم ولكن يجب أن تتبع أساساً نفس ظروف التطبيق الجوى. وبالطبع يصبح التطبيق غير مناسباً تحت ظروف المطر أو قرب وقوعه. كما أن أنشطة الإنتاج مثل الزراعة والرى... الخ قد تأخذ الأسبقية وتحدد التوقيت. وعلى ذلك ينتج من تطبيق المبيد الحشرى فى الوقت المناسب أفضل مكافحة حشرية ممكنة. ويكون التطبيق مهم من ناحية إجراؤه بالنسبة للوقت المناسب فى اليوم وكمية الإصابة الحشرية ومرحلة نمو الحشرة.

٤- إختيار الجرعة Choosing a dose

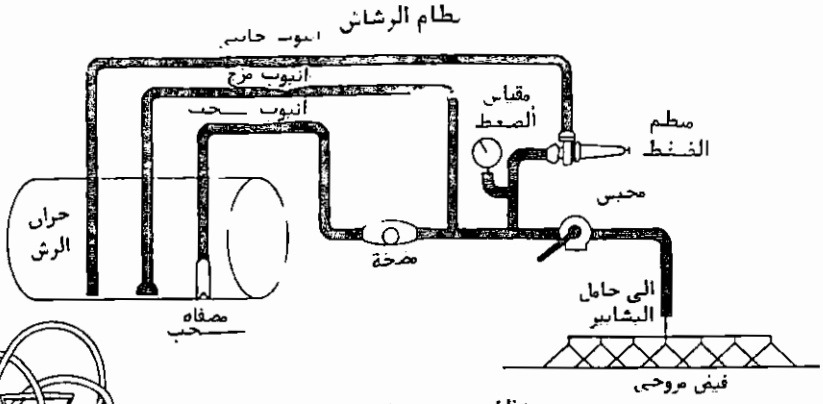
تذكر معظم توصيات المبيدات الحشرية مدى الجرعة dosage range اللازم للتطبيق كما يوضح أيضاً الملصق الموجود على العبوة الجرعة التى يمكن إستعمالها. وكقاعدة هامة فى إدارة الآفات الجرعة الأقل هى الأفضل least is best. ولتجنب المقاومة للمبيدات الحشرية والإستجابات الأخرى الخاصة بالعشيرة فى التطبيقات الزراعية فإنه من الأفضل عادة خفض العشائر لمستويات معنوية عن محاولة التخلص منها تماماً. ويمكن تحقيق ذلك بسهولة بخفض مستويات الجرعة كلما أمكن ذلك. ويجب أن نتذكر أن إرشادات الـ EPA تسمح بإستخدام مبيدات الآفات عند معدلات أقل مما يذكر على ملصق عبوة المبيد بالإضافة إلى أن الجرعة المنخفضة تعنى خفض فى التكلفة.

هناك إستثناءات لتطبيق قاعدة الجرعة المنخفضة. على سبيل المثال قد يكون من الضرورى إستخدام الجرعات الأعلى عند ظهور آفات أجنبية دخلت حديثاً وانتشرت فى منطقة محدودة للعمل على قتل كامل لها. إضافة إلى ذلك هناك أنواع خاصة من الحلم وقليل من الحشرات تثار ويزداد تكاثرها بالجرعات تحت المميتة لمبيدات الآفات وعند توقع هذه الظاهرة والمعروفة بإسم hormoligosis قد يكون هناك ضرورة فى إستخدام أعلى جرعة مسموح بها. وفى حالات أخرى قد يوصى بجرعات أعلى عند محاولة تجنب أنماط معينة من المقاومة للمبيدات الحشرية.

٥- التغطيـــة وقيـــود التطبيقـــات Coverage and confinement of applications

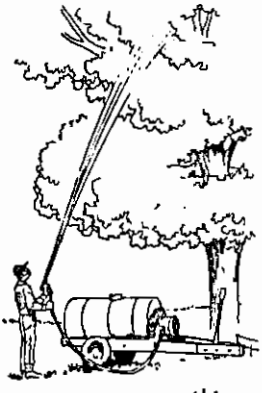
تمثل التغطية الكاملة للمنطقة المستهدفة عامل آخر هام فى فاعلية المبيد الحشـــرى. وتتطلب التغطية الجيدة أن يصل خليط المبيد الحشرى بدرجة كافية لجميع الأماكن التـــى تتغذى فيها الآفة. أى أن إجمالى اللترات المستخدمة فى تطبيق محاليل الرش يجـــب أن تكون كافية للتأكد من التغطية الجيدة للمحصول مع الأخذ فى الاعتبار كميـــة الخضـــرة النباتية الموجودة والموقع الذى فيه أقصى نشاط للآفة أو للآفات داخـــل النبـــات. فـــى بعض الحالات تتركز الحشرات كما هو الحـــال مـــع آكـــلات الأوراق فـــى الأجـــزاء المعرضة للشمس فى الجزء العلوى من النبات وفى حالة التطبيق بالطائرات قد يكفـــى محلول إجمالى قدره جالون واحد للإيكر فى التغطية الكافية مع مثل تلك الحشرات بينمـــا قد يحتاج نفس الإيكر من ثلاث إلى خمس جالونات لنفس المحصـــول عندمـــا تصبـــح النباتات أكبر وذات خضرة كثيفة أو عندما تصبح الآفات مركزة فـــى حجـــر النبـــات. وعادة ما يستخدم عدد من الجالونات أكبر فى حالة التغطية الشاملة فى حالـــة إســـتخدام التطبيق الأرضى عن تلك المطلوبة فى التطبيق الجوى بسبب طبيعة المعدة والإهتمـــام المصاحب لوضع البشبورى وعلاقته بحجم النبات وموقع الآفة على النبـــات والمســـافة بين الصفوف وعوامل أخرى. وأحد المشاكل المرتبطة بالتطبيق الجوى هو ترك بقـــع أو خطوط داخل المنطقة المستهدفة دون معاملة نتيجة مجموعة عوامل منها انتقال الـــرش لمكان آخر نتيجة فعل الرياح وتغير اتجاه الريح ووجود أماكن يصعب علـــى الطـــائرة الوصول إليها مثل الزراعات الموجودة تحت خطـــوط الكـــهرباء أو بجـــانب المبـــانى والأشجار. وقد تعمل تلك الأماكن الغير معاملة أو الضعيفة المعاملة كمخـــازن لآفـــات معينة فتسمح بعودة سريعة للإصابة والتغطية الغير كاملة تؤثر بصفة عامة على فاعليـــة المبيدات المستخدمة.

قد يتطلب الأمر أحياناً رشاشات خاصة للحصول على تغطية مؤثرة مثل رشاشـــة الدفع الهوائى air-blast sprayer (شكل ١٣٩، ١٤٠) وهذا النوع من الرشاشات يعمـــل على دفع تجهيزه المبيد بالهواء بقوة ليسمح له بالنفاذ خلال النمو المتشـــابك للأشـــجار ليصل إلى سطوح الأوراق والأفرع. وإستخدمت مثل تلـــك الرشاشـــات بكفـــاءة فـــى البساتين وأشجار الظل.

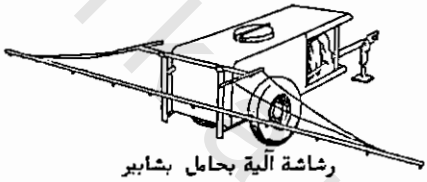


نظام نموذجي لرشاشة

رشاشة تعمل بالهواء المضغوط

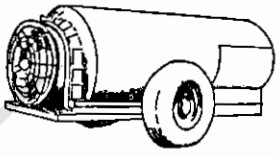


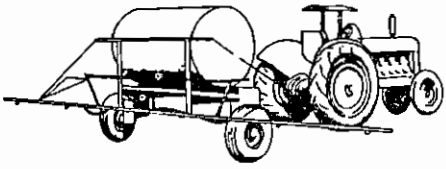
رشاش بمدس رش



رشاشة آلية بحامل بشابير

شكل (١٣٩) أنماط شائعة لمعدات خاصة بتطبيق التجهيزات السائلة للمبيدات





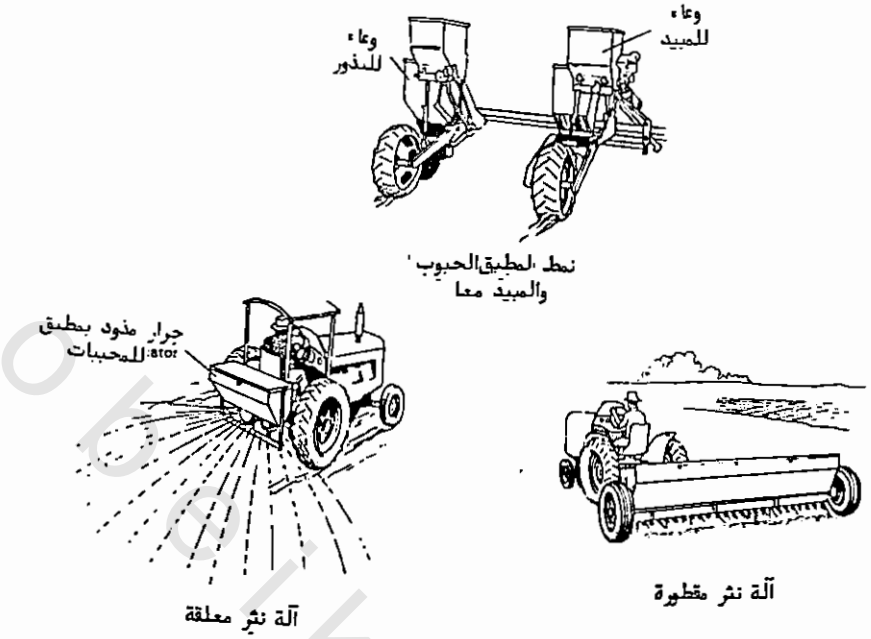
رشاشة الضغط المنخفض

آلة رش بدفع الهواء

طائرة ذات اجنحة ثابتة

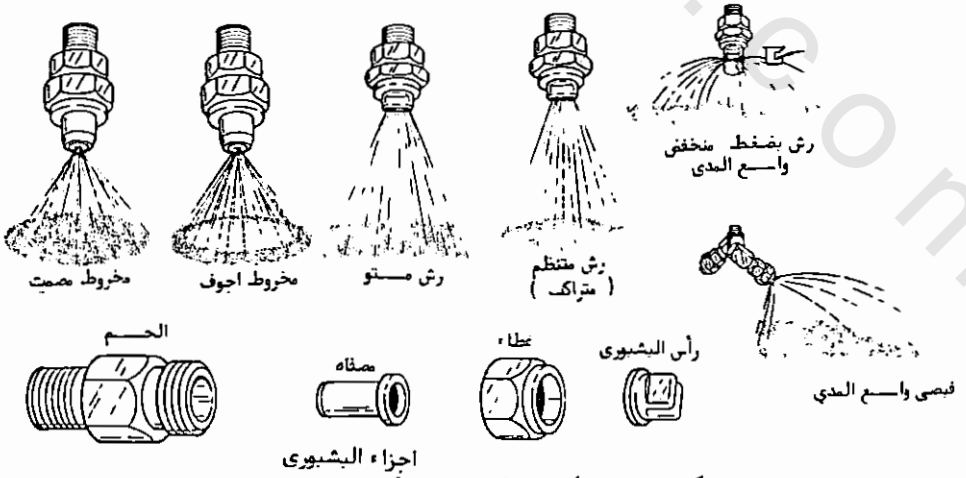
هيلكوبتر

شكل (١٤٠) تابع ــ أنماط شائعة خاصة بتطبيق التجهيزات السائلة للمبيدات



شكل (١٤١) أنماط شائعة لتطبيق مبيدات الآفات فى صورة محببات

قصر تطبيق المبيد على المنطقة المستهدفة متطلب هام للتغطية الجيدة. ولا يمكن تحقيق تغطية جيدة عند وجود إنحراف معنوى لمحلول الرش خارج المنطقة المعاملة أو عندما تغسل المتبقيات بسرعة من على الأسطح المعاملة وحملها بعيداً. ويقلل مثل هذا الفعل من مستويات تعرض الحشرات المستهدفة ويمكن أن تضار الأسماك وعشائر الحياة البرية فى المناطق المحيطة.



شكل (١٤٢) أجزاء البشبورى وأنماط البشابير

قد يساعد إختيار تجهيزات معينة فى حفظ المبيد فى المساحة المستهدفة على سبيل المثال تحوى تجهيزات المحببات جزيئات ثقيلة تسقط إلى السطح وتبقى فى المساحة المطبقة فيها. وعلى العكس جزيئات المساحيق صغيرة ولا تلتصق بالسطح جيداً وتجعل من الصعب بقاء المبيد فى المساحة المستهدفة ومع ذلك بالرغم من أن الجزيئات الأكبر قد تحفظ المبيد الحشرى فى المكان تتناقص التغطية مع حجم الجزئ لذا تعديل قطرات الرش الكبيرة بإستخدام المعدة والبشبورى المناسب (شكل ١٤٢) وحجم جزيئات المحببات قد يؤدى إلى تغطية أفضل ومن المهم أن نعلم أن الرش أفضل من التعفير سواء فى التغطية الكاملة أو فى الحصول على أقل تساقط للمبيدات خارج النباتات المستهدفة. كما أن إضافة عوامل لاصقة أو إختيار تجهيزات تحتوى على مواد لاصقة قد تساعد على بقاء المبيد على السطح المستهدف، على سبيل المثال إستخدام تجهيزات مثل Sevin XLR التى تحوى عوامل رابطة ولاصقة يمكن أن تطيل المتبقيات نشطة لعدة أيام بحفظ المادة الفعالة وهى Carbaryı على الأوراق النباتية.

قد يؤثر أيضاً إختيار معدة الرش (شكل ١٤١) على كمية المبيد الحشرى التى تستقر فى المنطقة المستهدفة فلقد وجد عند مقارنة الرش بالطائرات مع الرش الأرضى فى القطن أو نسبة ما يستقر على النبات بإستخدام المعدات الأرضية قد يصل إلى ٨٢% مقارنة مع ٥٤,٥% فى الرش الجوى. ورغم ذلك قد توجد بعض العوامل التى تجعل الرش الأرضى غير عملى مثل الأرض المروية وتشابك النباتات معاً ومشاكل قد تتعلق بتماسك التربة.

ب- الإستخدام الإختيارى للمبيدات الحشرية Selective use of insecticides

المبيد الحشرى هو مادة تستخدم فى قتل الحشرات. ومع ذلك نحن نعرف أن المبيد الحشرى يمكنه أن يقتل أيضاً كثير من أنواع الحيوانات خلاف الحشرات رغم أنه لا يستعمل لهذه الأغراض. وحتى داخل صف الحشرات يختلف إستجابة الأنواع والسلالات المختلفة للحشرات للمبيدات. والمبيد الحشرى الذى قد يكون مميت لأحد المجاميع قد يكون قليل التأثير أو ليس له تأثير على مجموعة أخرى. عموماً ـ تقتل المبيدات الحشرية كثير من أنواع الحشرات ولكن بعض من تلك المبيدات تقتل أنوع أكثر عن الأخرى وهذا ما نعنيه بالمبيدات الحشرية العريضة المدى broad-spectrum insecticides أى المبيدات التى تقتل تنوع واسع من الحشرات.

إن المعنى الدقيق للمبيد الإختيارى selective insecticide ليس بقاطع ففى أحد الحالات يعنى ببساطة أن المادة الكيماوية طبيعياً أكثر سمية لمجموعة من الحشرات عن المجاميع الأخرى. بمعنى آخر هو أن مجموعة من الحشرات تكون فسيولوجياً أكثر تحملاً للمادة السامة عن مجموعة أخرى من الحشرات التى تقتل به بسهولة. كما يمكن إستخدام المصطلح للإشارة إلى الفعل التميزى بين الحشرات والحيوانات ذات الدم الحار.

يوجد تعريف آخر للمبيد الإختيارى يتعلق بإستخدامه بطريقة تضر مجموعة معينة من الحشرات أكثر من المجاميع الأخرى ويقدم هذا الاتجاه من وجهة النظر الأمل الحاضر فى إدارجه فى برامج إدارة الآفات. فإستخدام مبيد حشرى ما لكى يقتل آفة معينة بينما يسبب قليل من التأثير على الحشرات الأخرى خاصة النافع منها يعطى للمبيد الحشرى تأثيراً اختيارياً.

فسيولوجياً قد يكون هذا المبيد "الإختيارى" سام للأنواع الغير متأثرة كما هو الحال فى الأنواع المعاملة أى سام للجميع ولكن بسبب الطريقة التى يستخدم بها المبيد يصل لنوع ولا يصل لأنواع أخرى. وقد ينتج هذا من توقيت التطبيق أو التجهيز الذى أعد به المبيد أو مستوى الجرعة أو أسباب أخرى عديدة. والاختلاف الرئيسى هنا هو أن خطة تطبيق المبيد تضع فى حساباتها وجود كل من الآفة الحشرية والأنواع المرغوبة وتستخدم الخطة بعض الإختلافات فى عادات وتوزيع الأنواع أو سمات بيولوجية خاصة تسح للمبيد لكى يقتل نوع ويترك الباقى. وبالرغم من أن بعض المبيدات الحشرية ذات سمية فسيولوجية متأصلة أكثر لبعض الحشرات بينما البعض الآخر يكون متساوى السمية لحشرات مختلفة إلا أنه يمكن خدام الفعل الإختيارى selective action لتلك المبيدات لكى تؤثر على أنواع معينة أكثر من الأنواع الأخرى ويكون الهدف الرئيسى فى جميع الأحوال هو إستخدام المبيدات الحشرية بطريقة لا تضر الحشرات النافعة. مما سبق يمكن تعريف المبيد الإختيارى بأنه المبيد ذو السمية المتأصلة الأكثر لأنواع من الحشرات عن أنواع أخرى أو المبيد الذى بفاعلية الطريقة التى سيستخدم بها سيقتل فقط حشرات معينة ويستثنى حشرات أخرى أى المبيد يؤدى إلى فعل إختيارى. وعلى ذلك فإن إستخدام المبيدات الحشرية الإختيارية أو المبيدات

الحشرية فى طريقة إختيارية ضرورى لتعظيم الإستفادة من الحشرات النافعة.

يؤكد كثير من العلماء اللذين تتراوح إهتماماتهم من علماء السموم إلى علماء فى علم البيئة التطبيقى على الرغبة من إستخدام كلاً من المبيدات الحشرية والحشرات النافعة فى برامج المكافحة. ويعمل المتخصص فى السموم عادة تجاه تطوير مبيدات حشرية ذات فسيولوجية إختيارية بينما يبحث المتخصص فى العلوم التطبيقية فى طرق الإستخدام المتاحة والتى إحداها يؤدى إلى فعل إختيارى للمبيد.

١- إستراتيجية المكافحة الحشرية Insect-control strategy

ماذا نعنى بإستراتيجية مكافحة الحشرات؟ وما هى الإستراتيجية التى إستخدمت وتلك التى ستستخدم فى المستقبل فى مكافحة آفاتنا الحشرية؟ الإستراتيجية هى الإتجاه العام للمكافحة التى تتضمن قرارات خاصة بالطريقة التى يجب أن تستخدم فى مكافحة أنواع الآفات المختلفة (أنظر الوحدة الأولى). وبإستخدام هذا التعريف يمكن القول بأن الإستئصال التام للآفات إذا كان ذلك ممكناً كانت هى الإستراتيجية السائدة فى الـ ٤٥ أو الـ ٥٠ سنة التى مضت. وكانت الوسيلة الوحيدة المتبعة هى المكافحة الكيماوية. حيث كان الاتجاه السائد المرغوب هو إستخدام الجرعات الأعلى من المادة السامة وتوافق هذا مع فلسفة إستخدام الأسمدة "إذا كان قليل منها يظهر فاعلية إذاً فلنطبق الكثير".

ويجب أن نفكر فى إستراتيجية جديدة إذا كنا بصدد عمل تقدم جوهرى فى مكافحة الحشرات ــ وهى الإدارة المتكاملة للآفات الحشرية. ولدينا مع هذه الإستراتيجية الإختيار فى إستخدام عدد من الطرق المختلفة والتى يفضل أن تستخدم معاً فى برنامج عقلانى ممكن إجراؤه. وفى هذا النظام ستستمر مبيدات الآفات كجزء هام فى البرنامج ولكنها ستشكل الملجأ الأخير فى منع الآفة الحشرية من إحداث ضرر إقتصادى للمحصول. ويجب على المرء فى هذه المرحلة أن يتقبل التأثيرات الضارة التى ستحدثها المبيدات الحشرية للحشرات الأخرى وفى البيئة إلى جانب الفوائد الزراعية التى سيتحصل عليها.

يوضح واقعنا العملى أنه يندر أن نستخدم المبيدات الزراعية المتاحة لدينا بطريقة

إختيارية. بالإضافة إلى أننا نسرف فى إعادة تطبيق تلك المبيدات وفى رفع الجرعات المستخدمة وهذا بالتأكيد يعمل على زيادة الضرر بالحشرات النافعة. هذا إلى جانب التنوع الضخم للمبيدات فى السوق المصرى تحت يد المنتج (المزارع) وتوفر مبيدات فاسدة أو منتهية الصلاحية وهى بهذا تأثير سئ جداً على صحة الإنسان والبيئة.

٢- أهمية المستويات الإقتصادية Consideration of economic levels

بافتراض أن المبيدات أسرف فىإستخدامهاوأن هناك الكثير من النتائج التى تؤيد هذا الإفتراض... إذن ما هو العمل على مستوى المزارع الذى يمكن أن يمنع هذا الإسراف؟ أول شئ مهم هو إستخدام المبيدات فقط وقت الحاجة وهذا يعنى إستخدام المستويات الإقتصادية كأساس للمعاملة بالمبيدات الإقتصادية... هذا ليس بصعب خاصة إذا علمنا إرتباط قليل من الآفات الأكثر ضررا key pests مع معظم محاصيلنا الزراعية، أى قليل من الآفات التى تحدث ضرر إقتصادى أثناء موسم نمو هذه المحاصيل.

لقد تم مناقشة المستويات الإقتصادية فى الوحدة الأولى والثانية ويجب الآن أن تشكل جزء فعال فى مفهومنا للإدارة المتكاملة للآفات الزراعية. ومن الطبيعى أن نلاحظ أن المستويات الإقتصادية تختلف فى المحاصيل المختلفة وحتى مع نفس المحصول معتمدة فى ذلك على مرحلة نمو المحصول وفصل النمو وعدد وأنواع الحشرات النافعة المرتبطة بالآفة وعوامل خاصة بالمكان والاقتصاد. وهذا ما كنا نعنيه فى البداية وأشرنا إليه بالمستوى الإقتصادى "الديناميكى" أو المتغير. وهناك مشكلتان واضحتان فى مفهومنا للمستويات الإقتصادية كلاهما يجب حله قبل نقله إلى المزارعين، المشكلة الأولى تنحصر فى أهمية تحديد مستوى عشيرة الآفة المطلوب مكافحتها أى التى تحدث ضرر إقتصادى ويجب أن يقبل هذا المستوى من قبل المزارع والعامة. وهذا ليس بسهل ومازال هناك الكثير من العمل خاصة وأن عدد قليل نسبياً من مستويات الضرر الإقتصادى تم تحديده. وللأسف عادة ما تعامل كثير من المحاصيل بالمبيدات مبكراً جداً أو دون ضرورة وذلك لأن المستويات الإقتصادية المحددة منخفضة جداً أو تحديدها ضعيف أو ببساطة غير معروف. ومع ذلك هذا ما يمنعنا من إستخدام أفضل المعلومات المتاحة لوضع مستوى آمن مؤقت الأساس

temporary basis للبدء فى المكافحة الكيماوية. الحقيقة الواضحة فى الواقع الزراعى المصرى هو غياب المستويات الإقتصادية أى أنها غير موجودة أو هى قيم مستوردة وليست من واقع لقيم مرتبطة بالواقع الزراعى والإقتصادى والإجتماعى المصرى لذا يستخدم غياب تلك المستويات كذريعة لإستخدام برنامج المكافحة بالمبيدات الحشرية تقريباً طوال الموسم. وهذا الإتجاه من الناحية الإيكولوجية غير سليم حتى إذا توافرت مبيدات إختيارية للآفة موضع المشكلة.

تتعلق المشكلة الثانية فى إستخدام المستويات الإقتصادية بحفظ الآفة تحت مستوى منخفض دون خطر من فقد طويل البقاء. وإذا كنا نتطلع لإستخدام المبيدات بطريقة سليمة وليس بطريقة وقائية يجب أن نكون قادرين على التنبؤ بإتجاهات العشيرة لحد ما. والقدرة على ذلك التنبؤ ستؤدى إلى تحفظ أكثر فى إستخدام المبيدات وستجعل هناك إمكانية دمج طرق أخرى من المكافحة مع المكافحة الكيماوية. فى مصر مازالت المشكلة الأولى والثانية فى انتظار للحل خلال عمل علمى جماعى جاد ولا زال أمامنا الطريق طويل وشاق.

٣- الحاجة إلى مبيدات حشرية إختيارية: The need for selective insecticides

إن شواهد حاجتنا إلى مبيدات إختيارية فى الحقيقة مثل شواهد حاجتنا إلى الـ IPM. وحيث أن طريقة المكافحة الكيماوية هى أحد الوسائل التى يمكن إستخدامها فى برنامج الـ IPM فإن إستخدام المبيدات الحشرية الإختيارية ستجعل تلك الوسيلة أكثر ملائمة وتصبح مكملة مع الوسائل الأخرى خاصة المكافحة البيولوجية. ولن يقضى إستخدام المبيدات الحشرية الإختيارية بالضرورة على كل التأثيرات السيئة التى تحدث عند إستخدام المبيدات الحشرية العريضة التأثير broad-spectrum insecticides ولكنها ستقضى على بعض من تلك التأثيرات وتقلل البعض الآخر.

وربما يكون السبب الوحيد الأكثر أهمية ــ على مستوى الأداء العملى فى برنامج الـ IPM ــ فى البعد كلما أمكن عن إستخدام المبيدات الحشرية العريضة المدى هو منع فوران resurgences الآفات المستهدف مكافحتها وفورانات outbreaks الآفات الثانوية. وكما سبق القول فى بداية الكتاب هناك سببان لإنبعاثات الآفات المستهدفة

(١) الخفض فى الأعداء الطبيعية عند إستخدام المبيدات على الآفات الحشرية (٢) إزالة الأنواع المنافسة competitive species. ومعظم التفسيرات التى قدمت فيما يخص إنبعاثات الآفات الأولية أو فورانات الآفات الثانوية تميل لتأييد السبب الأول وهو الإضرار بالحشرات النافعة.

المشاكل التى نتجت عن التطبيقات الشاملة للمبيدات الحشرية العريضة التأثير فى الأنظمة البيئية الزراعية واضحة فى كل مكان. فى أمريكا فى ١٩٦٦ نتج عن التطبيقات المجدولة للـ carbary1 التى أجريت فى كاليفورنيا لمحاولة إستئصال ديدان اللوز القرنفلية فورانات outbreaks مدمرة لآفة ثانوية وهى ثاقبة أوراق القطن *Bucculatrix thurberiella* ولحدٍ ما فى الحلم العنكبوتى كما تم القضاء على كثير من الأعداء الطبيعية لعدد من الآفات وأخيراً عندما توقفت المعاملات حدثت فورانات أخرى لديدان الكرنب القياسية وديدان البنجر المدرعة على المحاصيل المنزرعة فى الخريف. ورغم أنه لم يتم إستئصال لديدان اللوز القرنفلية عندما أكملت إنتشارها فى أريزونا عام ١٩٦٥ إلا أن برامج تطبيقات المبيدات الحشرية لمكافحة هذه الآفة منذ عام ١٩٦٦ نتج عنها فورانات شديدة لثاقبات أوراق القطن. فى مصر وضحت تأثيرات المبيدات على الكائنات الغير مستهدفة فى مناطق زراعات القطن التى عوملت بشدة بالمبيدات ضد دودة ورق القطن. فلقد كانت نسب التطفل على ديدان القطن فى الخريف فى سنوات ١٩٦٨-١٩٧٢ قبل الإستعمال المكثف للمبيدات ٧٥% بينما وصلت الآن إلى ١,٩ -٦,٢% وفى ١٩٧٧ حدث فوران لدودة اللوز الأمريكية *Heliothis armigera* والتى كانت تعتبر قبل ذلك آفة ثانوية. كما وصلت عدة آفات ثا نوية إلى الوضع الآفى فى السنوات الحديثة مثل الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* والبقة الخضراء *Nezara viridula* ونطاط الأوراق *Empoasca lypica* بالإضافة إلى عدد من أنواع الحلم.

٤- قيمة المبيدات الحشرية الإختيارية مقارنة مع المبيدات العريضة المدى

Value of selective versus broad-spectrum insecticides

العواقب السيئة من إستخدام المبيدات الحشرية العريضة المدى دون النظر لكل مكونات البيئة ثابتة تاريخياً. والطرق البديلة التى أقترحت لتقليل هذه التأثيرات أكدت

على إستخدام المبيدات الحشرية الإختيارية خاصة إستخدام المبيدات بطريقة نحصل بها على فعل إختيارى. ويجب إستخدام ظاهرة الإختيارية ليس فقط لحماية الأنواع النافعة ولكن أيضاً للحصول على أعلى فاعلية ضد أنواع الآفات. ففى أريزونا وجد أن تطبيق الميثيل براثيون عند معدل ١,٠٠ رطل للأيكر يكون مؤثر ضد ديدان لوز القطن ودودة براعم الدخان بينما الإيثيل براثيون غير فعال نسبياً. من سوء الحظ تم تسويق تجهيزه تتكون من ٦ رطل ايثيل براثيون و٣ رطل ميثيل براثيون للجالون. وتم إجراء تطبيقات لهذه التجهيزة عند معدل ١,١٢٥ رطل من إجمالى المبيد/ الإيكر على القطن لمكافحة ديدان اللوز وديدان براعم الدخان وكانت النتيجة كارثة وذلك لأن ٠,٣٧٥ رطل من الميثيل براثيون لم تكن كافية لتحقيق مكافحة مرضية وعملت الجرعة الكلية لكل المبيدات على إستئصال الأنواع النافعة.

لم يكن تحقيق الإختيارية للمبيدات الحشرية سهل. وتطلب فى معظم الأحوال معلومات مفصلة ليس فقط على الآفات الهامة بل أيضاً على الآفات الثانوية والنافعة بالمثل. وأمكن انجاز الإختيارية بعدد من الوسائل الآتية: (١) إستخدام مواد إختيارية فى الأصل أى سامة لبعض الأنواع وقليلة السمية لأنواع أخرى (٢) تطبيق المكافحة فى الوقت الذى يحدث فيه أقل تأثير ضار على الأعداء الطبيعية (٣) تقليل الجرعات للسماح بمكافحة كافية للآفة المستهدفة مع إبقاء أعداد كبيرة نسبياً من الأعداء الطبيعية الخاصة بالآفة المستهدفة والآفات الهامة الأخرى.

فى سنوات ١٩٦٠-١٩٧٠ فى بساتين التفاح فى Nova scotia أدى الإستخدام العام لبرنامج الرش الإختيارى لعدة سنوات إلى خفض فى كمية الضرر الذى تسببه الآفات الضارة. وحل الـ Ryania محل الددت ولم يكن ذلك ممتاز فى مكافحة فراشة الكودلنج ولكن تم المحافظة على أعداد ضخمة من الحشرات النافعة والحلم المرتبطة بمجاميع رئيسية للآفات وتم إنجاز هذا التقدم أيضاً بتقليل جرعة بعض الكيماويات الأكثر سمية لمستويات تسمح بمكافحة أنواع الآفات مع الحفاظ على الأنواع النافعة.

أمكن تحقيق تقدم هام فى إدارة الآفات الحشرية فيما يخص آفات أشجار الفاكهة فى Oregon و Washington. وأظهرت الدراسات على التفاح إختيارية عريضة

للمبيدات الحشرية تسمح للحلم المفترس *Typhlodromus occidentalis* للحياة بأعداد معتدلة. ووجد حتى مع بعض المواد العالية السمية أنه يمكن خفض نسبة موت المفترس بإستخدام طرق رش إختيارية وفى بعض الحالات بالتوقيت الإختيارى للرش. بينما نتج عن برامج الرش القياسية لمكافحة الآفات الأخرى خاصة فراشة الكودلنج فى النهاية مشاكل أكاروسية خطيرة. فالمبيدات الأكاروسية التى كانت عادة تكافح حلم McDaniel أصبحت غير مؤثرة لمقاومة الحلم لها. ووجد تحت برنامج الرش القياسى كانت مقاييس مكافحة الحلم مطلوبة بإستمرار بجرعات عالية وحتى فى نهاية الموسم. وعمل المبيد الأكاروسى على تأخير نمو عشائر الحلم وليس على مقاومتها ونتج عن إرتفاع عشائر الحلم وقت الجمع أن أصبحت الثمار صغيرة الحجم ذات لون ضعيف وربما أثر على نضج الثمار. بينما كان هذا الحلم فى برنامج المكافحة المتكاملة غير موجود عملياً أو يصل إلى قمته عادة عند مستويات منخفضة وتنخفض عشائره تماماً قبل الحصاد.

تم مواجهة مشاكل مماثلة فى إعداد برنامج مكافحة متكاملة للكمثرى فى Oregon وكانت ضمن المشاكل الكثيرة التى أخذت فى الإعتبار المستويات المنخفضة لعشائر حلم صدأ الكمثرى والحلم العنكبوتى ذو النقطتان التى تسبب ضرر إقتصادى. ولم تشجع مستويات الضرر الإقتصادى المنخفضة مزارعى الكمثرى للإنتظار للفاصل الزمنى اللازم بين بناء الحلم لعشائره وعشائر مفترساته. كانت المشكلة الأخرى خاصة ببرنامج الرش الصيفى المكثف لمكافحة الـ pear psylla *(Psylla pyricola)* وفراشة الكودلنج. وتم حل أحد هذه المشاكل عندما إستبدل برنامج رش السكون الواسع النطاق محل الرشات الصيفية المتعددة لمكافحة الـ pear psylla. وكانت المشكلة المتبقية هى الممارسة التجارية لمكافحة فراشة الكودلنج برشات متعددة من الـ azinhosmethyl بمعدلات من ١,٥ إلى ٢,٠٠ رطل/ الإيكر. ورغم أن المكافحة بالمبيدات الحشرية لفراشة الكودلنج ضرورية لمنع الفقد الإقتصادى إلا أن الجرعات التى استعملت قضت على المفترسات وظهرت مثل هذه المشاكل فى البساتين التى أجرى فيها المعاملات التجارية القياسية إلى أن توقف الرش تماماً فى برنامج الرش الصيفى فى ١٩٦٤. بعد ذلك وجد أن قمم كثافات الحلم العنكبوتى ذو النقطتين كانت ١٧، ٢,٥، ٢,٥، ٠,١٨

حلم/ ورقة على الترتيب فى الأربع سنوات التى تلت توقف الرش وهذا يوصح أنه عند توقف الرش إتجهت كثافات عشائر الحلم العنكبوتى للإنخفاض وصاحبها زيادة فى مستويات عشائر مفترسات الحلم. ورغم ذلك سببت فراشة الكودلنج أثناء هذه الفترة ضرراً لثمار الفاكهة وصل إلى ٤٠% فى المتوسط وأظهر ذلك الحاجة إلى المكافحة الكيماوية.

تلى ذلك دراسة إستخدام معدلات منخفضة من الـ azinphosmethy1 والتى أظهرت أن انخفاض المعدل إلى ٠,٥ رطل/ إيكر أعطى مكافحة مرضية لفراشة الكودلنج وتأثير غير مرضى على مفترسات الحلم بالقضاء على تلك المفترسات. ووجد أن المعدلات الأقل مثل ٠,١٢٥ ، ٠,٢٥ / إيكر نتج عنها تحسين فى حياة الحلم المفترس ومكافحة غير كافية لفراشة الكودلنج. ثم وجد فى ١٩٦٦ أن الـ azinphosmethy1 عند ١,٢٥ رطل/ إيكر عند خلطه بالزيت أعطى مكافحة كلية ناجحة مع حياة جيدة للحلم المفترس. ورغم أن مكافحة الكودلنج لم تكن مقبولة إلا أنها سمحت بإختيار آخر فى البساتين التجارية التى فيها مستويات الفراشة أقل مما فى البساتين تحت الدراسة. ووجد تحت هذه الظروف أن المعدلات المنخفضة للـ azinphosmethy1 كانت كافية لمكافحة فراشة الكودلنج بل كان لها تأثير إختيارى لدرجة سمحت معه بزيادة كثافة الحلم المفترس. وفى السنة الأولى من الدراسة إزداد الحلم النباتى الضار لمستويات غير مقبولة ولكن بعد ذلك إرتفعت نسبة الحلم المفترس مما أدى إلى خفض فى عشائر الحلم النباتى. ورغم أن هذه التجربة ليست فى حقول مصرية ولكنها توضح مظهر التحول من البرنامج العادى "القياسى" فى المكافحة إلى البرنامج المتكامل والذى فيه الحلم المتغذى على النبات تعدى المستوى الإقتصادية فى العام الأول. وهذا يوضح مرة أخرى تعقد الأنظمة الزراعية وحقيقة أن التغير من الاعتماد الكلى على الكيماويات لا يمكن أن يتم فوراً.

من ذلك نستخلص ثلاثة عوامل كانت مهمة فى تكوين برنامج مكافحة متكامل فى الكمثرى وهى: (١) إعادة تقييم المستويات الإقتصادية للحلم المتغذى على النبات (٢) رش السكون لمكافحة الـ pear psylla (٣) الجرعة المنخفضة من المبيد لمكافحة فراشة الكودلنج.

٥- طرق تحسين الإختيارية Methods of improving selectivity

تبدى كثير من المبيدات الحشرية سمية تميزية deferential toxicities لحشرات وأكاروسات متنوعة خاصة بين مجاميع الحشرات والحلم. ومن وجهة النظر العملية يلاحظ قليل من تلك الإختيارية المتأصلة عندما تكون هناك ضرورة لتطبيق مستويات من جرعات المبيد على أسس حقلية لمكافحة الآفات الرئيسية والتى تتم عادة بتطبيقات متكررة وهذا ما ظهر فى البحث على مكافحة حشرات أشجار الفاكهة والتى فيها أمكن الوصول إلى الفعل الإختيارى للمبيدات خلال تغيرات فى وقت وعدد جرعات تطبيقات المبيدات الحشرية والتى صاحبها إعادة تقيم للمستويات الإقتصادية وتأثيرات المفترسات على ضحاياها.

ومن الصعوبات الحالية فى الحصول على تسجيلات لمبيدات جديدة فإنه قد نحتاج لعدة سنوات قبل أن يتاح مبيدات إختيارية حقيقية جديدة للإستخدام الزراعى على إفتراض أنها موجودة فى المعامل اليوم. لذا يبدو أن الفرصة الأكبر فى إستخدام مبيدات حشرية إختيارية على الأقل فى المستقبل القريب تقع على عاتق علماء حشرات الزراعة من خلال ابتكار طرق لإستخدام المبيدات المتاحة الآن فى طريقة أكثر إنسجاماً مع البيئة الكلية بما فيها البيئة الزراعية وجميع النظم البيئية الأخرى بخلاف ما كان يحدث فى الماضى.

لقد أوضح عدد من البحاث عن إمكانية الحصول على الميزة الإختيارية فى إستخدام المبيدات وبدأت تظهر فى الدوريات إتجاهات أخرى للإستخدامات الأكثر فاعلية للمبيدات. وبذلت جهود لكى يقتصر تدفق المبيدات على المحصول المستهدف دون أن يصل بكثرة إلى المناطق المحيطة. والتقدم الهام فى هذا الإتجاه يؤدى إلى خفض الجرعات مع مكافحة الآفات المستهدفة. ففى أريزونا نتج عن الرش بالطائرات إنتقال المبيدات إلى المناطق التى فى إتجاه الريح بما يعادل من ٤ إلى ٥ مرات مما فى حالة الرش بالمعدات الأرضية كما وضح أن التطبيق الجوى للمبيدات ينتج عنه إستقرار لأقل من ٥٠% من المادة السامة على النباتات المستهدفة أثناء الإستخدام العادى فى موسم النمو. ومع ذلك وجد أن إضافة مثخنات thickeners رش معينة إلى مستحلبات المبيدات الحشرية تقلل من انجراف المبيد drift فى التطبيق الجوى. وقد

تكون الفائدة من وجهة نظر تحسين الإختيارية داخل المنطقة المستهدفة قليلة. ومع ذلك قد تكون الفائدة مضاعفة من وجهة نظر حماية الأنواع النافعة فى المساحات الغير مستهدفة القريبة.

ويقدم التطبيق الدقيق فى المكان الملائم وتوقيت تطبيقات المبيدات الأمل فى الحصول على فعل إختيارى. فلقد تطلبت ديدان اللوز القرنفلية فى أريزونا إلى تكرار تطبيق الرش لمنع الفقد الإقتصادى فى المحصول. وكان فى البداية هناك إسراف فى مستوى الجرعات المستخدمة. على سبيل المثال إستخدم الـ azinophosemthy1 عند معدل ١,٠٠رطل/ إيكر. ولكن مع الدقة الأكثر فى وقت التطبيق التى إعتمدت على تقديرات أفضل لمستويات العشيرة الإقتصادية والضرر أظهر البحث أن الـ azinophosmethy1 أعطى مكافحة كافية وأقصى حماية مع خفض كبير فى كمية المبيدات المطلوبة من ١,٠٠ رطل/ إيكر إلى ٠,٥ رطل/ إيكر.

أجريت تجربة لإستخدام المبيدات فى مكافحة ديدان اللوز القرنفلية بطريقة أكثر اختيارية. إشتملت الدراسة على الإستفادة من الخصائص أو الصفات السلوكية behavioral characteristics لكلاً من ديدان اللوز القرنفلية والمعقد الآفى المتشتت الذى يشمل دود لوز القطن. ودودة براعم الدخان *Heliothis virescens* حيث وجد أن ديدان اللوز القرنفلية تفضل وضع البيض على اللوز bolls عن الوسواس squares بينما يفضل معقد ديدان اللوز الآخر الأضرار بالنموات الطرفية. كما وجد أن اليرقات الحديثة الفقس لهذا المعقد لديدان لوز القطن تتغذى لعدة أيام على الوسواس squares فى المنطقة الطرفية قبل أن تتحرك لأسفل النبات لتهاجم اللوز bolls. وأشارت دراسات نمو عشيرة ديدان اللوز القرنفلية ــ عموماً ــ أن مستويات الإصابة الإقتصادية تتحقق أثناء الجيل التالى للـ bolls والذى فى العادة يكون فى الجزء الأخير من يوليو ويتوافق هذا جيداً مع الوقت التى تبدأ فيه ديدان لوز القطن وديدان براعم الدخان فى وضع البيض. لذا فهناك حاجة إلى جدولة تطبيقات المبيدات لمكافحة ديدان اللوز القرنفلية فى وقت الحاجة لفعل المفترسات ضد العشائر الهامة لمعقد ديدان لوز القطن. ففى كثير من الحالات تحدث فورانات outbreaks لمعقد ديدان لوز القطن عقب بداية معاملات ديدان اللوز القرنفلية.

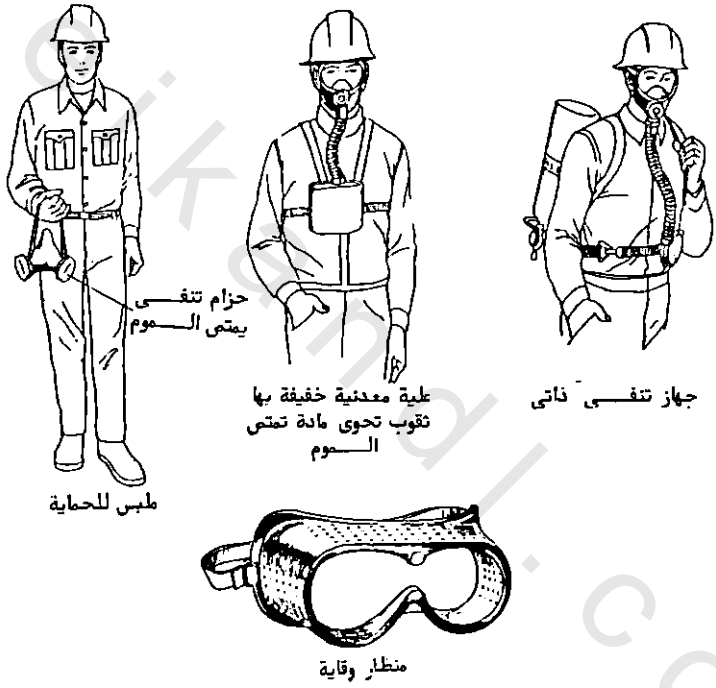
تضمنت التجربة الموضع الإختيـارى selective placement للمبيـد الحشـرى الواسع التأثير azinophosmethyl أى تطبيق المبيد على جزء من النبات وترك جـزء آخر. حيث وضح إمكانية مكافحة ديدان اللوز القرنفلية فى الجزء السفلى للنبات والبقـاء على المفترسات فى الجزء الطرفى لنبات القطن وتطلب ذلك غلق البشـبورى العلـوى وإستخدام البشبوران الجانبيان فقط لقصر تغطية الرش على الثلثـان السـفليان للنبـات حيث يوجد معظم اللوز الناضج bolls وذلك عند الحاجة لتطبيقات لمكافحة ديدان اللوز القرنفلية. وبهذا أمكن فصل الرش على البق الدقيق المفترس pirate bugs الذى يفترس بيض معقد ديدان لوز القطن الهام والذى يوجد بوفرة فى المنطقة العلوية من النبات مـع المفترسات الأخرى وظلت تلك المفترسات بمستويات عاليـة بعـد التطبيـق مقارنـة بالأجزاء المعاملة.

يبدو أن هناك فرص كبيرة فى الحصول على فعل إختيارى بإسـتخدام المبيـدات الحشرية المتاحة الآن. ولقد ذكر فقط قليل من الطرق وتشـمل الإحتمـالات الأخـرى (١) المصائد المطعمة بالمبيدات الحشـرية insecticide-bated traps مـع إسـتخدام الجاذبات (٢) الكيماوية المحدثة للعقم (٣) المبيدات الحشرية الأكـثر تخصصـاً مثـل الممرضات الحشرية.

بصرف النظر عن وسائل تحقيق الإختيارية سيكون هناك تقدم بسيط فى الحصـول على فعل إختيارى للمبيدات الحشرية ما لم يتوفر حشريون مدربون فـى إدارة الآفـات وليس حشريون مدربون فى مكافحة الآفات فقط. ويجب أن يكون هـؤلاء الأشـخاص أفراداً من نوع خاص لديهم معلومات عن المحاصيل ومعدات الآفات والأنواع النافعـة والمستويات الإقتصادية والسمية النسبية للمبيدات الحشرية المتاحة للآفـات وللأنـواع النافعة والتجهيزات الملائمة وطرق التطبيق وأقل جرعات يمكن إستخدامها. أى يـهمنا عدد من الأفراد المؤهلين لتغطية مناطق واسعة وكثير من المحاصيل والتـى تتضمـن تداخلات فصلية من الآفات وأعدائها الطبيعية وعلى ذلـك يجـب أن يشـمل تدريـب المتخصصين فى إدارة الآفات على: (١) المحـاصيل فـى النظـم البيئيـة الزراعيـة (٢) بيولوجى وإيكولوجى كلاً من الآفة وأعدائـها الحيويـة علـى المسـتوى الحقلـى (٣) المبيدات الحشرية.

جـ- الإستخدام الآمن للمبيدات Using insecticide safely

يبدأ الإستخدام الآمن للمبيدات الحشرية من قراءة الملصق وإتباع إرشاداته حيث يعطى تحذيرات واضحة ويبين الخطوات الواجب إتباعها لتطبيق المبيد الحشرى أو عند خلطه مع مبيد آخر أو مادة أخرى ويمد بالمعلومات عن كيفية التخلص من العبوة الفارغة ويشرح الإجراء المناسب عند حدوث حوادث.



شكل (١٤٣): الملابس والمعدات الخاصة بحماية مطبق مبيدات الآفات

ويجب إرتداء ملابس واقية فى أى وقت عند تداول أى من مبيدات الآفات. وتشمل تلك الملابس قميص طويل الأكمام وبنطلون بأرجل طويلة أو أفرول يغطى الحذاء الخاص المستعمل وقفاز أملس يغطى الجزء القاعدى منه أكمام القميص بالإضافة إلى

نظارة حماية من قطرات الرش. ويجب غسل الملابس بإستمرار عقب كل تطبيق وإذا تلوثت الملابس بمركزات المبيدات فإنه يجب التخلص منها بأمان.

تمتص الرئة والأجزاء الأخرى فى الجهاز التنفسى أكثر كمية من المبيد مقارنة بالجلد ولهذا يجب إرتداء جهاز التنفس وهناك عدة أنماط من الأجهزة المستخدمة لهذا الغرض (شكل ١٤٣). وأخذ الوقت الكافى للتطبيق مطلب هام فى أمان وإستثمار المبيد. والسياسة الوحيدة المقبولة فى إستخدام المبيد هو أن الشخص بخلفيته الدينية يعمل على إتباع الإرشادات والخوف على المخاطر البيئية وهى أيضاً القانون.

يعتقد أن الخطر الأساسى فى إستخدام المبيد الحشرى ينشأ عن التسمم الفورى به. ومع ذلك هناك كثير من المخاطر لمطبق المادة السامة ولمن حوله وللبيئة. ومن الضرورى أن يكون لدى مستخدم المادة السامة معلومات عن تلك المخاطر إلى جانب وسائل تجنبها. والمبيدات الحشرية هى سموم يجب أن تستخدم بعناية فائقة... وعندما تستخدم طبقاً للإرشادات فإن فرصة الضرر قليلة. وأخيراً إن إتباع قواعد الأمان التالية تقلل كثيراً من مخاطر الحوادث المفاجئة للمبيد الحشرى.

١- قراءة ملصق عبوة المبيد الحشرى وملاحظة التحذيرات وتعليمات الوقاية.

٢- تخزين المبيد فى مخزن معلق تحت مسئولية محددة.

٣- حفظ المبيد فى العبوة الأصلية المحكمة الغلق.

٤- عدم التدخين أثناء الرش أو التعفير.

٥- ارتداء ملابس واقية وقفازات وكمامة واقية من استنشاق المواد السامة.

٦- تجنب سكب المبيد على الجلد أو الملابس.

٧- غسل الأيدى والوجه وتغير الملابس عقب الرش أو التعفير.

٨- تغطية الغذاء وعبوات المياه عند تطبيق المبيد أو الماشية أو الحيوانات المنزلية.

٩- التخلص من العبوات الفارغة بطريقة لا تلوث الإنسان والحيوان والنبات أو البيئة.

١٠- تجنب تلوث جداول المياه ومواطن الأسماك بالمبيدات.

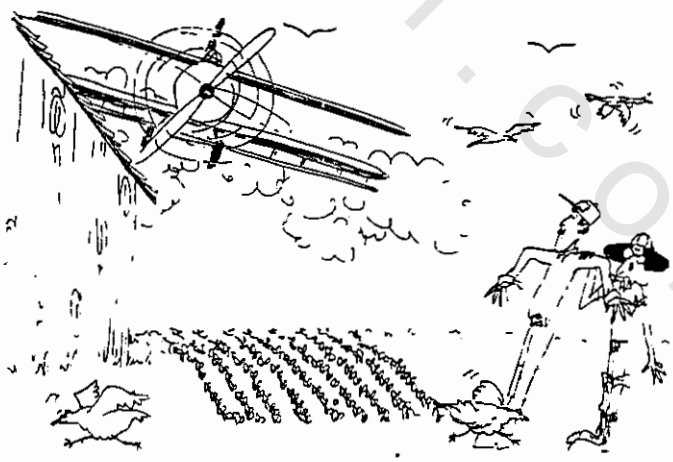
١١- إتباع إرشادات وتحذيرات الملصق للتأكد من أن المتبقيات على الأجزاء النباتية الصالحة للأكل فى الحدود المسموح بها قانوناً.

١٢- اليقظة من الأعراض المرضية التى تحدث أثناء أو عقب الرش أو التعفير.

١٣- غسل وتنظيف رشاشة الحشائش عقب تطبيق مبيد الحشائش.

١٤- عدم دخول الحقل الذى تم رشه حتى إنتهاء فترة السماح للعودة للحقل المقررة لكل مبيد مستخدم.

تحت الظروف المصرية والعربية – يندر أن يلتفت إلى قواعد الآمان هذه لقلة الوعى الصحى والبيئى فقد يتطرق البعض لصيد الأسماك مثلاً بإستخدام المبيدات أو إستخدام غاز البوتاجاز. وإتباع قواعد الآمان هو فى الحقيقة توفير لموارد مادية كبيرة قد تستخدم لعلاج الأمراض التى تصاحب التعرض للمواد السامة.



- الرش بعيداً عن الحقل يقلل من تلوث المنتج الزراعى