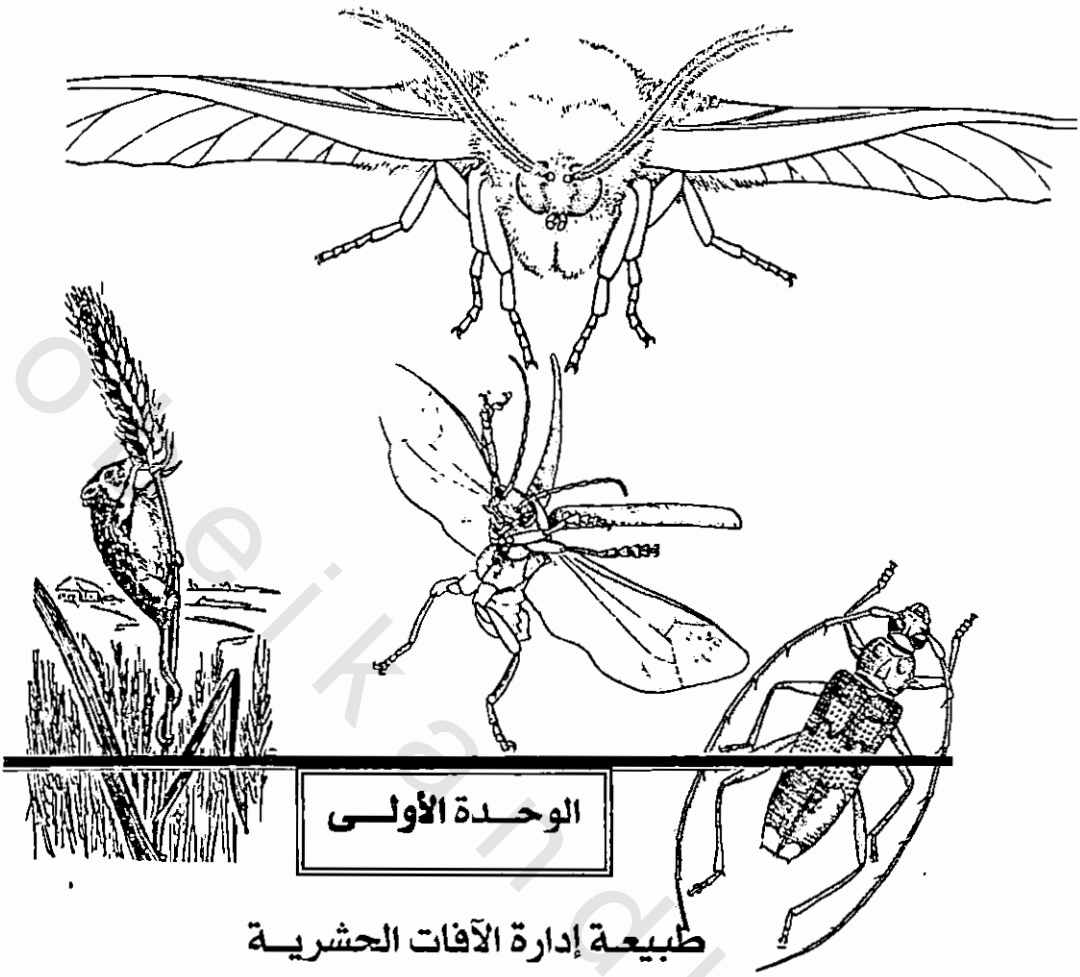


الوحـدة الأولـى

طبيعـة إدارة الآفات الحشريـة

الفصل الأول : مفاهيم وتعريفات تتعلق بالحشرات الضارة

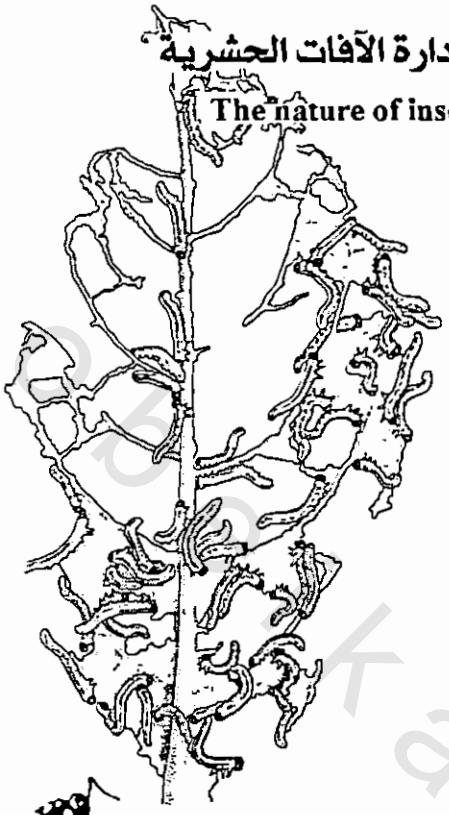
تركز الوحدة الأولى على طبيعة إدارة الآفات الحشرية والتى تعرض فى فصلان. يستعرض الفصل الأول منها مفاهيم وتعريفات تتعلق بالآفات الضارة مثل مفهوم الآفة ـ الآفة الزراعية ـ الآفة الإقتصادية ـ أقسام الآفات الحشرية ـ المعقد الآفى ـ المجال الآفى ـ العبء الآفى ـ تجدد الآفات ـ الضرر الاقتصادى ـ الوضع الآفى وتطوره ـ مسببات الفورانات الحشرية فى المحاصيل ـ المستويات الإقتصادية ـ النظام البيئى ـ المبيد الحشرى ـ المكافحة الحشرية.

elkanal.com

obeikandl.com

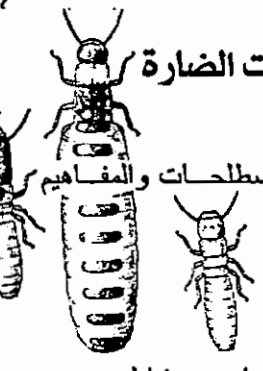
الوحدة الأولى: طبيعة إدارة الآفات الحشرية

The nature of insect pest management



عند مناقشة الآفات الزراعية واستراتيجيات إدارتها فإنه من الضرورى أن يتضمن ذلك جميع الكائنات التى تتعارض مع اهتمامات الانسان فى إنتاج الغذاء والعلف ومحاصيل الألياف. وأكثر تلك الآفات أهمية النباتات الغير مرغوبة "الحشائش" والآفات الفقرية والممرضات النباتية (بما فيها النيماتودا) والاكاروسات والحشرات. وبالطبع يصعب مناقشة تلك الآفات معاً لذا سيتركز اهتمامنا على الآفات الحشرية والأكاروسية الآكلة للنباتات Phytophagous insects and mites. ولعرض طبيعة إدارة الآفات الحشرية علينا أولاً الإلمام بمفاهيم الآفات ثم عرض لفلسفة ومفهوم نظرية إدارة الآفات.

الفصل الأول: مفاهيم وتعريفات تتعلق بالحشرات الضارة



من المهم قبل تفهم إدارة الآفات الحشرية الإلمام ببعض المصطلحات والمفاهيم المتعلقة بالحشرات والأكاروسات الضارة.

أولاً: مفهوم الآفة The concept of pest

النوع الضار pest species "أو النوع الآفى" هو النوع الذى يتعارض نشاطه مع أنشطة واهتمامات الانسان ولبعض الحشرات أنشطة مفيدة وأخرى ضارة فى آن واحد. فالنمل الأبيض termites الذى يتغذى على الخشب الميت فى الغابات يؤدى وظيفة ايكولوجية هامة حيث يقوم بتحليل الخشب الميت إلى عناصره الأساسية لإعادة دوران المواد الغذائية فى التربة وواضح أن النمل الأبيض فى هذا الوضع ليس ضار ولكن

مفيد للجانب الإنسانى. نفس الأنواع من النمل الأبيض قد تؤدى نفس الوظيفة فى بيئة منزل الإنسان وهنا تصبح حشرات ضارة ويطلق عليها anthropocentric أى يعتبر النمل الأبيض الانسان أو متعلقاته الهدف الأساسى له. لذا فإن تفهم الأدوار الأيكولوجية الهامة التى تقوم بها أنواع "الآفات" فى كلاً من البيئات التى لم يتدخل فيها الإنسان unmanaged والبيئات الزراعية يمدنا بالبصيرة أو التصور فى كيفية التعامل مع تلك الأنواع كما يساعد التفهم هذا فى ظهور اتجاه أكبر لتحمل وجود الحشرات فى بيئة الانسان وليس القضاء عليها كلياً.

إلى جانب الآفات الزراعية هناك آفات أخرى تشمل أنواعاً مجرد وجودها يكون كريه لدى الإنسان لذا يشار إليها عادة بالـ aesthetic pests أى الأنواع التى يكره الإنسان رؤيتها لأسباب سيكولوجية. والفقد الاقتصادى لهذه الحشرات ــ عكس الآفات الزراعية ــ قد يصعب تحديده فى بعض الحالات بل فى الحقيقة لا معنى له. ففى الحالات التى فيها تدخل بعض الحشرات المنازل فى أمريكا لتقضى الشتاء مثل بقة الـ boxelder (*Leptocoris 'trivittatus*) على سبيل المثال قد ينفق بعض الأفراد المال على المبيدات لإبعادها أو قتلها وبهذا يتكبد هؤلاء الأفراد فقداً اقتصادياً بينما فى نفس الوقت لا يهتم بها البعض الآخر. وفى حالات أخرى وجود الحشرات أو أجزائها فى الغذاء يمثل وضعاً آخر ينظم بالقانون فوجود الحشرات أثناء التصنيع الغذائى والتخزين يتطلب تكاليف خاصة للنظافة والوقاية العامة وعادة ما تعدم المنتجات التى يثبت فيها وجود الحشرات وهنا يكون الفقد الاقتصادى هام ويمكن قياسه.

هناك مجموعة أخرى من الحشرات يطلق عليها بالآفات الطبية والفقد المتسبب عنها مهم جداً ولكن مثل بعض الـ aesthetic pests صعب جداً قياس هذا الفقد. فالفقد فى كفاءة العمل قد يمكن قياسه بمعايير اقتصادية ولكن كيف يمكن تقيم الفقد الراجع لعدم الراحة أو الألم الناتج عن وخز الحشرات أو حتى فقد الحياة؟ مثل هذه المشاكل تجعل إدارة الآفات الطبية وبعض الآفات التى يكره الإنسان وجودها صعبة جداً. وهناك مشكلة فى بعض الحشرات مثل ذكور الباعوض فهى لا تتغذى على الدم ولكنها بالطبع تتزاوج مع الإناث التى تمتص الدماء وليس لكونها تنتمى لنوع ضار نفترض أن تلك الذكور تشكل آفة إلا إذا كان هناك دليل على ذلك.

ثانياً: الآفة الزراعية Agriculture pest

فى الحقيقة ــ تشكل أنواع الحشرات الضارة "الآفات pests" فى أى بيئة زراعية للإنسان نسبة صغيرة مقارنة بالعشيرة community الكلية فغالبية الأنواع غير ضارة non-pests ولا تلعب دوراً يؤثر على اهتمامات الإنسان فى الانتاج الزراعى. جزء من تلك الأنواع ذات تأثير قوى بدرجة تؤثر على انتاج المحاصيل الزراعية مثل الحشرات الملقحة للأزهار insect pollinators والطفيليات والمفترسات الحشرية Entomophagous insects. ومن المهم فى إدارة الآفات الحشرية والأكاروسية أن نوظف عمليات الإدارة التى تزيد المعدل الحياتى للحشرات والأكاروسات النافعة وتوفير ظروف غير ملائمة للأنواع التى لديها القدرة للظهور كآفات.

تظهر المشاكل الأكبر للآفات الحشرية فى أنظمة الإنتاج الزراعى والغابى نتيجة للأعداد الكبيرة من النوع الضار وليس ببساطة لوجود النوع. ومعظم الآفات الزراعية المرتبطة بالمحاصيل والبساتين والغابات والحيوانات الزراعية هى أنواع يزداد نشاطها الضار بازدياد أعداد العشيرة مما يؤدى إلى فقد اقتصادى. وعلى هذا فإن النوع الضار هو نوع حشرى ما (أو أكاروسى) أفراد عشيرته تكون بصفة منتظمة أو عادة فى وضع ضار "pest status" يسبب ضرراً ذو صدى إقتصادى يؤثر على الإنسان وماشيته ومحاصيله وممتلكاته. مثل هذا النوع يتطلب وسائل مختلفة لمكافحة عشائره ومن أنواع الآفات الزراعية المشهورة دودة ورق القطن ودودة اللوز القرنفلية فى مصر وخنفساء الكلورادو فى أوروبا وذبابة التسى تسى فى أفريقيا الاستوائية وذبابة الجزر فى انجلترا وفراشة الكودلنج فى أوروبا وأمريكا الشمالية. ومع ذلك ليس بالضرورة أن تتواجد تلك الأنواع فى وضع ضار عندما تتواجد على عوائل ليست ذات أهمية اقتصادية مثل ذبابة التسى تسى على حيوان برى وذبابة الجزر على نبات الشوكران... الخ أو عندما تتواجد باعداد منخفضة.

كما سبق القول قد يشار للضرر بفقد إقتصادى يعبر عنه بخسارة مادية. والضرر فى أقل مستوياته قد يشمل الإزعاج والقلق فصوت البعوض قد يمنع النوم وذبابة الوجه فى المناطق الاستوائية قد تصرف الانتباه والتركيز فتقلل من كفاءة العمل.

من وجهة النظر الإيكولوجية لا توجد آفات ولكن يوجد ما يطلق عليه بالمستهلكات consumers. ومع ذلك عندما يبدأ الكائن الحى فى استهلاك ما يتطلع إليه الانسان هنا يصبح هذا الكائن المستهلك آفة. والحشرات التى تعرف كآفات توجد فى كل مكان والتى عن طريق القرض أو الامتصاص أو العض أو الثقب تهاجم منتجاتنا والمحاصيل والحبوب المخزونة والثمار والأشجار والماشية أو يمتد ضررها فى مساكننا حيث يضعف بعضها التراكيب البنائية وهى قد تهاجمنا وتهاجم حيواناتنا المنزلية.

ثالثاً: الآفة الإقتصادية Economic pest

ينتج عن أنشطة الآفة الحشرية ضرراً يعبر عنه فى النهاية بفقد فى النقود أى فقد فى ريع أو دخل المزارع. وعندما يصل مستوى الضرر لنقطة معينة يصبح فيها الفقد المادى فقداً معنوياً ينظر إلى النوع الحشرى "عشيرته" كآفة اقتصادية. ويتطلب وجود الآفة الإقتصادية الأخذ بمقاييس المكافحة. وواضح أن القرار الذى عنده يكون الضرر damage معنوى يكون هام ويختلف تبعاً للآفة وللضرر. ومن الناحية الزراعية ينظر لمعظم المحاصيل المستديمة مثل البن والتفاح والنخيل وزيت النخيل... الخ. على أنها أكثر قيمة من المحاصيل الزراعية الحولية مثل القمح والحبوب الأخرى والبطاطس. ومن ناحية الإرشاد الزراعى العام اقترح أن النوع الحشرى يصبح آفة اقتصادية عندما يسبب نسبة فقد تتراوح من ٥-١٠% من المحصول.

رابعاً: عدد أنواع الآفات الإقتصادية Number of economic pests

تختلف التقديرات المتعلقة بعدد أنواع الحشرات المعروفة اليوم فى العالم. معظم تلك التقديرات تشير لمليون نوع أو أكثر قليلاً ويبقى نحو مليونى نوع لم تعرف بعد. من هذا العدد الضخم من أنواع الحشرات هناك ما يقدر فقط بـ ١٠,٠٠٠ نوع حشرى تشكل آفات هامة للمحاصيل والمنتجات المخزونة والماشية والإنسان. ورغم أن تقدير عدد الآفات الإقتصادية يبدو قليل إلا أن وجود نوع واحد قد يؤدى إلى أضرار كبيرة فقد عرف عن الحشرات أنها تسبب فشل فى زراعة المحاصيل ونشر الأوبئة التى ينتج عنها معاناة من المجاعة أو الأمراض أو كلاهما. فى الولايات المتحدة يوجد من ١٥٠ إلى ٢٠٠ آفة حشرية خطيرة serious insect ومن ٤٠٠ إلى ٥٠٠ نوع قد يسبب أحياناً ضرراً يكرهه الإنسان aesthetic damage.

خامساً: أقسام الآفات الحشرية Classes of insect pests

الآفات الحشرية التى تهاجم وتضر damage المحاصيل والسلع الزراعية يمكن أن تقسم إلى عدة أقسام كما يلى:

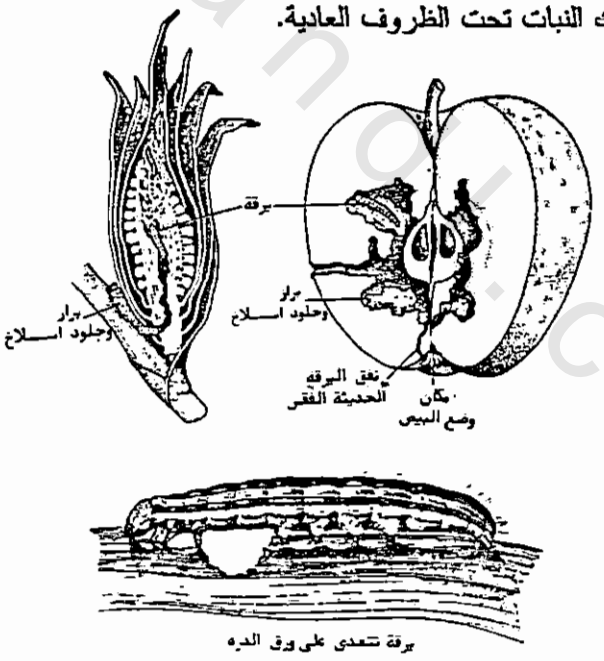
أ- الآفات وعلاقتها بالجزء المستهدف من المحصول

١- آفات مباشرة Direct pests

وهى تلك الحشرات التى تهاجم الجزء القابل للتسويق من المحصول مثل ذبابة التفاح التى تتغذى وتفسد الثمار وبعض حرشفيات الاجنحة التى تهاجم التفاح والذرة شكل (٣).

٢- آفات غير مباشرة Indirect pests

وهى تلك الحشرات التى تسبب فقد بواسطة اصابتها للجزء الغير قابل للتسويق من المحصول مثل دودة جذور الذرة الغربية التى تهاجم المجموع الجذرى للذرة والتى قد تسبب هلاك النبات تماماً ومثل دودة ورق القطن الكبرى (شكل ٣) والصغرى التى تتغذى على أوراق القطن والذرة. وقد تؤثر بالتالى على المحصول الناتج ولكن لا تؤدى إلى هلاك النبات تحت الظروف العادية.



شكل (٣) يوضح أمثلة للآفات المباشرة (إلى أعلى) وأخرى للآفات الغير مباشرة (إلى أسفل)

من المعلوم أن الجزء النباتى القابل للإصابة الحشرية يختلف تبعاً للآفة وتأثير أى ضرر يعتمد إلى حد كبير على الجزء النباتى الذى سيجمعه الإنسان. وهذا يختلف كثيراً بين النباتات المختلفة ففى بعض الحالات تكون الأوراق هى المرغوبة (الخس والسبانخ) ولكن مع نباتات أخرى قد تكون الجذور (الجزر، الفجل، اللفت) أو الدرنات (البطاطس) وفى حالات أخرى تكون الثمار (الطماطم، التفاح) أو البذور والحبوب (برسيم، فول، شعير) وفى نباتات قليلة السيقان (الكرفس).

وعلى ذلك فإن نفس نوع الضرر لنفس نوع الآفة للنباتات المختلفة قد يؤدى إلى تأثيرات مختلفة على المحصول معتمداً فى ذلك على الجزء النباتى الذى سيجمع. وهنا يمكن أن نميز بين الضرر للأجزاء المكونة للمحصول yield forming organs والذى يمكن أن يشار إليه كضرر مباشر وضرر لأجزاء نباتية ليس لها علاقة بالمحصول non-yield forming organs وهنا فإن تأثير الضرر على المحصول النهائى يكون غير مباشر. وأهمية ذلك ترجع إلى أن المزارع يمكن أن يتحمل إلى حد ما الأضرار الغير مباشرة. فحشرة مثل دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* (Boisd.) التى تهاجم أوراق الطماطم قد يكون تأثيرها قليل على المحصول النهائى لثمار الطماطم إذا قورن ضررها على أوراق الخس أو السبانخ.. وهذا يعنى أن نفس نوع الآفة قد تكون آفة مباشرة على محصول وآفة غير مباشرة على محصول آخر. هذا الضرر يمكن تطبيقه على النباتات المنزرعة والذى يجمع جزء منها فقط ليشكل المحصول. ومع ذلك هناك نباتات تنمى لأغراض الزينة إما كمسطحات نباتية دائمة أو كمحاصيل زهرية قصيرة الأجل أو كنباتات أصص وفى هذه الحالة فإن المحصول لا يمكن تحديده لأنه يشمل جميع أجزاء النبات فوق التربة. وتأثير الآفات فى هذه الحالات يشار إليه بالتأثير على نوعية المنتج من حيث قوة النمو والمظهر العام. وعلى هذا فإن مفهوم التأثير المباشر وغير المباشر للآفات لا يمكن تطبيقه فى حالة نباتات الزينة.

نوعية المنتج ذات أهمية كبيرة أيضاً من ناحية علاقته بالقيمة التسويقية للمحاصيل الغذائية ولذا فإن تأثير الآفات يجب النظر إليه من حيث تأثيرها على كمية ونوعية المنتج معاً. فبعض الآفات مثل الحشرات القشرية على الموالح لا تقلل كثيراً من وزن المحصول الناتج ولكن قد تخفض كثيراً من قيمتها التسويقية. كذلك الديدان السلكية لا

تؤثر كثيراً على أوزان محصول البطاطس ولكن تؤثر على جودة المنتج النهائى.

ب-الآفات وعوائلها النباتية Pests and host plants

عدد النباتات التى يقبلها نوع ما من الحشرات كغذاء يعرف بالنطاق النباتى Plant host range للحشرة وهذا النطاق أو المدى قد يكون كبيراً أو قليل ولكن لن يشمل جميع النباتات، وهنا يمكن التعرف على ثلاثة مجاميع من الحشرات.

١- آفات وحيدة العائل النباتى Monophagous pests

وهى تلك الآفات التى تقصر تغذيتها على نوع واحد من النباتات. مثل تلك العادة نادرة الحدوث لذا فهناك عدد قليل من أنواع الحشرات التى تتغذى على نوع نباتى معين... والمثال الكلاسيكى لهذه المجموعة من الحشرات دودة القز التى تتغذى يرقاتها فقط على أوراق التوت.

٢- آفات محددة العائل النباتى Oligophagous pests

وهى آفات تتغذى على مجموعة من النباتات قريبة الصلة ببعضها كأن تكون فى مرتبة تقسيمية واحدة (عائلة نباتية مثلاً). مثل تلك الحشرات شائع وجودها بين مجتمع الآفات الحشرية... ومن أمثلة هذه الحشرات فراشة البطاطس *Phthorimaea operculella* التى تهاجم البطاطس والدخان وبعض النباتات التابعة للعائلة الباذنجانية ودودة ورق الكرنب *Pieris brassicae* التى تتربى على نباتات العائلة الصليبية مثل الكرنب واللفت والقرنبيط والفجل.

٣- آفات متعددة العوائل Polyphagous pests

وهى الآفات التى يمكن أن تتغذى على أنواع نباتية تابعة لمراتب تقسيمية مختلفة ورغماً عن ذلك فإن تلك الحشرات لا تتغذى على جميع النباتات ولكن تفضل بعضاً منها كغذاء لها... ومن أمثلة تلك الحشرات مجموعة الجراد وبعض أنواع من حرشفيات الأجنحة مثل دودة ورق القطن التى سجلت على أكثر من ١٢٠ عائل نباتى تنتمى إلى ٤٦ عائلة نباتية فى جميع أنحاء العالم منها ٨٠ عائل فى جمهورية مصر العربية لهذا قد يقترن اسمها العلمى باسم محلى تبعاً لاسم النبات التى تهاجمه والبلد التى تتواجد فيها. وتتضح أهمية تقسيم الآفات إلى المجموعات السابقة إلى ما يلى:

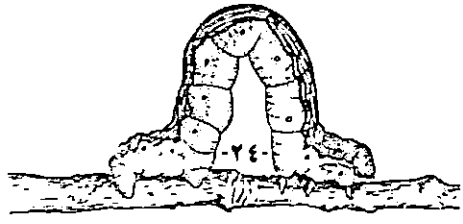
أ- بمعرفة النطاق النباتى لآفة ما يمكن الإهتداء الى العوائل النباتيـــة الحشائشـية التى يمكن أن تستخدمها الآفة كعوائل بديلة عند عدم تواجد العائل المفضل لـــها فيسهل مقاومتها.

ب- يساعد معرفة النطاق النباتى لآفة ما فى إختيار الأنواع النباتية فـــى الـدورة الزراعية وفى وضع برنامج أو برامج مختلفة لمكافحة نفس النـــوع الحشـرى خلال التعاقب النباتى فى الدورة الزراعية.

جـ- يُسهل معرفة النطاق النباتى لآفة ما عملية التنبؤ بإنتشار هذه الآفة إذا ظـهرت فى منطقة ما تحوى أكثر من نوع نباتى. وفى هذا الخصوص يجب أن نعـى أن الاختلافات فى حساسية النبات لنوع معين من الحشـرات قـد تتواجـد داخـل الصنف النباتى كما هو الحال بين الأنواع النباتية نفسها.

د- بمعرفة النطاق النباتى أمكن إستنباط وسيلة أخرى من وسائل المقاومة البيولوجيـة والتى تستخدم فيها المصائد النباتية trap crops وهى نباتات تزرع فى أو بجـانب المحصول الأساسى والتى عليها تتجمع عشيرة الآفة ولهذا السبب فـإن المصـائد النباتية تعنى نباتات أكثر تفضيلاً لعشائر الآفة من المحصول المنزرع والتى يمكن أن تعامل بشدة بالمبيدات أو بحرقها أو بحرثها أو بأى إجراء آخـر يـهدف إلـى القضاء على الآفة ففى هاواى يزرع حول حقول البطيخ والشمام والقرع العســلى نطاق من نباتات الذرة التى تعمل كمصائد نباتيـة حيـث تجـذب إليـها بشـدة الحشرات الكاملة لذبابة القرعيات ومعاملة نباتات الذرة بالمبيدات يقلل من تعـداد هذه الذبابة على المحصول المستهدف ويقى المحصول أيضاً مـن الأثـر البـاقى للمبيدات. الإستخدام العملى للمصائد النباتية سيذكر فى فصل مستقل.

هـ- معرفة النطاق النباتى لآفة ما هام جداً فى المكافحة البيولوجية للحشائش فـإذا ارتبط نوع حشرى بنبات غير إقتصادى "حشيشة" يسبب مشاكل اقتصادية فـإن هذا مؤشر لامكانية إستخدام هذه الحشرة فى مكافحة تلك الحشيشة.



جـ- الآفات ومرتبة الضرر

١- الآفات الرئيسية أو الخطيرة Major or serious pests

قد تكون هناك ضرورة للتميز بين الآفات الأكثر أهمية أى الأكثر ضرراً والآفات الأقل أهمية أى التى لا تسبب ضرر اقتصادى. ويطلق على الآفات الأكثر أهمية بالآفات الرئيسية أو الخطيرة. وهى أنواع إما أن تشكل آفات خطيرة محلياً أو فى منطقة جغرافية واسعة.

الآفات الرئيسية هي أنواع الآفات التي تحتاج لمكافحة. وفى عصر المبيدات طبقت المبيدات الحشرية الواسعة المدى (مثل المبيدات الكلورونية العضوية) لقتل معظم الآفات الخطيرة وفى أيامنا هذه يتطلب الاتجاه الخاص للإدارة المتكاملة للآفة للنظر إلى جميع الآفات الرئيسية بصورة فردية حيث فى بعض الحالات يكون لكل نوع اتجاه منفصل للمكافحة. وفى العادة ما يرتبط المحصول المعين في المنطقة أو البلد المعين بعدد من أنواع الآفات الرئيسية والتي تظل ثابتة عبر السنين. ومع ذلك في بعض المناطق الاستوائية سجل أن الآفات الرئيسية للأرز تغيرت تماماً خلال فترة بلغت ٥٠ عاماً لذا يجب توقع بعض التغيرات في الآفات الرئيسية عبر الفترات الزمنية الطويلة.

في مصر يتعرض نبات القطن لعدد من الآفات الرئيسية وهى الدودة القارضة وتربس القطن والعنكبوت الأحمر ودودة ورق القطن ودودة اللوز الأمريكية ودودة اللوز القرنفلية ودودة اللوز الشوكية وبالطبع قد تتغير بعض من تلك الأنواع أو تضاف أنواع أخرى جديدة في منطقة أو بلد آخر يزرع فيه القطن مثل الولايات المتحدة مثلاً.

٢- الآفات الأكثر ضرراً Key pests:

يوجد عادة في أي معقد آفى محلى بين الآفات الرئيسية عدد قليل من الآفات الأكثر أهمية من ناحية الضرر يطلق عليها بالآفات الأكثر ضرراً Key pests. وتسيطر هذه الآفات على المعقد الآفى بطرق مختلفة وعادة ما تسبب معظم الضرر الهام ويكون هناك ضرورة ملحة لمكافحتها. ويمكن أن نتوقع لأي محصول محلياً واحد أو اثنين من الآفات الأكثر ضرراً والتي قد تختلف إقليمياً وفصلياً. ونظراً لأهمية تلك الآفات فإنها

تسيطر على أي برنامج كلى للمكافحة للمحصول تحت الدراسة لذا من المهم تحديد الحد الحرج لهذه الآفات.

وعادة ما يكون فى تلك الآفات قوى تكاثرية عالية وميكانزم حياتي جيد وفى العادة ما تسبب ضرر مباشر خطير للمحصول من أمثلة تلك الآفات في مصر دودة ورق القطن ودودة اللوز القرنفلية على محصول القطن.

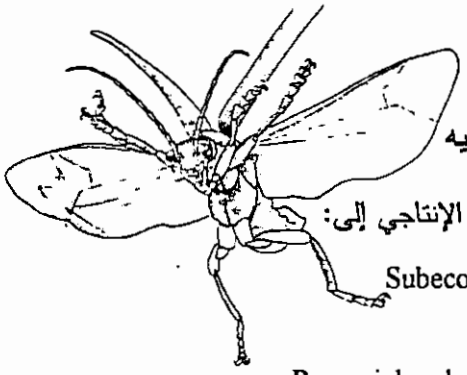
٣- الآفات القليلة الأهمية Minor pests:

هي أنواع الآفات الحشرية الأقل ضرراً والتي تشير النتائج الحقلية أنها تتغذى وتضع بيضاً على نباتات المحصول وتحدث عادة ضرر بسيط على العائل وعادة ما يكون تأثير هذا الضرر بسيط.

في بعض الأحيان تشكل الآفة الرئيسية على محصول معين / أو عائل معين آفة غير مهمة على محصول آخر وهذا شائع زراعياً. وأكثر من ذلك بعض الأنواع التي هي آفات رئيسية على محصول في قارة ما تشكل آفات غير مهمة على نفس المحصول في قارة أخرى, ويشاهد هذا الإختلاف عند المقارنة بين العالم القديم (آسيا – أوروبا – أفريقيا) والعالم الجديد (أمريكا الشمالية والجنوبية).

نباتات المحاصيل ذات العدد الأكبر من الآفات المسجلة على أساس عالمي هي الكاكاو (١٤٠٠ آفة) والقطن (١٤٠٠) وقصب السكر (١٣٠٠) والبن (٨٣٨). وتحوى بعض النباتات البرية والأشجار ذات التوطن الواسع قائمة مكثفة من الآفات الحشرية النباتية التغذية مثل البلوط (السنديان) Oaks (*Quercus* spp.) ففي انجلترا سجل عليه ١٠٠٠ نوع حشري.

القطن كما سبق القول سجل عليه نحو ١٤٠٠ آفة حشرية وآكاروسية تتغذى على نباتات القطن في شتى أنحاء العالم. ولكن في أي بلد تختلف عادة قائمة الآفات على سبيل المثال تتراوح قائمة الأنواع في أوغندا أو أثيوبيا بين ٢٠ إلى ٤٠ نوعاً من هذا الإجمالي و ٤ إلى ٨ منها تشكل آفات رئيسية و ١٠ إلى ٢٠ آفات غير مهمة و ٢ إلى ٣ أكثر ضرراً. من الآفات الغير مهمة على القطن في مصر بقة بذرة القطن وقاقزة القطن.



د – الآفات والقسم الإقتصادى الذي تنتمي إليه

تقسم أنماط الآفات تبعاً لحالتها في النظام الإنتاجي إلى:

١- الآفات التحت إقتصادية Subeconomic pests

٢- الآفات العرضية Occasional pests

٣- الآفات الدائمة والخطيرة Perennial and sever pests

ستذكر بالتفصيل تحت إستراتيجيات إدارة الآفات

سادساً: المعقد الآفى Pest complex

أي عائل نباتي كان أو حيواني يُهاجم طبيعياً بعدد مختلف من أنواع الحشرات والأكاروسات والنيماتودا والطفيليات والأمراض والطيوروالثدييات ويكون كل ذلك معاً معقد آفى يتفاعل بصورة متداخلة. وفى ميدان صحة النبات / وحمايته (وأيضاً صحة الحيوان وصحة الإنسان) من الضروري الأخذ في الاعتبار بالمعقد الآفى الكلى خاصة وأن بعض الآفات المختلفة تتفاعل بطريقة تؤدى إلى تنشيط أو تقوية مشتركة والسمة الأكثر أهمية هو جعل العائل أكثر ميلاً للإصابة بآفات أخرى. فعندما يهاجم عائل ما بآفة / أو طفيل فإن هذا العائل يجهد أو يضعف ويصبح أكثر عرضة للمهاجمة بآفة أخرى / أو ممرضات / أو طفيليات. ومن سوء الحظ أن الكائنات الحية يمكن أن تصبح معرضة بأشكال مختلفة من الإجهاد مثل الإجهاد الفيزيائي والفسيولوجى وفى حالة الإنسان الإجهاد العقلي فيجعلها فريسة لمسببات أخرى ضارة. وفى البحث المعملي يتعامل علماء البيولوجي مع كائنات ضارة بصورة فردية ولكن في الحقل يقابلوا بإستمرار معقد ضار Pest complex يجعل التعامل معها أكثر تعقيداً لذا تحدد الآفات الأكثر ضرراً Key pests وتعد العدة لمكافحتها.

سابعاً: المجال الآفى Pest spectrum

يشير المجال الآفى إلى المدى الكلى للأنماط المختلفة من الآفات وأنواعها المسجلة في منطقة ما والتي تهاجم محصول معين أو عائل معين. ويمكن أن يتسع المصطلح ليشير إلى جميع الأنواع المسجلة على العائل (النوع النباتي مثلاً) في العالم. والقطن

مثلاً مسجل عليه ١٤٠٠ نوع من الآفات الحشرية والأكاروسية في أنحاء العالم ولكن في المكان الواحد (أوغندا مثلاً) يصل إجمالي عدد أنواع الآفات إلى ٤٠ نوعاً وفى كل حالة من المهم نسب عدد الأنواع طبقاً للمقياس المستخدم.

من أحد أوجه الإهتمام أن النوع الواحد "العائل" يهاجم بنفس المجال الآفى المختلف الأنواع في أجزاء مختلفة من العالم. من أمثلة ذلك نبات القطن ذات معقد آفى من ديدان اللوز مكون من ٣ إلى ٤ أنواع من عائلتي Noctuidae, Pyralidae (رتبة حرشفية الأجنحة) ولكن هذا المعقد يختلف في أنواعه في أفريقيا وآسيا والولايات المتحدة وأمريكا الجنوبية حيث يزرع القطن. وبالمثل محصول التفاح يهاجم بمعقد من الـ tortix يتبع عائلة Tortricidae من حرشفية الأجنحة يتغذى على كلاً من الثمار والأوراق ولكن هذا المعقد يختلف من قارة إلى أخرى.

ثامناً: العبء الآفى Pest load

يشير مصطلح العبء الآفى أو الثقل الأفى إلى العدد الحقيقى لأنواع الآفات المختلفة وعدد الأفراد التي توجد إما على المحصول أو النبات الواحد أو على عائل واحد في أي وقت محدد. في العادة قد يوجد معقد آفى موضع الإهتمام ولكن في بعض الحالات يمكن الإشارة إلي عشيرة لنوع واحد Monospecific population داخل العبء الآفى.

تاسعاً: تجدد أنواع الآفات Pest species recruitment

لمعظم المحاصيل الرئيسية وأشجار الغابات وبعض أنماط الحيوانات الزراعية موطن محدد في جزء واحد معين من الأرض رغم انه أثناء الأزمنة التاريخية نقلت في أرجاء العالم المختلفة وإستقرت في المناطق حيث المناخ الملائم. والمثال الزراعي الجيد يشاهد في محاصيل الموالح التى موطنها الأصلي جنوب الصين / والهند الصينية واستقرت في نهاية القرن العشرين فى كثير من الأجزاء التحت إستوائية من العالم (البحر الأبيض المتوسط – جنوب أفريقيا – إستراليا – هاواى – كاليفورنيا – فلوريدا) وعند دراسة المجال الآفى في هذه المناطق الجديدة يتضح أن معظم الآفات الحشرية والأكاروسية أجنبية Allochthonous حيث نشأت فى منطقة جنوب الصين حيث الموطن الأصلي للموالح وإنتشرت بالتدريج إلى المناطق الجديدة لزراعات الموالح.

ورغم ذلك فى كل منطقة من هذه المناطق الجديدة توجد بعض الآفات المحلية Autochthonous التي تأقلمت على العوائل النباتية الجديدة. بصفة عامة كل عائل (نباتي أم حيواني) يرتبط به مجال آفى مكون من خليط من الأنواع الأجنبية والأنواع المحلية ونسبها تختلف من نوع لآخر. والغرض من تنظيمات الحجر الزراعي هو منع إنتشار أنواع الآفات الضارة من منطقة لأخرى على المحاصيل الرئيسية / أو العوائل الرئيسية في أماكنها الجديدة التي لا تحمل الثقل الآفى الكامل Pest load من أنواع الآفات المحلية والتي بعض منها قد يكون مدمر في الأماكن الجديدة.

عاشراً: الفقد الإقتصادى Economic damage

هذا يعنى كمية الفقد Damage التي تحدث للمحصول أو العائل بواسطة نشاط آفة ما والتي ستبرر التكلفة المادية لإتخاذ مقاييس المكافحة الصناعية Artificial control measures ضد الآفة الحشرية والتي كانت تعنى في الماضي تطبيق المبيدات الحشرية فقط

المتغيرات التي تتفاعل معاً وتؤثر على نشاط الآفة الحشرية تعقد تقييم الفقد Damage الحشري والتنبوء به. من تلك المتغيرات درجة الحرارة والرطوبة وخصوبة التربة وحتى وجود الأعداء الطبيعية قد يعقد هذا التقييم. إن للعشيرة الحشرية نظام ديناميكي يتأثر دائماً بالبيئة المحيطة. وبعض الآفات التي تهاجم الإنسان والحيوان قد تشكل مشاكل كبيرة عند غياب أو إرتخاء بعض من تلك المتغيرات مثل غياب النظافة العامة فى حالة ذباب الخيل (Tabanidae) وذباب الإسطبلات (*Stomoxys calcitrans*) وذباب القرون (*Haematobia irritans*) والفيضانات في حالة البعوض تهئ مساكن إيكولوجية مثالية لنمو تلك الحشرات الناقلة للأمراض. وبالمثل قد يتعاظم كثير من آفات المحاصيل عندما يتعرض المحصول لضغط ما كالناتج من إنخفاض خصوبة التربة أو الرطوبة أو الممرضات النباتية أو التنافس مع الحشائش. وهذه المتغيرات أو مجموعة منها إلى جانب عوامل فيزيائية أخرى وبيولوجية يعزو إليها الخسارة الإقتصادية التي ستحدث. وبذا فإن الفقد Damage من آفة حشرية ما سيختلف كثيرا من حالة إلى حالة (محصول إلى محصول) تبعاً للقيمة الأساسية للمحصول (أو العائل) وللمنطقة داخل البلد الواحد وتبعاً لمرحلة نمو النبات وللقيمة التسويقية الحالية وتبعاً لتكلفة مقاييس المكافحة التي ستتخذ والسبب الرئيسي للإستخدام المكثف للمبيدات

الحشرية في الماضي خلطا مع البذور كان لأنه شكل مقاييس مكافحة فعالة ضد آفات حشرية معينة تسكن التربة وكانت المبيدات نسبيا رخيصة جداً.

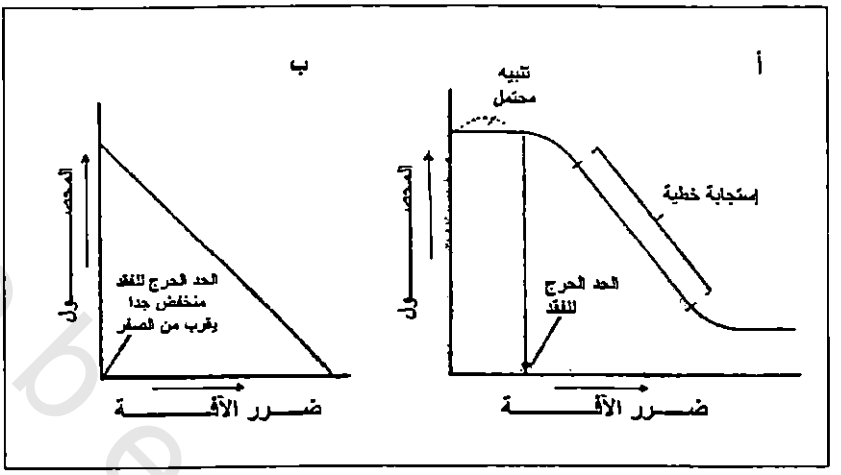
أ- أقسام الفقد:

الفقد الإقتصادى المتسبب عن الحشرات يمكن أن يقسم إلى فقد كمي وآخر نوعي وداخل كل قسم يمكن عرض عدة أنماط من الضرر.

١- الفقد الكمي Quantitative damage

الفقد الكمي هو الضرر الحقيقي للنسيج النباتي أو إعاقة للميتابوليزم او ضرر للسلعة ينتج عنه محصول أقل أو منتج أقل تسويقاً والذي لا يشاهد عند غياب الحشرات الضارة. على سبيل المثال الخفض في المحصول قد يرجع إلى تغذية الحشرات على أوراق النبات الذي يؤدى إلى خفض في قدرة التمثيل الضوئى للنبات. والضرر الناتج من التغذية المباشرة للحشرات مثل تغذية دودة اللوز الأمريكية على ثمار الطماطم أو بواسطة الممرضات النباتية الثانوية التي تدخل الجروح التي تسببها الحشرات مثل العفن الطري للجزر أو البطاطس يشكل أيضاً ضرراً ذات طبيعة كمية.

من الواضح أن كمية الضرر للنبات مرتبط جداً بكثافة عشيرة الآفة فكلما إزداد تعداد الحشرات للنبات الواحد إزدادت درجة الضرر وقياس الضرر بهذه الطريقة غير كافى حيث يجب الإشارة إلى طور الحشرة فاليرقات الكبيرة تلتهم كمية أكبر من النسيج النباتى لذا فإن أفضل قياس هو تقدير كثافة الضرر بدلاً من تقدير الكثافة العددية للآفة. عموماً كلما إرتفع الضرر كلما إنخفض المحصول ولكن المحصلة النهائية للضرر تعتمد على ما إذا كان الضرر للنبات ضرر مباشر (للجزء النباتى المستهدف من الزراعة) أو غير مباشر (للجزء النباتى الغير مستهدف) فالضرر الحشرى الذى يحدث للجزء النباتى الغير مستهدف من الزراعة Non-yield forming organ يمكن ان يعوضه النبات بنموات جديدة بمعنى أنه إذا حدث ضرر قليل للجزء الغير مستهدف من الزراعة فإن ذلك لن يؤثر كثيراً على المحصول .. والرسم البيانى (شكل ٤) يوضح العلاقة بين المحصول والضرر فى حالة ما إذا كان الضرر غير مباشر (أ) وإذا كان الضرر مباشر (ب).



شكل ٤: رسم بيانى يوضح العلاقة بين المحصول والضرر فى حالة ما إذا كان الضرر غير مباشر (أ)، أو كان الضرر مباشر (ب)

فى الشكل (٤ – أ) نجد أن ضرر الآفة لا يؤثر على المحصول إلا عند حد معين عندما يبدأ المنحنى فى الإنخفاض أى عند الحد الحرج للفقد Damage threshold وقبل هذا الحد فإن الزيادة فى تعداد الآفة لن يؤثر على المحصول بينما بعد هذا الحد فإن أى زيادة فى تعداد الآفة سيصاحبها نقص فى المحصول فنبات الخيار فى الصوب الزجاجية وجد أن الحد الحرج للضرر بالحلم هو ٣٠% فقد فى أوراق نبات الخيار والزيادة فى ضرر الآفة بعد الحد الحرج يصحبه نقص فى المحصول ولكن فى جميع الأحوال فإن كمية الضرر مهما إزدادت بعد ذلك فلن تسبب فقد ١٠٠% فى المحصول حتى مع أعلى تعداد آفى وذلك لبدء حدوث تنافس بين أفراد الآفة فى التعداد العالى منها. ويلاحظ من الشكل أيضاً أنه عند مستويات ضرر قليلة فإن ذلك يعمل أحياناً على زيادة المحصول وهذه الزيادة لن تحدث عند غياب الآفة وهذه الظاهرة يمكن ملاحظتها بالنسبة للآفات التى تهاجم أوراق القطن.

الشكل (٤ – ب) يوضح علاقة عكسية بين كثافة الآفة والمحصول الناتج فحد الضرر فى مثل هذه الظروف يكون منخفض جداً ويأخذ المنحنى الشكل الخطى مع الزيادة فى تعداد الأفة ينخفض المحصول إلى أن يصل إلى الصفر. ومن أمثلة ذلك

يرقات أبو دقيق الرمان أو دودة ثمار التفاح فيرقة واحدة من هذه الآفة يعنى الإضرار بثمرة كاملة والزيادة الغير منضبطة فى تعداد تلك الآفة يؤدى فى النهاية إلى فقد كامل للمحصول.

فيما يلى أنماطاً من الضرر الكمى:

١- فقد فى المحصول Loss in yield: يشكل عادة الخفض فى المنتج القابل للجمع الإهتمام الأول للفقد الراجع للإصابة الحشرية ولذا فإن معظم الحد الإقتصادى الحرج يعتمد على حجم عشيرة الآفة الحشرية التى ستسبب خفض المحصول بدرجة كافية تجعل مكافحة الآفة مجدية. على سبيل المثال وجد أن اليرقة الواحدة لخنفساء أوراق محاصيل الحبوب التى تكمل نموها على ساق نباتى واحد من الشوفان تستهلك ٢٠% من سطح الأوراق الموجودة على النبات. ووجد أنه عندما تتاح جميع العوامل الملائمة للإنتاج ولا يوجد فقط غير الضغط الحشرى فإنه يمكن توقع فقداً يقدر بـ ٢ إلى ٤ بوشكل من الحبوب لكل إيكر لكل زيادة فى الإصابة بيرقة واحدة لكل ساق ومع ذلك وجد أن إرتفاع المحصول عند الإصابة بالآفة يشكل أيضاً عامل مهم. وكلما حدثت إصابة حشرية مبكرة عقب خروج النباتات كلما كبر الفقد.

٢- التحمل النباتى الأقل Lower plant tolerance: فالضغط الناتج عن الإصابة الحشرية قد يعيق عودة النمو الطبيعى للمحصول النباتى عقب أول جمعة حيث يقل النمو الخضرى ويقل بالتالى الجمعات التالية المتأخرة للمحصول. فلقد وجد أن الإصابة بسوسة البرسيم قبل الحشة الأولى للمحصول لم تخفض فقط نمو الحشة الأولى ولكن قللت من كميات الحشات الثانية والثالثة وسجل إنخفاض فى المحصول ومعدل إستعادة النمو ووزن الكتلة الحية فى كل الحشات الأربعة. وعزى هذه الخسارة إلى الفقد المؤجل Carryover losses فى المحصول نتيجة خفض فى التحمل النباتى "قوة النبات" راجع إلى تغذية سوسة ورق البرسيم.

٣- نقل الأمراض النباتية Transmit disease to plants: قد لا تسبب الحشرات ضوراً إقتصادياً خطيراً من جراء تغذيتها ولكن قد تسبب فقد خطير للمحصول عن طريق

نقلها للممرضات النباتية. فالممرضات الفيرسية التى كثير منها ينقل بواسطة الحشرات تسبب فقد عام بالمحصول يتراوح من صفر إلى ٢٠% على سبيل المثال مَنْ الخوخ الأخضر يتغذى على نباتات تنتمى إلى ٣٠ عائلة مختلفة وينقل أكثر من ١٠٠ مرض فيرسى لعدد من المحاصيل الهامة مثل البطاطس والبازلاء والفاصوليا والفلفل والطماطم وبنجر السكر والدخان وغيرها. ومن بين الأمراض الأخرى المسئول عنها من الخوخ الأخضر نقله لفيرس التفاف أوراق البطاطس (PLRV) الذى يؤدى إلى مرض درنى خطير فى الولايات المتحدة الأمريكية ومزارعى البطاطس فى Idaho فقط ينفقوا من ٢ إلى ٤ مليون دولار كل سنة لمنع هذا المرض ويقدر ما ينفقه مزارعوا البطاطس فى كل أمريكا بنحو ٥٠ مليون دولار سنوياً للوقاية ومكافحة من الخوخ الأخضر والأمراض المرتبطة به.

٤- نقل الأمراض للإنسان والحيوانات Transmit diseases humans and animals تسبب عضات الباعوض والبراغيث والقراد ومفصليات أرجل أخرى معاناة للإنسان والحيوان قد تؤدى إلى الموت نتيجة للأمراض أو الكائنات الحية التى تنقلها. فالباعوض مثلاً يمثل الوسيلة الوحيدة المعروفة لنقل العناصر المسببة للملاريا والحمى الصفراء وبعض أنماط التهابات الدماغ encephalitis وحمى الضنك Dengue وأمراض الفلاريا. لقد كانت جميع تلك العناصر باستثناء الفلاريا شائعة فى الماضى فى الولايات المتحدة. وعملت مقاييس المكافحة المكثفة على استئصالها جميعها فيما عدا مشكلة التهابات الدماغ. ومع ذلك تشكل الأنماط المختلفة للملاريا على مستوى العالم معظم أمراض الإنسان الهامة.

٥- إزعاج الحيوانات Annoy animals: ، حق الولايات المتحدة آلاف الدولارات لإبعاد عدد من آفات الحيوانات الزراعية. فالماشية تفقد كثيراً من الطاقة والوزن للتخلص من ذباب القرن وذباب الاسطبلات وذباب الخيل التى تسرق أيضاً دمائها. وذكر ان الحيوان قد يفقد ما يعادل ٣ أوناس ounces (الأونس: وحدة وزن تساوى ٢٨,٣٥ جراماً) كل يوم عند وجود ذباب الخيل وأظهرت الاختبارات فى كندا والولايات المتحدة أن مكافحة ذباب القرون عمل على زيادة قدرها من ١٥ إلى ٥٥ رطل لكل حيوان.

٦-دخول وتدمير التراكيب ومحتوياتها Invade and destroy structures and contents

تدخل الحشرات المنازل وتراكيب أخرى. فالنمل الأبيض وبعض أنواع النمل carpenter ants وبعض الخنافس مثل powder post beetles أمثلة للحشرات التى تضر أخشاب المنازل. وقد يحدث للمنسوجات أضراراً بفراشات الملابس وخنافس السجاد والسمك الفضى وحشرات أخرى. وآفات حجرات الطعام pantry pests قد تلوث الطعام. وقد تهاجم الحشرات أيضاً الحبوب أثناء وجودها فى مخزن المزرعة وأثناء النقل وفى المكان الأخير لها فى المخزن أو المصنع.

٢- الفقد النوعى Qualitative damage

عادة ما يصعب تقييم الفقد النوعى الذى يؤثر على الشكل الفيزيائى والحجم والمظهر أو التركيب الغذائى بالإضافة إلى ذلك وجود الحشرات أو الأجزاء الحشرية فى السلعة المعدة للتسويق تؤثر أيضاً على نوعية المنتج. وبالرغم من أن وجود الحشرات قد لا يتضمن ضرر صحى إلا أن عامة الناس تعتقد بأن التلوث الحشرى غير مقبول بصفة عامة فى المنتجات الغذائية، ومن أمثلة الفقد النوعى:

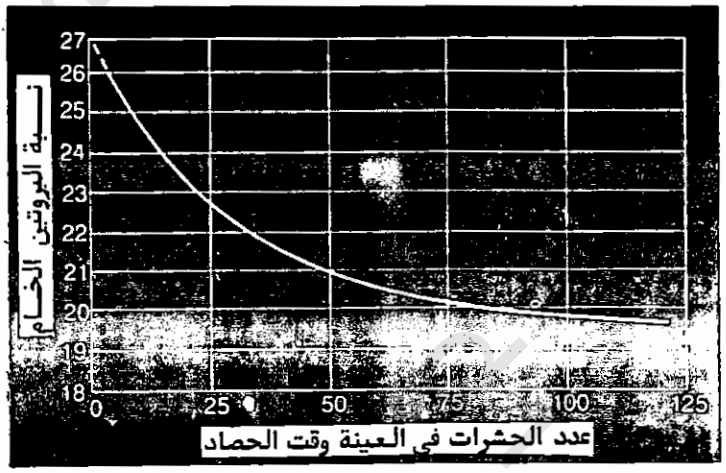
١- خفض فى صلاحية السلعة للعرض Loss in marketability of commodities

قد يتضمن الفقد النوعى الذى يؤثر على صلاحية السلعة للعرض أشياء مثل حشرات المن على الخس أو البروكلى (القوانين الفيدرالية فى بعض البلاد تحدد الأعداد المسموح بها) أو آثار سوسة البرقوق على التفاح أو بقع على الكمثرى أو الصدأ الذى يتركه الحلم على ثمار الموالح أو ضرر الخنافس البرغوثية على البطاطس وإذا تم غربلة المحصول وإزالة الوحدات الأقل درجة فى المحصول فإن ذلك سيصبح فقد كمى حقيقى. وفى العادة ما تسوق تلك الوحدات المحصولية الأقل درجة بسعر أقل. كما أن تحويل الثمار الأقل درجة إلى سلعة أخرى مثل طبخ أو عصر التفاح قد يقلل سعرها الأصلى إلى السدس.

٢- تغير المكونات الغذائية للنبات Alter nutritional components of plant

تؤثر تغذية الحشرات فى بعض الحالات على فسيولوجى النبات بدرجة قد

تؤثر على النوعية الغذائية. على سبيل المثال يحدث فقد خطير فى نسبة البروتين فى البرسيم عندما يتغذى نطاط أوراق البطاطس على البرسيم حيث يدفع النشاط الغذائى للحشرة نبات البرسيم لإنتاج بروتين أقل وسكريات أكثر فتنخفض القيمة الغذائية للبرسيم (شكل ٥) كعلف للماشية. ومازال هناك جدل حول المسبب الحقيقى للضرر فبعض البحاث يدعوا أن الإفراز اللعابى السام للحشرة هو المسئول عن ذلك والبعض الآخر يدعى أن الإخلال بالتنظيم الخلوى الناشئ عن غرس الحشرة لأجزاء فمها الماصة فى النسيج النباتى هو المسئول.



شكل (٥): رسم بيانى يوضح العلاقة بين الإصابة بنطاط أوراق البطاطس والفقد فى البروتين فى نبات البرسيم

٣- الفقد الجمالى Aesthetic loss: هناك تنامى فى الدول المتقدمة للقيمة الجمالية للأشجار والشجيرات ولقد قدر أن مالكى المساكن ينفقوا نحو ١٠% من دخلهم لتجميل الأرض حول المساكن بالمسطحات النباتية. ورغم أن الإصابة الحشرية قد لا تهدد حياة نبات الزينة المستخدم إلا أنها قد تشوه بشدة جمال النبات. حيث تنخفض بشدة القيمة الجمالية للنباتات عندما تؤدى الإصابة الحشرية إلى تشوه فى

النمو أو ظهور أورام أو عندما تحوى أوراق أجزاء منها استهلكتها الحشرات أو أوراقاً تحوى شبكات غزل حريرية أو أوراق مغطاه بالندوة العسلية والقطر والأتربة.

٤- مضايقة الإنسان Annoy humans: كثير من الحشرات كائنات مزعجة حتى ولو لم تحدث ضرر خطير يمكن قياسه فى فقد معين خلاف الفقد المادى الذى يستخدم فى مكافحتها لكى يستريح الإنسان منها. بعض من تلك الحشرات تدخل منازلنا وتلاحظ أكثر فى مناطق الاستجمام. من تلك الآفات الباعوض والدبابير والنحل والذباب وبعض أنواع الخنافس.

ب- وقت حدوث الضرر The time when injury occurs

يختلف الضرر الحشرى على النبات وفقاً لطور النبات (شكل ٦) وفى معظم النباتات يمكن تمييز أربعة مراحل للنمو:

أ- البادرات Seedlings

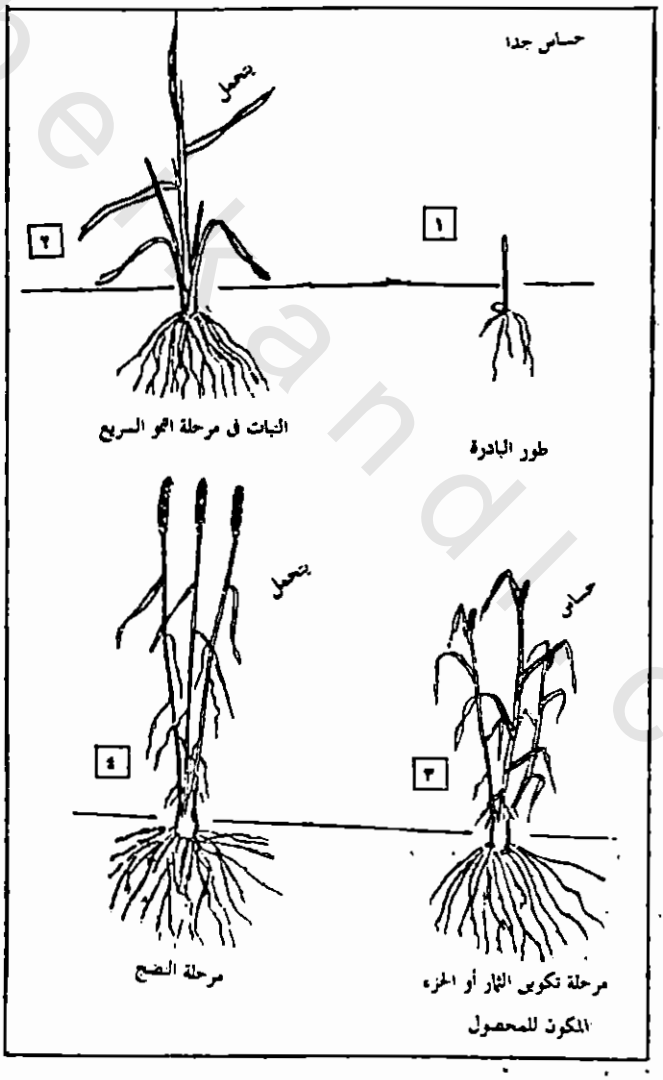
البادرات الحديثة التكوين عادة شديدة الحساسية للإصابة الحشرية. فلو هاجمت البادرة حشرة ذات أجزاء فم قارضة واستعملت أجزاء فمها ولو مرة واحدة قد يعنى ذلك موت البادرة والشتلات النباتية أيضاً تكون حساسة ولكنها أكثر مقاومة من البادرات. بالنسبة للنباتات التى تتكاثر خضرياً مثل البطاطس فإنها عادة ما تهرب من مرحلة طور البادرة الحساس. فى المحاصيل مثل محاصيل الحبوب وبعض البقوليات يطلق عليها بالمحاصيل المعوضة بمعنى إذا تعرضت بعض بادراتها للضرر فإن المحصول النهائى لن يتأثر لقدرة النباتات على التعويض كذلك محصول مثل بنجر السكر يعتبر من المحاصيل المعوضة فإذا حدث فقد لـ ٥٠% من البادرات فإن المحصول النهائى لن يتأثر حيث سيزداد وزن الجذور بينما فى النباتات التى تزرع على مسافات قد يكون من المهم زراعة نباتات أخرى فى الجور الغائبة (ترقيع الجور الغائبة)

ب- النباتات الصغيرة Young plants

خروج النباتات من طور البادرة يعنى أن النبات استطاع أن يثبت نفسه فى التربة ووصل إلى مرحلة تتصف بالنمو السريع والضخم وفى هذه المرحلة يستطيع النبات أن يعوض ما يفقد منه نتيجة الإصابة الحشرية والنبات فى هذه المرحلة يقال أنه يتحمل الضرر الناجم عن الإصابة بالحشرات وهذا إذا كانت الإصابة فى جزء غير حيوى بالنسبة للنبات.

جـ-مرحلة تكوين الجزء المستهدف من الزراعة Formation of yield forming organs

عندما يبدأ النبات فى تكوين الأجزاء النباتية التى ستجمع عند النضج (حبوب أو ثمار مثلاً) فإن حساسية النبات للإصابة الحشرية ترتفع خاصة بالنسبة للآفات التى تهاجم هذه الأجزاء حيث سيتأثر المحصول من الناحية الكمية والنوعية كما أن هذه الأجزاء النباتية لا يمكن تعويضها مرة أخرى فالفواكه ذات النواه الحجرية على سبيل المثال ذات فصل تزهير قصير يعقبه تكون ونمو الثمار فإذا أصيبت هذه الثمار فلا يمكن للنبات أن يعوضها ثانية



شكل (٦): حساسية نبات القمح لضرر الآفة فى المراحل المختلفة من النمو

د- النباتات التامة النمو Mature plants

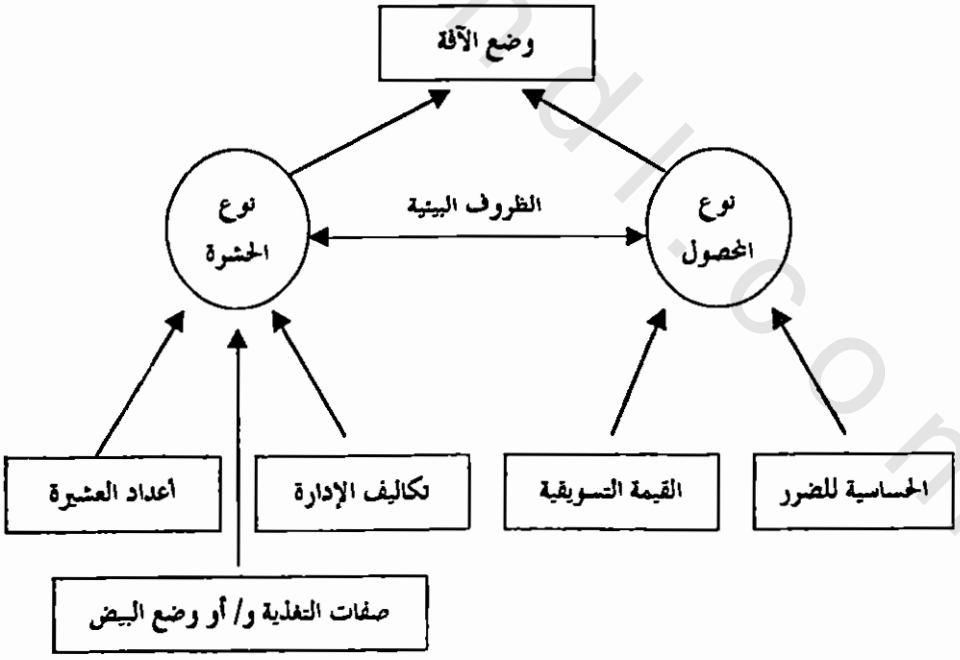
عندما يكتمل نمو النبات فإن النبات يصبح مرة أخرى أكثر مقاومة للإصابة الحشرية خاصة إذا كانت تلك الإصابة غير مباشرة. فالضرر الذى يحدث لأوراق نبات البطاطس بعد تكون الدرنات لا يؤثر على المحصول، ولكن إذا كانت تلك الإصابة فى الدرنات فإن المحصول سيتأثر.

الحادى عشر: الوضع الآفى Pest status

يتضح وضع الآفة عندما تسبب عشيرة الحشرة مستوى معين من الضرر أى أن وضع الآفة هو منزلة نوع الآفة بالنسبة للاقتصاد الذى يتعامل مع هذا النوع وعند تقييم وضع الآفة فإن ذلك يطبق لعشيرة النوع الحشرى المعين على عائل معين فى وقت معين. فالوضع الضار للحشرة يتغير تبعاً لنوع الحشرة ويعتمد على كثير من العوامل. فيعتمد وضع الآفة فى المجال الزراعى على المحصول المشتمل والبيئة التى فيها يحدث التفاعل بين المحصول والآفة.

العوامل الرئيسية التى تساهم فى وضع الآفة مبينة فى شكل (٧)، فوضع الآفة لعشيرة حشرة ما يعتمد على عدد أفراد العشيرة ونمط الضرر التى تحدثه وهناك نوعان من الضرر: الأول injury ينتج عن التأثير الضار لأنشطة الحشرة ــ معظمه غذائى ــ على فسيولوجى العائل بينما الضرر الثانى: damage يمثل الفقد فى نفع العائل والذى يمكن قياسه مثل الفقد فى المحصول كماً ونوعاً أو الفقد الجمالى فى حالة نباتات الزينة. عدد الحشرات الذى يستخدم عند تقدير النمط الأول من الضرر injury ليس من الضرورى أن ينشأ عنه فقد damage يمكن ملاحظته وحتى لو حدث الأخير فإنه قد لا ينتج عنه فقد إقتصادى يمكن إدراكه. ولكن فى بعض الأحيان لا يمكن قبول هذا النمط الثانى من الضرر حتى عندما ينشأ من أعداد صغيرة من الحشرات كما فى حالة إصابة التفاح ببرقات فراشة الكودلنج أو ذبابة الفاكهة. وهناك أنواع أخرى من الحشرات من الضرورى أن تصل إلى كثافات عالية لكى تصبح آفات كما هو الحال فى الجراد الذى يهاجم نباتات المرعى. معظم النباتات تتحمل ضرر injury ملحوظ للأوراق والجذور دون حدوث فقد كبير ما لم تكن تلك الأجزاء النباتية هى أجزاء

مستهدفة فى الحصاد مثل أوراق وجذور الخضراوات أو تكون سبب فى خفض القيمة التسويقية كما فى النباتات المستخدمة فى الزينة فى المنازل. من ناحية أخرى هناك مستويات معينة من الضرر يمكن تحملها على الجذور أو الأوراق بينما قد لا يمكن تحمل ضرر على الثمار والتى يجب أن تظل خالية من العيوب حتى تتوافق وذوق المستهلك. كثيراً ما يتسبب النشاط الغذائى للحشرة عن علامات بسيطة على سطح الثمرة يستطيع تحملها المستهلك المتعلم الذى يعى التكاليف المادية والصحية للمبيدات. وحيث أن متطلبات المنافسة فى الأسواق تحتاج لمظهر قياسى للغذاء والمواد التسويقية الأخرى هنا نجد أن تقييم وضع الآفة قد يتطلب تقييماً للوضع الاجتماعى والاقتصادى. إذن فالقيمة السوقية تشكل واحد من أكثر المتغيرات التى تؤثر على وضع الآفة وعند ثبات جميع العوامل الأخرى فإن الآفة يمكن أن تتخذ مستويات أعلى أو أقل نتيجة التغير الاقتصادى. وحساسية المحصول لضرر الآفة pest injury ذات أهمية أخرى ولكن هذا العامل أقل فهما حيث أن عوامل تغير الطقس (خاصة الرطوبة) والإجراءات الزراعية مثل التسميد يمكن أن تؤثر على قوة المحصول وتغير فى حساسيته تجاه الآفة. فتحت الظروف البيئية المثلى يمكن أن يقل وضع الآفة نتيجة ظروف النمو السيئة.



شكل ٧: رسم يوضح العوامل الرئيسية التى تؤثر على الوضع الآفى

الثانى عشر: تطور الوضع الآفى Development of pest status

تصل الحشرات إلى الوضع الضـــار نتيجـة لتغـيرات إيكولوجيـة وإقتصاديـة واجتماعية:

أ- التغيرات الإيكولوجية Ecological changes

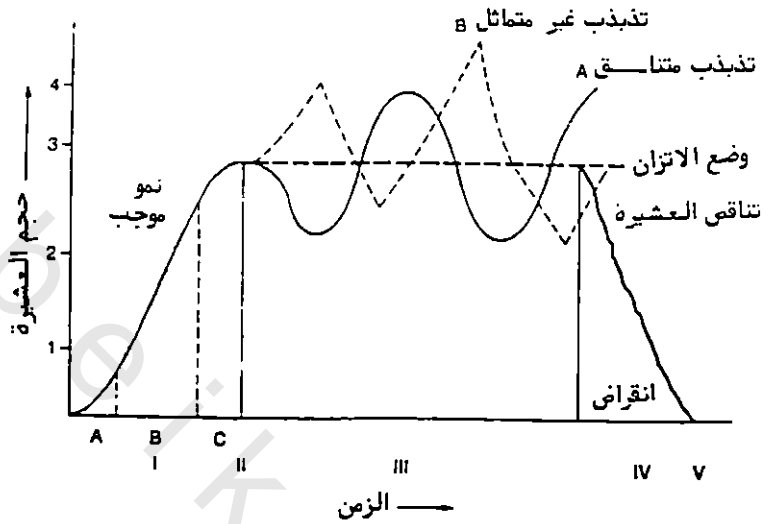
١- حجم ووضع "Status" عشيرة الآفة:

من المهم معرفة أن أى نوع حشرى يصبح آفة إقتصاديـة عنـد أو فـوق حجـم عشيرى معين حيث سيحدث درجات من الضرر الإقتصادى عند هذه الكثافة العشـيرية. يلى ذلك عادة إعداد مقاييس المكافحة التى تجرى فقط لخفض حجم او كثافـة عشـيرة الآفة أسفل المستوى الخاص الضار التى وصلت إليه، ويندر ان يكـون الـهدف هـو الاستئصال الكامل لعشيرة الآفة حيث يندر جداً تحقيق الإستئصال.

وضع (Allee et, al. 1955) تخطيط بيانى يمثل نمو العشيرة والرسم يفسر نفسـه ويطبق على كل عشائر الكائنات الحية. يشير الرسم (شكل ٨) لأربعة أحجام عشـيرية إفتراضية منفصلة ممثلة بالأرقام من ١ إلى ٤. يطبق المستوى العشيرى ١ على الآفـة الخطيرة جداً مثل خنفساء الكلورادوا فى إنجلترا ومـن التفـاح الـوردى *Dysaphis plantaginea* حيث يوصى بإجراء المكافحة عند وجود فرد واحد من المن لكل ثـجرة وقت خروج البراعم. يمثل المستوى العشيرى ٤ الأنواع التى أحياناً ينشأ عنها ضـرر إقتصادى عندما تكون عشيرتها كبيرة جداً مثل الجراد فى المناطق الإستوائية والديـدان القارضة فى أوربا وانجلترا. معظم الآفات الأكثر شيوعاً ممثلة بالمسـتويات العشـيريه الافتراضية ٢، ٣ التى عندها يحدث ضرر اقتصادى. المستوى ٢ يكون أسفل مسـتوى الاتزان العشيرى المعتاد usual population asymptote وتوقع الضرر يكـون أكـثر انتظاماً ولكن المستوى العشيرى ٣ يكون أعلى حالة الاتزان ولذا الضرر يكـون أقـل شيوعاً.

لكل نوع من الآفات مستوى عشيرى الذى عنده يصبح آفـة اقتصاديـة ومقـاييس المكافحة التى ستطبق تهدف إلى خفض حجم العشيرة إلى أقل من هذا المستوى. ومـن المهم معرفة أن حجم العشيرة غير مستقر يتذبذب بشكل منتظم أو غير منتظـم حـول

متوسط إتزان العشيرة ولكن أحياناً يكون هناك تذبذب متطرف من انخفاض شديد إلـــى ارتفاع كبير.



شكل (٨): مراحل تزايد وتناقص عشيرة حشرة ما

المرحلة I : فترة موجبة تتميز بنمو إسى فتزداد العشيرة

A: استقرار العشيرة B: فترة النمو السريع (نمو إسى)

C: فترة تناقص نمو عند وصول العشيرة للثبات

المرحلة II: وضع الاتزان **المرحلة III: تذبذبات**

A: تذبذب متناسق B: تذبذب غير متماثل

المرحلة IV: فترة تناقص العشيرة (نمو سلبى) **المرحلة V : انقراض**

المرحلة IV: حالات خاصة (تغيرات مفاجئة) فى معدلات العشيرة

١- زيادة غير متوقعة ٢- انهيار غير متوقع

هذا التغير المتواصل فى حجم العشيرة يعزو إليه الســبب فــى تســمية الدراســة بديناميكيات العشيرة Population dynamics للتأكيد علــى الطبيعــة الدائمــة التغــير للعشيرة. دراسة العشيرة فى إنجلترا يكون أكثر صعوبة حيث أن بعض الأنواع أحاديــة

الجيل univoltine والكثير ثنائى الجيل biovoltine لذا فإن كل طور من أطوار الحياة (يرقة، حشرة كاملة... الخ) يوجد فقط مرة أو مرتان فى العام. ففى الشتاء حيث البرد القارص وحيث لا يوجد غذاء ينتج عنه تناسق وانتظام فى نمو معظم الحشرات لذا يتزامن النمو مما يؤدى إلى أنه فى أى وقت تكون جميع الحشرات التابعة لنوع معين فى نفس طور النمو. بينما فى المناطق الاستوائية حيث النمو والتوالد يكون نموذجياً مستمراً لحد ما لذا يتواجد فى أى وقت جميع الأعمار تقريباً ويكون هناك تغيرات متواصلة فى التركيب العمرى للعشيرة. للحشرات أربعة أطوار رئيسية للنمو بيضة ــ يرقة ــ عذراء ــ حشرة كاملة رغم أن كل مرحلة من مراحل النمو اليرقى يمكن أن تقسم بسهولة إلى أعمار instars فى بناء جدول الحياة life-table والأحجام النسبية لمجاميع السن .age groups المختلفة ستعكس الحالة الديناميكية للعشيرة وعلى وجه الخصوص ما إذا كانت تزيد أو تتناقص فى الحجم. ومن المهم معرفة وضع العشيرة فإذا كانت تتناقص فإن ذلك يعنى عادة أن إجراءات مقاييس المكافحة تأخرت كثيراً لذا فإنه من المهم وضع توصيات المكافحة عند تزايد العشيرة.

أبسط معادلة تلخص حالة عشيرة حشرة ما هى كما يلى:

$$P_2 \rightleftharpoons P_1 + N - M + D$$

حيث P_2 هو حجم العشيرة النهائية و P_1 هو حجم العشيرة الأولى و N هو معدل التوالد و M معدل الموت و D معدل الانتشار من وإلى داخل العشيرة وتهدف سبل المكافحة إلى خفض معدل التوالد وزيادة معدل الموت ومنع الهجرة إلى داخل العشيرة وتشجيع الهجرة من العشيرة.

٢- تحول الأنظمة البيئية المعقدة إلى أنظمة بيئية بسيطة

كانت معظم النباتات فى الأيام الأولى جداً للزراعة تزرع على رقع صغيرة من الأرض وليس على مساحات كبيرة كما هو الحال فى الزراعة الآن خاصة فى الدول الزراعية المتقدمة. ومع ذلك فى عصر الرومان كانت هناك مساحات كبيرة من الأرض تزرع بمحصول واحد خاصة فى حالة القمح والشعير بينما إنتاج المحاصيل الأخرى لم يتم على نظام زراعة المحصول الواحد Monoculture حيث انتشرت الأنظمة البيئية المعقدة. بينما فى القرن العشرين كان هناك اتجاه متزايد فى إنشاء

الحقول الواسعة التى تعتمد على المحصول الواحد أى إلى أنظمة بيئية بسيطة. على سبيل المثال كانت أحجام الحقول البريطانية النموذجية فى الماضى يتراوح من ٢ إلى ١٠ هكتار محاطة عادة بقناة وسياج من الأشجار بينما الآن كثير من الحقول تتراوح مساحتها من ١٠-٥٠ هكتار دون سياج نباتى. وفى أمريكا الشمالية وأجزاء من آسيا حرثت البرارى البكر لزراعة الحبوب على نطاق واسع وفى المناطق المعتدلة تم ميكنة الزراعة وأصبح هناك ضرورة للحقول الكبيرة وأصبحت المحاصيل الجديدة أكثر تخصصاً فى ظروف زراعتها وهذا أدى إلى التوسع فى زراعة المحصول الواحد monoculture ودورات زراعية أقل وسمحت الزراعة المكثفة للمحصول الواحد بتوفير الغذاء النباتى بلا حدود لحشرات معينة وببساطة فى المعقد البيئى فعمل ذلك على زيادة هائلة فى أعداد تلك الآفات.

تمثل خنفساء الكلورادو مثال كلاسيكى فيه تطورت الحشرة وأصبحت آفة رئيسية للبطاطس فى أمريكا. فهذه الحشرة فى البداية فى نحو ١٨٦٠ كانت تعيش على نباتات برية متنوعة تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae وفى أحجام عشيرية صغيرة جداً وعندما بدأ بزراعة البطاطس على نطاق واسع انتقلت إلى هذا المحصول حيث وضح أنه غذاء أفضل لها وانتقلت الحشرة من نوع حشرى نادر إلى نوع شائع يوجد بأعداد كبيرة وبسبب ضرر كبير للمجموع الخضرى للنبات وبعد أن كانت موجودة داخل أمريكا فقط intracontinental انتقلت الخنفساء إلى أوربا intercontinental وإستقرت فى البداية فى فرنسا فى ١٩٢١ وأصبحت الآن آفة شائعة فى كافة أوروبا الغربية على البطاطس الذى يزرع على هيئة محصول واحد.

تكرس أجزاء من آسيا والولايات المتحدة وكندا لزراعة المحصول الواحد من الحبوب ويشار إليه "بأحزمة الذرة corn belts" "وأحزمة القمح wheat belts" وأصبحت مساحة المحاصيل تقاس بالكيلو مترات المربعة وليس بالهكتار كما توجد مساحات مشابهة لزراعات القطن وقصب السكر وهناك اتجاه فى المناطق الاستوائية للزراعة على نطاق واسع لنخيل الزيت والمطاط فى أوضاع تجارية ضخمة. وهناك مثال آخر عن الزراعات الواسعة للفت "rape" كمحصول تجارى فى المملكة المتحدة وأجزاء أخرى من أوروبا. وبينما آفات الكرنب العادية قليلة الأهمية على اللفت إلا أن الآفات الرئيسية أصبحت الآفات التى تهاجم القرون والتى وجدت فقط على محاصيل البذور

والعوائل البرية. والآن أصبحت متغذيات القرون pod-feeders آفات رئيسية في المملكة المتحدة.

الاتجاه الحديث في الزراعة الذى يلقى اهتماماً بين علماء وقاية المحاصيل هو الزراعات الموسعة للنباتات المتماثلة وراثياً cloned plants والتى تمثل حالة متطرفة لزراعة المحصول الواحد. وقد يكون هذا مرغوباً جدا زراعياً لأغراض الإنتاج كما وضح في نجاح زراعة المطاط القياسى الماليزى في ١٩٦٥ والذى لاقى ترحيب في تجديد الاهتمام التجارى في المطاط الطبيعى، إلا أن تلك النباتات المتماثلة وراثيا حساسة جداً للإصابة بالأمراض ويمكن لسلالة مرضية جديدة أن تنتشر بين تلك النباتات بسرعة فائقة. والإنتاج الكلى للذرة في أمريكا تقريباً يرتكز على ٤ إلى ٦ أصناف فقط وفي السنوات الحديثة ظهر نوعان من الأمراض الرئيسية الـ epiphytotics لاقت اهتماماً كبيراً والآفات الحشرية لا تشكل مثل هذه الخطورة من الناحية العملية ولكن بمقدورها عمل ذلك كما هو واضح في السلالات البيولوجية الحشرية.

٣- توزيع وإنتشار وهجرة الحشرات

هناك ميزتان بارزتان في أى عشيرة حشرية وهما الاتجاه إلى التزايد العددى ثم الانتشار الكبير للعشرية. وقد يكون الانتشار كله محلى ولمسافات قصيرة وقد يكون حدث سنوى منتظم وقد ترحل بعض الأفراد لمئات (أو حتى آلاف) الكيلو مترات.

ويهيمن على توزيع النوع الحشرى عدة عوامل من أهمها المناخ والغذاء المتاح والتاريخ التطورى للمكان. وحيث أن الحشرات من ذوات الدم البارد أى حيوانات تتغير درجة حرارتها تبعاً للوسط المحيط Poikilothermous فمن المحتمل أن درجة الحرارة هى أهم عامل مناخى لذا من الممكن أن تقسم أنواع الحشرات إلى ثلاثة مجاميع على هذا الأساس:

أ- الحشرات الاستوائية Tropical insects درجة الحرارة الباردة المميتة عند ١٠-١٥ ° م.

ب- الحشرات المعتدلة Temperate insects تموت عند درجة صفر مئوية بالتجميد.

جـ الحشرات القطبية Boreal (Arctic) insects تموت تحت الصفر المئوى

(-٢٠ إلى ــ ٣٠ °م) حيث سوائل جسمها فائقة التحمـــل لدرجـات الحـرارة الباردة.

يوجد داخل هذه الأقسام العريضة لتوزيع الحشـــرات بعـض الاختـلاف للتـأقلم الحرارى. فهناك أنواع Eurythermal وهى التى يمكنـها تحمـل مـدى واسـع مـن الحرارة المحيطة لذا توجد فى مدى جغرافى واســع وهنــاك أنــواع Stenothermal يلائمها فقط مدى حرارى ضيق وهذا قد يكون حرارة عالية أو منخفضة أو متوســطة. بعض من أهم أنواع الآفات ذات قدرة كبيرة على التأقلم ويمكنها تحمل مدى واسع مـن الظروف البيئية.

يبدو أن هناك ثلاثة مناطق مختلفة لوفرة معظم أنواع الحشرات وهذا المفهوم هـام عند دراسة نوع من الحشرات الضارة.

أ- منطقة الوفرة الطبيعية Zone of natural abundance: وهى منطقة إسـتيطان حيث الظروف المناخية قريبة من المثالية وحيث يتواجد النوع دائمـاً ويتكـاثر بإنتظام وعادة بأعداد كبيرة ويشكل النوع بصفة منتظمة آفة هامة.

ب- منطقة الوفرة السببية Zone of occasional abundance: الظروف البيئية بـها أقل ملائمة لكونها أكثر برودة أو أكثر جفافاً أو تتمتع بفترة من المنـاخ الغـير مناسب (مثل فصل شتاء أو جفاف). ويوجد بعض من التكـاثر ولكـن تحفـظ العشيرة منخفضة بواسطة الظروف المناخية الكلية. ويحدث عرضـاً فقـط أن تزداد العشيرة وتصل للوضع الضار "Pest status" عند توفر ظروف مناخيـة مناسبة وعلى النقيض قد تتوافر ظروف مناخية قياسية بدرجة تقتل معها جميـع أفراد العشيرة الحشرية وهنا يعاد توط ن العشيرة من جديد بالانتشار من منطقـة توطنها إلى هذه المنطقة.

جـ- منطقة الوفرة الممكنة Zone of possible abundance: وهى منطقة تنتشـر فيها الحشرات الكاملة القادمة من المنطقتـان السـابق ذكرهمـا وقـد تعيـش الحشرات لفترة وقد تتكاثر أحياناً ولكن يندر أن تصل إلى الوضع الآفـى وفـى العادة. ما تقتل التغيرات المناخية العشيرة بعد وقت قصير.

ليس بالضرورة أن تكون هذه المناطق الثلاث ذات حدود ثابتة لأن العامل المتحكم قد يكون إما الغذاء أو المناخ أو الإثنان معاً فعند زراعة محصول ما على نطاق واسع ستتبعه الآفة فى نطاق القيود المناخية. وهناك مرحلة ذات اهتمام حديث وهو التغير التدريجى للمناخ فى بعض مناطق من العالم فالمناخ فى المملكة المتحدة على سبيل المثال يبدو أنه فى طريقه لأن يصبح أكثر دفئاً ولقد استقرت فى السنوات القليلة الماضية عدد من الآفات القارية وأنواع أخرى من مفصليات الأرجل (العناكب) فى المناطق الجنوبية من انجلترا.

يعتمد الانتشار الناجح لحشرة ما على فاعلية طريقة الانتشار وتكيف الحشرة الأساسى الذى يتضمن متطلبات غذائية وميكانيكيات حياتية مع الظروف المعاكسة. والهجرة migration هى رحلة مزدوجة. إرتحال emigration خارج المنطقة ثم عودة immigration إلى نفس المنطقة فيما بعد. وتمارس الطيور والثدييات والأسماك هجرات مثيرة جداً لمسافات طويلة. والحشرات المسجلة فقط للهجرة هى أبى دقيق حشيشة اللبن فى أمريكا الشمالية الذى يمضى الشتاء فى النيومكسيكو. وبعض الإنتشار الطويل المدى للحشرات كما فى الجراد وحرشفيات الأجنحة (Noctuidae) يكون مختلف فى أنه قد يتضمن ذلك عدة أجيال للحشرة. ومع ذلك فى غزو عام ١٩٨٨ للهند الغربية بالجراد الصحراوى القادم من شمال أفريقيا إشتمل على انتشار عالى الإرتفاع للجراد الطائر الذى إلتقطته رياح قوية وحملته عبر المحيط الأطلنطى فى أيام قليلة فقط. وفى العادة ما يأخذ هذا التحرك سنة أى ثلاثة أجيال. ويتضمن الغزو السنوى لحرشفيات الأجنحة من شمال أفريقيا إلى أوروبا الغربية ومن جنوب أمريكا إلى كندا ونطاطات الأوراق (Hem.; Cicadellidae) من جنوب شرق آسيا إلى اليابان عدة أجيال من الحشرات التى تنتشر ببطئ نسبى وتتوقف لفترات للتغذية والتكاثر على طول الطريق وتأخذ الرحلة عدة أسابيع أو شهر أو شهران. كما أن الإنتشار المتشتت المثير للجراد الصحراوى يمكن أن يأخذ عشر سنوات حتى يكتمل. ودخول بعض أنواع الآفات قد يحدث بصورة منتظمة نسبياً كما فى الإدخال السنوى لخنفساء الكلورادو فى المملكة المتحدة وعدة أنواع من ذباب الفاكهة (Dipt.; Tephritidae) فى أمريكا والتى تهدد سنوياً الفاكهة فى كاليفورنيا وفلوريدا.

٤- إنتشار الحشرات بواسطة الإنسان

كانت غالبية المحاصيل الرئيسية متوطنة أساساً فى منطقة واحدة معينة وأثناء قرون الاستكشاف والتجارة نقل كثير من نباتات المحاصيل إلى مناطق أخرى داخل القارات أو بين القارات حيث الظروف المناخية كانت مناسبة لزراعتها. ومع نباتات المحاصيل إنتقل عدد من الآفات الحشرية من موطنها الأصلى وإستقرت فى الأماكن الجديدة حيث أصبحت آفات خطيرة نتيجة تحررها من أعدائها الطبيعية التى تركتها خلفها فى الموطن الأصلى. مثل هذا الإنتقال الحشرى فى العادة ما يتم بالصدفة أو الإهمال عندما لا تلاحظ الحشرة أو أحد أطوارها على النباتات أو المنتج النباتى أو فى مواد التعبئة. وكان الشحن بالمراكب يستغرق وقتاً طويلاً والشحن بالطائرات فى الوقت الحالى يعطى الحشرات التى لم تكشف إحتمال أكبر لمعايشة رحلة الشحن.

ومن الإدخالات التى تمت عن عمد فراشة الغجر (Lep.; *Lymantaria dispar*) التى نقلت من آسيا إلى الولايات المتحدة فى ١٨٧٠ على أنها أحد فراشات الحرير واستيراد النحل الأفريقى إلى البرازيل فى الخمسينات من القرن العشرين.

من الإدخالات الحديثة التى تمت دون قصد وأحدثت كوارث زراعية تتضمن ثاقبة الحبوب الكبرى (Col.; *Prostephanus truncatus*) التى تصيب الذرة والتى إنتقلت من أمريكا الوسطى إلى تانزانيا والبق الدقيقى (Hem.; *Phenacoccus manihoti*) للـ Cassavae الذى إنتقل فى ١٩٧٣ من أمريكا الجنوبية إلى غرب أفريقيا. وحلم الكاسافا الأخضر (Acarina; *Mononychus tanajoa*) الذى إنتقل فى ١٩٧١ من أمريكا الجنوبية إلى شرق أفريقيا وهددت هذه الثلاث آفات الإنتاج الزراعى للذرة والكاسافا فى منطقة شاسعة جداً وسببت أضراراً تعدت ملايين الجنيهات وأدى ذلك الى تعاون دولى ناجح لمكافحتها. وهناك حالة مشابهة للإهمال إشتملت على إدخال ماعز فى ١٩٨٩ مصابة بالديدان الحلزونية (Dipt.; *Cochliomyia hominivorax*) إلى عدد من دول شمال أفريقيا وهى ليبيا ومراكش وكان هناك خوف من إنتشار هذه الآفة البيطرية الخطيرة فى القارة كلها ولكن نجح التعاون الدولى فى إستئصالها من شمال أفريقيا.

٥- نقل الحشرات للأمراض

الحشرات قد لا ينظر إليها كحشرات ضارة إلا عندما تصبح ناقلة للأمراض

للإنسان أو الحيوان أو النبات. على سبيل المثال ظل الباعوض الناقل للملاريا والفلاريا في إستراليا حتى عهد حديث غير ضار حيث يوجد الباعوض ولا توجد الأمراض التي ينقلها. وفي السنوات الحديثة بدأ مرض الملاريا في الظهور وتحول الباعوض لآفة حشرية حيث تزايد معدل ظهور الملاريا. ففي ١٩١٠ سجل ١٩٩ حالة وفي ١٩٨٠ سجلت ٦٢٩ حالة إرتفعت إلى ٨٣٠ حالة في ١٩٩٠.

٦- حدوث زيادة دائمة وكبيرة في أعداد النوع الضار

قد يحدث زيادة كبيرة في حجم عشيرة النوع الضار نتيجة: (أ) زيادة ثابتة أو دائمة في مورد ملائم للغذاء أو وضع البيض أو متطلب أخر كما هو الحال عند زراعة محصول واحد على نطاق واسع أو (ب) إرتخاء دائم في عامل ضاغط أو كابح للتعداد الحشري مثل إنحسار في ظروف الطقس المعاكس أو الأعداء الطبيعية أو إهمال في النظافة العامة. وفي بعض الحالات قد تلعب كل الظروف السابق ذكرها دوراً في السماح لعشيرة الآفة باستغلال الموارد الحياتية إستغلالاً تاماً يؤهلها للإرتقاء إلى الوضع الآفي.

٧- حدوث تغيرات في حياة الحشرة

قد يحدث تغيرات في العادة وراثية في عشيرة ما ينتج عنها صفة تتسبب في تفاعلات جديدة بين المحصول – الحشرة لم توجد قبل تغير الصفة. فثاقبة الذرة الأوروبية التي تغيرت دورة حياتها من جيل واحد في السنة إلى إثنان أو ثلاثة أجيال في السنة يمكن أخذها كمثال لذلك. وهذا التغير جعل الطور اليرقي لهذه الآفة على إتصال مع محاصيل أخرى جديدة لم تدرج كعوائل هامة عندما كان للحشرة جيل واحد فقط

ب- تغيرات إقتصادية Economic changes

نظراً لأن الإقتصاد يمثل حجر الزاوية في مكافحة الآفات فليس من المستغرب أن التغير في إقتصاديات المكافحة يمكن أن يغير وضع الحشرة تماماً كأن يرفعه إلى المستوى الآفي أو العكس وهذا يشاهد بوضوح مع المحاصيل الزراعية وآفاتها الحشرية ولكن يمكن أن يطبق ذلك أيضاً على الآفات الطبية والبيطرية.

١- تغير الطلب على السلعة:

سيتضمن التعليق هنا قيمة المحصول وكميته. والضرر الذى يحدث فى منتج زراعى (ثمار فاكهة مثلاً) والذى يعتبر غير مهم نتيجة لإنخفاض طبيعى فى سعر الفاكهة قد يصبح خطير جداً إذا تسبب فى رفع أسعار هذا المنتج. والعكس، إذا كان الطلب على محصول غذائى معين قليل فإنه يمكن تحمل بعض الضرر أى يقل الوضع الأفى للحشرة المتسببة فى الضرر وإذا أرتفع الطلب على المنتج يرتفع الوضع الآفى لنفس الحشرة والوحدات التالفة سيرفضها السوق وكلما زاد الطلب على المحصول كلما أصبحت قيمته أعلى وأصبح هناك حافز أكبر لزراعته وحساسية أكبر تجاه نفس الآفة. والزيادة الحديثة فى مبيعات الفاكهة والخضر كمنتج مغسول ومعبئ أدى لرفض العامة للمنتج الذى به عيوب والذى كان مقبولاً من قبل دون غسيل. على سبيل المثال لا تؤثر البزاقات والديدان السلكية على محصول البطاطس ولكن الأنفاق والثقوب التى تحدثها تفسد مظهرها وتخفض من نوعيتها وعند غسيل درنات البطاطس سيظهر العيب واضحاً ولكن نفس الدرنات التى يلتصق بها الطين وتحمل نفس العيب لا تلاحظ إذا عرضت للبيع بهذه الطريقة.

عند دخول محصول جديد إلى السوق فإن آفاته تصبح فجأة هامة. فقد يحل أحياناً محصول جديدة أو صنف جديد محل محصول سابق. وقد يصحب ذلك تغير فجائى فى المجال الآفى Pest spectrum فقد يتوصل العلم لصنف جديد يمكن زراعته طوال السنة أو لأكثر من دورة وبذا يتعرض هذا الصنف لمدى مختلف من الآفات الحشرية ويتغير الوضع الأفى لبعض الحشرات. فالجزر يمكن زراعته الآن باستمرار فى شرق Anglia باستخدام أصناف مختلفة فى أزمنة مختلفة. نفس الشيء يمكن أن يطبق على الأصناف المختلفة للـ *Brassica* والتى يشار إليها بالكرنب الصيفى التى يمكن زراعتها الآن لحد كبير طوال العام فى المنطقة من جنوب الصين إلى ماليزيا. وهذا أعطى الفرصة لآفات أخرى والآفات الرئيسية أن تحافظ على تكاثرها وهذا هو السبب فى أن الفراشة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella* أرتفع أهميتها كآفة للكرنب من آفة رئيسية إلى آفة شديدة الخطورة.

٢- تغير تكلفة الإنتاج

محاصيل التصدير والمحاصيل التى تزيد الدخل القومى عموماً ذات قيمة أكبر من المحاصيل الغذائية المحلية لذا فإن آفات الأولى تكون أكثر أهمية. على سبيل المثال كثير من محاصيل الخضر والفاكهة التى تزرع فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية تشحن عن طريق الجو إلى أوروبا لتباع طازجة وتخضع لمواصفات خاصة فارتفعت تكلفة إنتاجها وأصبحت آفاتها الرئيسية ذات أهمية إقتصادية عالية.

محاصيل التصدير ذات إهتمام إنسانى خاص ففى معظم المناطق الإستوائية من العالم هناك إهتمام رسمى ومساعدات دولية لمكافحة الآفات الرئيسية لمحاصيل التصدير مثل البن والشاى والقطن والمطاط بينما تهمل المحاصيل الغذائية المحلية. بينما إنتاج أصناف جديدة لمحاصيل التصدير قد يؤدى إلى ظهور آفات لم تؤخذ فى الإعتبار من قبل فبعض أصناف محصول الأرز ذات الإنتاج العالى التى أنتجها معهد أبحاث الأرز العالمى فى الفلبين كانت أحد أسباب الثورة الخضراء فى آسيا الإستوائية فى السبعينات. من مشاكلها أن بعض الأصناف تتطلب إستعمال مكثف للأسمدة وعمل التسميد الزائد إلى زيادة فى النمو الخضرى كما شجع من نمو الحشائش. وأدى النمو الخضرى الزائد إلى ظهور نطاط الأوراق البنى *Nilaparvata lugens* وارتفاع فى خصوبته رغم أن هذه الآفة لم تشكل فى السابق آفة هامة للأرز وأصبحت الآن الآفة الأولى للأرز فى آسيا الإستوائية لقدرتها الفائقة أيضاً على تكوين سلالات بيولوجية مقاومة للمبيدات المستخدمة.

جـ-تغير أنشطة وعادات البشر **Changes in the activities and habits of people**

قد تحدث تغيرات فى أنشطة وعادات البشر مع الزمن بطريقة تجعلهم أكثر حساسية ضد أنشطة بعض الحشرات التى كانت فى الماضى غير هامة. فقديما لم تشكل ذبابة التفاح آفة فى بساتين التفاح بينما تتخذ الآن الإجراءات لمنع وصولها لنفس البساتين. فى أمريكا لم تمثل الندوة العسلية المتساقطة من شجرة مصابة بالمن على سيارة موديل Oldsmobile ١٩٦٧ أى مشكلة لصاحب السيارة الموضوعة تحت تلك الشجرة ولكن الآن نفس الشخص الذى تملك سيارة ٢٠٠١ لا يستطيع تحمل وضع سيارته تحت نفس الشجرة التى تحمل نفس الإصابة.

يندر أن يعزى الوضع الآفى "الضار" إلى واحد فقط من المسببات السالفة الذكر وعادة ما تلعب جميع العوامل دوراً بدرجات مختلفة ومع ذلك عند التفكير فى الآفة ينظر إليها من وجهه النظر بالزيادة الثابتة أو الدائمة والكبيرة التى تلحق ضرر إقتصادى.

الثالث عشر: مسببات الفورانات الحشرية فى المحاصيل

The causes of insect outbreaks in crops

تطور الوضع الآفى أو بمعنى آخر لماذا تصبح الحشرات آفات؟ وما هى مسببات الفورانات الحشرية ذات الإرتباط الوثيق معاً؟. فيما يلى بعض مسببات الفورانات الحشرية المرتبطة بالمحاصيل الزراعية:

أ- زراعة محصول واحد على نطاق واسع

يتسبب ذلك فى توفير كميات ضخمة من غذاء خاص قد يكون مرغوب لنوع معين من الحشرات مما يقلل من قيودا كثيرة على هذا النوع فيسمح له ببناء عشائر ضارة كبيرة.

ب- الظروف الجوية الملائمة

قد تساهم الظروف الجوية فى زيادة عشائر الآفات الحشرية فكثير من أنواع المن مثل من البقوليات تكون عشائر ضخمة عند تواجد ربيع بارد تسود فيه درجات حرارة من ١٥ – ١٨° م التى تلائم المن ولا تلائم نمو أعدائه الطبيعية.

جـ – الإستخدام الغير مميز لمبيدات الآفات

يقلل ذلك من التنوع الحشرى "الأنواع":

إن ميكانيكية فوران الآفات Pest upset الذى قد ينشأ عند إستخدام سموم بالملامسة أو سموم معدية يتم من خلال الإضرار المباشر على الحشرات الكاملة للأعداء الطبيعية وهناك عدة أمثلة لذلك:

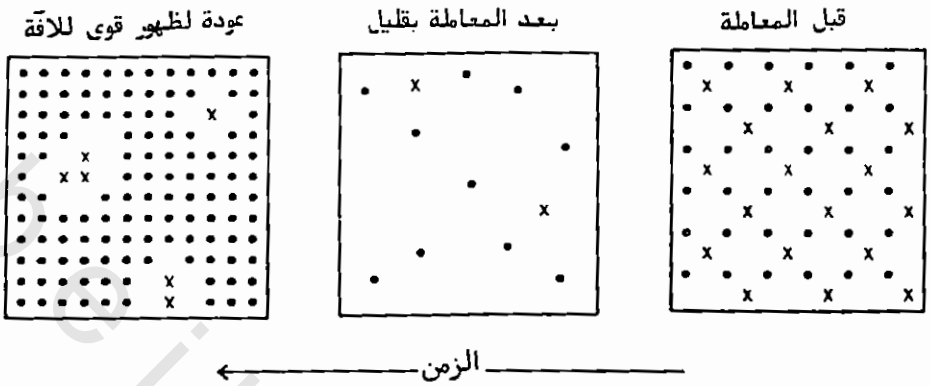
١- عودة ظهور الآفة المستهدفة Target pest resurgence

تحدث هذه الظاهرة عندما لا تقتل المبيدات نسبة كبيرة من عشيرة الآفة ولكنها تقتل نسبة أكبر من أعدائها الطبيعية (شكل ٩) مما يسمح للآفة المستهدفة للعودة بكثافة عشيرية عالية تؤدى إلى أضرار إقتصادية كبيرة.

فـــوران آفـــة أوليـــة

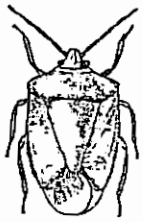
× = طفيل – مفترس

● = آفـــة



شكل ٩: تأثير المعاملة الكيماوية على وفرة وإنتشار الآفة الرئيسية (المستهدفة) خلال تأثيرها على الأعداء الطبيعية

٢- ظهور آفات ثانوية Secondary pest outbreak



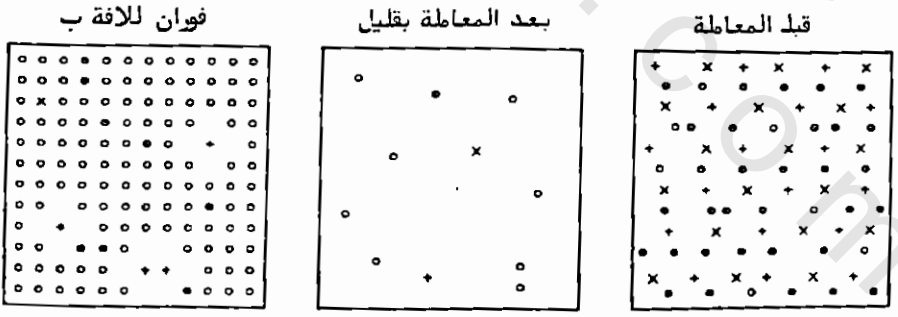
فـــوران آفـــة ثانويـــة

● = الآفـــة (أ)

○ = الآفـــة (ب)

× = عدو طبيعي لـ (أ)

+ = عدو طبيعي لـ (ب)



شكل ١٠: تأثير المعاملة الكيماوية على وفرة وإنتشار آفة ثانوية من خلال تأثيرها على الأعداء الطبيعية للآفة الثانوية

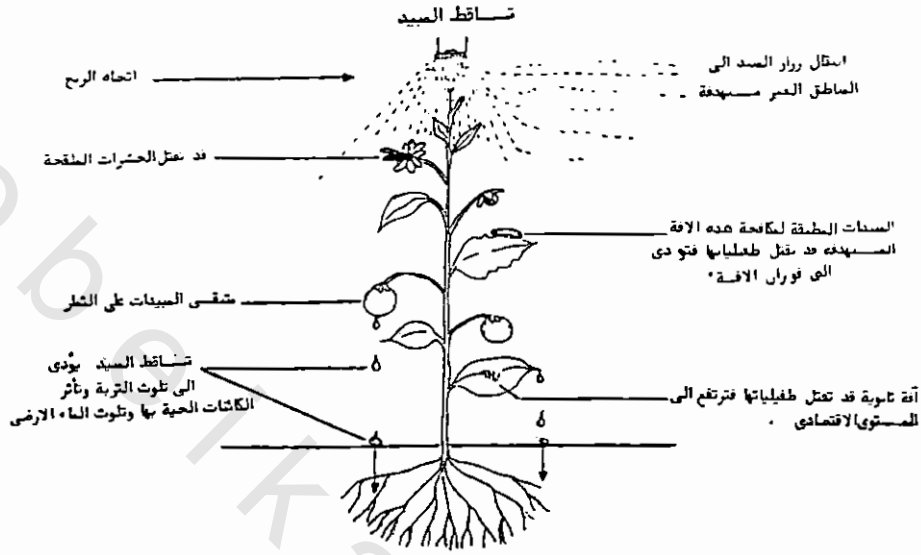
تحدث هذه الظاهرة عندما تضر المبيدات بالأعداء الطبيعية لآفة ثانوية تتعايش فى نفس مكان الآفة الضارة المستهدفة (شكل ١٠) أى أن المعاملة بالمبيدات حررت الآفة الثانوية من عوامل الموت البيولوجية المرتبطة بها فإرتفع تعداد عشيرتها إلى مستويات ضارة ومن أمثلة ذلك فى مصر فوران آفات المن والذباب الأبيض واليقة الخضراء ودودة اللوز الامريكية والأكاروسات والحشرة القشرية الرخوه *Pulvinaria elongata* على قصب السكر وغيرها عقب الإستخدام المكثف للمبيدات على آفات أخرى. من أحدث أمثلة الآفات الثانوية التى ظهرت فى السنوات الأخيرة فى مصر ذبابة الخوخ *Bactrocera zonata* . وهى آفة رغم إنها متعددة العوائل حيث تهاجم المشمش والخوخ والجوافة والبرتقال وغيرها من ثمار الفاكهة إلا أن عشائرها كانت دائماً تحت المستويات الإقتصادية. وقد شاهدها مؤلف الكتاب فى نهاية عامى ٢٠٠٠، ٢٠٠١ على بعض عربات بشائر البرتقال وبكثافة تفوق الذباب المنزلى. ويعتقد المؤلف بأن سبب فوران هذه الآفة يرجع إلى: (١) إستخدام المبيدات وإجراءات المكافحة الأخرى ضد ذبابة ثمار فاكهة البحر الأبيض المتوسط مما أثر على طفيليات ذبابة الخوخ. (٢) أدى خفض عشائر ذبابة فاكهة البحر المتوسط إلى زيادة منافس قوى لها (ذبابة الخوخ) وساهم ذلك إلى رفع عشائر الأخيرة. (٣) إختفاء الأنواع المنافسة وموت الأعداء الطبيعية لهذه الذبابة إلى جانب طول عمر الحشرات الكاملة وطول فترة وضع البيض وتواجدها طوال العام وتعدد عوائلها كل ذلك ساهم فى رفع عشائرها إلى مستويات إقتصادية.

٣- غياب الأنواع المتنافسة Competitors

فتطبيق مبيد حشرى ما لا يقلل فقط عشيرة آفة ما بل يقلل أيضاً منافس النوع الحشرى وبمجرد أن تكتسب الآفة مقاومة للمبيد فإن غياب التنافس مع المتغذيات الأخريات على نفس المورد الغذائى قد يؤدى إلى فورانات خطيرة للآفة المستهدفة.

٤- التأثيرات الجانبية للمبيدات

أمكن الحصول على معلومات أخرى عن ميكانيكيات فوران الآفات مثل تلك المعلومات تعطى مفاهيم أساسية للتكامل الناجح بين المكافحة الكيمائية والبيولوجية من ناحية ولإدارة أفضل للآفات الحشرية من ناحية أخرى (شكل ١١). من هذه التأثيرات:



شكل ١١: التأثيرات الجانبية عند مكافحة آفة رئيسية بالمبيدات الحشرية

أ- التأثيرات على القيمة الغذائية للنبات:

قد يحدث الفوران الحشرى نتيجة تأثير المبيد على القيمة الغذائية للنبات وليس نتيجة تأثير غير مرغوب على الأعداء الطبيعية. من أمثلة ذلك بعض أنواع الحلم وبعض حشرات متشابهة الأجنحة حيث أثر ذلك على زيادة القدرة التكاثرية والبقائية لهذه الآفات فقلل ذلك من فعل العدو الطبيعى. ومن المهم هنا أن نميز بين هذا النوع من الفورانات وتلك الناشئ نتيجة التأثير على العدو الطبيعى كما ذكر من قبل.

ب- سمات الإنتشار والنشاط الفصلى للأعداء الطبيعية:

سمات الإنتشار والنشاط الفصلى Seasonal activity للأنواع النافعة قد تعوق عودة الحشرات النافعة للمناطق المعاملة حتى بعد زوال المتبقيات السامة. بعض أنواع الحلم المفترس الغير نشط فى الهجرة والإنتقال نسبياً قد لا يدخل المناطق المعاملة لفترات طويلة جداً. كما أن إنتشار بعض طفيليات المن الهامة والنشطة على الحشرات القشرية لا يتعدى ١٠ صفوف من أشجار الموالح كل عام وتحت الظروف العادية فإنه

من الصعب على الطفيليات أن تستعيد مواقعها فى الحال عقب تواجد متبقيات سامة. مثل هذه الظاهرة تسمح للآفة أن تزداد وتصل إلى مستوى الفوران قبل رجوع الأعداء الطبيعية إلى المناطق المعاملة. ولقد وجد أن بعض المبيدات تظل ثابتة فى البيئة دون تحلل لسنوات مثل المبيدات الكلورونية العضوية وتعمل على قتل الأعداء الطبيعية الرهيفة لمدة قد تصل لأكثر من مئة عام.

جـ الإستئصال التقريبى للآفة:

الاستئصال التقريبى لآفة عقب المعاملة بالمبيدات قد يؤدى إلى إقصاء كامل Complete elimination للأعداء الطبيعية نتيجة الجوع أو رحيلها من المناطق المعاملة وعندما تستعيد الآفة مواقعها مرة أخرى يحدث لها فوراناً قبل أن تلاحقها الأعداء الطبيعية من أمثلة ذلك:

١- إستعمال مبيدات المن Aphicides التى ليس لها تأثير على أعداء المن الطبيعية ولكنها تقلل من أعداد المن لفترة تؤدى إلى جوع تلك الأعداء.

٢- الاقصاء الشبه التام عقب إستعمال ممرض حشرى قد يعقبه فوران الآفة.

د- غياب الطور الملائم من الآفة عقب المعاملة الكيماوية:

من أمثلة ذلك حدوث فوران للذباب الأبيض عقب استعمال مستحلب الكيروسين رغم أنه من الناحية الكيمائية غير سام للأعداء الطبيعية ولكن عمل على إزالة مؤقتة للأطوار الملائمة والحساسة للطفيليات مما أدى إلى رحيل الطفيليات وأعقب ذلك فوران للآفة قبل أن تعود الأعداء الطبيعية مرة أخرى.

هـ- رذاذ المبيدات ومخزون الأعداء الطبيعية:

فالرذاذ ذات التأثير السام الطويل الأمد والآتى من المناطق المعاملة القريبة عامل هام فى الإضرار بمخزون العدو الطبيعى وطالما بقيت تلك المتبقيات السامة فإن مخزون الأعداء الطبيعية القريبة من المناطق المعاملة تفقد فاعليتها ويتأخر عودتها إلى حالتها الطبيعية وإنتقالها إلى المناطق المعاملة.

و- التأثير المصيدى Trap effect

فى حالات كثيرة يلاحظ فوران آفى على طول الجوانب الغير معاملة من المحصول تتشابه مع تلك المتسببة من رذاذ المبيدات فهذه الجوانب قد لا يصل إليها رذاذ المبيدات ولكن الأعداء الطبيعية فيها تستنزف نتيجة إنتقالها إلى المناطق المعاملة وموتها بالمتبقيات السامة وهذا ما يطلق عليه بالتأثير المصيدى. مثل ما حدث بالنسبة لخنفساء الفيداليا والتى قتلت تماماً فى ١٩٥٥ فى كاليفورنيا عند رش الـ DDt حول مزارع العنب والموالح لخفض تعداد الناموس.

ز- رذاذ المبيدات ونسب العائل إلى العدو الطبيعى:

إن وصول رذاذ المبيدات إلى المناطق الغير معاملة قد يغير من نسبة العائل إلى العدو الطبيعى. ففى كاليفورنيا أثر رذاذ المبيدات الذى وصل إلى مناطق غير معاملة على طفيليات البق الدقيقى الأسترالى *Icerya purchasi* عند تطبيق الملاثيون فالبق الدقيقى يحتاج لتركيزات عالية لقتله لذا حدث فوران فى البق الدقيقى فى المناطق المجاورة الغير معاملة.

كقاعدة عامة متبقيات المبيدات تستمر فى قتل الأعداء الطبيعية طالما ظلت متبقياتها مميتة للحشرات الكاملة الحديثة الخروج للأعداء الطبيعية والتى تؤدى إلى إقصاء كامل لها نظراً لشدة تأثر تلك الأعداء الطبيعية بالمبيدات. وفوران الآفات المستهدفة والآفات الثانوية يساهم كثيراً فى مقاومة الآفات للمبيدات حيث تتطلب تلك الآفات إلى إستخدام المزيد من المبيدات وربما بجرعات أكبر وعلى فترات أقصر مما يزيد من فرص تكوين السلالات المقاومة من الآفات. وهناك بلا شك طرق أخرى خلاف التى ذكرت والتى عن طريقها يحدث فوران للآفات. فلقد وجد أن الأعداء الطبيعية للمن تقتل عندما ينجذب المن إلى النباتات المعاملة بأنواع معينة من المبيدات التى لا تؤثر على المن نفسه. كما أن الأضرار بالإتزان الرهيف بين الحشرات وأعدائها الطبيعية تؤدى إلى حدوث فورانات حشرية. وقد يرجع ذلك للأنظمة الزراعية التى تهيئ أماكن لتكاثر نوع حشرى معين بينما تجعل الظروف غير ملائمة لطفيليات ومفترسات هذا النوع. وقد ينتج هذا الإضرار أيضاً من الإستخدام السئ للمبيدات. ففى

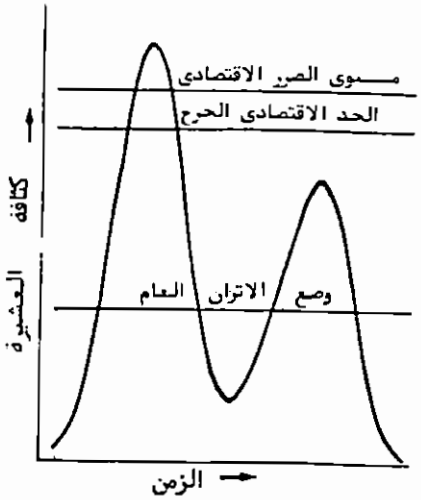
دراسة أجريت فى أمريكا عن التأثير السئ للمبيدات فى ١٩٥٢ فى أراضى المراعى، لم يفلح الكلوردان والألدرن والديلدرن فى مكافحة نطاط الأوراق *E. fabae* بل لوحظ زيادة غير عادية فى عشائر الآفة تعدت العشائر الطبيعية فى المناطق الغير معاملة ووجد أن ذلك قد يرجع إلى واحد أو مجموعة من العوامل الآتية: (١) الإضرار بالأعداء الطبيعية (٢) خفض فى تعداد عشائر الأنواع المنافسة (٣) ربما نشأ ذلك من تأثير مباشر وملائم لنمو الآفة نفسها.

الرابع عشر: أخصائى إدارة الآفات Pest-management specialist

هو شخص لديه القدرة على إدارة الآفات فى مزرعة ما. وتشمل مؤهلات هذا الشخص إلمامه بتقسيم وبيولوجى وإيكولوجى أكثر الأنواع أهمية من الحشرات والاكاروسات ومعرفته بخصائص كيماويات مكافحة الآفات المتاحة فى المنطقة وطرق اخذ العينات والمستويات الإقتصادية للآفات للمحاصيل المختلفة وتفهم جيد لخصائص نمو وإنتاج المحاصيل التى تزرع بالمنطقة.

الخامس عشر: مستوى الضرر الإقتصادى Economic injury level (EIL)

مستوى الضرر الإقتصادى EIL (شكل ١٢) هو أساس أى قرار يتخذ فى الإدارة المتكاملة للآفات IPM. ويستخدم هذا المصطلح ليشير إلى مستوى الآفة الحشرية أو الأكاروسية التى عندها يجب أن تستخدم عمليات إضافية فى إدارة الآفات الحشرية لمنع الفقد الإقتصادى الذى ينتج من فقد فى المحصول أو خفض فى نوعية المحصول القابل للتسويق. وهناك تعريف آخر (Headley, ١٩٧٢) يشير إلى تعداد أو عشيرة الآفة التى تحدث خسارة فى الربح تساوى تكلفة منع الخسارة. وفى تعبير أبسط هى أقل كثافة عددية للآفة تسبب ضرر إقتصادى بفرض أن تكاليف المكافحة يمكن تقديرها كما يمكن تقدير العائد من تلك التكاليف حيث يمكننا أن نقرر متى يجب البدء فى إجراءات المكافحة عند مستوى تعداد حشرى معين. وبالطبع يجب إجراء طريقة المكافحة المناسبة عندما يكون العائد الذى يمكن تحقيقه من تطبيق أسلوب المكافحة الذى سيتخذ أكبر من تكاليف المكافحة. ومن سوء الحظ إننا عادة ما نفشل فى توقع مشاكل الآفة وبذا يكون الإهتمام الرئيسى هو خفض مستويات الضرر بخفض مستويات عشيرة الآفة إلى ما هو أسفل الـ EIL.



شكل ١٢: مستوى الضرر الإقتصادى والحد الإقتصادى الحرج ووضع الإتزان العام لعشيرة إفتراضية

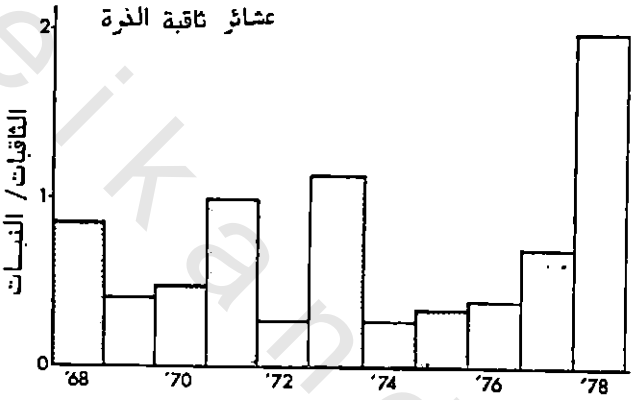
إن التقييم الدقيق للضرر الإقتصادى يختلف من محصول لمحصول ومن مكان لمكان لنفس المحصول ومن وقت لآخر ومن بلد لآخر تبعاً لعوامل ايكولوجية وإقتصادية. إن إستخدام العلاج الوقائى ضد الإصابة الحشرية المحتملة أو الفقد فى المحصول ضد المبادئ الأساسية لإدارة الآفات. والعلاج الوقائى لا يمكن تجنبه ما لم نستطع التنبؤ بدقة عما سيحدث وما لم نستطيع تقدير المستويات الإقتصادية مثل ET،EIL

السادس عشر: الحد الإقتصادى الحرج Economic threshold (ET)

قد يكون من المهم مكافحة حشرة ما عند مستوى تعدادى منخفض وذلك لأن المعلومات الايكولوجية والبيولوجية على هذه الحشرة تشير إلى أنها ستزداد كثيراً فى العدد وتصل بسرعة إلى حد الضرر الإقتصادى إذا لم تكافح عند هذا التعداد المنخفض وعلى ذلك فإن الحد الإقتصادى الحرج (ET) هو مستوى تعداد الآفة الذى عنده تطبق طرق المكافحة لمنع هذا التعداد من تعدى حد الضرر الإقتصادى (شكل ١٢). ولذا يستخدم المصطلح Action threshold (AT) أو الحد الذى عنده تطبق المبيدات حيث عند المعاملة تكون جميع الإقتصاديات قد درست وأخذ القرار.

السابع عشر: وضع الإتزان Equilibrium position (EP)

مستوى الضرر الإقتصادى (EIL) يرتبط دائماً – فى الغالب بعشيرة الآفة. وتعداد الآفة كما فى تعداد جميع الكائنات الحية على الأرض يتذبذب مع الزمن وعلى ذلك متوسط تعداد الحشرة الطبيعى خلال فترة زمنية ما يطلق عليه بوضع أو حالة الإتزان (EP) (شكل ١٣). والتغيرات فى تعدادات العشيرة أسفل وضع الإتزان يرجع إلى العوامل البيئية (أمطار، درجات حرارة معاكسة، ...) أو عناصر المكافحة البيولوجية أو التنافس بين أفراد العشيرة على الغذاء أو المكان. العشائر التى تظل قريبة من وضع

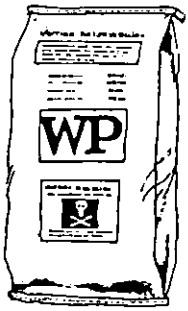


شكل ١٣: متوسط مستوى تعداد حفار ساق الذرة الأوروبى
خلال فترة زمنية لتوضيح حالة الإتزان

الإتزان الخاص بها يطلق عليها بالعشائر الثابتة Stable populations بينما العشائر التى تتذبذب كثيراً حول وضع الإتزان يطلق عليها بالعشائر الغير ثابتة.

الثامن عشر: النظام البيئى الزراعى Agroecosystem

يستخدم المصطلح ليشير لمنطقة زراعية كبيرة بدرجة تكفى للسماح بتفاعلات طويلة الأمد بين جميع الكائنات الحية بالمنطقة مع بيئتهم الغير حية.



التاسع عشر: المبيد الحشرى Insecticide

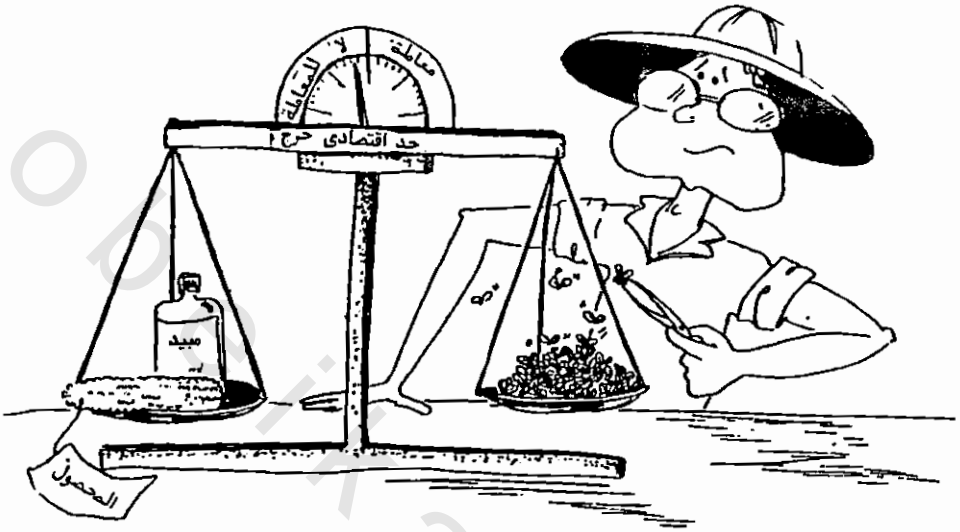
أى مادة تستخدم لقتل الحشرات.

العشرون: المكافحة الحشرية Insect control

هو أداء أى ممارسة تمنع زيادة أخرى فى نمو عشيرة الآفة أو يوقف أو يقلل مـــن عشائر الآفة المتواجدة.

جامع العينات

obeikandl.com



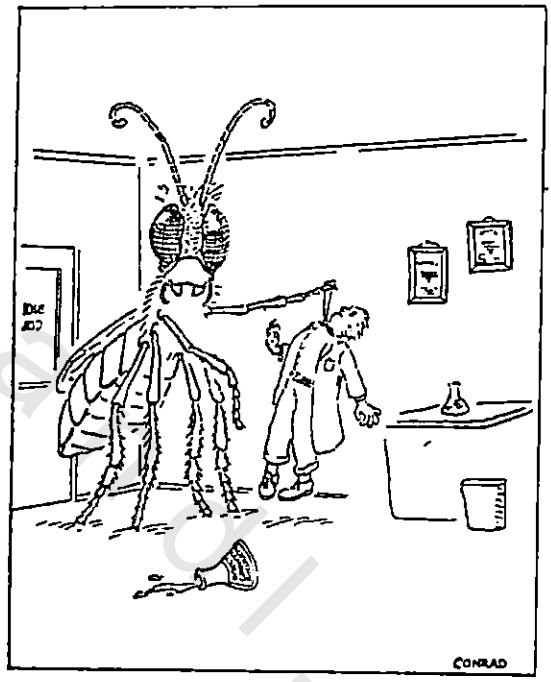
تـابـع
الوحـدة الأولـى

طبيعـة إدارة الآفات الحشريـة

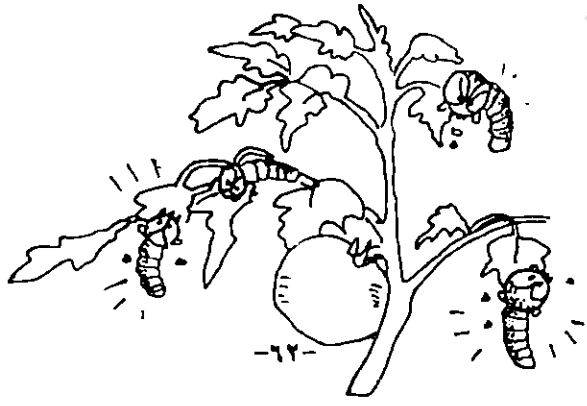
الفصـل الثانـى: نظريـة إدارة الآفـات

تنتهى الوحدة الأولى بعرض لنظرية إدارة الآفات فـى فصـل كامل وهو الفصل الثانى حيـث يبـدأ بمفـهوم إدارة الآفـات والأسباب التى تدعو لإدارة الآفات الحشـرية ثـم إسـتعراض لإستراتيجيات إدارة الآفات وأنواع الآفات وإسـتراتيجية الإدارة المحتملة لكل نوع من الآفات وينتهى الفصل بعـرض لأمثلـة تاريخية لمكافحة الحشرات عن طريق مكون واحد.

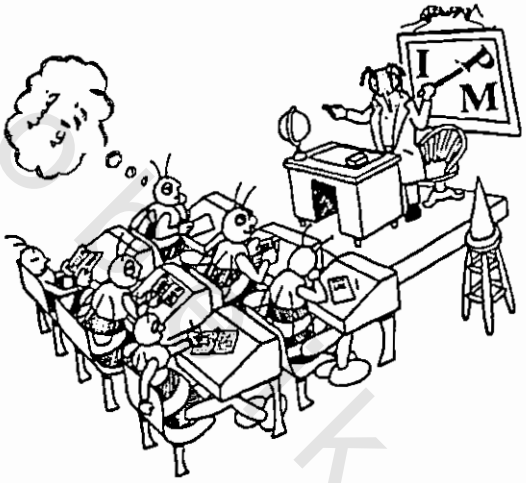
obeikandl.com



Dr. Frankinsect's Monster



الفصل الثانى: نظرية إدارة الآفات Pest management theory



أولاً: مفهوم وتعريف إدارة الآفات
The concept and definition of pest management

ماهية إدارة الآفات الحشرية؟ وكيف تختلف عن مكافحة الحشرات؟ وما الذى جعلها فجأة هامة جداً بل وشائعة؟ وكيف ومتى بدأت؟ وهل تتمشى اليوم مع استراتيجيات الزراعة الحديثة؟

إدارة الآفات الحشرية Insect pest management (IPM) هو قسم من الإدارة المتكاملة للآفات Integrated pest management (IPM) يهتم بالحشرات ومفصليات أرجل أخرى. ويبحث عن خفض الوضع الآفى باتباع أسس ايكولوجية تستخدم فيها آخر ما وصل إليه التقدم التقنى فى تقليل مشكلة الآفات. ويرتكز أساس الـ IPM على تحديد ما إذا كانت الحشرة موضع الاهتمام فى الحقيقة آفة أم لا. وإذا كانت آفة... ما مدى خطورتها "أى وضعها الضار". وتتحقق إدارة الآفات عند إستخدام أفضل أساليب أى طرق المكافحة القابلة للاستخدام معاً ضد المشكلة موضع الدارسة الناتجة عن أنشطة عشائر الآفة. أى يتميز الـ IPM بإستخدام طرق متعددة معاً فى آن واحد لحل مشاكل آفات معينة. لذلك فإن برنامج واحد لإدارة الآفات قد يشمل على إستخدام أساليب مكافحة فيها مبيدات الآفات والنباتات المقاومة للحشرات والحرث والنظافة العامة والمكافحة البيولوجية... الخ ويرتكز الإستخدام الأمثل لهذه الوسائل على التفهم العميق لأيكولوجى وبيولوجى الآفة والتكامل الملائم للمعلومات الخاصة بهذا التفهم. والهدف العام للبرنامج هو الوصول لحلول طويلة الآجل Long-term solutions وليس لحماية قصيرة الأجل. والتعريف العلمى للـ IPM هو المعالجة العملية لعشائر الآفات بإستخدام أسس إيكولوجية سليمة لحفظ عشائر الآفات أسفل المستوى الذى يتسبب عنده

ضرر إقتصادى. وهذا التعريف يؤكد على المعالجة العملية "والأسس" الأيكولوجية السليمة. فهناك كثير من طرق مكافحة الآفات ولكن قليل منها عملى كما أن هناك طرق ذات اتجاهات معاكسة ايكولوجياً. وهذا يعنى أن الـ IPM يشتمل على إستخدام أفضل لطرق المكافحة معاً لكى تسمح لنا "بالعيش" مع الآفة دون فقد إقتصادى مؤثر.

بالإضافة لما سبق وضعت عدة تعريفات كثيرة للـ IPM ومعظم تلك التعريفات ذكرت ثلاثة عناصر وهى: (١) الوسائل المتعددة multiple tactics (أعداء طبيعية، أصناف مقاومة، مبيدات حشرية...) التى تستخدم بطريقة متجانسة (٢) حفظ عشائر الآفة أسفل المستويات التى تسبب ضرر إقتصادى (٣) المحافظة على نوعية البيئة. وهناك صفات إضافية تساعدنا فى مفهوم إدارة الآفات لخصها Geier ١٩٦٦ حيث أكد أن البرنامج يجب أن يكون: (١) اختيارى للآفة (٢) شامل للنظام الإنتاجى (٣) متفق مع الأسس الإيكولوجية (٤) يتحمل فيه النوع الضار داخل حدود يمكن تحملها اقتصادياً.

باستخدام العناصر السابقة الذكر يمكن أن نعرف الـ IPM على أنها "التقنية الشاملة للآفات التى تستخدم وسائل مجتمعة tactics (خيارات) لكى تقلل وضع الآفات the status of pests لمستويات يمكن تحملها مع المحافظة على نوعية البيئة. ويتضمن هذا التعريف عدة إشارات تنفرد فيها إدارة الآفات عن التقنيات الأخرى للآفات. فهى تبحث أولاً فى التعامل مع الآفات فى محيط النظام الإنتاجى كله وليس فى صورة مجموعات منفصلة من المشاكل الفردية. كما تقترح بأن هناك عدة طرق (عدة خيارات) يمكن إستخدامها لتخفيف المشاكل دون الإعتماد الكلى على أسلوب فردى مثل مبيدات الحشرات فقط. وأهداف الـ IPM واضحة أيضاً من التعريف. فالهدف الرئيسى للاتجاه هو خفض الوضع الآفى pest status. وبالرغم من أن تقليل أو خفض الوضع الآفى قد يتحقق بقتل الآفات ولكن القتل نفسه ليس هو الهدف ولكن الهدف هو منع الفقد الاقتصادى. فوضع الآفة فى الحقيقة يمكن تقليله أيضاً بواسطة تجنب أو طرد الآفات أو بخفض معدلاتها التكاثرية.

يتضمن التعريف أيضاً أن عشائر الآفة أو تأثيراتها يجب خفضها لمستويات يمكن تحملها ويعنى التحمل أن الإنسان يجب أن يتقبل وجود نوع أو أنواع الآفات عند

مستويات ليست ذات أهمية اقتصادية. ويسمح هذا المفهوم بأن الإبعاد الكامل للآفات قد لا يكون ملائم أو عملى أو حتى غير مرغوب وخاصية القبول بوجود الآفة يضع إدارة الآفات فى جانب آخر عن مكافحة الآفات pest control.

إن الهدف الأول للـ IPM هو المحافظة على نوعية البيئة ويشير هذا الهدف بوضوح إلى حماية أو صيانة البيئة ويشمل نوعية كل من البيئات المنزرعة والبيئات الغير منزرعة (الهواء، الماء، التربة، الحياة البرية، حياة النباتات). ففى الإتجاهات السابقة فى مكافحة الآفات كان هناك تجاهل كبير لنوعية البيئة فيما عدا الإنتباه إلى قوة المحصول وعناصر التربة الهامة للنبات. و الآن تؤكد أساسيات إدارة الآفات أن الأنظمة الزراعية تسلك سلوكاً مشابهاً للأنظمة الغير مدارة unmanaged systems أو الطبيعية بمعنى أنها ذات تنوع من العناصر المتفاعلة مثل عشائر الحشرات الطبيعية natural insects والأعداء الحشيشية weed enemies التى تؤثر فى ايكولوجى بيئة المحاصيل. وعن طريق المحافظة على نوعية البيئة يمكن تحقيق حلول دائمة. ومعظم الاتجاهات التى تصون نوعية بيئة المحاصيل تساعد أيضاً فى المحافظة على البيئات الغير زراعية المحيطة.

إن تفهم نظرية الـ IPM يتطلب نظرة إلى الطبيعة الأساسية لمكافحة الآفات الزراعية. ومكافحة الآفات pest control هو تطبيق تقنى يعتمد على المعلومات البيولوجية للآفات لتحقيق خفض كاف فى أعدادها أو تأثيراتها. وتشمل الواجهة التقنية وسائل منها المبيدات الحشرية والمعدات المستخدمة لتطبيقها وتسمح المعلومات البيولوجية بمعرفة أين ومتى وكيف ستطبق تلك التقنية. ويمكن عرض مثال بسيط لمكافحة الآفات عن آفة منزلية شائعة وهى الصرصور الألمانى *Blattella germanica*. والمعلومات الضرورية المطلوبة لمكافحة هذه الآفة تتضمن الحقائق التالية (١) هذا النوع ذات موطن استوائى وتحت استوائى ويعيش فقط داخل المنازل فى المناطق المعتدلة (٢) يفضل البيئات الرطبة ـ المظلمة ـ الدافئة (٣) ذات مدى غذائى واسع حيث يتغذى على جميع أنواع المنتجات النباتية والحيوانية وخاصة الطعام وبقاياه المتساقطة فى المطابخ (٤) يتطلب بيض هذا النوع ٣-٤ أسابيع للفقس. والتقنية المختارة لمكافحة هذه الآفة والملائمة للتطبيق هو الـ chlorpyrifos والمكافحة

المرضية للآفة عادة ما تعنى الإستئصال التام لها من المنزل. وطبقاً للمعلومات البيولوجية سيطبق هذا المبيد فى الأركان المظلمة والشقوق والفتحات وأرفف الدواليب وتحت الأحواض والأماكن المختبئة الأخرى فى المطابخ ودورات المياه. ونظراً لأن الرش سيقتل فقط الحوريات والحشرات الكاملة فإنه ستكون هناك حاجة لتطبيق المكافحة ٢-٣ مرات بفاصل زمنى إسبوعان فى كل مرة لقتل الحوريات الحديثة عند فقس البيض الذى لا يتأثر بالرش بالإضافة إلى أنه يجب إزالة الطعام وبقاياه المتساقطة لحرمان الآفة من الغذاء والعودة إلى إستقرار إصابة جديدة. ورغم أن هذا المثال بدائى ولكنه يوضح الطبيعة المزدوجة لمكافحة الآفة فإذا كانت المعلومات البيولوجية أو التقنية غير كافية فإن البرنامج يكون معرض للفشل.

هناك مصطلح آخر كثيراً ما نقابله وهو المكافحة المتكاملة Integrated control الذى من الشائع تبادله مع الـ IPM رغم أن المصطلحان غير متطابقان. فهناك إختلاف حقيقى بين الـ IPM والمكافحة المتكاملة ورغم صغر هذا الإختلاف إذا قورن بالفكرة القديمة الخاصة بالمكافحة الحشرية Insect control التى تعتمد على إجراء واحد فقط وهو على وجه الخصوص المكافحة الكيماوية. فى البداية قصد بالمكافحة المتكاملة تحوير المكافحة الكيماوية بطرق معينة لحماية الأكاروسات والحشرات النافعة وبمعنى آخر عمل تكامل بين المكافحة الكيماوية والبيولوجية. ثم اتسع هذا المفهوم فيما بعد لكى يشمل جميع الطرق المناسبة التى يمكن استخدامها بطريقة متممة لبعضها البعض لخفض عشائر الآفة وحفظها عند مستويات لا تحدث ضرر إقتصادى وهذا ما يعنى فى الحقيقة IPM.

ولكلاً من المكافحة المتكاملة والـ IPM مميزات هامة فى حماية المحصول عند مقارنتها بمكافحة الآفات الحشرية والتى تعنى المعاملة بالمبيد الحشرى عند تواجد الآفة بغرض محاولة قتل جميع الحشرات على المحصول بينما يشمل الـ IPM خيارات متنوعة أى بعض منها قد لا يخفض معنوياً عشيرة الآفة ولكن مجمل تلك الخيارات سيؤدى فى النهاية إلى خفض كافى لمنع الضرر الإقتصادي. وهذا لن يعنى التخلص من الآفة تماماً من المحصول أو المنطقة. وفى الحقيقة فى الـ IPM هناك رغبة للحفاظ على مستويات منخفضة من الآفة فى جميع الأوقات والأسباب سيأتى شرحها فيما بعد.

إن الـ IPM ليس "نظام جامد" static غير منتج بل فى الحقيقة "نظام ديناميكى" dynamic فهو دائم التغير مع تطور وتنامى تفهمنا الأفضل لجميع العوامل التى تؤثر فى النظام. وتتضمن تلك العوامل المناخ وتعاقب النباتات العائلة والحشرات النافعة وأنشطة الإنسان. والإدراك الضيق للـ IPM يعنى إدارة قليل من الآفات الحشرية الهامة التى توجد عامة على المحاصيل ولكن المعنى الحقيقى للـ IPM هو أنه يجب أن يتضمن جميع الآفات الحشرية وليس فقط الافات الأكثر ضرراً "key pests" بل أيضاً الآفات الثانوية التى يندر أن تؤدى ضرر وإذا لم ندرك هذا قد نجد فجأة بعض من تلك الآفات القليلة الأهمية "minor" أو حتى الغير ضارة "non-pests" إرتفعت لمستوى الآفات الحشرية الخطيرة وذلك لفشلنا فى وضعها فى الهيكل الإجمالى للـ IPM. والأمثلة التى ستذكر فيما بعد تبين مميزات إستخدام مجاميع من عمليات الإدارة المتعددة لخفض عشائر الآفات. وهذا لا يعنى بالضرورة أن توظف جميع الأساليب (الخيارات) فى نفس الوقت فهناك عمليات مختلفة قد تتلائم مع أوقات مختلفة من السنة. ومع ذلك جميع الأساليب تساهم فى جهد مشترك فى خفض إجمالى فعال للآفة حتى ولو كان تأثير أى عملية بمفردها صغير وعن طريق جميع تلك العمليات معاً يمكن تجنب المشكلات المرتبطة بالإعتماد على عملية واحدة.

إن مفهوم الـ IPM ليس بجديد والجديد فيه هو المصطلح فكثير من مكونات النظام الناجح للـ IPM كانت معروفة منذ أكثر من ٧٠ سنة من خلال البحث الخاص بـ Dwight Isely فى أركنساس بأمريكا. فعمله المكثف البعيد النظر على أكاروسات وحشرات القطن فى أواسط العشرينات كانت كافية لوضع أسس سليمة للـ IPM فى يومنا هذا. فإدارته لآفات القطن مثل سوسة اللوز ودودة اللوز والحلم العنكبوتى إعتمد على أسس بيئية تطبيقية تشكل أساس ناجح للـ IPM.

عندما أصبحت المبيدات العضوية المخلقة متاحة فى أواخر الأربعينات إعتمد عليها المشتغلون فى المجال الزراعى وأهملوا أى طريقة أخرى من طرق المكافحة وإستغرق ذلك عديد من السنين قبل أن تظهر المشاكل المترتبة على المكافحة الكيماوية والحاجة إلى تغيرات فى أساليب المكافحة حيث نشأ مفهوم الـ IPM من جديد فى سنوات ١٩٦٠ كنتيجة لفشل المبيدات الحشرية خاصة فى إنتاج القطن والتى تطلب فى

بعض المناطق ١٢ رشة على الأقل.

وهكذا فى تداولنا لمشاكل الآفات الحشرية أتممنا دائرة كاملة بدأت بأيام الإعتماد على علم البيئة التطبيقى إلى المكافحة الكيماوية إلى المكافحة المتكاملة إلى نظام الـ IPM المتعدد الأساليب أى الخيارات والمبنى على أسس إيكولوجية.

ثانياً: الحاجة لإدارة الآفات الحشرية The need for insect pest management

لماذا نحن فى حالة إلى الـ IPM؟ ولماذا لا نستمر فى مكافحة الحشرات كما كانت فى الماضى؟ إن الإجابة على تلك الأسئلة معقدة إلى حدٍ ما. ولتفهمها دعنا نلقى نظرة على التاريخ التقنى لمكافحة الآفات.

أ- ما قبل عصر المبيدات Pre-insecticide era

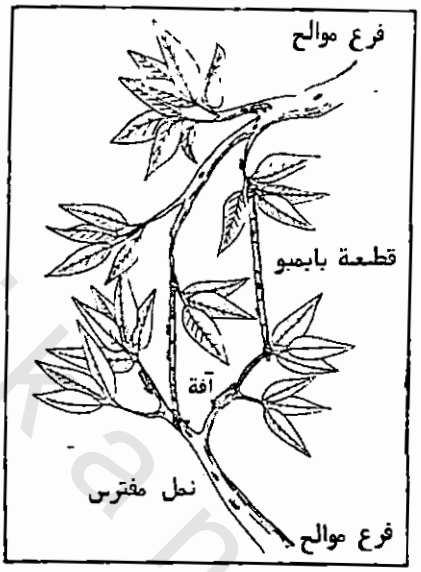
إن مشاكل الآفات الزراعية والأساليب العملية الخاصة بتخفيفها قديمة تقريباً قدم بداية زراعة المحاصيل ويبدو أن أول تسجيل للاستخدام التقنى هو إستخدام الكبريت ــ وهو مبيد حشرى مازال يستخدم ــ بواسطة قدامى السامريون منذ ٢٥٠٠ سنة قبل الميلاد وقبل عصر الإنجيل أيضاً إستخدام كل من المصريون والصينيون المبيدات الحشرية المجهزة من الأعشاب والزيوت لحماية البذور والحبوب المخزونة.

حدث تقدم هام فى حوالى ٣٠٠ سنة قبل الميلاد وهو التعرف على الـ phenology كعلم مما أدى إلى وضع أسس ميعاد زراعة المحاصيل لتجنب الضرر بواسطة الآفات. اكتشف الصينيون فى أثناء هذا إستخدام الأعداء الطبيعية لمكافحة الحشرات مثل وضع النمل المفترس (شكل ١٤) على الموالح لتقليل الإصابات الحشرية.

فى العصور الوسطى حدث تقدم قليل فى مكافحة الآفات (من نهاية الامبراطورية الرومانية إلى سنة ١٠٠٠ بعد الميلاد). ثم إكتشف الصينيون فى سنة ١١٠١ إستخدام الصابون فى مكافحة الآفات وفى أواخر سنوات ١٦٠٠ شاع إستخدام منقوع الدخان ومبيدات حشرية من أعشاب نباتية أخرى بالإضافة إلى الزرنيخات.

ثم ظهرت مع التوسع الزراعى فى سنوات ١٧٠٠ أهمية التجميع الحرارى فى

تحديد فينولوجى الحشرات وإستخدمت هذه الفكرة تقريباً لقرنان من الزمان للتنبؤ بأنشطة الحشرات ووقت مكافحة الآفات.. وتقدم أيضاً مفهوم المقاومة النباتية للحشرات فى سنوات ١٧٠٠ ضد ذبابة الهسيان *Mayetiola destructor* فى



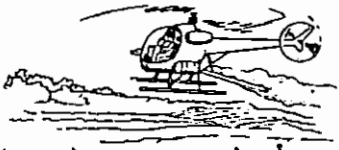
شكل (١٤) إستخدام النمل المفترس فى مكافحة آفات الموالح يشكل أول مثال عرف عن إستخدام الأعداء الطبيعية فى مكافحة الآفات

أمريكا وأعيد الإهتمام بإكتشاف المبيدات الحشرية النباتية، ثم صاحب التوسع الإمبراطورى فى سنوات ١٨٠٠ تقدم تقنى فى مكافحة الآفات للبلاد التى أرسلت مواطنيها ومنتجاتها الزراعية بعيداً عن حدودها. وأدى هذا إلى دخول الحشرات مناطق جديدة. من أمثلة الإدخالات الملحوظة حشرة سان جوزيه القشرية *Quadraspidiotus perniciosus* التى دخلت إلى الولايات المتحدة من الصين وخنفساء بطاطس الكلورادو *Leptinotarsa decemlineata* التى دخلت أوروبا من الولايات المتحدة. وأدى الفقد الكبير الذى تسببه تلك الآفات الأجنبية فى كثير من البلاد إلى ظهور إجراءات الفحص والحجر الزراعى وهذا ساهم فى توضيح إنتشار الآفات الحشرية حول العالم.

ثم حدث فى أواخر سنوات ١٨٠٠ وأوائل ١٩٠٠ تطور سريع فى معدات تطبيق المبيد الحشرى واخترعت شركة vermorel الفرنسية أول معدة رش وظهرت أول آلة رش فى ألمانيا فى ١٩٠٤ واستخدمت هذه الرشاشات التجارية أساساً فى أوروبا لرش مبيدات الآفات على محاصيل الفاكهة والعنب. فى هذه الفترة إزداد إستخدام المبيدات فى الولايات المتحدة على القطن للتغلب على مشكلة سوسة اللوز *Anthonomus grandis* وشكلت المساحيق أولى تجهيزات المبيدات الحشرية التى طبقت.

شاع إستخدام الطائرات بقدوم عام ١٩٢٠ فى جميع أوجه الأنشطة. لذا ليس من المدهش أن نجدها قد جهزت أيضاً لتطبيق مبيدات الآفات حيث حدث ذلك التطور فى الولايات المتحدة فى ١٩٢١ واستخدمت الطائرات فى ١٩٢٢ فى برنامج مكافحة الآفات الطارئة مثل سوسة لوز القطن.

لم تكن معظم المبيدات الحشرية فى سنوات ١٩٢٠ و ١٩٣٠ فعالة. بل كانت غالية الثمن وصعبة وخطيرة فى التطبيق وإلى حدٍ ما سامة للنباتات وغير فعالة نسبياً بمقاييس اليوم. لذا لم يعتمد كثيراً على المبيدات الحشرية فى خفض الآفات. وإعتمد علماء الحشرات التطبيقيون على تطوير طرق إعتمدت على نظافة المحصول ووقت الزراعة ووقت الحصاد وتداولات بيئية أخرى معاً مع المبيدات الحشرية بكميات أقل لتحقيق أهدافهم فى تخفيف مشاكل الآفات.



ب- عصر المبيدات الحشرية Insecticide era

حياة هذا العصر تقريباً من ١٩٣٩ حتى ١٩٦٢. بدأ بتطور ضخم لمبيدات حشرية عالية التأثير وانتهى بتحرير جيد لوهم أنها الوسيلة الوحيدة لمكافحة الآفات.

لقد بدأ عصر مكافحة الحشرات بالمبيدات الحشرية بإكتشاف خصائص الددت (DDT) فى قتل الحشرات (dichlorodiphenyltrichloroethan). وقبل دخول الددت كانت معظم المبيدات الحشرية المستخدمة تجهز من تقطير البترول وقار الفحم أو من مشتقات نباتية أو من مركبات غير عضوية خاصة الزرنيخات. ثم ظهر اتجاه فى الكيمياء التطبيقية لتخليق مركبات جديدة وبحث العاملون فى مكافحة الآفات فى تخليق مركبات قاتلة للحشرات moth-proofing agents. وفحص Dr. Paul Müller الكيميائى السويسرى فى شركة جايجى الددت أثناء البحث فى تطوير مبيد حشرى جديد

مخلق. تم تخليق هذا المركب الغامض فى ١٨٧٣ بواسطة طالب دراسات عليا ألمانى Othmar Zeidler الذى لم يتحقق من خصائصه الإبادية الحشرية وبعد أن إختبره Müller وجده فعال جداً ضد كثير من الحشرات.

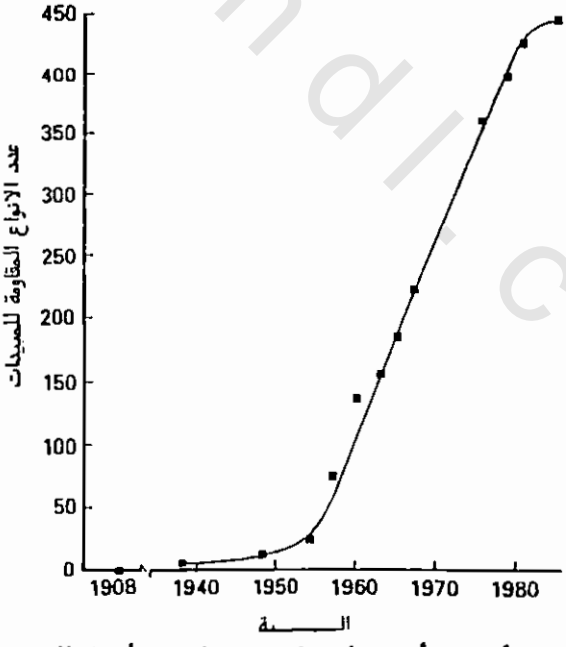
نقل سر مركب الددت للحلفاء الغربيون وإستخدم أساساً فى مكافحة البعوض والبراغيث والقمل وأنقذ إستخدامه آلاف البشر كانوا معرضين لفقد حياتهم من الملاريا والتيفوس. وكان تأثير الددت ضخم جداً فى حماية الإنسان لدرجة أنه فى ١٩٤٨ منح Müller جائزة نوبل فى الطب على إكتشافه للخاصية الإبادية للمركب. وبينما كان الحلفاء يعملوا على الددت والمركبات المرتبطة به سارع الألمان فى مجهوداتهم لإيجاد بدائل مناسبة للنيكوتين والمبيدات الحشرية الأخرى. وعمل Dr. Gerhard Schrader بنشاط مع شركة Bayer AG على الفوسفات العضوية كغازات أعصاب ممكنة واكتشفت الخصائص الإبادية الحشرية لهذه المركبات.

استمر تطوير المبيدات الحشرية فى نهاية الحرب العالمية الثانية بمعدل سريع جداً. واشتركت كثير من الشركات خاصة شركات البترول فى تطوير الكيماويات الزراعية واتسعت صناعة المبيدات الحشرية وإزدهرت. وأكد البحث الحشرى والعمل الإرشادى على ضرورة إستخدام المبيدات الحشرية فى مكافحة الحشرات. وتلى كل مبيد جديد مبيد آخر وظهرت مجاميع أخرى من المبيدات. وأصبحت مكافحة الحشرات بالمبيدات طريقة سريعة وغير مكلفة وملائمة. وإنصب الإتجاه فى مكافحة الآفات تجاه إختبار مبيدات حشرية جديدة وإختيار الأكثر فعالية منها. ومع إستمرار هذا الإتجاه أعطى الحشريون الزراعيون ظهورهم للبرامج التى تتعلق بالنظافة العامة وتواريخ الزراعة والدورات الزراعية... الخ وإنصب مجهودهم نحو إتجاه ضيق يعتمد أساساً على المبيدات الحشرية لحل مشاكل الآفات الحشرية. وإستلزم الإعتماد على المبيدات تعريف الآفة وايجاد المادة "الكيماوية" الأكثر فاعلية للتطبيق دون الإهتمام كثيراً بالعوامل الأخرى الهامة فى النظام البيئى الزراعى. وعادة ما يجرى الرش طبقاً لبرنامج تقويمى دون دراسة لفينولوجى الآفة وكثافتها ووضعها الضار. وإعتمد أسلوب المبيدات الحشرية فقط فى القدرة على قتل الحشرات وليس على وقاية المحصول وإحتل المكان الرئيسى فى تكنولوجى الآفات فتوقفت المجهودات التى تطور طرق مكافحة الحشرات والتى كانت رائدة فى تطوير الطرق المستخدمة فى أنظمة الـ IPM اليوم.

كانت هناك أسباب ملحة للحاجة للعودة إلى تطوير الـ IPM وظهر ذلك بعد مشاكل نشأت من الإستخدام الواسع للمبيدات وتأثيراتها على الأنظمة البيئية ووضعت تلك التأثيرات فى مقدمة الاهتمام خاصة فى ١٩٦٢ عندما نشرت راشيل كارسون كتاب بعنو ن الربيع الصامت والتى هاجمت فيه بشدة المبيدات الحشرية وتعاطف معها الكثيرون نحو إيجاد اتجاهات أمنة فى مكافحة الآفات وصدرت توصيات لتحسين ممارسة مكافحة الآفات فى ١٩٦٥.

جـ مشاكل عصر المبيدات الحشرية

تمثل سنوات ١٩٥٠ إلى ١٩٦٠ عصر إزدهار المبيدات الحشرية وأحد المشاكل الأولى لهذا العصر هو ظهور المقاومة resistance شكل (١٥) نتيجة لإنتخاب الأفراد ذات التركيب الوراثى التى تعايش تطبيق المبيدات والتحمل tolerance الذى يمثل مقدرة الحشرة على معايشة المبيد رغم أنها لا تحمل أساس المقاومة. وبدأت الظاهرة مع مقاومة الذباب المنزلى للددت وإستمرت هذه المشكلة فى الزيادة ويوجد اليوم نحو ٥٠٠ نوع من الآفات المفصلية الأرجل مقاومة لواحد أو أكثر من المبيدات. فخنفساء بطاطس الكلوراد مقاومة تقريباً لجميع الكيماويات المستخدمة فى المكافحة.



شكل (١٥) تنامى أعداد الأنواع المقاومة من مفصليات الأرجل للمبيدات الحشرية

والمكافحة الكيماوية لهذه الآفة ولعديد من الآفات الأخرى ستصبح فى القريب العاجل غير فعالة. ولكثير من الأنواع الحشرية مقاومة مشتركة أو متعددة cross or multiple resistance. والمقاومة المشتركة هى ظاهرة ميكانيكية فيها المقاومة لأحد المبيدات تعطى الأفراد القدرة على تحمل مبيد آخر. بينما فى المقاومة المتعددة توجد فى العشيرة أكثر من آلية دفاع ضد المبيدات المستخدمة وتتضمن ميكانيكيات المقاومة للمبيدات:

١- زيادة فى سلوك الأفراد فى تجنب المادة السامة خاصة وأن لبعض المبيدات الحشرية مثل النيم neem والبيرثرويدات pyrethroid تأثير طارد للحشرات.

٢- تغيرات فسيولوجية مثل عزل sequestration الكيماويات السامة فى أنسجة متخصصة أو خفض فى نفاذية الكيوتيكل أو سرعة إخراج المواد السامة.

٣- تحويل المادة السامة إلى غير سامة عن طريق الكيمياء البيولوجية ويطلق على هذه الظاهرة المقاومة الميتابولزمية metabolic resistance.

٤- زيادة فى تحمل المبيد راجعة لإنخفاض حساسية الموقع المستهدف للمبيد ويطلق على الظاهرة بمقاومة الموقع المستهدف target-site resistance.

أظهرت دودة براعم الدخان *Heliothis virescens* الآفة الرئيسية للقطن فى الولايات المتحدة مقاومة سلوكية ونفاذية وميتابولزمية ومقاومة فى الموقع المستهدف. وكثيراً ما تُكون الحشرات المتغذية على النباتات خاصة الحشرات المتعددة العوائل مقاومة بسرعة أكبر من أعدائها الطبيعية وربما تكون تلك الحشرات المتعددة العوائل مهيئة مسبقاً لتكوين مقاومة للمبيد الحشرى حيث تمتلك آليات لتكسير السموم للمركبات الثانوية التى تقابلها فى عوائلها النباتية. ولقد كونت بعض الأعداء الطبيعية (مثل بعض أسد المن، طفيليات، حلم مفترس) تحت الظروف الحقلية مقاومة لبعض المبيدات حيث وجد إختلاف داخل عشائر نفس النوع فى مدى تحملها للجرعات المختلفة للمبيد.

أصبح من الضرورى زيادة مستويات وعدد مرات تطبيق المبيدات الحشرية لقتل الحشرات التى أصبحت أكثر مقاومة للمبيدات وهذا بالتالى ساهم فى زيادة تكاليف مكافحة الحشرات.

شكل عودة ظهور الآفة المستهدفة target pest resurgence بـــأعداد أكـــبر مـــن أعدادها الأصلية وظهور آفات ثانوية لم تكن فى الحسبان secondary pest outbreak سمات مميزة لمشاكل عصر المبيدات الحشرية مما أوضح بجلاء الأضـــرار الجانبيـــة للمبيدات على الكائنات الغير مستهدفة كالطفيليات والمفترسات هذا إلى جانب تأثير تلـــك المبيدات على نحل العسل والملحقات ومفصليات التربة والحيوانات البريـــة كالأســـماك والطيور وحيوانات المزرعة.

ظهر أيضاً فى عصر المبيدات أن بعض المبيدات تظل فى البيئة ثابتة دون تحلـــل لسنوات وعمل بعضها على قتل الأعداء الرهيفة بصفة مستمرة ولفترات طويلـــة مـــن الزمن مثل المبيدات الكلورنية العضوية ذات الثبات العالى لتركيبها الكيمـــاوى الثـــابت. وأدى هذا الثبات إلى ظهورها فى السلسلة الغذائية وظهرت مشكلة المتبقيات فى الغـــذاء وفى محاصيل العلف وفى التربة والحيوان.

ظهر أيضاً الحاجة إلى مبيدات أكثر سمية وأقل ثباتاً للتغلب على مشكلة المتبقيـــات ولكنها خلقت مشكلة أخرى وهى السمية العالية للثدييات وخاصـــة الأخطـــار الصحيـــة للأشخاص اللذين يستخدمونها ولحيوان المزرعة. كما أصبح هناك حاجة ماسة لتكـــرار إستخدام تلك المبيدات عدة مرات لقلة ثباتها. ونظراً لأن تلك المبيـــدات الأكـــثر ســـمية والأقل ثباتاً أغلى سعراً من غيرها لذا ارتفعت تكاليف المكافحة وأصبحت تشكل جـــزء هام فى اقتصاديات المحصول.

أدى استبعاد بعض المبيدات من السوق إلى كثرة الطلب على المبيـــدات الأخـــرى مما أدى إلى حدوث نقص فى كثير من المبيدات الشـــائعة الإســـتعمال المؤثـــرة علـــى الحشرات وأدى ازدياد التضخم الى زيادة هائلة فى أسعار المبيدات مما أدى إلى رفـــع تكلفة الإنتاج. كما ساهم إرتفاع أسعار البترول بشدة فى رفع أسعار المبيدات نظـــراً لأن المذيبات البترولية جزء هام فى تركيبات المركزات القابلة للاستحلاب.

قرب نهاية العصر الذهبى للمبيدات إنتبه العامة من خلال التقـــارير العلميـــة إلـــى تراكم عديد من المشاكل بالإضافة إلى علاقتها بالصحة العامـــة مثـــل علاقـــة بعضـــها بالفشل الكلوى والإجهاض والأمراض الخبيثة وغيرها. وأصبح الإنسان بيـــن طرفيـــن

يبدوان لأول وهلة وكأنهما متناقضان تماماً. ضرورة إستخدام المبيدات من جانب والأضرار التى تسببها هذه المبيدات من جانب آخر خاصة علاقتها بفوران الحشرات... إن الحل يكمن فى تفهمنا أن الإستخدام الموسع وغير المستنير للمبيدات قد يسبب خللاً فى حالة التوازن الطبيعى Natural balance القائم فى البيئة وأى تحوير فى النظام البيئى حتى ولو كان فى نظام الرى أو الحرث دون أساس مدروس قد يؤدى إلى أضرار إيكولوجية غير منظورة. وهناك أمثلة كثيرة فى العالم توضح أن الإعتماد على المبيدات كوسيلة عامة ووحيدة للمكافحة يؤدى فى معظم الحالات إما إلى كارثة تهدد الإقتصاد القومى أو إلى الزيادة فى نفقات المكافحة لا يمكن للمنتج تحملها.

د- بزوغ إدارة الآفات Emergence of pest management

يمكن تلخيص أهم الأسباب التى أدت إلى الحاجة إلى تطوير إدارة الآفات الحشرية:

(١) المقاومة، (٢) المتبقيات السامة، (٣) الأضرار بكافة صورها، (٤) الإخلال بعلاقة الحشرات النافعة بالحشرات الضارة. وأصبح هناك حتمية إلى إستخدام أسلوب المكافحة المتكاملة والذى تطور إلى الـ IPM الذى يعتمد أساساً على العينات الحقلية والمستويات الإقتصادية والذى وجد أنه أفضل وسيلة لترشيد وخفض إستخدام المبيدات المتاحة إلى أدنى مستوى مطلوب عند استخدامها ضمن وسائل مكافحة الآفات.

لقد نمى مفهوم إدارة الآفات pest management عقب الإستياء العام من الإتجاه الوحيد فى الإعتماد على مبيدات الآفات فى مكافحة الآفات منذ سنوات ١٩٥٠ ورغم أن المصطلح إبتكر فى بداية سنوات ١٩٦٠ إلا أن إدارة الآفات لها جذور فى النظريات المبكرة فى مكافحة الآفات مثل إدارة الأكاروسات وحشرات القطن منذ أكثر من ٧٠ سنة كما سبق القول ومكافحة الحشرات والحشائش باستخدام العناصر البيولوجية والتى أصبحت وسيلة فعالة منذ عام ١٨٩٠. والنجاحات المبكرة والحلول الدائمة مع آفات شديدة الضرر مثل البق الدقيقى الإسترالى فى أمريكا شجعت تطور المكافحة البيولوجية التى تؤكد على أهمية تأثير الأعداء الطبيعية على عشائر الآفات. ومع ذلك كانت الأعداء الطبيعية لكثير من الآفات لا يعتمد عليها كوسيلة للمكافحة المؤثرة. وهذا أدى إلى ظهور المكافحة المتكاملة Integrated control التى تؤكد على

الإستخدام الإختيارى للمبيدات الحشرية للمحافظة على الأعداء الطبيعيـــة فـــى النظـــام البيئى الزراعى. ثم اتسع هذا التكامل كما سبق القول فى السنوات الأخيرة ليشمل طـــرق أخرى للمكافحة (مثل النباتات المقاومة، النظافة العامة...) مع مراعاة المحافظـــة علـــى الأعداء الطبيعية كحقيقة بديهية فى المكافحة المتكاملة.

مع هذه الخلفية فى أســـلوب المكافحـــة أوضـــح بجـــلاء العلمـــاء الاســـتراليون P.W. Geier, L.R. Clark قواعد إدارة الآفات فـــى ١٩٦١ وإقـــترحوا المصطلحـــات Protective pest management أو Pest management للتعبير عن أفكـــارهم. وإدارة الآفات تختلف عن الإتجاهات الأولى فى نظرتها الشاملة والأفكار المتجـــددة وإحتوائـــها على النظرية الأساسية للعشيرة فى تصميمها.

قبل تطور وقبول إدارة الآفات تركزت تقنية التعامل مع الآفـــات علـــى المكافحـــة وليس الإدارة وبينما تشير الإدارة إلى إستخدام حكيم لمجموعة من الوســـائل للوصـــول إلى حل مرضى للمشكلة تركز الهدف الرئيسى لمكافحة الآفات إلى خفض تأثير الآفـــة والذى عادة ما يعنى قتل الآفة. وأصبح القتل هو الهدف الرئيسى للمكافحة وليس حمايـــة المحصول ونتج عن ذلك إلزام لنسبة قتل ١٠٠% أى إتجه التفكير إلى نســـبة المـــوت الأكبر – وبكلمات أخرى "نسبة المكافحة" بمعنى أن المبيد الجيد هو الذى يعطى أعلـــى معدل قتل أى أفضل برنامج مكافحة.

على العكس من ذلك شددت إدارة الآفات على خفض أو تغير تأثير الآفات وتقليـــل الضرر Injury لمستويات يمكن تحملها. وليس بالضرورة أن تعتمد تلك الأهداف علـــى نسبة قتل الآفات ولكنها تتطلب تقيم لوضع الآفـــات Pest status عـــن طريـــق أخـــذ العينات وتحديد مستويات الضرر الإقتصادى. وبذا أصبحت تكتسب إدارة الآفات قـــوى دافعة وأصبحت هى الفلسفة الرئيسية لمكافحة الآفات الزراعية فى البلاد المتقدمة.

هـ- فلسفة إدارة الآفات الحشرية Philosophy of insect pest management

لكى نقيم ونستخدم برنامج للـــ IPM يجب أن نتفهم أولاً المعنى الحقيقى خلف هـــذا المفهوم. فهو يشمل على أكثر من معرفة أن الآفة موجودة على المحصـــول وأن هـــذه الآفة الحشرية يجب مكافحتها. ولكن يجب أيضاً أن نجد إجابات تفسر لماذا توجد تلـــك

الآفة الحشرية عادة عند مستويات تعادية كل عام. ويمكن الوصول إلى ذلك بتفهم دور جميع العوامل المسئولة عن وصول عشيرة الآفة لهذه المستويات فى أوقات معينة من العام.

ويجب تحليل عشيرة الآفة Pest population ضمن العشائر الأخرى الكلية فى المزرعة Farm community والنظام البيئى وعلاقة ذلك بتوزيعها والتغيرات الفصلية المتوقعة فى عشيرة الآفة عند تأثرها بالظروف المناخية. ويجب الأخذ فى الإعتبار جميع المحاصيل فى عشيرة المزرعة Community ودورها فى البناء الفصلى لعشيرة الآفة. كما يجب تحديد مستوى الضرر الذى يمكن أن يتحمله كل محصول دون فقد إقتصادى. عقب معرفة تلك الحدود تلى الخطوة التالية فى البحث عن طرق لحفظ الحشرات دون أن تتعدى المستويات الإقتصادية. وهناك طرق عديدة قد تستخدم لتحقيق ذلك. ولكن أول شئ يؤخذ فى الإعتبار يتمثل فى الطرق التى تؤدى إلى تأثير معاكس على الآفة الحشرية بين عشائر المزرعة مجتمعة وقد يشتمل هذا على تقنيات منها الفترات التى لا يتواجد فيها العائل النباتى وعمليات زراعية أخرى. وخفض الحشرات فى منطقة كبيرة سيعطى المزارعون مرونة أكبر فى التداول مع مشاكل الآفات الحشرية الخاصة بكل مزارع.

لذلك فإن الهدف النهائى للـ IPM هو خفض الوضع "الآفى" للحشرة خلال إدارة العشائر المختلفة. وهذا يعنى أن عدد من الحشرات المختلفة أى الناقع والضار منها من المحتمل تواجده على المحصول معظم الوقت ولكن عند مستويات منخفضة للوصول لما يعرف بالحقل الغير خالى من الحشرات "dirty field" وواضح أن هذه الطريقة فى تداولها لمشاكل الآفات بعيدة كل البعد عن الرغبة التقليدية فى الوصول إلى الحقل الخالى من الحشرات "clean field" ومع ذلك الحقل الأول ضرورى لبناء برنامج الـ IPM على أسس إيكولوجية سليمة.

إن جميع المناطق الزراعية غير طبيعية منذ بدأ التدخل المستمر فيها بواسطة الإنسان. ويستمر هذا التغير مع تغير أهداف ورغبات الإنسان ويؤدى هذا إلى غياب التوازن الطبيعى الحقيقى بين الحشرات مقارنة مع المناطق التى لم يتدخل فيها الإنسان.

ومع ذلك هناك مجاميع عامة من الحشرات التى توجد بين نباتات المحاصيل وذات تأثير معاكس قليل على تلك المحاصيل لوجود نوع من التوازن الهش بين تلك الحشرات وأعدائها الطبيعية. وقد تتغير الظروف بسرعة فى مثل هذا النظام البيئى الزراعى إذا لحق ضرر بهذا الضبط الطبيعى الهش Natural control.

لقد مثل إستخدام المبيدات الحشرية واحد من عوامل الإضرار الرئيسية فى النظام البيئى الزراعى عند إستخدامها منذ خمسون عاماً مضت. ولقد كان هناك عديد من الأسباب للإعتماد الكبير على المبيدات ولكن التأثيرات السيئة الجانبية لهذا الإجراء العملى الوحيد تعاظم بدرجة يتطلب ضبط إستخدامها وإحداث تغيرات فى إدارة الآفات إذا أريد حماية المحاصيل عند مستويات مرغوبة. ومع ذلك كثير من المحاصيل تتطلب برامج لتطبيقات المبيدات للحماية من حشرات معينة وهذا يعنى ببساطة أن هذه الأنواع أصبحت خارج نطاق السيطرة.

أول خطوة فى تطوير برنامج الـ IPM لحل مشكلة الآفات هو إبتكار طرق لخفض عشائر الآفات الحشرية إلى مستويات يمكن أن يتحملها المزارع بمعنى تؤدى إلى إنتاج ونوعية عالية للمحاصيل وقد يتطلب هذا عادة إستخدام المبيدات ضمن هذه الطرق ولكن إستخدامها سيكون أكثر دقة ويتم سياسات المكافحة الأخرى المتكاملة فى نظام الـ IPM.

عقب خفض عشائر الآفة إلى مستويات قابلة للإدارة تبدأ الخطوة الثانية وهى حفظ تلك المستويات وتقليل تذبذباتها بدرجة لا تتعدى المستويات الإقتصادية (= الحدود الإقتصادية Economic threshold) وهذا يتطلب إستمرار تجديد المعلومات عن تأثيرات تغير النظام البيئى على عشائر الآفة والحشرات النافعة. وحيث أن أى نظام بيئى زراعى يتغير بانتظام بواسطة الإنسان فإنه قد يتغير لصالح الآفة بمدها بعوائل نباتية أكثر ملائمة أو بتتابع أفضل من العوائل النباتية أو بإضراره للنظام البيئى عن طريق إجراء عمليات أو تتابع لمحاصيل ضارة للمعقد الحيوى النافع. وهذا يوضح أهمية التفهم والإلمام بالبيولوجى والإيكولوجى لجميع الأنواع الهامة سواء النافع أو الضار ومثل تلك التغيرات الضارة يمكن تلافيها باستخدام عمليات إدارية مختلفة.

إن إنجاز الخطوات السابقة يتطلب خدمات شخص من نوع خاص يحمل مؤهلات معينة. وهل هذا يعنى أن الـ IPM يمكن أن تفى بأغراضها فقط عندما تمارس بواسطة علماء مهرة ذات خبرة واسعة فى جميع ميادين حماية المحاصيل؟ بالتأكيد لا – ولا تعنى أيضاً الشخص القادر على تعريف الحشرات وتقدير كثافتها فى العينات والذى يمتلك معلومات وخبرة فى إدارة عشائر الآفات الحشرية. والإجابة بين تلك النقيضين أى يتطلب الـ IPM شخص ذات خلفية زراعية عامة ولديه الرغبة الأكيدة لتفهم الطبيعة الديناميكية لنظام بيئى زراعى ما ويمكن تدريبه فى مجالات مبيدات الحشرات وإيكولوجى وبيولوجى الحشرات لكى يستطيع أن يتولى الإشراف على الـ IPM. وستزداد معلومات هذا الشخص بالملاحظات والمعلومات التى سيكتسبها من التواجد فى الحقل يوم بعد يوم.

ثالثاً: إستراتيجيات إدارة الآفات Pest management strategies

يتضمن المفهوم الأول فى إدارة الآفات بناء أو وضع إستراتيجية تهدف عند إنجازها تماماً إلى التخلص من أو تخفيف مشكلة حقيقية أو مشكلة ظاهرة للآفة ويعتمد وضع الإستراتيجية على النظام الخاص لحياة الآفة والمحصول المشترك.

كما سبق القول نحن نهدف عند التفكير فى المشاكل بإستخدام إدارة الآفات إلى تقليل وضع الآفة ونظرا لأن الوضع الآفى Pest status يتحدد بواسطة كل من الحشرة والمحصول (شكل ٧) فإن برنامج الإدارة يعمل على تغير أحدهما أو كليهما. لذا قد توضع عدة انماط من الإستراتيجيات تعتمد على صفات إقتصادية وأخرى تتعلق بالآفة: (١) إستراتيجية عدم عمل شئ (٢) إستراتيجية تقليل أعداد عشيرة الآفة (٣) إستراتيجية تقليل حساسية المحصول لضرر الآفة (٤) الجمع بين تقليل أعداد الآفة وتقليل حساسية المحصول.

بعد وضع الإستراتيجية الملائمة يجب إختيار الطرق التى ستستخدم مثل هذه الطرق يطلق عليها عادة بالوسائل tactics وتستخدم عدة وسائل (أى خيارات) لتحقيق الاستراتيجية.

أ- إستراتيجية عمل لا شئ Do – nothing strategy

قد تبدو إستراتيجية عمل لا شئ لأول وهلة أنها منافية للعقل .. ومن الواضح معرفة أن الآفة تضرنا ولكن هل نعرف متى؟ فمن الممكن أن يظهر الضرر Injury الحشرى على أنواع من المحاصيل التى تتحمل الضرر دون فقد Damage إقتصادى. وظاهرة إساءة فهم أو الالتباس بين الضرر الحشرى البسيط بالنسبة للفقد الإقتصادى

الهام شائعة الحدوث وسبب عدم القدرة على التفريق بين الحالتين هو عدم تقييم كثافة العشيرة وعلاقتها بالحد الإقتصادى الحرج. لذا فإنه من المؤكد إتباع إستراتيجية عدم عمل شئ عندما تكون كثافات الآفة أسفل الحد الإقتصادى الحرج وإلا سينفق كثير من المال فى الإدارة دون عائد يذكر.

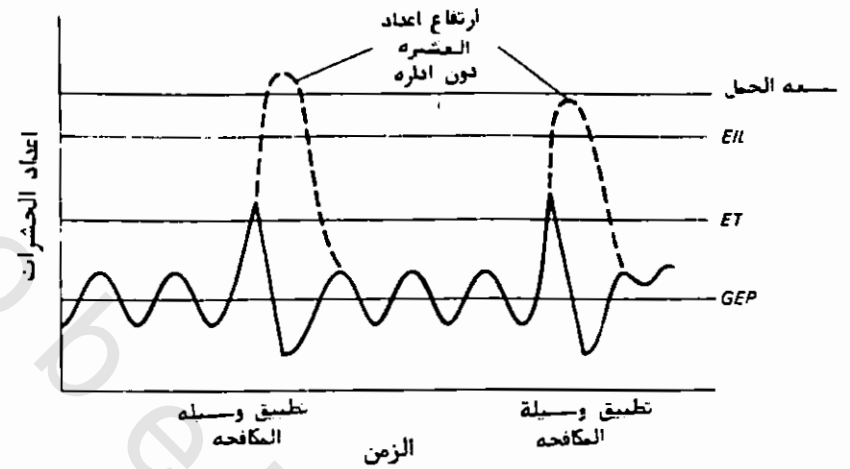
من الواضح عدم إستخدام وسائل ضد الآفات فى إستراتيجية عمل لا شئ. وهذا لا يعنى ان هناك قليل من النشاط و أن خفض الآفات غير موجود. وفى الحقيقة مطلوب الإستمرار أخذ عينات للتأكد من أن عدم عمل شئ هو قرار مناسب وان الخفض المعنوى للآفة قد يتواجد نتيجة للعوامل البيئية الطبيعية.

ب- إستراتيجية خفض الأعداد Reduce – number strategy

من المحتمل ما تكون إستراتيجية خفض أعداد الحشرات لتخفيف أو منع مشاكل الآفات هى الإستراتيجية الأكثر إستخداماً فى إدارة الآفات وفى العادة ما تستخدم هذه الإستراتيجية بطريقة علاجية عندما تصل كثافة الآفة الحد الحرج الإقتصادى أو بطريقة وقائية معتمدة فى ذلك على تاريخ المشاكل.

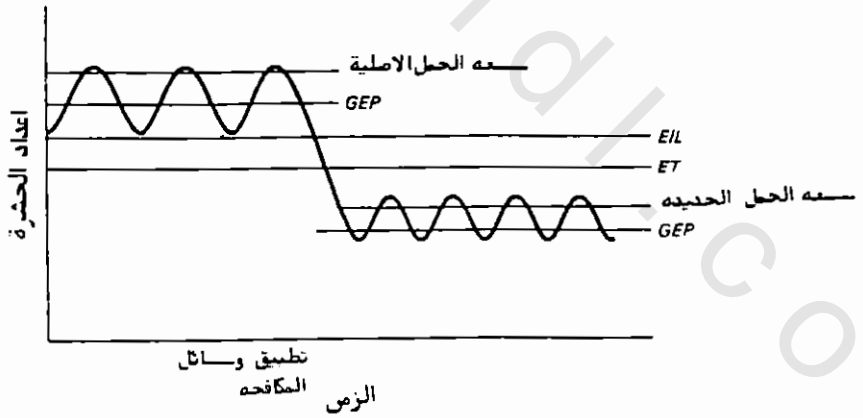
وفى البحث عن خفض الأعداد قد يكون من المرغوب فيه واحد من هدفين. هدف مع الآفات المألوفة وآخر مع الآفات الشديدة الخطورة. ففى الحالة الاولى يكون متوسط كثافة الآفة الطويل الأمد – أى موضع الإتزان العام (GEP) – أقل من الحد الإقتصادى الحرج (ET) أى آفات ذات مشاكل ليست خطيرة بوجه خاص فإن أفضل إستراتيجية تتمثل فى خفض قمم العشيرة التى إرتفعت فى غياب الإدارة. وهذه الإستراتيجية لن تؤدى إلى تغير فى الـ EGP ولكنها ستمنع ضرراً إقتصادياً قد يحدث عند حدوث فوران حشرى يؤدى وصول الآفة إلى مستوى الضرر الإقتصادى EIL (شكل ١٦) لذا يجرى تطبيق الإستراتيجية عند وصول كثافة الآفة عند الحد الحرج للإصابة.

من ناحية أخرى تتطلب مشاكل الآفات الخطيرة خفض ضخم وكبير فى العشيرة. حيث مع مثل تلك الآفات يقع الـ GEP قريب جداً أو فوق الحد الإقتصادى الحرج. والمطلوب مع مثل تلك العشائر هو خفض عام للـ GEP بدرجة معه لن تصل القمم الأعلى للعشيرة للحد الإقتصادى الحرج (شكل ١٨) والإستراتيجية الأكثر ملائمة لتحقيق ذلك يكون بواسطة أحد الوسيلتين (١) خفض سعة أو قدرة الحمل Carrying capacity (شكل ١٧) أى خفض العدد الأقصى من عشيرة النوع الحشرى التى



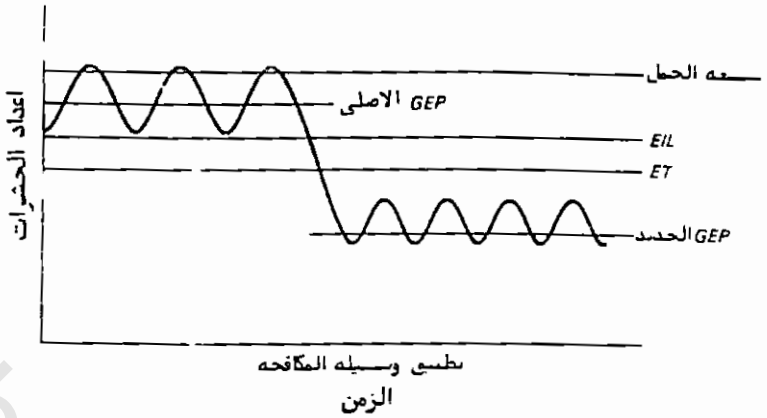
شكل (١٦) يوضح الرسم إستراتيجية الإدارة فى إخماد تذبذبات مستوى الضرر الإقتصادى EIL

[والحد الإقتصادى الحرج ET ووضع الاتزان العام GEP]



شكل (١٧) الرسم يوضح إستراتيجية الإدارة فى خفض سعة حمل الآفة [EIL = مستوى الضرر الاقتصادى، ET = الحد الأقتصادى الحرج، GEP = وضع الاتزان العام]

ستدعمه البيئة فى فترة تواجد النوع (٢) خفض القدرة التكاثرية الموروثة للعشـــيرة/ أو القدرة الحياتية لها.



شكل (١٨) يوضح الرسم استراتيجية الإدارة في خفض وضع الإتزان (GEP) أسفل سعة الحمل [.EIL = مستوي الضرر الإقتصادي ET= الحد الإقتصادي الحرج]

عند محاولة خفض سعة الحمل نقصر تعاملنا مع البيئة بمحاولة خفض ملائمة المسكن habitat . علي سبيل المثال إذا خفض العدد المسموح به من الماشية لرعي منطقة ما فإننا بذلك نعمل علي خفض سعة الحمل لعشائر قراد الماشية *Boophilus annulatus* نفس الشئ يكون حقيقي عند عمل دورة بين المحاصيل العائلة للآفة مع محاصيل أخري ليست عائلة لها (علي سبيل المثال دورة لبقولي مع عشب) أو عند حرث الحقل لإزالة مسكن البيات الشتوي. وفي جميع تلك الحالات نحن نعمل علي خفض الـ GEP لعشيرة الآفة عبر الزمن بخفض الملائمة المتأصلة لبيئة الآفة .

في الإتجاه الآخر، نحن لا نتعامل مع البيئة ولكن مع خصائص الآفة ذاتها . وإعتماداً علي أن للتركيب الوراثي لكل عشيرة قدرة خاصة للتكاثر (قدرة معدل التكاثر) تحت الظروف البيئية المتاحة وبالمثل قدرة معيشية (قدرة معدل الحياة) تحت نفس الظروف . لذا إقترحت طرق وتم إستخدامها والتي بواسطتها يمكن خفض مثل تلك القدرات المتأصلة وبذا تسبب هبوطاً عاماً للـ GEP وطريقة تعقيم الحشرات هي أحد الأمثلة.

إن الوسائل المستخدمة في إستراتيجية خفض الأعداد كثيرة متنوعة وكثير منها يزيد نسبة الموت في عشائر الأفة بواسطة خلق أو تكثيف المخاطر للحشرات في

بيئتها. وتزداد المخاطر بوسائل منها الأعداء الطبيعية والمبيدات الحشرية وكثير من الأصناف المقاومة والتغيرات البيئية ومنظمات النمو الحشرية . وهناك وسائل أخري تحاول خفض الأعداد بواسطة خفض معدلات التكاثر في عشائر الآفة من تلك الوسائل إطلاق الحشرات العقيمة وتطبيق الكيماويات التي تعوق نشاط التزاوج.

جـ- إستراتيجية خفض حساسية المحصول :

Reduce – crop – susceptibility strategy

عادة ما يشكل خفض حساسيةالمحصول للضرر الحشري واحد من أكثر الاستراتيجيات المتاحة والمؤثرة والمرغوبة بيئياً . في هذه الاستراتيجية لا تغير عشيرة الحشرة علي الإطلاق ولكن بالأحري تعتمد علي التغيرات في العائل النباتي أو الحيواني بجعله يتخلي عن حساسيته التي تسبب له الضرر عند تواجد عشيرة الآفة .

تتضمن وسائل إستراتيجية خفض حساسية المحصول : (١) عناصر مقاومة العائل النباتي والحيواني (٢) إدارة إيكولوجية بالتداول البارع لبيئة المحاصيل . في الحالة الأولي يوجد شكل معين من المقاومة يشار إليه بالتحمل tolerance في بعض الأصناف النباتية أو في التربية الحيوانية (السلالات) animal breeds ذات درجة أكبر من الحصانة للضرر الحشري إذا قورنت بالأصناف الأخري . وعند إستخدام تلك الأصناف أو الـ breeds لن تنخفض عشيرة الآفة ولكن سيقل الفقد لأن المحصول الأكثر تحملاً سيكون أقل تأثراً لمستوي الضرر injury الموجود. من وسائل الإدارة الإيكولوجية لتقليل حساسية المحصول تحسين حيوية النبات بالتمسيد وتغير تواريخ الزراعة لقلب التوافق بين الآفة والطور الحساس من النبات .

د- إستراتيجيات مجتمعة Combined strategies

الإستراتيجية الباقية وربما الأكثر وضوحاً هي الإستراتيجية التي تضم أهداف الإستراتيجيات السابقة كلها لينتج عنها برنامج IPM ذات وسائل عديدة . وهذه الإستراتيجية هي المرغوبة أكثر عندما تكون ممكنة . والتنوع الناتج عن مثل تلك البرامج يميل لإنتاج درجة أكبر من التوافق في مكافحة الآفات عما يمكن تحقيقه باستراتيجية واحدة وخاصة الإستراتيجية ذات الوسيلة الواحدة ولقد أظهرت الخبرة السابقة أن برنامج مكافحة الآفات الذي يستخدم وسيلة واحدة يكون عرضة للفشل عندما تفشل تلك الوسيلة تدريجياً أو فجأة . من ناحية أخري البرامج المتعددة الأوجه لا تعتمد

علي وسيلة واحدة وإذا فشلت وسيلة فإن وجود الوسائل الأخرى يقلل الفقد. وكما سيتضح فيما بعد إستخدام الإستراتيجيات والوسائل المتعددة يشكل القاعدة الأساسية في تطور برامج إدارة الآفات .

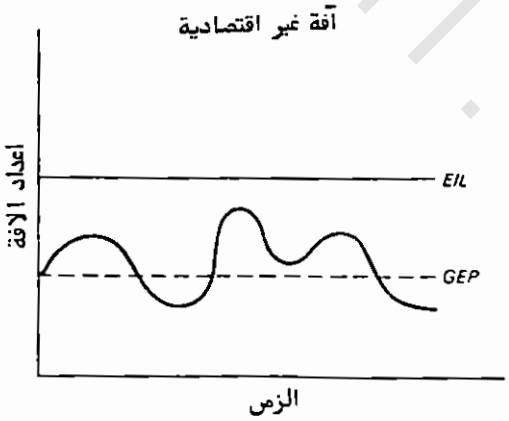
رابعاً : أنواع الآفات والإستراتيجيات المحتملة :

Kinds of pests and likely strategies

إن الإستراتيجية الملائمة وما يتبعها من تعقد في برنامج لإدارة الآفات يتحدد أساساً بنمط الأفة الحشرية في النظام الإنتاجي. وهناك أنماط من الآفات قد يمكن تسميتها تبعاً لوضعها الآفى status وتحديد نوع الآفة من بين تلك الأنماط يكون مفيد في وضع أو تطوير الإستراتيجية الملائمة . وتشمل أنماط الآفات العشائر الغير إقتصادية (ويطلق عليها أيضاً بالآفات تحت الإقتصادية) والآفات العرضية والأفات الدائمة والآفات الخطيرة .

أ- الآفات تحت الإقتصادية Subeconomic pests

قد يبدو مصطلح الآفات تحت الإقتصادية مصطلح متناقض. ومع ذلك هذه الحشرات هي في الحقيقة آفات في المعني الحقيقي لها حتي إذا تسببت في فقد في المحصول غير معنوي . والـ GEP لهذا النمط من الآفات يكون بعيداً أسفل مستوي الضرر الاقتصادي وأعلي تذبذبات لعشيرة الآفة لا تصل للـ EIL (شكل ١٩) . وكما سبق من قبل – محاولات لخفض الضرر من تلك الآفات سيكلف أكثر من تكلفة الضرر الذي تسببه.



شكل (١٩) يوضح الرسم تذبذب عشيرة الآفة الغير إقتصادية ووضع هذا التذبذب بالنسبة لمستوي الضرر الإقتصادي (EIL) ووضع الإتزان العام (GEP)

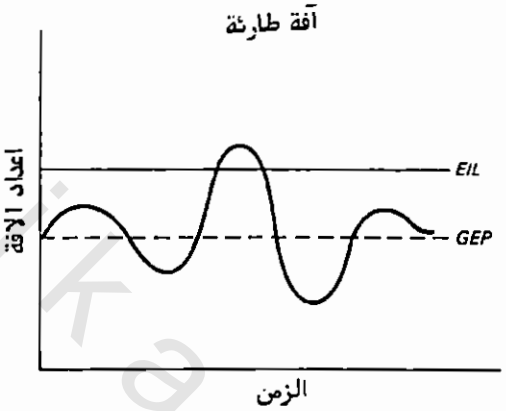
هناك كثير من الآفات تقع داخل قسم الآفات تحت الإقتصادية . من أمثلة ذلك يرقات البرسيم *Colias eurytheme* في وسط Iowa . يرقات هذه الحشرة تأكل أوراق البرسيم defoliator وتسبب ضرر مباشر لمحصول العلف. ولكن كثافتها قليلة وتأثيرها علي قيمة العلف متواضعة لذا فإن الإستراتيجية المناسبة هو عدم عمل شئ ضد الآفة. وكما سبق القول يتضمن نشاط إدارة الآفات مع هذا النمط من الآفات متابعة مستويات نشاط هذه الآفات مع التغيرات التي قد تغير من حالة status الآفة. فالتغيرات في بيولوجي الآفة وبيولوجي المحصول أو الإقتصاديات يمكن أن ينشئ عنها تغير لوضع الآفة status يتطلب معه إستراتيجيات مختلفة . من أمثلة الآفات الغير هامة علي القطن في مصر الديدان النصف قياسة وبق بذور القطن. هناك إعتبار آخر مع الآفات الغير إقتصادية وهو مقدار مساهمتها للضرر الكلي . قد يستدعي تواجد معقد لعدة آفات حشرية تحت إقتصادية إدارة عندما يصل إجمالي الضرر إلي التهديد بضرر إقتصادي economic damage. مثل هذا المعقد يوجد أحيانا في الذرة في أمريكا عندما يتغذي من أوراق الذرة *Rhopalsiphum maidis* علي شرابه الذرة والحرير ويغطيها بالندوة العسلية في نفس الوقت تقطع الحشرات الكاملة لديدان جذور الذرة الغربية *Diabrotica virgifera* الحرير ويتداخل مثل هذا النشاط مع التلقيح . في كثير من الحالات يكون نشاط نوع واحد فقط من تلك الآفات غير كاف للقيام بوضع إستراتيجية ولكن الضرر الناجم عن الآفتين معاً قد يجيز القيام بعمل ما لتلافي ضرر إقتصادي .

ب-الآفات الطارئة Occasional pests

الآفة الطارئة أو العرضية نمط شائع جداً من الآفات الحشرية . وهي آفة ذات GEP يقع فعلا أسفل مستوي الضرر الاقتصادي "EIL" ولكن التنبذبات العشيرية لها تتعدي هذا المستوي عرضاً أي بصورة طارئة وعادة بصورة متقطعة . مثل هذه الآفة قد توجد علي المحصول معظم السنة ولكن الشائع جداً أنها لا تسبب ضرر اقتصادي economic damage.

إتجاه الإدارة في هذه الحالة يكون عادة بالتعامل مع الآفة بطريقة علاجية والموقف الذي يتخذ هو الإنتظار والدراسة wait and see مع الإعتماد علي الإكتشاف المبكر

والتنبؤ بالفورانات المتوقع حدوثها وتوظيف الوسائل tactics عندما تصل إلـــى الحـد الحرج الإقتصادى ويتمثل الهدف فى هذه الاستراتيجية نحو تثبيط قمم الفورانـــات دون بذل جهود لخفض الـ GEP (شكل ٢٠). لذا فإن برنامج الإدارة لآفات هذا القسم يميـل لأن يكون أقل تعقيداً من البرنامج الخاص بالآفات الخطيرة وقد يعتمد فقط على ٢ إلـــى ٣ وسائل فى الإدارة.



شكل (٢٠) يوضح الرسم تذبذب عشيرة الآفة الطارئة وحدود التذبذب بالنسبة لمستوى الضرر الاقتصادى (EIL) ووضع الاتزان العام (GEP)

مبيدات الآفات فى العادة ما تناسب الاستراتيجية الخاصة بالآفات الطارئـــة والتـــى عند استخدامها بحكمـــة فإنـــها يمكـــن أن تخـــدم إدارة طويلـــة الأجـــل Long-term management حيث التطبيق يكون غير شائع وبالتالى المشاكل الناتجة عن التـــأثيرات الجانبية الغير مرغوبة تكون قليلة.

كمثال لهذا النمط من الآفات يرقات البرسيم الخضراء *Plathypena scabre* التـــى تتغذى على أوراق فول الصويا فى وسط غرب الولايات المتحدة. هذه الآفة توجد كـــل سنة تقريباً فى جميع حقول فول الصويا ولكن طيران الفراشات الكثيف والغـــير عـــادى من الجنوب فى آخر الربيع يسبب مشاكل فى وسط الموسم ناتجة عـــن يرقـــات هـــذه

الحشرة. ويندر أن تشكل هذه الحشرة مشكلة فى آخر الموسم وذلك لتعرضها للإصابة والموت من مرض متسبب عن فطر وهو عدو هام لها. وقد أمكن وضع خطط فعالة لأخذ العينات بواسطة المزارعين ومؤشرات التنبؤ والحدود الحرجة الإقتصادية لهذه الأفة. وتستخدم وسائل المكافحة فقط عند الضرورة والتى يمكن أن تشمل مبيدات حشرية ميكروبية إختيارية للحشرات *(Bacillus thuringiensis)* أو معدلات منخفضة من المبيدات الحشرية التقليدية. وفى برنامج إدارة الآفات الخاص بيرقات البرسيم الخضراء أمكن تحقيق المحافظة على الأعداء الطبيعية وتجنب المشاكل البيئية ودوام الفائدة للمزارعين.

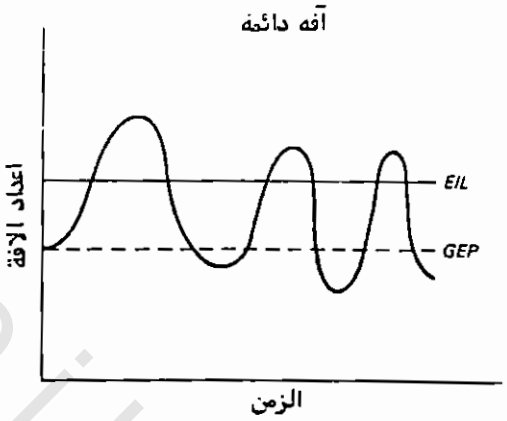
جـ الآفات الدائمة والخطيرة Perennial and severe pests

تسبب الآفات الدائمة والخطيرة معظم المشاكل الخطيرة والصعبة فى إنتاج المحاصيل وينتمى قليل فقط من الحشرات لهذه الأقسام وهى التى عادة يشار إليها بالآفات الأكثر ضرراً key pests والمشاكل التى تنشئ عن هذه الآفات عادة ما يرجع سببها إلى القيمة التسويقية العالية نسبياً للمحصول أو للكثافة العالية لعشائر الآفة. وينتمى لهذا القسم الحشرات أو مفصليات الأرجل التى تهاجم مباشرة الجزء المستهدف من الزراعة وتلك التى تقريباً توجد دائماً بأعداد كبيرة. قد تسبب بعض من الآفات الخطيرة عيوب فقط على المنتج وتجعله غير مقبول للمستهلك فينتج فقد إقتصادى خطير. من أمثلة ذلك الفقد الناتج عن العيوب التى يحدثها حلم صدأ الموالح *Phyllocoptura oleivora* الذى يسبب أصداء خطيرة للبرتقال.

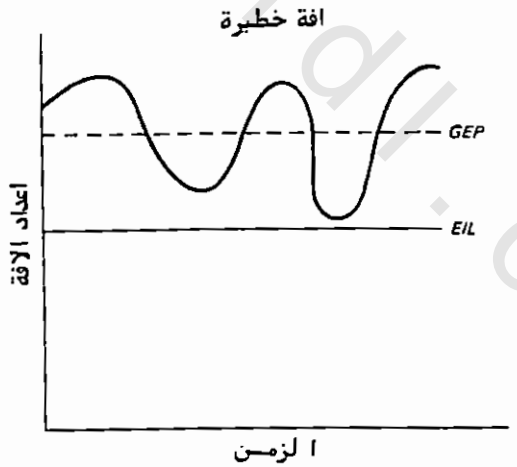
تتميز الآفات فى هذه الأقسام بمتوسط عالى جداً من الكثافة بالنسبة للـ EIL. والـ GEP فى الآفات الدائمة يكون أسفل الـ EIL (شكل ٢١) ولكن قريب جداً منه بدرجة يحدث عنها ضرر إقتصادى فى معظم السنوات. وليس من الشائع عدم وصول قمم عشائر الآفة للـ EIL. وفى الآفات الخطيرة يكون الـ GEP لها فى الحقيقة فوق الـ EIL (شكل ٢٢). مما يجعل تلك الآفات مشكلة ثابتة.

على خلاف إستراتيجية الآفات الطارئة فإن الإستراتيجية الأولية فى إدارة الآفات الحشرية الدائمة والخطيرة يتمثل فى خفض الـ GEP للعشيرة. وتتطلب البرامج الأكثر

تعقيداً وضع حلول دائمة. وعادة ما تتضمن تلك البرامج استراتيجيات مجتمعة تشـــتمل على عدة وسائل لخفض سعة الحمل البيئية و/ أو الـ GEP لعشيرة الآفة.



شكل (٢١) رسم يوضح الرسم تذبذبات آفة دائمة ومستويات هذا التذبذب بالنسبة لمستوى الضرر الاقتصادى (EIL) ووضع الاتزان العام (GEP)



شكل (٢٢) يمثل الرسم تذبذبات الآفة الخطيرة وموضع هذه التذبذبات بالنسبة لوضع الاتزان العام (GEP) ومستوى الضرر الاقتصادى EIL. ويلاحظ موضع الاتزان العام بالنسبة لمستوى الضرر الاقتصادى

وضع مثل هذا البرنامج لمن البرسيم المبقع *Therioaphis maculata* في كاليفورنيا. ونتجت مشكلة هذا المن من الإدخالات العرضية لهذه الآفة من الشرق الأوسط في ١٩٥٤ التي نتج عنها إنتشار لهذا النوع في كاليفورنيا وولايات أخرى. وأظهرت المحاولات المبكرة لمكافحة هذه الآفة بالمبيدات الحشرية نجاح ملحوظ ولكن سرعان ما تكونت مقاومه لمثل تلك المبيدات وإنخفضت فاعلية تأثيرها. وأدى تكرار الرش على وجه الخصوص في المناطق التي تحوى عشائر مقاومة إلى انخفاض في الأعداء الطبيعية وإلى وصول الضرر الذى يسببه المن إلى مستوى خطير.

تلى ذلك وضع برنامج لإدارة الآفة الحشرية يهدف إلى حماية مؤثرة للفقد في المحصول وتضمن البرنامج ما يلي: (١) إدخال وتوطين طفيليات أجنبية تهاجم المن (٢) حش البرسيم في قطاعات (أى تترك قطاعات دون حش لتاريخ حش آخر) للمحافظة على وتعزيز كفاءة الأعداء الطبيعية (٣) وضع حدود حرجة إقتصادية مفيدة ووضع برنامج لأخذ العينات للمن وللأعداء الطبيعية (٤) إستخدام المبيدات الحشرية الأقل ضرراً للأعداء الطبيعية. وأدى إنتاج أصناف البرسيم المقاومة للمن إلى عدم الحاجة تقريباً لرش المبيدات الحشرية في هذا البرنامج. والقيمة الدائمة لمثل هذا الإتجاه المتكامل تعتمد في أركانها على عدة وسائل متجانسة وليس الإعتماد على وسيلة واحدة في حل المشكلة.

خامساً: أمثلة تاريخية لمكافحة الحشرات عن طريق مكون واحد

Historical examples of single – component insect pest control

الـ IPM كما نتفهمها الآن هو إتجاه متعدد المكونات عادة ما يشتمل على إستراتيجيات أو وسائل عديدة للمكافحة... ومع ذلك هناك عديد من الأمثلة التاريخية الناجحة في مكافحة الحشرات والتي إشتملت فقط على وسيلة واحدة والتي تعتبر الآن أحد الوسائل في المفهوم الواسع الـ IPM وفيما يلي أمثلة كلاسيكية عديدة للمكافحة ذات المكون الواحد.

١- المكافحة البيولوجية Biological control

تعنى المكافحة البيولوجية إستخدام المفترسات والطفيليات والممرضات لخفض عشائر الآفات الحشرية والمثال الكلاسيكى الذى أظهر المكافحة البيولوجية كطريقة فعالة في

مكافحة الحشرات خاص بإستخدام خنافس الفيداليا فى مكافحة البق الدقيقى الإسترالى. حيث جلبت خنافس الفيداليا من استراليا فى ١٨٨٨ وهى الموطن الأصلى لـها وأدخلـت إلـى كاليفورنيا فى محاولة لمكافحة هذه الآفة التى أضرت كثيراً بصناعة الموالح وخلال عـدة شهور إنتشرت المفترسات فى حدائق الموالح وكافحت تماماً البق الدقيق الإسترالى.

وإستخدام الممرضات الحشرية insect disease pathogens أصبـح فـى ريـادة ملحوظة كوسيلة لوقاية المحاصيل وكان أول إكثار كلاسيكى ناجح للمرض فـى عـام ١٩٣٤. فالكائن المسبب للمرض اللبنى للخنفساء اليابانية عرف على أنه بكتريا مكونـة للجراثيم وتلى ذلك إنتاج مكثف لهذه البكتريا وعوملت بها التربة ونتج عن ذلك إصابـة الخنافس بالبكتريا وموتها سريعاً.

٢- أصناف المحاصيل المقاومة للحشرات Insect-resistant crop varieties

أصبحت الآن أصناف المحاصيل المقاومة للحشـرات شـائعة فـى كثـير مـن المزروعات ففى منتصف الخمسينات كانت ثاقبة الذرة الأوربية تصيب محاصيل الـذرة بنجاح فى وسط شمال أمريكا مسببة ضعف وسهولة تكسر السيقان ونتـج عـن ذلـك خفض كبير فى الإنتاج وأدى ظهور أصناف من الذرة مقاومة للإصابـة بـالجيل الأول من حفار الذرة إلى أن تظل عيدان الذرة قائمة وهذا عمل على زيادة كبيرة للمحصول.

٣- إطلاق الذكور العقيمة Release of sterile males

أمكن فى عام ١٩٥٥ أول استئصال ناجح للديدان الحلزونية عن طريـق إطـلاق الذكور العقيمة فى الجزيرة الكاريبية كوراكـو curacao داخـل عشـيرتها الطبيعيـة والإناث التى تزاوجت مع تلك الذكور أعطت بإستمرار بيض عقيم وهـذا الاسـتئصال الناجح الذى تم على نطاق ضيق إتسع فى الولايات الجنوبية والجنوبيـة الغربيـة فـى أمريكا لخفض تعداد تلك الآفة على الماشية ثم إمتد بعد ذلك إلى المكسيك.

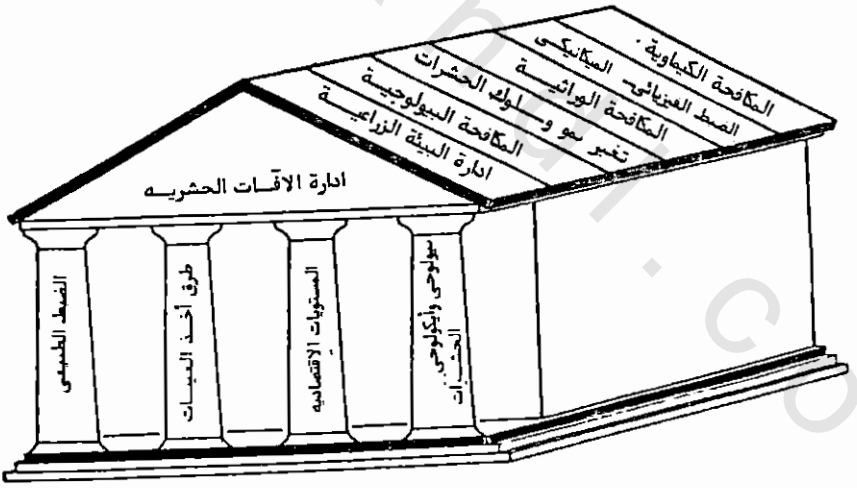
٤- المصائد النباتية Trap cropping

استخدمت بكفاءة عملية قتل الحشرات الضارة أثناء تركيزها فى مساحات صغـيرة نسبياً وتشكل المصائد النباتية أحد تلك الوسائل حيث يمكن قتـل الحشـرات بإسـتخدام محدود للمبيدات أو قتل الحشرات بالتخلص من النباتات التى تعمل كمصائد والمنزرعـة فى مساحات محدودة من الأرض وأول إستخدام لتلك المصائد كان فى عام ١٩٣٤ فـى أركنساس بأمريكا بواسطة العالم Isely ضد سوسة اللوز الأمريكية حيث تـم زراعـة

صنف من القطن مبكر النضج ثم معاملته ٣-٤ مرات بمسحوق زرنيخات الكالسيوم. وهذا أدى إلى منع نمو عشائر ضارة من هذه الحشرات داخل الحقول المحيطة. وإتضح أيضاً فى ذلك الوقت أن السوس الساكن شتوياً يمكن تقليل عشائره بالحرق أو بإزالة بقايا النباتات فى حقول القطن خاصة وأن هذه الحشرة عادة ما تدخل فى بيات شتوى بالقرب من عوائلها ... هذا وهناك عديد من الأمثلة الأخرى الناجحة فى مكافحة الحشرات ذات المكون الواحد.

الآن دعنا نكتشف العناصر "القواعد" الأساسية التى يستقر عليها نظام IPM سليم... تتكون هذه العناصر الأساسية من الضبط الطبيعى natural control، المستويات الإقتصادية وأخذ العينات sampling وبيولوجى وأيكولوجى الحشرات (شكل ٢٣).

يرتبط العنصر الأول للـ IPM بأقصى إستخدام لمقاييس خفض الآفات الموجودة طبيعياً natural occurring suppressive measures والتى تتضمن أى عملية يقوم بها الإنسان والتى تجعل النظام البيئى ككل أقل ملاءمة لنمو عشيرة الآفة وهذا بالطبع يتطلب تفهم دقيق للنظام البيئى.



شكل (٢٣) إدارة الآفات ممثلة فى منزل لتوضيح مكون إدارة الآفات الحشرية وأهميتها لبعضها البعض حيث تمثل عناصر النظام بأعمدة المنزل ووسائل الإدارة بسقف المنزل الهام فى إكتمال البناء.

وعناصر الكبت الحشرى التى تتواجد طبيعياً قد تعمل بطريقة غير مباشرة عند إدارة البيئة مثلاً بطرق تجعلها ضارة للآفة وبذا تحد من عشيرتها أو بطريقة مباشرة ــ فقد يساعد حماية وإستخدام الحشرات النافعة فى الحفاظ على عشائر الآفة تحت المستوى الاقتصادى.

العنصر الثانى يتمثل فى إستخدام مستويات اقتصادية سليمة كأساس لتطبيق مقاييس المكافحة الكيماوية. فتعين وإستخدام مستويات اقتصادية ديناميكية يمدنا بأساس تأخير إستخدام المبيدات وهذا يسمح بالاستخدام الأقصى لوسائل المكافحة الأخرى مثل إستخدام الحشرات النافعة.

ويتضمن إستخدام المستويات الإقتصادية أخذ عينات ملائمة ممثلة (والتى تمثل عنصر آخر أساسى) من كلٍ من الحشرات الضارة والنافعة فى النظام البيئى ويتم ذلك فى وقت معين يرتبط بكل محصول. والمستويات التى توجد فى تلك العينات تقارن بالمستوى الاقتصادى المعين للمحصول ودور الحشرات النافعة والإتجاه المحتمل لعشيرة نوع الآفة موضع الإهتمام. وهنا يصبح جامع العينات شخص هام للاستخدام الأمثل للثلاث عناصر السابقة. وبدون المعلومات المفضلة عن بيولوجى وايكولوجى جميع أنواع الحشرات الموجودة لا يمكن تفهم الضبط الطبيعى natural control وهى معلومات هامة أيضاً فى تحديد أو تعيين دور كل نوع فى النظام وفى تحديد كمية الضرر التى تحدثه الآفة وتعتمد العينة الملائمة الممثلة مباشرة على الدراية بالنوع الموجود.

كل عنصر من العناصر الأربعة السابق ذكرها ذات دور دعامى لجميع المكونات components "الوسائل" التى يمكن أن تتلاءم مع أى نظام خاص بالـــ IPM. والآن دعنا نكتشف بالتفصيل هذه العناصر لنعرف ماهيتها وأهميتها فى برنامج الـ IPM.

لقد جعلت الحشرات تبعد عن شبكتى