الوحـــدة الثانيـــة

القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظام إدارة الآفات الحشرية

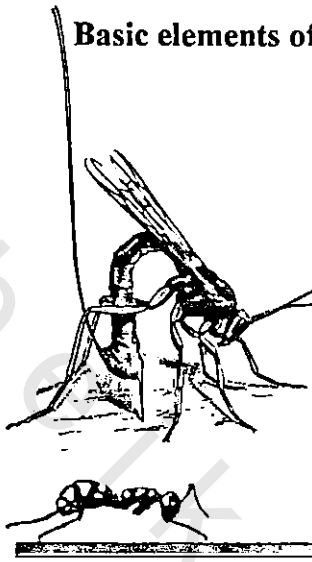
الفصـــل الثالث: الضبط الطبيعى

تقع الوحدة الثانية فى أربعة فصول (الثـــالث إلـــى العـــادس) يستعرض فيها القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظـام إدارة الآفات. أولى هذه القواعد هو تفهمنا للضبط الطبيعى للآفـــات وللوصول إلى مفهوم الضبط الطبيعى، يستعرض الفصل الثالث العشائر البســيطة والعشــائر المركبــة. الإتــزان، والإتــزان الطبيعى، الضبط الطبيعى للأعداد والعوامـــل المرتبطـــة بـــه، وينتهى بعرض للآفة فى البيئة الزراعية.

obeikandl.com

الوحدة الثانية: القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظام إدارة الآفات الحشرية

Basic elements of insect pest management



دعنا الآن نكتشف القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظام فعال فى إدارة الآفات الحشرية... تتكون تلك القواعد من أربعة أعمدة رئيسية هى الضبط الطبيعى natural control وأخذ العينات sampling والمستويات الإقتصادية economic levels وبيولوجى وإيكولوجى الحشرات insect biology and ecology

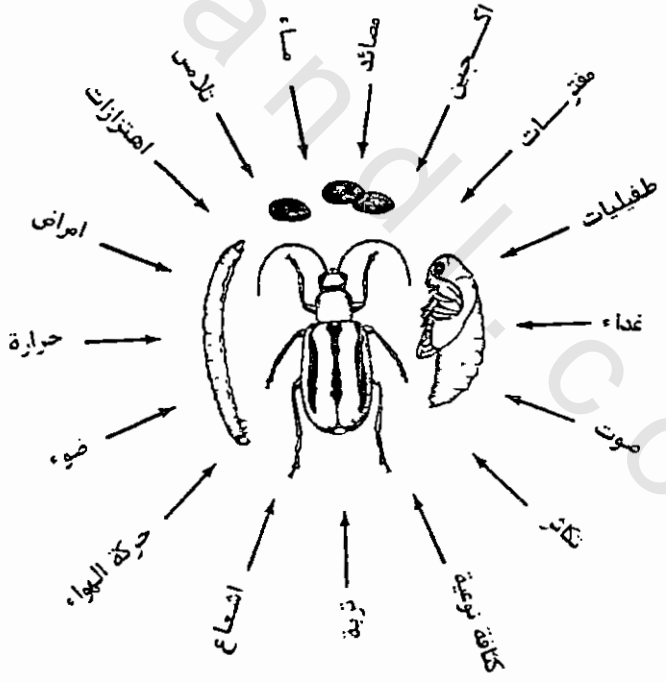
الفصل الثالث: الضبط الطبيعى Natural control

قد يختلف مفهوم الضبط الطبيعى بين الإفراد إعتماداً على خبرتهم وخلفيتهم العلمية. حيث يفهمه البعض بأنه ضبط الآفات الذى يتم خلال المفترسات والطفيليات أى عن طريق المقاومة البيولوجية التى توجد طبيعياً دون تدخل الإنسان... وهذا بالطبع جزء وليس كل الضبط الطبيعى. والمفهوم الآخر للبعض أن الضبط الطبيعى يعنى ببساطة وجود الحشرات بأعداد منخفضة لا تصلها إلى الوضع الآفى. والأسباب التى تؤدى إلى ظاهرة وجود الحشرة دون أن تشكل مخاطر الآفة لاقت قليل من التفكير ونظر إلى الظاهرة بأنها تتواجد بالضبط بهذه الطريقة. وفى الحقيقة أى من التفسيران السابقان غير كاف لتغطية المعنى والوصول إلى مفهوم الضبط الطبيعى والذى يتطلب تفهم أعمق للنظام المعقد والعوامل التى تؤثر فى هذا النظام... وإلى هنا يمكن القول بأن الضبط الطبيعى فى الحقيقة هو الخفض الطويل الأمد long-term suppression لعشيرة ما والذى ينتج من إجمالى التأثيرات البيئية. ولتفهم هذا التعريف من المهم عرض الأساس الإيكولوجى لهذا المفهوم.

الأساس الأيكولوجى

ترتكن الإدارة المتكاملة للآفات الحشـرية Integrated insect pest management على تفهم العوامل الإيكولوجية التى تنظم العشائر الحشرية. فعلـم البيئـة "Ecology" يتناول دراسة العلاقات المتداخلة بين الكائنات فى بيئتـهم. ويوضـح الشـكل (٢٤) أن هناك كثير من العوامل البيئية بالإضافة إلى عملية التطور والحالة الفسيولوجية للحشـرة التى تؤثر فى نمو وتكاثر وسلوك الحشرة. لذا فإن عمليات الإدارة المتنوعة التى يقـوم بها الإنسان يجب أن تكون ملائمة لكى تكمل العوامل الطبيعية التى تنظم عشيرة الآفة.

فى التعريف السابق لعلم البيئة تشير الكائنات إلى: (١) أفراد مستقلة أو كوحـدة أو (٢) العشيرة البسيطة population التى تتكون من عدد من الأفراد التابعة لنفس النـوع أو (٣) العشيرة المركبة community شكل (٢٤) التى تتكون من عدد أفـراد تنتمـى لأكثر من نوع تعيش معاً فى المسكن أو البيئة.



شكل (٢٤) الأساس الإيكولوجى الذى يؤثر فى نمو وتكاثر وسلوك الحشرة

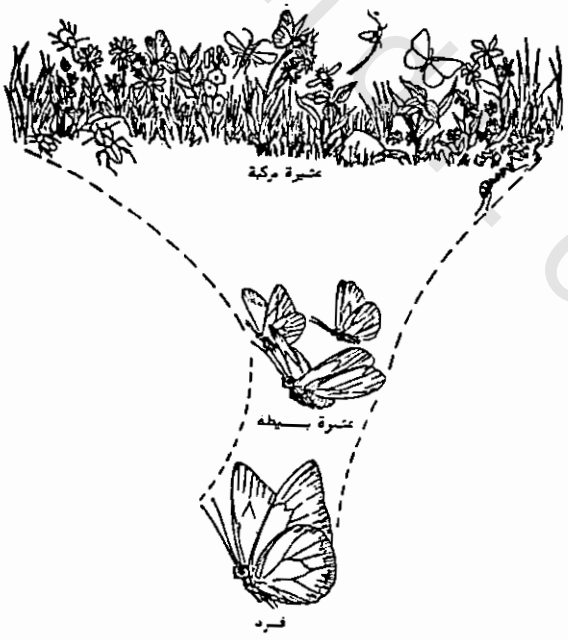
والمكان أو الحيز والظروف المحيطة بكائن ما يشار إليه بالمسكن habitat. وقد يختلف المسكن كثيراً. فقد يكون صغيراً جداً بدرجة يتكون فقط من طبقة واحدة من الهواء المحيط بالفرد وقد يتسع بدرجة كافية ليشمل حقل أو جزيرة أو قارة أو العالم بأكمله.

وتشير العلاقات المتداخلة إلى حالة الكائنات التى تتأثر بعوامل فيزيائية وحيوية عديدة فى البيئة والتى تتضمن النوع موضع الدراسة وجميع العوامل المرتبطة بالمسكن.

لتفهم الأساس البيئى لظاهر الضبط الطبيعى هناك مفاهيم متداخلة معاً يجب تفهمها:

أولاً: العشائر البسيطة Populations والعشائر المركبة Communities

كما هو الحال فى الأفراد تتواجد الأنواع فى مجموعات (شكل ٢٥). وهى تتزاوج وتتكاثر وتموت وعن طريق التكاثر تحفظ نفسها كمجموعة والتى يمكن أن يطلق عليها على المستوى المحلى بالعشيرة البسيطة مثل عشيرة حشرة الموالح القشرية السوداء على أشجار الموالح وللعشيرة صفات منها:



شكل (٢٥) رسم يوضح العلاقة بين الفرد والعشيرة البسيطة والعشيرة المركبة

أ- تتغير العشيرة فى الحجم وهذا يعنى أن عدد الأفراد التى تحويها يتغير تبعاً لظروف المناخ المتاح فى البيئة والذى قد يزيد أو يقل من تكاثر الأفراد على فترات زمنية معينة ولهذا فإن العشائر البسيطة ديناميكية فيما يخص حجمها.

ب- التركيب السنى للعشيرة Population age structure والذى قد يبسط إلى تركيب العشيرة والذى يعنى التوزيع النمطى للعمر والذى قد يشمل واحد من أحد نوعى التطرف أو فى توزيع وسط بين نمطى التطرف. فى إحدى حالات التطرف نجد أن جميع أفراد العشيرة فى أى وقت تحوى نفس العمر أو نفس طور النمو. بينما فى نوع التطرف الآخر تحوى العشيرة أفراد من مختلف الأعمار معاً. فى الحالة الأولى هناك توافق فى دورات حياة أفراد العشيرة معاً وتنتج مثل تلك الحالة عن طريق التعاقب المناخى أو عن طريق انتاج جيل واحد فقط فى العام. فى الحالة الثانية الأجيال غير متوافقة ولكنها متداخلة معاً ومثل هذا النمط من دورات الحياة شائع تواجده فى عشائر الحشرات قصيرة العمر عديدة الأجيال فى العام الواحد أو فى عشائر الحشرات ذات التكاثر النشط الذى لا يتأثر بالتعاقب المناخى الفصلى.

تركيب العشيرة هام بالنسبة للطفيل وترجع أهميته إلى عشائر العائل host population والتى فيها طور واحد فقط أو طورين من أطوار نمو العائل تصلح لحياة نوع الطفيل لذا من المهم وجود توافق دقيق بين دورات حياة العائل والطفيل لكى يصبح الأخير ناجح فى مكافحة العائل. ويفسر هذا السبب لماذا كان الطفيل الأفيليني *Metaphycus helvolus* عامل مكافحة فعال ضد حشرة الموالح القشرية السوداء *Saissetia oleae* فى الجزء الجنوبى الساحلى من كاليفورنيا وكان أقل فاعلية ضد نفس الآفة فى وسط كاليفورنيا. ففى المنطقة الأولى كان التركيب السنى لعشيرة الحشرة القشرية يتضمن جميع الأعمار فى أى وقت بينما فى المنطقة الثانية كان التركيب السنى لعشيرة الآفة يشمل طور أو طورين فقط من أطوار النمو فى أى وقت من الأوقات ونتج عن ذلك أنه فى فترات معينة من السنة لا يتوافر أطوار مناسبة للطفيل لكى يهاجمها. لذا لا تستطيع عشيرة الطفيل أن تتكاثر فينخفض تعدادها نتيجة لذلك.

تركيب العشيرة هام أيضاً فى إيكولوجى حشرة ما وذلك لأنه يعكس مرحلة نمو growth phase العشيرة. فالعشيرة الحديثة أى الصغيرة السن young population والتى أفرادها آخذة فى التزايد العددى نجد أن التركيب السنى لها يشمل كثرة نسبية فى الأعمار الصغيرة وقلة فى الأعمار المتوسطة وقلة أيضاً فى الحشرات الكاملة. بينما فى العشيرة القديمة أى المتقدمة فى العمر mature population والتى لا تتزايد فى أعداد أفرادها نجد أنها تحوى قلة فى الأعمار الصغيرة وكثرة فى الأطوار الكاملة. والتناقص فى عدد أفراد هذه العشيرة قد يرجع إلى التزاحم داخل أفراد النوع الواحد. ومعروف عن العشيرة التى تتناقص فى عدد أفرادها نتيجة التزاحم أنها تحوى قليل من الصغار وكثير من الكبار أى الأطوار البالغة.

جـ- العشائر ديناميكية فيما يخص التوزيع الجغرافى فهى تتجه للإنتشار فى مكان ما حتى يقابلها ظرف بيئى يحد هذا الإنتشار والذى قد يكون عائق جغرافى مثل بحر أو سلسلة جبلية أو حد صحراوى أو أى عائق بيئى يغيب فيه مصدر هام للحياة مثل نقص فى الغذاء أو عدم توافر تربة ملائمة لحياة الصغار.

د- العشائر لا توجد فى معزل ولكن تتواجد فى مساكنها habitats مرتبطة مع أنواع أخرى مثل هذا التركيب يكون ما يسمى بالعشائر المركبة أو المعقدة communities. فى بعض العشائر المعقدة يمكن تميز أنواع معينة مرتبطة معاً وخاصة فيما يخص العشائر النباتية التغذية والتى يمكن تميز فيها عشائر مختلفة فعلى سبيل المثال فى عشيرة أشجار الموالح نجد أنواع معينة من الحشرات وحيوانات أخرى مرتبطة مع شجر الموالح السائد فى المنطقة. وفى تلك العشائر المعقدة يمكن تميز إرتباطات غذائية بين الأنواع المتداخلة فيمكن أن نتعرف على كائنات منتجة أولية primary producers أو أشجار الموالح وكائنات مستهلكة أولية primary consumers أو المتغذيات على العشب herbivores وكائنات مستهلكة ثانوية secondary consumers أو آكلات اللحم carnivores وكائنات محللة decomposers وكائنات كانسة scavengers وهكذا .

مثل تلك السلسلة الغذائية يمكن إدراكها إذا تواجد نوع نباتى ما يتعدى عليه حشرة من نوع ما والأخيرة يتغذى عليها أحد أنواع الطيور وفى هذه السلسلة الغذائية food chain المكونة من ثلاث خطوات يمكن إدراك خطوة رابعة فيها إذا تغذى أحد أنواع الصقور على الطير الذى يتغذى على الحشرات. ونظراً للفقد المتتالى فى المادة البسيطة والطاقة فى خطوات السلاسل الغذائية فإنها بالتالى لن تنتهى ولكن عامة يمكن أن نتبين وجود أربعة أو ستة ارتباطات.

وحيث أن السلاسل الغذائية تتفرع أو تتحد معاً كما هو الحال فى العشائر المعقدة فإنه يشار إلى تلك المسارات الغذائية المعقدة بالشبكة الغذائية food web ويمكن إدراك مثل تلك الشبكات عندما يهاجم متغذى على العشب أكثر من نوع نباتى واحد أو عندما يشمل غذاء عدة أنواع من الطيور أحد أنواع الحشرات المتغذية على النبات. فى مثل تلك العلاقات الغذائية المتداخلة يمكن أن نصف مجاميع الحيوانات بصفة عامة إلى متغذيات نباتية phytophagy وهى حيوانات عشبية تتغذى على النباتات أو أجزاء منها والمتغذيات الحيوانية carnivory وهى حيوانات تتغذى على حيوانات أخرى. وفى مجال المكافحة البيولوجية للآفات الحشرية يهتم العلماء بصفة خاصة بملتهمات الحشرات "entomophagy" والتى تعنى أن أنواع معينة من الحيوانات تعتمد فى تغذيتها على الحشرات وخاصة تلك التى تتغذى على النباتات. لذا ينصب إهتمام علماء هذا المجال على الحيوانات الآكلة للحشرات مثل الثدييات الآكلة للحشرات (shrew, mice) والطيور الآكلة للحشرات والـ amphibians ويتركز الإهتمام على وجه الخصوص بالحشرات آكلة الحشرات. وعادة ما يوصف فى المقاومة البيولوجية أنواعاً من الحيوانات والنباتات التى تعتمد فى حياتها على حساب غيرها من الحيوانات كأعداء طبيعية. وفى العشيرة المعقدة ــ ومع قليل من الإستثناءات ــ نجد أن النوع الواحد يهاجم أو يستهلك بواحد أو أكثر من تلك الأعداء وهذا يوضح أهمية المكافحة البيولوجية.

ثانياً: الاتزان balance والإتزان الطبيعى balance of nature

ينشأ جزء من الصعوبة فى تفسير الضبط الطبيعى من المصطلحات التى يتضمنها

وأهم تلك المصطلحات المستخدمة عموماً فى وصف عشيرة حيوان ما هـــى الاتـــزان balance والإتزان الطبيعى balance of nature والوضـــع الاتزانـــى equilibrium position والتى قد تحمل معانى مختلفة تماماً مع الأفراد المختلفة. والمصطلحات مفيـدة فى تعيين أو تحديد العلاقة العامة لأعداد نوع ما من الحشرات فى بيئته العامة وللأنـــواع الأخرى. على سبيل المثال المســـتويات الطبيعيـــة لمـــن البقـــول ودودة الـــذرة corn earworm فى البرسيم مختلفة تماماً ولكن المستويات العامة التى يصل إليها كـــل مـــن تلك الآفات صفة لكل نوع.

والاتزان ــ عند البعض ــ يعنى ببساطة أن العشـــيرة تختلـــف أى تـــزداد أثنـــاء الظروف الملائمة وتتناقص فى الظروف الغير ملائمة. وتعمل ظروف التربة والمنـــاخ كحدود طبيعية لنمو عشيرة الحشرة وبالتالى فإن العشيرة تحدد بيولوجياً فى قدرتها علـى التواجد فى هذه الظروف المختلفة. وتبعاً لذلك فإنه على المدى الطويل تزايد وتنـــاقص العشيرة سيكون خارج الاتزان. وهذا ليس تفسير جيد للضبط الطبيعى.

فالنجاح النسبى لنوع ما من الحشرات يعتمد على عديد من العوامل. حيـــث يتـــأقلم النوع لظروف فيزيائية معينة وتؤثر البيئة مباشرة على معدل نمو العشيرة شـــاملة فـــى ذلك طول العمر ووضع البيض والتزاوج والإنتشار وصفات العشيرة الأخرى وعقـــب تأقلم العشيرة للبيئة الفيزيائية فيما يخص قوة نموها نجد أن هناك عوامل أخـــرى تعمـــل على العشيرة بطريقة كابتة لها أى خافضة لحجمها وهـــذه معظمـــها بيولوجيـــة مثـــل الطفيليات والمفترسات والتى ذات علاقة بكثافة العشيرة.

لجميع الكائنات القدرة على الزيادة فى العدد خلال عمليات التكاثر ومعظم الحشـــرات على وجه الخصوص ذات قدرة عالية فى الزيادة العددية للخصوبة النسبية العاليـــة التـــى تتمتع بها وقصر دورات حياتها. ولكن هناك حقيقة أن معظـــم الكائنـــات ومـــن ضمنـــها الحشرات ذات التكاثر السريع لا تتزايد عبر أجيالها المتتابعة خلال فترات طويلـــة فـــهى تتزايد لفترات محددة فقط نتيجة لتواجد الإنضباطات الطبيعية natural controls فى بيئـــة الحشرة. وتشمل تلك الانضباطات الطبيعية التى تحدد النمو العددى ما يلى:

أ- قصر الموارد كالغذاء والمكان والمأوى.

ب- التواجد الدورى للطقس القاسى أو الأضرار الناتجة عن الحـــرارة والـبرودة والرياح والجفاف والمطر.

جـ تنافس الحشرات فيما بينها أو بين أنواع أخرى من الحشرات أو الحيوانات.

د- الأعداء الطبيعية مثل الطفيليات والمفترسات والأمراض.

وللقسم الأخير أهمية خاصة لكثير من أنواع الحشرات. فبينما الموارد مـن النـادر أن يحدث فيها ندرة والطقس قد يكون بإستمرار ملائم وقد يندر التنـافس فـإن تواجـد الأعداء الطبيعية يكون تقريباً دائم وذات تأثير فعال. ومن المحتمل أن تهاجم كل عشـيرة حشرية بدرجة ما بواحد أو أكثر من الأعداء الطبيعية. وإذا أشير فقط للحشرات الآكلـة للحشرات فإنه من المحتمل أن لكل حشرة متغذية على النبـات واحـد أو أكـثر مـن المفترسات والطفيليات الحشرية المرتبطة بها. هذا وقـد تعمـل الحيوانـات المفترسـة الأخرى كعناصر ضبط طبيعية للعشائر الحشرية مثل بعض الطيور وبعـض الثدييـات والضفادع والسحالى... الخ.

محصلة الضبط الطبيعى هذا هو تنظيم للأعداد حيث تمنع العشـيرة مـن زيـادة أعدادها بدرجة كبيرة. وإن تواجد مثل هذه الحالة أى حفظ تعداد العشيرة لفترة طويلـة عند مستوى ذات صفة خاصة من الوفرة النسبية للكائنات الأخرى فى العشيرة المعقـدة هو ما نعنيه بالتوازن الطبيعى. فعندما تتسبب بعض الظروف زيـادة أو نقصـان فـى عشيرة ما عن المستوى العشيرى العام الطويل الأجل general long-term level نجـد هناك إتجاه للعودة إلى وضع الإتزان الأصلـى original equilibrium position. وحتى تحت ظروف بيئية فيزيائية ثابتة تتذبذب العشيرة عند مستوى عام وهذا الإتـزان ينتج من تأثير أو فعل ميكانيكيات خاصة. والعشائر المعقدة فى المحاصيل المختلطة بـها ثبات أكثر ولذا يكون التوازن أكبر عن العشائر المعقدة المتواجدة تحت نظـام زراعـى بسيط (محصول واحد) وهذا بالطبع ينشأ من وجـود عـدد أكـبر فـى الإنضباطـات والإتزانات فى الحالة الأولى. وفى الـ IPM فى العادة ما نهتم بنوع واحد من الآفـات الحشرية لذا ينصب اهتمامنا على إتزان هذا النوع أى الاهتمـام بميكانيكيـات الضبـط الطبيعى لعشائر النوع الواحد وبالطبع يتأثر هذا بالإتزان الإجمالى فى العشيرة المعقـدة التى يتواجد فيها نوع الآفة موضع الإهتمام.

ثالثاً: الضبط الطبيعى للأعداد The natural control of numbers

إن الحدود العريضة التى تتواجد فيها العشائر الطبيعية جعلت للضبط الطبيعى عدد من التعريفات أو المفاهيم المختلفة وجميعها يشير فى المعنى العام له أن العشيرة لن تستمر فى النمو إلى ما لانهاية ولن تتناقص إلى مستوى الإنقراض. مثل هذا المعنى يشير لما يحدث ولكن لا يشير إلى كيف يحدث. والتعريف الأكثر طلباً سيحدد القيود العامة للعشيرة (أى الحدود التى فوقها أو تحتها لن تتواجد العشيرة طبيعياً) وسيوضح كيفية حدوث ذلك وسيشير التعريف الأكثر تركيزاً أن تلك القيود تتم من خلال تأثيرات مجتمعة للبيئة إجمالاً والتى تشمل مكونات بيولوجية وفيزيائية.

إن ميكانيكيات التفاعل بين العشيرة وبيئتها والتى تؤدى إلى توازن نسبى تكون ما يسمى بالضبط الطبيعى للعشائر populations. ويشمل الضبط الطبيعى القوى البيئية مجتمعة التى تعمل على كبح جماح العشيرة ضد قدرتها فى النمو العددى ومثل هذا الضبط الطبيعى الذى يؤثر على نسبة الموت فى أفراد العشيرة وإلى حدٍ ما على قدرة التوالد والتكاثر يشتمل على عوامل بيئية مثل الحرارة أو البرودة أو الجفاف وعلى إختفاء أو تدهور الموارد الغذائية وعلى فعل التنافس بين الأنواع وعلى الأعداء الطبيعية وعلى ذلك هناك قوتان فى البيئة للضبط الطبيعى:

أ- الضبط الطبيعى الغير حيوى Natural abiotic control

لو نظرنا إلى تعريف الكفاءة الحيوية biotic potential لنوع حشرى ما نجد أنها ترمى لأقصى معدل لنمو هذا النوع عندما لا تعمل ضده عوامل منظمة أو ضابطة له. إذا تواجدت تلك البيئة الخالية المشاكل فإن النوع الحشرى سيكون لديه القدرة على إنتاج أعداد هائلة من ذريته. وبالرغم من أن الكفاءة الحيوية لا تتحقق أبداً فإن المفهوم مفيد فى المساعدة على تعريف فاعلية كل عامل منظم regulating factor. إن لكل نوع كفاءته الحيوية الخاصة به تبعاً للنمو growth الخاص له وخصائص تكاثر هذا النوع مثل النسبة الجنسية والخصوبة والإخصاب وعدد الأجيال فى السنة وطول كل دورة حياة والتعدد الجنينى polyembrony... الخ. ويمثل الضبط الطبيعى الغير حيوى أى ظرف بيئى يثبط نمو عشائر الحشرة والذى لا يمكن تغييره بواسطة الإنسان (أى لا يستطيع الإنسان أن يتدخل فيه لتغيره).

١- الطقس Weather

الطقس هو أول عامل رئيسى غير حيوى منظم يمكن النظر إليه والذى فيه الحرارة مكون هام وكبير. وحيث أن درجة حرارة جسم الحشرة تعتمد على درجة حرارة الوسط (هواء، تربة) لذا فإن معدل التمثيل الغذائى يتزايد كلما إرتفعت درجة حرارة الطقس ويقل كلما إنخفضت درجة الحرارة. ويتوازى عامة النشاط الحشرى مع مستويات الحرارة وتبدو النتيجة فى كثير من أنواع الحشرات أن الفرد الواحد قد يستهلك كميات أكبر من الغذاء ويتكاثر بمعدل أكبر وقد يمارس أجيال أكثر فى الفصل الدافئ. بالإضافة إلى ذلك قد تقل قدرة الحشرة أحياناً على الطيران فى درجات الحرارة الأقل. فينخفض بالتالى توزيع النوع وبالمثل فرص الوصول إلى المصادر الغذائية والجنس الآخر للتزاوج. وأحياناً قد تجمد درجات الحرارة المنخفضة جداً الحشرات وتقتلها رغم أن معظم الحشرات لديها القدرة على خفض الدرجة التى عندها تتجمد أجسامها فتتجمد أسفل درجة تجمد الماء.

وهناك ظروف طقس اخرى يمكن أن تشكل أيضاً عوامل ضابطة controlling factors إحدى تلك الظروف الرطوبة **moisture**. فالطقس الجاف قد يؤثر بشدة على العشائر عن طريق تقيد قدرة الحشرة على الإحتفاظ بالماء وهو عامل هام وحرج للحياة. فالجفاف إما قد يقتل الحشرة بخفض نشاطها التمثيلى ويجعلها أكثر حساسية للمرض أو يؤثر على سلوكها فإناث بعض الأنواع قد تحتفظ بالبيض فى جسمها إذا كانت رطوبة الهواء غير كافية لحياة البيض وتظل كذلك إلى أن تتحسن الظروف. وقد تعمل الرطوبة الزائدة من ناحية أخرى كعامل ضبط غير مباشر بإتاحة ظروف ملائمة لإزدياد الكائنات الممرضة.

هناك عامل آخر للطقس وهو حركة الهواء الموجهة. فالرياح **winds** قد تؤثر فى عشائر الحشرات إما بمساعدتها للإنتقال لمصادر غذائية أخرى أو مناطق للتربية أفضل أو تدفعها بعيداً عن هذا وذاك. علاوة على ذلك تعمل الرياح على زيادة معدل البخر وبذا قد تشارك بفاعلية فى جفاف الحشرات.

وجدير بالملاحظة أيضاً أن ظروف الطقس تساعد أيضاً فى ضبط نمو العشيرة

بطريقة غير مباشرة خلال تأثيرها على الغذاء. فالضرر الناجم للمحاصيل عن طريق العواصف على سبيل المثال يقلل عادة القيمة الغذائية للنبات فينخفض بالتالى نوعية الإمداد الغذائى المتاح.

تكون كثافة وفترة ضوء الشمس sunlight العامل التالى الرئيسى الضابط للعشيرة حيث يتوقف نشاط كثير من الأنواع عند طول فترة ضوئية معينة تحتها قد تدخل الحشرة فى سكون diapause (أى خفض فى الميتابولزم والنمو). وتشمل التفاعلات الأخرى المتعلقة بالضوء التعدد المورفولوجى polymorphism (أى وجود عدد من الأشكال المورفولوجية المميزة لطور معين) وإنخفاض فى الخصوبة (أو القدرة التكاثرية) ومظاهر معينة للسلوك (مثل وضع البيض).

٢- الطبوغرافيا (السمات الخاصة بالمكان)

قد تعمل الصفات الخاصة بالمكان كعامل ضابط خاصة إذا كانت صفات المكان الطبيعية ذات حجم معنوى والأمثلة فى ذلك المحيطات والبحيرات الشاسعة والمناطق الصحراوية والجبال والأراضى الأخرى الغير مأهولة. ومثل تلك العوائق إما أن تبطئ أو تمنع هجرة الحشرات وقد تساعد فى الإنتشار "المباشر".

ويحدث الإنتشار أو التشتت عند تجنب الحشرات الظروف الغير مناسبة. والهجرة هى شكل من الإنتشار وتحدث عندما تشرع قطاعات من العشيرة فى البحث عن هدف (غذاء، الجنس الأخر... الخ) وهى تتضمن أيضاً العودة مرة ثانية إلى المنطقة فيما بعد. والإنتشار يكون عشوائى بينما الهجرة تكون متخصصة.

ب- عوامل الضبط الحيوية Biotic control factors

يطلق على المكونات الحية التى تؤثر فى حياة الحشرات بالحياتية biotic. وتتضمن الغذاء والمنافسين competitors والأعداء الطبيعية. ويجب ألا ننسى أن هناك تغيرات سلوكية تؤثر فى حياة الحشرات وتعمل كعوامل ضابطة حيوية. بعض أنواع الحشرات لديها القدرة على تنظيم وضع البيض بالإضافة إلى التحكم فى نسبة كل طائفة ناتجة فى المستعمرة (مثل نحل العسل والنمل الأبيض) كما قد تختار الحشرات أيضاً المساكن الملائمة لحمايتها مثل إختيار ملاجئ آمنة داخل الأشجار.

١- الغذاء Food

الحشرات التى تتغذى على النباتات فى العشيرة المركبة يطلق عليها بآكلات النبات phytophagous بينما تلك الأنواع التى تتغذى على حشرات أخرى يطلق عليها بملتهمات الحشرات Entomophagous. وتعتبر الحشرات الآكلة للنباتات بصفة عامة ضارة والحشرات الملتهمة للحشرات نافعة. وكما سبق القول قد تقسم الحشرات أكثر تبعاً لعاداتها الغذائية إلى متعددة الغذاء polyphagous وهى تلك الحشرات التى تتغذى على تنوع عريض من الأنواع النباتية أو الحيوانية. والحشرات المحدودة الغذاء oligophagous وهى الحشرات التى لحد ما ذات قيود فى عاداتها الغذائية. ووحيدة الغذاء monophagous وهى الحشرات التى تقصر غذائها على نوع واحد أو أنواع قريبة الصلة جداً ببعضها داخل جنس واحد. على سبيل المثال الدودة المسلحة armyworm التى تتغذى فقط على أنواع داخل عائلة النجيليات تشمل عوائلها النجيليات البرية والقمح والشوفان والشعير والذرة هى من الحشرات المحددة الغذاء بينما ثاقبة الذرة الأوربية متعددة العوائل لا تتغذى فقط على النجيليات ولكن أيضاً على النباتات الباذنجانية والبقولية وكثير من العائلات الأخرى. بينما من البرسيم المبقع مثال للحشرات الوحيدة الغذاء حيث يتغذى فقط على البرسيم أو الأنواع القريبة الصلة جداً. وعلى هذا فإن الغذاء (ملائمته، نوعيته... الخ) عامل هام ضابط للعشيرة.

٢- التنافس Competition

التنافس عامل حيوى رئيسى منظم لعشائر الحشرات وهو يوجد بين أفراد نفس النوع وبين الأنواع المختلفة. وقد يصبح التنافس على الغذاء شديد جداً بدرجة يضعف معها إمدادات الغذاء المتاح. وهذا يضيف ضغطاً على جميع أفراد العشيرة المركبة. على سبيل المثال، قد يكون الإمداد الغذائى كاف لتغطية احتياجات العشيرة لتكمل نموها وتطورها ولكن الزيادة فى أعداد هذه العشيرة قد تستنزف الغذاء هذا وتموت العشيرة قبل أن يصل أى من الأفراد إلى تمام النمو. ومع ذلك يندر أن تحدث هذه الظاهرة لأن التنوع البيولوجى بين الأفراد يسمح للبعض بالتغذية الأسرع أو النمو الأسرع فتحيا على حساب الأفراد الأبطئ فى التهام غذائها. مثل هذا التنافس الخاص داخل النوع

interaspecific competition يعمل على إنتخاب الأفراد الأكثر تأقلماً. ويمكن أن يوجد أيضاً تنافس على الجنس الآخر والمكان والمسكن وجميع تلك التزاحمات يمكن أن تحدد نمو وحجم العشائر الحشرية. وبعض الأنواع مثل دودة اللوز الأمريكية آكلة لنفس النوع cannibalistic. وعندما تتقابل يرقتان من نفس النوع تنشب معركة بينهما تؤدى إلى موت محقق لإحداهما.

عند تنافس أنواع مختلفة interspecific competion مع بعضها البعض على الغذاء والمكان نجد أن الأنواع الصغيرة small species التى تحتاج لغذاء أقل لكى تكمل تطورها فى العادة ما يكون لديها ميزة أكبر على الأنواع الأكبر larger species. وبالمثل النوع الذى يكمل تطوره فى وقت قصير يكون له ميزة على النوع الذى يتطلب نموه وتطوره فترة أطول من الزمن. كما أن النوع المتعدد العوائل ذات ميزة على النوع الوحيد الغذاء وذلك لقدرة الأول إلى الإنتقال لمصدر غذائى مختلف.

أخيراً – بين الحين والآخر – قد تعمل الظروف الملائمة كعامل منظم لسلالات العشيرة بتقليل قوة ونشاط أفراد العشيرة population ككل عندما تسمح هذه الظروف للأفراد الأضعف بالحياة وتصبح غير ملائمة لأفراد العشيرة الأقوى. وإذا إستمر الحال لعدة أسابيع قد تجعل تلك الظروف العشيرة ضعيفة جداً لكى تستمر فى التكاثر. ونتيجة لذلك قد تستنزف العشيرة كلها بواسطة الظروف المعاكسة المناخية والتى فى العادة لا تعتبر شديدة التأثير على العشيرة الأولى (القوية). فوران ذبابة الخوخ *B. zonata* فى بساتين الفاكهة والحشرة القشرية الرخوة *Pulvinaria elongata* على قصب السكر فى مصر حديثا أمثلة لتأثير التنافس والإضرار بالأعداء الحيوية على إرتفاع مستوى الضرر الغير إقتصادى إلى فقد إقتصادى مؤثر.

٣- الأعداء الطبيعية:

الحشرات والحيوانات التى تشكل الأعداء الطبيعية لنوع آفة حشرية ما تساهم فى تنظيم نوع هذه الآفة. ومع ذلك يتكون التوازن عادة خلال الإنتخاب الطبيعى. فالمفترسات لا تحصل دائماً على ضحاياها كما أن الطفيليات لا تهتدى لكل أفراد عائلها ولقد وجد أن وقت التفاعل لكثير من المفترسات وضحاياها يكون تقريباً واحد بدرجة

أنه فى نصف الوقت يحصل المفترس على ضحاياه وفى النصف الآخر تهرب منه الضحايا. وبالمثل عشيرة الطفيل قد تقتل معظم أفراد عشيرة عائلها فى وقت قصير ولكن مع تضاعل أعداد العائل يواجه الطفيل صعوبة فى الإهتداء إلى الأفراد الباقية من العائل. فينخفض تعداد الطفيل إلى أعداد قليلة لتعرضه لحرمان العائل وبذا تتمكن الأعداد الباقية من العائل فى إعادة بناء العشيرة مرة أخرى. وهذا الوضع يعمل على الحفاظ على المفترس وضحاياه ويشكل أهمية إذا أريد لبرنامج المكافحة البيولوجية أن يكون له فاعلية مستمرة. فالتطرف فى التأثير لجزء من المفترسات والطفيليات سيزيل كل الضحايا والعوائل وفى النهاية سيسبب أيضاً هلاك للمفترسات والطفيليات.

فى البيئة الزراعية التى تحوى محصول يتعرض بشدة لآفة محلية. يفترض أن لتلك الآفة أعدائها المؤقلمة عليها ولكن العمليات الزراعية المختلفة عملت لصالح تكاثر تلك الآفة أى مثل تلك العمليات الزراعية تعارضت مع جهود الأعداء الطبيعية التى تشارك بجهد كبير فى الضبط الطبيعى لأعداد تلك الآفة. لذا فإن المكافحة البيولوجية للآفات المحلية يمكن أن تسلك عدة طرق منها (أ) إدخال أعداء طبيعية أجنبية المصدر ترتبط بأنواع من الآفات ذات علاقة بالآفة المحلية (ب) إجراء تعديلات فى الزراعة والعمليات الزراعية تعمل على تشجيع وزيادة تأثير فعل الأعداء المحلية (جـ) إستخدام وسيلة مكافحة مثل المكافحة الكيماوية لعمل تكامل فى مكافحة الآفة المحلية وقت خروجها عن نطاق السيطرة.

لقد تم مكافحة بعض الآفات المحلية عن طريق إستيراد أعداء طبيعية تهاجم أنواع حشرية ذات علاقة تقسيمية بهذه الآفات المحلية. ففى هاواى عمل على إستيراد طفيل ذبابة الفاكهة *Opius tryoni* الذى عمل كعنصر مكافحة بيولوجى فعال ضد ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط *Ceratitis capitata* وهذا أعطى أمل بأن الآفة المحلية يمكن أن تكافح بنفس طريقة الآفة الأجنبية. ومع ذلك توضح الخبرة بأن الطفيليات والتى تشكل أكثر عناصر المكافحة البيولوجية تأثيراً ذات تخصص عالى للعائل فى معظم الحالات بمعنى أن تأقلمها لحياتها الطفيلية ذات حدود ضيقة ولأنواع معينة من الآفات وكثير من المجهودات التى أجريت لإستيراد طفيليات أجنبية ذات علاقة بالآفة المحلية لم تنجح بإستمرار. وهذا لا ينطبق على المفترسات ومع ذلك لا يمكن إغفال دور

الطفيليات التى يمكن أن تهاجم أكثر من عائل حشرى عند أعداد برامج مكافحة بيولوجية فى المستقبل.

لقد أوضحت الخبرة أن تغير العمليات الزراعية المعتادة عمل فى بعض الحالات على تحسين أداء الأعداء الطبيعية المحلية. فإضافة صناديق تربية للدبابير فى حقول الدخان عمل على زيادة أعداد الدبابير المفترسة التى تعمل على ضبط تعداد ديدان الدخان. كذلك أدى زراعة نباتات التوت البرى بالقرب من مزارع العنب إلى تواجد عائل بديل لطفيل البيض الذى يهاجم بيض نطاطات أوراق العنب.

فى اى نظام زراعى *cropping system* نجد انواع معينة من الحشرات ذات وفرة واضحة. البعض يتواجد فى أماكن متفرقة والبعض الأخر نادر المشاهدة وقد توجد هذه الحالة فى حدود معينة يمكن التنبؤ بها سنة بعد أخرى ما لم يحدث تغير كبير فى البيئة ينتج عنه تغير فى وضع النوع. وقد تتغير الأعداد المطلقة من وقت لأخر ولكن العلاقة العددية بين الأنواع العديدة تظل لحد ما ثابتة والعملية التى تؤدى إلى ذلك هى الضبط الطبيعى والتى تتضمن التأثير البيئى الكلى التى تشمل العناصر المنظمة للكثافة العددية وعلاقتها بالظروف البيئية.

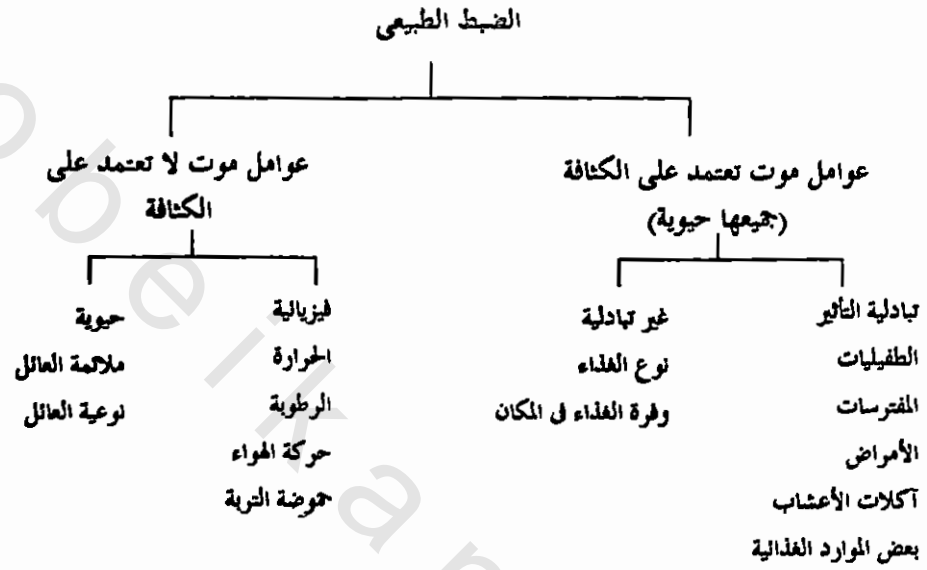
الأن هناك مفهومان للضبط الطبيعى الأول وهو الاكثر شيوعاً وقبولاً يقول أنه كلما تزايدت عشيرة الحشرة فى العدد تنشأ قوى كابتة *repressive factors* تتجه لمنع زيادة أخرى. وهذه القوى الكابتة يمكن أن تأتى من البيئة أو من العشيرة نفسها. ويتلازم مع هذه الرؤيا أنه كلما تناقصت كثافة العشيرة ينشأ تراخى للقوى الكابتة فتبدأ تتجه العشيرة لإستعادة قوتها فى الزيادة مرة أخرى.

المفهوم الثانى للضبط الطبيعى يعتمد أساساً على ما نطلق عليه بالفرصة المتاحة chance existence وهذا يعنى أن الفترات الملائمة لنمو العشيرة تتوازن بتعاقب لظروف غير ملائمة عن طريقها تتناقص العشيرة. لذا ترتفع كثافة العشائر وتتناقص تبعاً لذلك. وعلى المدى الطويل يحدث الإتزان ويتضمن هذا المفهوم حالة "الإتزان" فى البيئة ولكن لا يقدم تفسير علمى لكيفية حدوثه. وفى المفهوم الأول وجدنا أن الإتزان يحدث فى العشيرة بتفسير عقلانى لبدءه وكيفية حدوثه وهذه هى رؤيتنا للضبط الطبيعى وحدوثه فى نظام بيئى زراعى ما.

إن التفكير الأساسى الخاص بالضبط الطبيعى هو أن هناك مجموعتان من العوامل تعمل معاً. إحدى هذه العوامل تشمل البيئة الطبيعية physical environment (ضبط طبيعى غير حيوى) التى تحدد حد الحمل load limit أو سعة الحمل carrying capacity لبيئة ما "determination" والتى لا تتأثر بأعداد الكائنات وتشمل مجموعة العوامل الاخرى الضغوط المتعلقة بأعداد الكائنات. أحد هذه المجموعات قد يكون مثالى لنمو النوع فيتواجد النوع عند مستويات أعلى مما فى البيئة القاسية. وبصرف النظر عن النمط البيئى فإن تنظيم حشرة ما عند مستوى الإتزان العام general equilibrium level سواء كان عالى أو منخفض يعتمد على فعل العوامل التى تعتمد على الكثافة density dependent factors (مثل الطفيليات والمفترسات) (شكل ٢٦). فى هذه الحالة فإنه مع زيادة عشيرة الحشرة يحدث زيادة أكبر فى نسبة ما يقتل منها بواسطة عناصر المكافحة البيولوجية أو ربما مقاومة ضد نمو العشيرة تنتج من الخفض فى الغذاء المتاح أو من تأثيرات سيئة تسببها العشيرة ذاتها.. وعلى ذلك هل هناك إختلاف بين تحديد (determination) وتنظيم (regulation) العشيرة؟. يتم تحديد العشيرة عن طريق الظروف البيئية الفيزيائية فهى التى تعين حد الحمل أو سعة الحمل لبيئة ما أما تنظيم العشيرة فهذا يحدث نتيجة لتأثير العناصر البيولوجية وكلاً من الظروف الفيزيائية والعوامل البيولوجية تعملان معاً جنباً إلى جنب.

تحدد المستويات العامة للعشيرة ويحافظ على تنظيمها فى الأنماط البيئية المختلفة عن طريق العوامل الفيزيائية والبيولوجية على الترتيب. أحياناً تكون تلك العوامل ملائمة وفى أخرى غير ملائمة. وتحدد الإختلافات فى الظروف المناخية الإختلاف فى مستويات العشيرة لكثير من الآفات. ومع ذلك وفى كثير من الحالات نجد أن العوامل البيولوجية مثل الطفيليات والمفترسات تعمل فى تنظيم العشائر دون النظر للمستوى العام الذى حددته البيئة. فى بعض السنوات تتعدى الآفات المستويات الإقتصادية ويتطلب ذلك التدخل بوسائل أخرى لحفظ الآفة عند الحدود الإقتصادية. وبصرف النظر عن مستوى العشيرة الذى يحدد بالظروف البيئية إذا غابت كل العوامل المنظمة كما هو الحال عند الإضرار بالحشرات النافعة عند إستخدام المبيدات فإن الظروف البيئية العامة ستسمح بمستويات أعلى للآفة أى الوصول إلى الفوران الحشرى. ويحدث

هذا النوع من الفوران الحشرى روتينياً فى الأنظمة الزراعية التى يطبق فيها المبيـــدات الحشرية دون وعى بيئى.



شكل ٢٦: المكونات الرئيسية لعناصر الضبط الطبيعى للأعداد

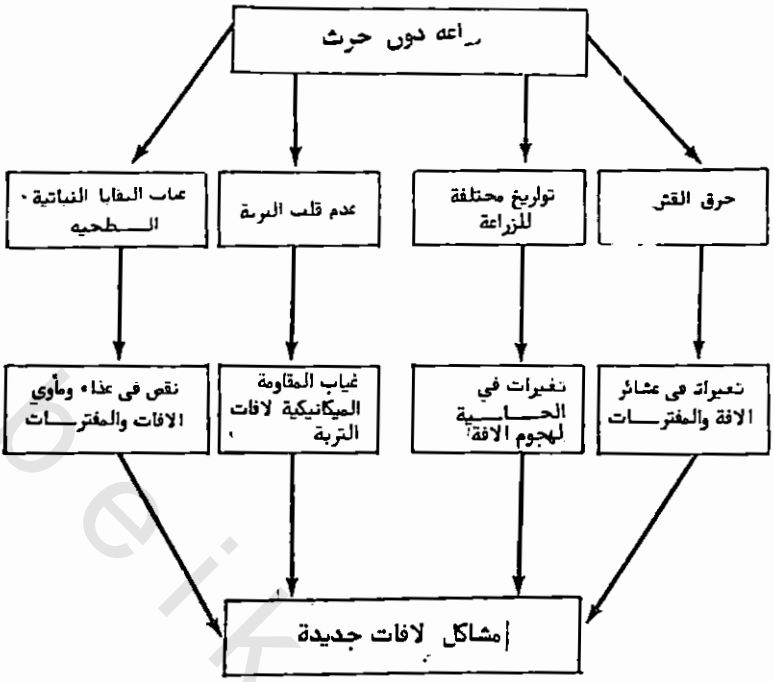
رابعاً: الآفة والبيئة الزراعية The Pest and the Agroecosystem

تعيش عشائر الآفات فى مساكن habitats زراعية التى تمثل أنظمة بيئية من صنع الإنسان، وما نطلق عليـــه بالأنظمـــة الزراعيـــة agroecosystems. فلكـــى يحصـــل المزارع على إنتاج إقتصادى يعبث بالمسكن بعمليات فلاحة الأرض واللجوء إلى كثـــير من العمليات التى تهدف إلى زيادة الإنتاج والتى فـــى نفـــس الوقـــت تغـــير التـــوازن الإيكولوجى. فالحقل المنزرع هو المسكن الذى يأوى العشيرة الحشرية المركبة وكائنـــات أخرى والذى قد يطلق عليه بالنظام البيئى الزراعى. ويخلق المحصول النامى بيئة مـــا قد تكون ملائمة أو غير ملائمة التأثير بين الأنواع الموجودة فى العشيرة المركبة.

ينشأ عن نمو المحصول نباتات قائمة تحدد الظروف الفيزيائيـــة للمســكن. فــهذه النباتات تمنع بعض من الضوء من الوصول إلى الأرض فيقل الضـــوء الــذى يتخلــل المجموع النباتى. والظل الناتج يحدد المدى الذى ترتفع عنده درجة حرارة التربة والــذى يرتبط مباشرة بكثافة وإرتفاع النباتات وحجم الاوراق. وإذا كانت النباتات كثيفــة فإنــها بذلك تعمل على تلطيف درجة حرارة التربة وإذا كان المجموع النباتى متباعد أو عنـــد إزالة النباتات فإن درجة حرارة التربة قد ترتفع إلى مستوى أعلى مما يمكن لحشـــرات التربة أن تتحمله خاصة إذا كانت تحيا قريبة من السطح.

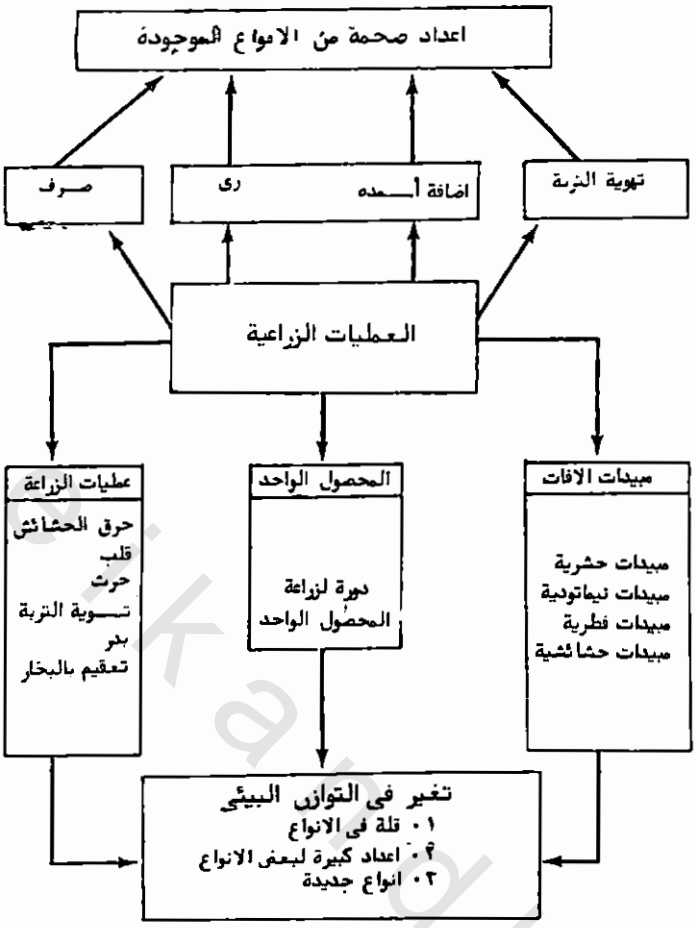
وتقلل كثافة المحصول أيضاً البخر evaporation من كـــلاً مــن أســطح النبــات والأرض نتيجة لإنخفاض فى وصول الرياح لتلك الأسطح. وينشئ عن ذلـــك إحتفــاظ التربة والنباتات برطوبة أكبر مما يؤدى إلى تقليــل الفقــد الحــرارى المرتبــط عــادة بالتبخير. من ناحية أخرى تحت ظروف الجفاف تستخدم النباتــات مقــدار أكــبر مــن الرطوبة فتسرع من جفاف التربة أو إستنزاف رطوبة التربة.

وقد يعمل حرث التربة على تنظيف سطح التربة وحرمان الحشرات مــن أغذيتــها النباتية والمأوى الآمن لها. كذلك التخلص من الحشائش قبل الزراعة يؤثر فــى خفــض الإصابات ببق النبات فى فول الصويا والخناقس البرغوثية وأنواع من البق فى الـــذرة. وبالمثل يمكن أن يعمل تطبيق كلاً من الأسمدة العضويــة وغــير العضويــة أو الــرى لصالح حياة بعض الحشرات أو خلق ظروف معاكسة للبعض الآخر. وبالرغم مـــن أن الحشائش بصفة عامة ضارة إلا أنها أيضاً قد يكون لها تأثير نافع كما فى حالـــة بنــاء عشيرة الـ *Lydella grisescens* العدو الطبيعى الهام لحفار ساق الذرة الأوروبى فـــى أمريكا. حيث تعمل حشيشة الـ Ragweed والحشائش النجيلية علـــى توفــير العوائــل النباتية لحفارات الساق حيث تنمو عليها الطفيليات والتى تذهب لتتطفل على حفار ســاق الذرة الأوروبى عندما ينشط على نباتات الذرة فيما بعد. يوضح الرســـم الــذى أعــده Dr. Clive Edwards (شكل ٢٧) الباحث فى محطة روثامستد بإنجلترا تأثير عمليــات الزراعة على عشائر الآفات.

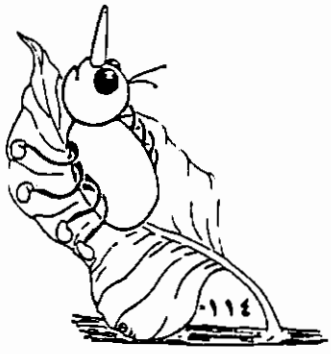


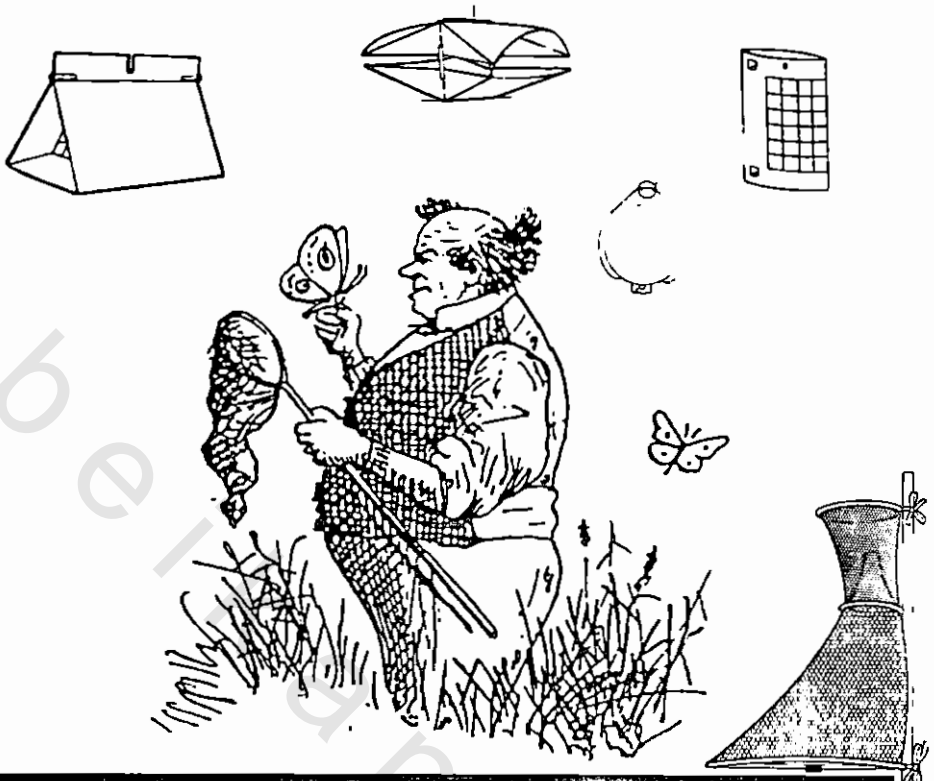
شكل ٢٧: العمليات الزراعية وعلاقتها بعشائر الآفات

إن زراعة محاصيل دون حرث (فلاحة الارض) عملية زراعية استخدمت وآخذة فى الإنتشار خاصة فى محاصيل الحبوب. مثل هذه العملية التى تغيب فيها الحرث أو يمارس فقط بأقل قدر ممكن ذات مميزات إقتصادية زراعية معينة. ومع ذلك يمكن أن يكون لها عيوب خطيرة كما هو واضح من (شكل ٢٨) الذى أعده Dr. Clive والذى يوضح تأثيرات غياب فلاحة الأرض فى خلق بيئة فيها مشاكل آفات جديدة.



شكل ٢٨: تأثير غياب الحرث فى إيجاد بيئة جديدة تؤدى إلى مشاكل آفات جديدة





تابـــع
الوحـــدة الثانية

القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظام إدارة الآفات

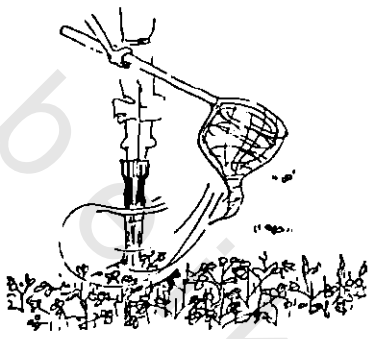
الفصل الرابع: مراقبة الآفات وأخذ العينات

يتعرض الفصل الرابع لأحد القواعد الأساسية الهامة جـــداً فـــى إدارة الآفات وهى مراقبة وأخذ العينات، والتى تتلخص فى طـرق أخذ العينات (العد فى المكان ــ طريقة الطرح أرضـــاً ــ الجمـــع بشبك الجمع ــ الجمع بالمصائد ــ الاستخلاص مـــن التربـــة ــ الطرق الغير مباشرة) وبرنامج أخذ العينات (أنواع التقديـــرات ــ تحويل التقديرات ــ الإحصاء الوصفى ــ معايرة التقديـــرات ــ أبعاد البرنامج).

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الرابع: مراقبة الآفات وأخذ العينات
Surveillance and sampling



لا يمكن إغفال فهم النشاط الحشرى لاتخاذ قرارات إدارة الآفات ـ وفى الحقيقة ـ لا غنى عن هذه المعلومات كأساس أولى فى إدارة الآفات. حيث لا تتخذ اجراءات ضد الآفة إلا إذا ثبت وجودها وإذا وجدت لا يكفى هذا لاتخاذ إجراء ضدها ولكن تتخذ القرارات عندما توجد فقط فى وضع يمثل تهديد حقيقى للمحصول.

قبل إصابة المحصول crop invasion تكتشف الانشطة الحشرية مثل الهجرة الطويلة المدى long-range migration والتحرك المحلى والتغذية والتكاثر من خلال المراقبة المؤكدة "المسجلة". ومراقبة الآفة pest surveillance تعنى الترقب المستمر للآفة بغرض أخذ القرار. واعتماداً على نوع الآفة (محلية، دخول حديث، أجنبية خطيرة) تحاول برامج المراقبة تحديد ما إذا كانت الآفة موجودة وتقدير الأعداد فى العشيرة وتوزيعها وتقدير كيف تتغير تلك العوامل مع الزمن. والأهداف الرئيسية للمراقبة فى تعبير أكثر دقة تشمل اكتشاف وجود النوع موضع الإهتمام وتحديد كثافة العشيرة وإنتشارها وديناميكياتها.

بالإضافة إلى البرامج الخاصة التى يجريها الأفراد تشكل مراقبة الآفات نشاط رئيسى لعدة هيئات حكومية وتجارية التى تختص بإكتشاف الأفات التى تدخل حديثاً وتحديد إنتشار الآفات الوافدة إلى المناطق الجديدة وتحديد مستويات الإصابة بالآفات المستقرة الزراعية.

تجرى معظم برامج المراقبة بواسطة هيئات حكومية خلال أنشطة حصر منتظمة. وحصر آفة حشرية هو جمع مفصل لمعلومات عشيرة الحشرة فى وقت معين فى منطقة معينة.وقد يجرى برنامج الحصر طوال فترة موسم النمو أو خلال فترات حرجة

معينة فى دورة حياة الحشرة. وقد تكون المنطقة التى يشملها الحصر صغيرة على مستوى حقل أو بركة أو جزء من غابة أو كبيرة على مستوى ولاية أو إقليم فى بلد.

قد يقسم الحصر إلى حصر كمى أو نوعى... والحصر النوعى qualitative surveys أقل تعقيداً ويهدف عامة لكشف الآفة. ويؤدى عادة إلى لستة لأنواع الآفات المكتشفة مع إشارة وصفية للكثافة مثل وفيرة، شائعة أو نادرة مثل هذا الحصر نموذجى فى المنافذ الدولية للدخول وحدود الولايات والمناطق المشابهة حيث فحص البضائع الزراعية كما يستخدم الحصر النوعى أيضاً مع الآفات الحديثة الدخول وفى مثل هذه الحالات تبذل محاولات لتفهم مدى الإصابة وفى العادة ما يتبع الحصر النوعى حصر كمى.

الحصر الكمى Quantitative surveys هو أكثر أنواع الحصر استخداماً فى إدارة الآفات الحشرية. ويحاول الحصر الكمى تحديد الوفرة العددية لعشيرة من حشرة معينة فى الوقت والمكان. وتستخدم مثل هذه المعلومات للتنبؤ باتجاهات العشيرة المستقبلية ولتقيم إحتمالات الضرر.

يتطلب جمع المعلومات فى الحصر الكمى عد الحشرات أو قياس وجودها. ونتيجة للعدد الكبير/ أو لطبيعة تخفى كثير من الحشرات فإنه ليس من الملائم ولا من المرغوب فيه عمل إحصاء بعد كل فرد فى العشيرة وفى العادة الطريقة الأكثر فاعلية لتقدير كثافة العشيرة تتم بأخذ العينات Sampling.

إن الحصول على عينة جيدة غير متحيزة متطلب للمكافحة الحكيمة للحشرات وخاصة عند الإستخدام الأمثل للـ IPM. ووسائل تحديد الأعداد التقريبية للحشرات ضرورية جداً للإمداد بالمعلومات التى على أساسها يمكن أن تتخذ قرارات إدارة الآفات. وأخذ العينات وتقدير المستويات الإقتصادية فى مستوى واحد من الأهمية ويعملان معاً وإغفال إحداهما سيقلل من قيمة الآخر. فمن الضرورى معرفة مستويات عشيرة الحشرة والمستويات الإقتصادية حتى يكون هناك معنى كامل لقرارات الـ IPM.

قد تختلف لحد ما المتطلبات الخاصة بطرق وميكانيكيات أخذ العينة فى الـ IPM عن طرق أخذ العينة ذات الأساس الإحصائى السليم المستخدمة فى البحث. وتؤدى

العوامل المتعلقة بالمتطلبات الزمنية والاعتبارات الإقتصادية إلى ضرورة تحديد إمكانية أفضل برنامج عملى لأخذ العينة لكل محصول وتبعاً للحالة الموجودة وعادة ما تستخدم برامج الـ IPM أبسط الطرق العملية لأخذ العينات والتى تمدنا بالمعلومات المطلوبة لقرارات المكافحة الحشرية.

يتطلب أخذ العينات أخذ جزء ممثل من العشيرة الكلية ويكون أساس التقييم على هذا الجزء ولذا يتطلب إجراء الحصر وعمل تقديرات للعشيرة طريقة لأخذ العينات وبرنامج لأخذ العينات.

وطريقة أخذ العينات sampling technique هى الطريقة التى تستخدم لجمع معلومات عينة واحدة single sample. وتشمل أمثلة طريقة أخذ العينة عد جميع فراشات الدودة القارضة التى تلتقطها المصيدة الضوئية فى الليلة الواحدة أو عد جميع خنافس يرقات الجذور التى توجد على كوز نبات الذرة بالملاحظة المباشرة.

وبرنامج أخذ العينة sampling program هو إجراء لتوظيف طريقة أخذ العينة فى الوقت والزمن. حيث يوصف النمط المناسب لأخذ العينة وبرامج أخذ العينات من حيث متى يبدأ وأين وكم عدد العينات التى تؤخذ ومتى سيعاد تكرار أخذ العينات. ويتطلب لوضع برنامج فعال ومناسب لأخذ العينات فى إدارة الآفات الحشرية معلومات بيولوجية غزيرة عن الآفات واهتمامات بحثية عليها من قبل علماء الحشرات للوصول إلى أفضل برنامج.

أولاً: الطرق الشائعة لأخذ العينات فى إدارة الآفات الحشرية

Common sampling techniques in insect pest management

هناك طرق كثيرة تستخدم لأخذ العينات الحشرية ولكل منها مميزات وعيوب فيما يخص الحشرة تحت الدراسة وقد يوجد أكثر من طريقة مناسبة لوضع برنامج أخذ عينات هذه الحشرة وسنتناول فقط أكثر الطرق شيوعاً.

أ- العد فى المكان In situe counts

In situe كلمة لاتينية تعنى فى المكان in place وتعرف هذه الطريقة أيضاً بالعد المباشر أو الملاحظة المباشرة. لا تتطلب هذه الطريقة معدة خاصة ولكن تعتمد على

الملاحظة الجيدة. تناسب هذه الطريقة الحشرات الكبيرة والأكثر وضوحاً حيث تُعد الحشرات وتسجل وهى فى مساكنها habitat. والمسكن الذى يفحص فى هذه الطريقة هو المجموع الخضرى plant canopy أو جزء خاص من النبات أو منطقة معينة من الحيوان (وجه البقرة مثلاً). وقد تعد كل الحشرات على النبات فى حالة ما إذا كانت أعداد الحشرات منخفضة نسبياً والنبات صغير ومنعزل عن النباتات القريبة كما هو الحال فى البادرات. لذا يستخدم هذا الإجراء عادة فى آفات بداية الموسم فى المحاصيل الزراعية أو فى نهاية الموسم عند إزالة النبات وفحص النمو الجديد له كما فى حالة نمو البرسيم لأغراض العلف. فى حالة ما إذا كان المجموع النباتى متشابك والنبات الفردى كعينة غير عملى فإنه قد تفحص كل النباتات فى مساحة ما على سبيل المثال فى متر مربع أو فى صف بطول ٣٠سم. وهنا قد يستخدم معدة صغيرة مثل إطار معدنى مربع يقذف على المساحة مثل عد نطاطات الحشائش فى متر مربع من المرعى. فى بعض الحالات تزال نباتات منطقة ما بالقطع عند مستوى الأرض ثم توضع فى أكياس لعد الحشرات فيما بعد. قد تستخدم فى بعض الأحيان معدة خاصة مثل مصيدة الإطار A (A. frame trap). وهى تتكون من إطارين من الخشب يتمفصلا عند أحد النقاط ليعملا حرف A ومثبت على المصيدة كيس سهل فصله ويوضع الإطار على المجموع النباتى ويقفل. ثم تقطع النباتات بعد ذلك عند سطح التربة وتهز محتويات الكيس لتصل إلى أسفل ثم يقفل الكيس ويفحص فى المعمل.

فى حالة النباتات الكبيرة مثل الأشجار البالغة والشجيرات والنباتات العشبية فى آخر الموسم قد يشمل الفحص فقط عدد معين من الأوراق أو السيقان أو الأزهار أو البراعم أو القرون. وفى العادة ما تؤخذ عينات آفات الغابات والبساتين بأخذ العدد لكل فرع أو غصن. وبالمثل آفات المحاصيل الزراعية قد تعد بأخذ أعداد الآفات لكل عدد معين من الأوراق أو السيقان أو التراكيب التكاثرية. على سبيل المثال خنافس يرقات الجذور قد تعد فى منطقة الكوز فى نبات الذرة وهذه المعلومة متعلقة بالأعداد الكلية على النبات. عند فحص جزء فقط من النبات فإنه من المهم معرفة ما إذا كانت أعداد الحشرات تتركز فى منطقة معينة من المجموع النباتى لكى يؤخذ العدد فى طبقة أو أكثر عند عمل التقديرات.

فى أى طريقة لأخذ العينة من المهم أيضاً تقيم حالة النبات وكثافة وحدات العينة الموجودة. مثل هذا التقييم يكون نسبياً بسيط إذا شكل النبات كله وحدة العينة أو عند عد عدد النباتات لكل وحدة صف أو منطقة. ويصبح أكثر تعقيداً واستهلاكاً للوقت بزيادة عدد الأوراق والأفرع المتاحة لسكنى الحشرات كما تصبح الأخطاء التقديرية أكبر. ولا زال هناك ضرورة لعمل تلك التقديرات وذلك لأن النمو النباتى يسبب تغيرات فى كمية الفراغ الحى المتاح. ولا تسمح مثل تلك التغيرات بالمقارنة المباشرة لأعداد الحشرات من وقت لآخر. على سبيل المثال إذا كانت أعداد المن لكل ورقة من نبات البطاطس آخذة فى الهبوط أثناء فترة مواعيد أخذ العينات. هل هذا يرجع للنقص فى حجم عشيرة الحشرة أو لتزايد المساحة الورقية على نبات البطاطس أو لكليهما؟ وفقط بمعلومات عدد المن لكل ورقة سيكون لدينا مقياس لكثافة العشيرة population intensity وربما هذا كل ما نحتاجه إلا إذا أريد تقيم للضرر النباتى. وإذا أريد معرفة الإتجاه الحقيقى فى عشيرة المن لأغراض التنبؤ يكون هناك ضرورة لمقياس كثافة (أعداد) العشيرة. وتقدير كثافة العشيرة population density يمكن تحديده بضرب متوسط عدد المن لكل ورقة فى متوسط عدد الأوراق القابلة لسكنى المن "القابلة للإصابة" لكل متر مربع.

من أمثلة العد فى المكان، من البرسيم المبقع بتقدير عدد المن على ثلاث أوراق ثلاثية الأوراق trifoliolate leaves يختار كل منها عشوائياً من قمة ووسط وقاعدة نباتات البرسيم alfalfa. ويجب تكرار العينة عشوائياً عشر مرات بفواصل من ٢٠-٥٠ خطوة مشى فى نمط قطرى قاطع للحقل. وتؤخذ عينة ديدان اللوز فى القطن بعد عدد اليرقات والبيض الموجودة فى أطراف نباتات موجودة فى ١٤ قدم فى الصف أو العدد فى ٢٥ طرف نباتى مأخوذة عشوائياً. وفى أى طريقة تتخذ تكرر أخذ العينة أربعة مرات فى الحقول المتوسطة الحجم لكى تعطى تغطية حقلية جيدة عند إستخدام طريقة الـ ١٤ قدم فى الصف يمكن تحويل النتائج المتحصل عليها إلى العدد فى الفدان. بينما تعطى العينة العشوائية نسبة الإصابة فى أطراف النباتات. وهناك كثير من الاختلافات فى طريقة العد بالنظر ولكن من حسن الحظ فى العادة ما توحد اجراءات هذه الطريقة فى منطقة ما. ومشكلة التوحيد القياسى فيها بسيطة إذا قورنت

بطريقة شبكة الجمع. وفيما يلى إجراء مقترح لأخذ عينة لسوسة اللوز عن طريق العد فى المكان. يفحص أول خمسون لوزة (براعم ثمرية) ذات القطر ربع بوصة أو أكثر. ويقاس عدد الأقدام لصفوف نباتات القطن المطلوبة للعينة ثم يسجل عدد اللوز المثقوب أى الذى أضير بسوسة اللوز ثم يكرر الإجراء على الأقل فى ثلاث مواقع اخرى فى الحقول ذات الحجم المتوسط للحصول على عينة ممثلة وينسب عدد اللوز المصاب لكل قدم من نباتات القطن للعدد الكلى للوز الذى يحول بعد ذلك للعدد فى الفدان.

إن طريقة العد فى المكان من أكثر الطرق شيوعاً فى تحديد عشائر الحشرات أو ضررها وهى تتضمن باختصار عد الحشرات أو أضرارها بفحص عدد معين من النباتات أو الأجزاء النباتية. ولكن إستخدام هذه الطريقة للأطوار الضارة لآفات الدواجن والماشية محدود فحركة الحيوانات التى تفحص والريش أو الشعر يجعل العد المباشر صعب. ويمكن أن تستخدم الطريقة فقط على الطفيليات الكبيرة مثل القراد على سبيل المثال أو مع الطفيليات الظاهرة أو النشطة جداً مثل (*Melophagous ovinus*) . وتشمل الطفيليات الأخرى التى يمكن عدها مباشرة على المواشى ذباب الوجه على أوجه الماشية وذباب القرون horn flies على أكتاف وأظهر وبطون أو قرون الماشية أو حيوانات المزرعة الأخرى. ونظراً للصعوبات الكثيرة التى تقابل العد المكانى فيما يخص طفيليات الماشية إلا أن هذه الطريقة ذات فائدة فى الحصر النوعى والكشف على هذه الطفيليات على عوائلها والتقديرات الكمية فى الأطوار الحرة المعيشة للطفيليات.

ب- طريقة الطرح أرضاً أو الخبط Knockdown

طريقة الخبط أو الطرح أرضاً ذات صلة قريبة بالعد فى المكان ولكن تزال الحشرات فى هذه الحالة من مسكنها بالرج أو بالكيماويات أو التسخين ثم تعد بعد ذلك. وربما طريقة الرج هى الأكثر شيوعاً لإزالة الحشرات من النباتات. واستخدمت الطريقة على وجه الخصوص عندما تكون حشرات العينة موجودة فى الأفرع السفلى للأشجار أو الشجيرات. حيث يوضع على الأرض قطعة قماش أو صينية بيضاء أو وعاء ويشد الفرع إليها ويضرب الفرع بقطعة من الخشب عدة مرات فتسقط الحشرات فى الوعاء وتعد. وهذه الطريقة ملائمة لأخذ عينات الحشرات التى تنزلق أو تسقط بسهولة من على النباتات أو الغير مجنحة أو التى يغيب فيها طيران الحشرة عند

الإزعاج. وهناك طريقة معدلة لطريقة الضرب والتى تستخدم أيضاً مع بعض المحاصيل الزراعية حيث يثنى جزء من المجموع النباتى على قطعة جانبية على الأرض ويهز بشدة لوقت معين. تعتبر هذه الطريقة طريقة قياسية فى فول الصويا لحصر الحشرات التى تتغذى على المجموع الخضرى خلال معظم موسم النمو وبعض البق النباتى وحشرات أخرى تؤخذ عيناتها من القطن بوضع قطعة بيضاء من الموسلين أو مادة مشابهة بين صفين ثم تهز النباتات بشدة من أجزاء ١٨ بوصة من كلا الصفين وتعد الحشرات التى تسقط ويكرر الإجراء لكى يعطى إجمالى لعشرة عدات فى الحقل وبمعرفة المسافة بين الصفوف يمكن الحصول على عدد الحشرات فى الفدان. وتؤخذ عينات سوسة ورق البرسيم من نباتات البرسيم بأخذ سيقان البرسيم وضربها ضد جانب وعاء ما لكى تترك اليرقات النباتات ثم تعد اليرقات وطريقة الهز jarring مفيدة على وجه الخصوص مع حشرات مثل الأطوار الكاملة للسوس (Coleoptera; Curculionidae) وكثير من الخنافس التى تتصنع الموت "play dead" عند الاقتراب منها.

ويمكن أن تستعمل كيماويات خاصة مع طريقة الرج لتسهيل سقوط الحشرات. حيث يمكن وضع بعض الأجزاء النباتية فى قفص من البولى اثيلين مع مادة كيماوية لأغراض أخذ العينة وعقب تأثير المادة الكيماوية تسقط الحشرات عند قاعدة القفص وتعد الحشرات. ومن الأمثلة المن (Homoptera; Aphididae) الذى يعرض لأبخرة methyl isobutl ketone والتربس (Thysanoptera) الذى يعرض لأبخرة الـ turpentine وعند أخذ العينة من النبات كاملاً أو من عدة نباتات فى منطقة ما فإنها تغلف أو تحاط بغلاف من البولى إيثيلين وتعامل بمبيد حشرى يحدث صدمة سريعة مثل البيرثرم ثم يهز النبات بعد التعرض للمبيد ليسهل سقوط الحشرات الميتة أو الدائخة من النبات على قماش على الأرض أو أى وعاء.

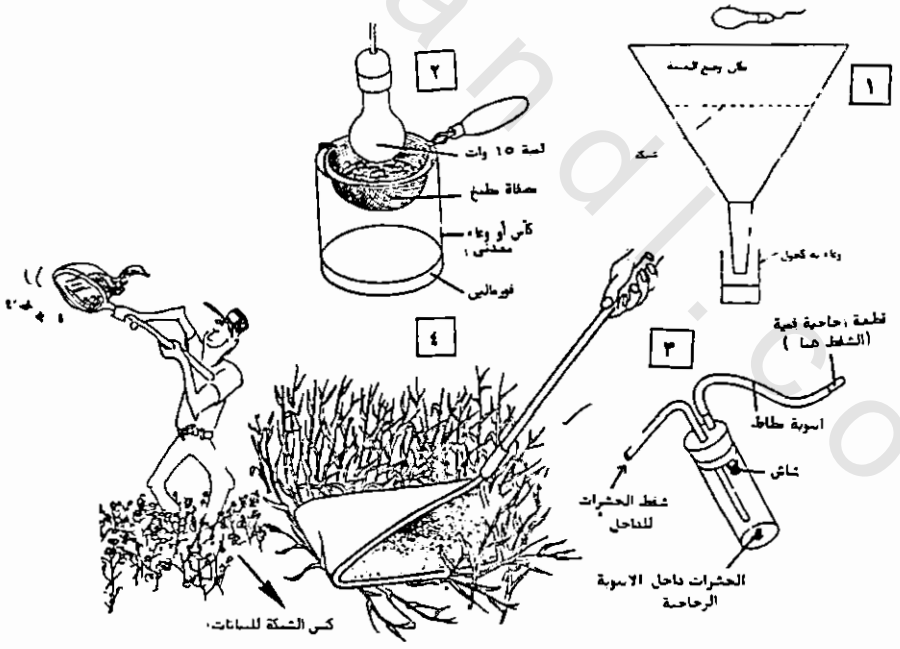
يستخدم فى العادة التسخين عند إزالة النباتات أو أجزاء نباتية أو بقايا نباتية لأخذها إلى المعمل لعد الحشرات حيث توضع العينة فى جهاز خاص مثل قمع برليز الذى يسخن العينة مسبباً جفافها فتترك الحشرات وتسقط فى القمع إلى وعاء الجمع حيث تفحص وتعد. ومن ميزة هذه الطريقة أنها توفر الوقت والمجهود الذى يبذل فى فحص

المادة النباتية للاهتداء للحشرات ويعيب الطريقة أن بعض الحشرات قد تمـــوت أثنـــاء عملية الاستخلاص فلا تدخل فى العد وهناك تعديل لقمع برلـــيز يســتخدم لاســتخراج يرقات سوسة البرسيم من عينات البرسيم.

ورغم أن طريقة إجبار الحشرات على ترك النباتات عن طريق الـــرج أو المـــواد الكيماوية أو التسخين من أكثر الطرق شيوعاً للحصول على الحشرات من المادة النباتيـــة إلا أن هناك طرق أخرى تم استخدامها ومن تلك الطرق إزالة الحلم من أوراق النبـــات باستخدام فرشة ميكانيكية خاصة وغسل النباتات أو أجزائـــها باســتخدام الصـــابون أو الكحول أو محاليل أخرى.

جـ - الجمع بشبك الجمع Netting

جمع الحشرات بالشبكة (شكل ٢٩) واحد من أكثر الطرق المستخدمة شـــيوعاً فـــى أخذ عينة للعشيرة ويناسب جمع الحشرات بالشبكة مجموعة كبيرة من الآفات الزراعيـــة خاصة فى أسر الحشرات السريعة الحركة مثل بق النباتات والأعداء الطبيعية للآفات.

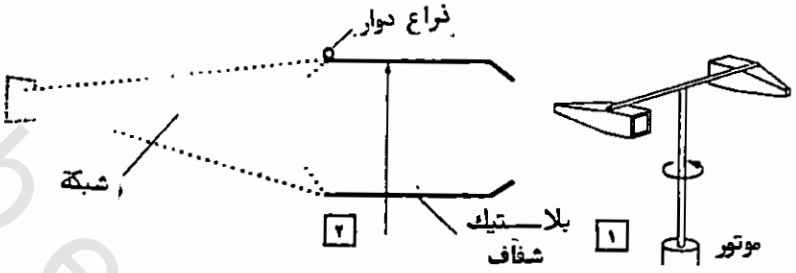


شكل (٢٩) بعض الأدوات المستخدمة فى جمع العينات الحشرية: (١) قمع برليز (٢) جمع الحشرات من مادة عضوية (٣) أنبوبة لشفط الحشرات (٤) شبكة الجمع.

وعند إستخدام شبكة الجمع فى الحصول على عينة من الحشرات الموجـــودة فـــى المجموع النباتى فإن الطريقة قريبة من اســـقاط الحشـــرات بـــالرج knockdown by jarring وشبكة الجمع sweep net القياسية قطرها ١٥ بوصـــة مـــزودة بشـــبكة مـــن الموسلين يكنس بها المجموع النباتى بطريقة تجعل الحشرات تسقط من النباتـــات إلـــى الشبكة واستخدامها يتحدد بنوع المحصول الموجود على ســـبيل المثـــال فـــى البرســـيم والنباتات القائمة الأخرى تكون كنسة الجمع خلال قوس قدره ١٨٠ ° . وتتم الكنسة فـــى المحاصيل التى توجد فى صفوف بإمرار الشبكة على نباتات صف واحد وعندما يســـمح ارتفاع النبات تتم الكنسة بحيث يمتد نحو ١٠ بوصات من النبات فوق قـــاعدة الشـــبكة. وبعد إجراء عدد معين من الكنسات تزال البقايا النباتية وتعد الحشرات. ويمثل مثل هـــذا الإجراء عينة واحدة وبالمقارنة مع كثير من الطرق الأخرى نجد أن أخذ العينة بشـــبكة الجمع غير مكلف. وفى العادة ما يمكن الحصول على أعـــداد كافيـــة مـــن الحشـــرات لأغراض التحليل الإحصائى وفى عشائر الحشرات الصغيرة يمكن زيادة عدد الكنســـات للعينة. ومن عيوب هذه الطريقة التنوع الكبير فى أخذ العينة بين الأفراد الذين يقومـــون بأخذها نتيجة قوة ضرب الشبكة وزاوية الكنس وعوامل أخرى كما أن هناك نقد آخـــر للطريقة حيث تعطى كفاءات مختلفة مع الأنواع المختلفـــة للحشـــرات ومـــع المســـاكن الحشرية المختلفة ووقت أخذ العينة وظروف الطقس ولكن أيضاً معظم الطرق الأخـــرى يمكن أن يوجه النقض فيها فى هذه النقاط.

ويمكن أخذ العينات الحشرية من النباتات باستخدام شـــبكة شـــافطة vacuum net ويشار عادة لهذه الطريقة بالاسم التجارى D-Vac ويتكون الجهاز المستخدم من شـــبكة سهلة الإزالة ملحقة داخل قمع بلاستيك الذى يتصل بالتالى بمروحة متصلـــة بمحـــرك خلال خرطوم مرن. وعندما يعمل المحرك تنشأ قوة شفط قوية متجه إلى القمع وتشـــفط الحشرات عند وضع القمع على أو فى المجموع النباتى وتندفع إلى الشـــبكة. ويحصـــل على العينة من وضع القمع فى مكان واحد لفترة زمنية محددة وليكن ١٥ ثانيـــة علـــى سبيل المثال ثم تكرر العملية فى عدة مواقع ويمكن إستخدام الجهاز لكنس النباتات. لقـــد استخدمت شبكة الشفط على نطاق واسع مع الحشـــرات ذات الأجســـام الخفيفـــة مثـــل نطاطات الأوراق. وتتناقص كفاءة هذه الطريقة بســـرعة كلمـــا ازداد حجـــم الحشـــرة

وقدرتها على التشبث بالنبات. ونظراً للكفاءة المحدودة والتكلفة والطبيعة الخاصة للمعدة فإن الشبكات الشافطة تستخدم فقط فى حالات خاصة وعادة فى البحث العلمى.



شكل (٣٠) شباكَ هوائية: (١) المصيدة الدوارة و (٢) المصيدة المقطورة

وهناك طريقة أخرى لجمع الحشرات بالشباك وتجرى بشباك خاصة تسمح بصيد الحشرات أثناء الطيران. والمصيدة الهوائية الأكثر شيوعاً شبكة خفيفة الوزن ذات يد تؤهلها لكنس الهواء لأسر الحشرات. وفى الحقيقة هى وسيلة جمع عن كونها طريقة لأخذ العينات وهى مفيدة عموماً فى أغراض الحصر والكشف. والشبكات الهوائية المستخدمة في أخذ العينات والأكثر شيوعاً هي المصيدة الدوارة rotary net (شكل ٣٠) والمصيدة المقطورة tow net . تستخدم المصيدة الدوارة أساساً مع آفات الغابات وهي تتكون من شبكة أو شبكتان كل منها عند نهاية ذراع ومنتصف هذا الذراع متصل بعامود والأخير متصل بماتور . وتعد الحشرات التي تتجمع في الشبكة بعد فترة زمنية معينة . والمصيدة الكانسةالمقطورة أقل إستخداما وهي عبارة عن شبكة متصلة بطائرة أو سيارة أو سفينة وهي تستخدم عادة في طرق الكشف عن الحشرات .

د- الجمع بالمصائد Trap-sampling

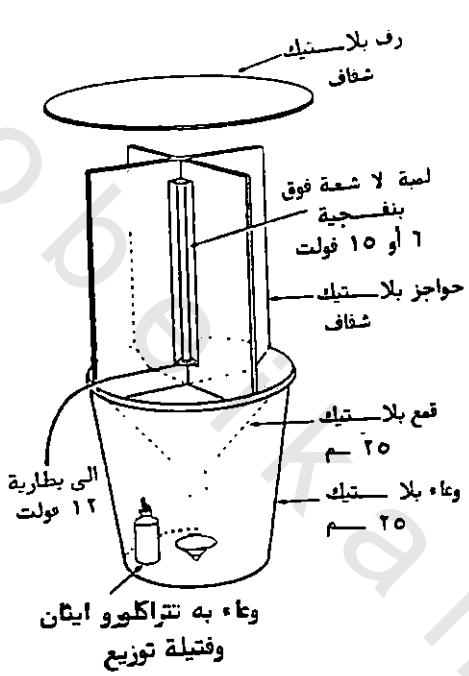
يشمل الجمع بالمصائد trapping بعض من أهم طرق أخذ العينات لأغراض الحصر ولجميع إجراءات الصيد مطلبين أساسين وهما أن الحشرة يجب أن تتحرك ويجب أن تحتفظ المصيدة بالحشرات التي تجمعها . وتقام معظم المصائد وتترك لفترة

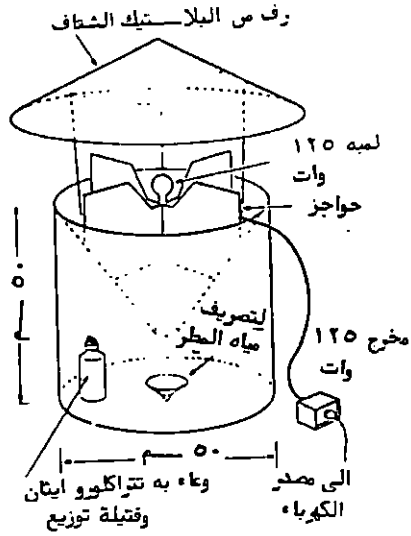
من الزمن ثم تفحص لأخذ ما تجمعه. وعادة ما تترك المصيدة تعمل بصفة مستمرة مع عمل تكامل للوقت وكثافة ونشاط للحشرات لكي تجمع عدد كاف للفحص.

والمصائد في طريقة جمعها للحشرات إما أن تكون جاذبة أو سلبية. وتعتمد المصائد الجاذبة attractive علي تنبيهات فيزيائية أو كيمائية لكي تجذب إليها الحشرات بينما المصائد السلبية تلتقط بشكل عرضي . ويصعب تقسيم معظم معدات الصيد إلي مصائد جاذبة فقط أو سلبية فقط لأن المصيدة السلبية يمكن زيادة كفاءتها وتحويلها إلي مصيدة جاذبة بإضافة مادة جاذبة. والمصائد الشائعة الإستخدام هي مصائد الرؤيا visual traps ومصائد الطعوم bait traps وهي أنماط للمصائد الجاذبة والمصائد الخداعية pitfall traps ومصائد النوافذ window traps والمصيدة الماليزية malaise trap وبعض المصائد اللاصقة ومصيدة الوعاء المائى water pan والمصائد الشافطة suction traps عادة ما يغيب فيها المواد الجاذبة.

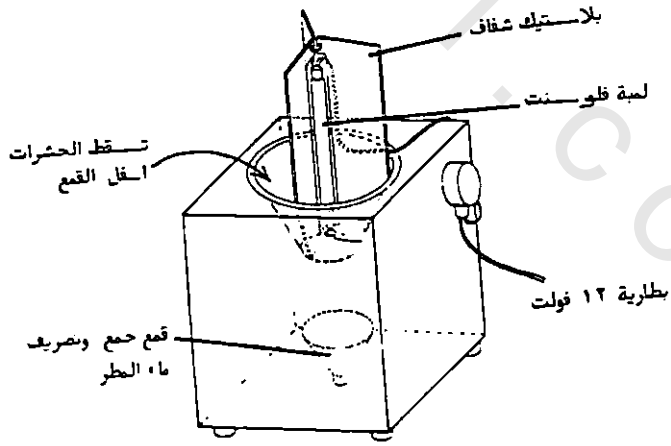
المصيدة الضوئية light trap (شكل ٣١ ، ٣٢) هي أكثر المصائد البصرية إستخداماً وهي ذات أهمية خاصة في برامج حصر الفراشات (Lepidoptera) والباعوض (Diptera : Culicidae) . ونظراً لإنجذاب كثير من الفراشات خاصة تلك الأنواع التابعة لـ Noctuidae وحشرات أخري إلي أطوال الموجه القصيرة في المجال الضوئي لذا فإن اللمبات التي يطلق عليها blacklight lamps التي ينبعث منها الضوء الفوق بنفسجي ultraviolt light تستخدم علي نطاق واسع في تصميم تلك المصائد. والمصيدة الشائعة الإستخدام لجمع الباعوض new jersey trap تجمع الـ black light مع الثلج الجاف (ك أ ٢) لجذب الحشرات مع مروحة لشفط الحشرات إلي داخل المصيدة عند إقتراب الأخير منها . عقب دخول الحشرات داخل المصيدة فإنها قد تؤخذ حية أو تقتل مباشرة في وعاء إستقبال الحشرات وعادة ما يستعمل لذلك شرائط مشربة بالداي كلورفوس (vapona) للغرض الأخير .

وهناك مصائد بصرية أخري تعتمد علي إدراك الحشرات لاشكال خاصة بغرض جذبها. من ذلك مصيدة تسمي Manitoba trap (شكل ١،٣٣) التي تستخدم كرة حمراء أو سوداء معلقة تحت مخروط شفاف لجمع ذباب الخيول horse flies . وهناك مصيدة Missouri (شكل ٢،٣٣) لجمع الدودة القارضة التي تعتمد جزئياً علي شبكة رأسية

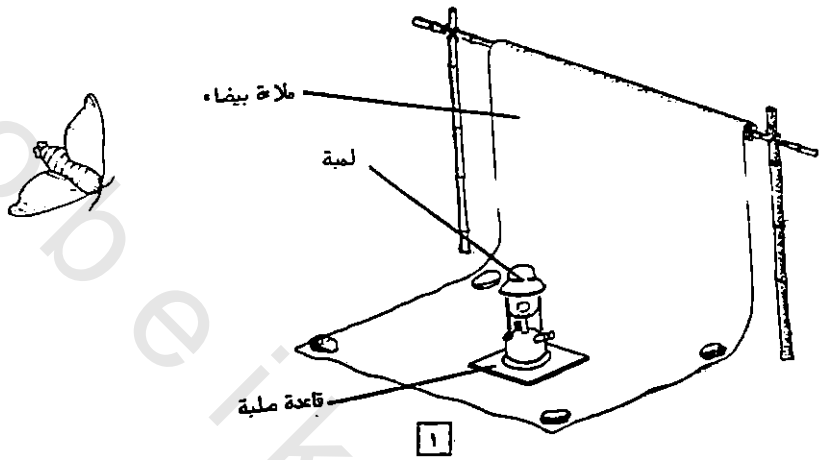


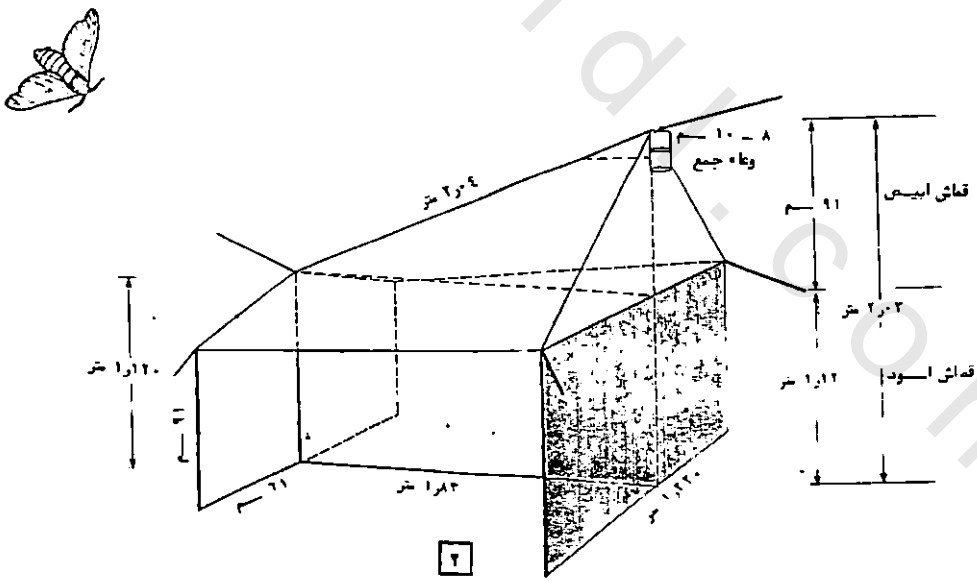


مصيدة روبنس



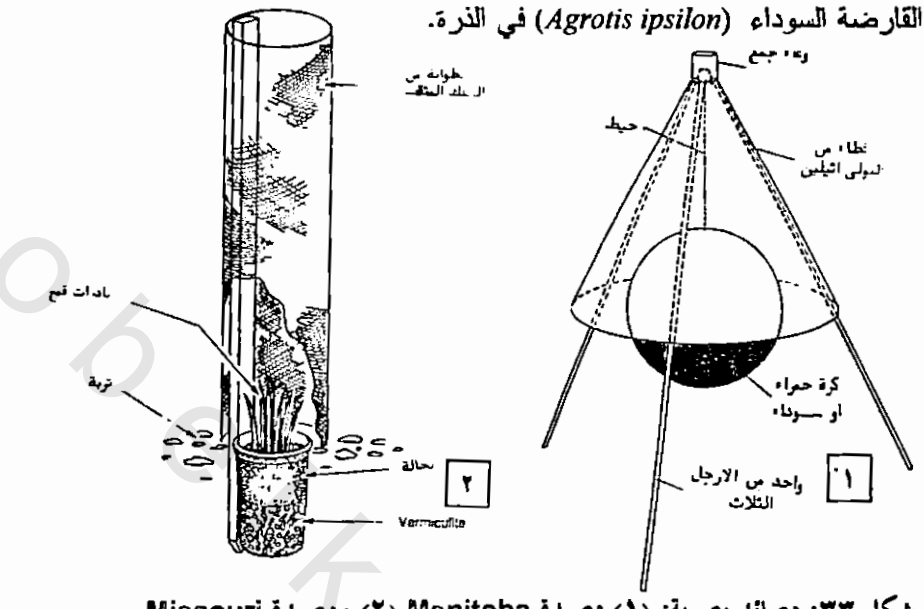
شكل ٣١: ثلاث أنماط مختلفة من المصائد الضوئية





شكل ٣٢:- (١) مصائد ضوئية بسيطة (٢) ومصيدة ماليزى

للجذب. كما تتضمن المصيدة أيضاً بادرات القمح وطعم من نخالة القمح لجذب يرقات الدودة القارضة السوداء (*Agrotis ipsilon*) في الذرة.

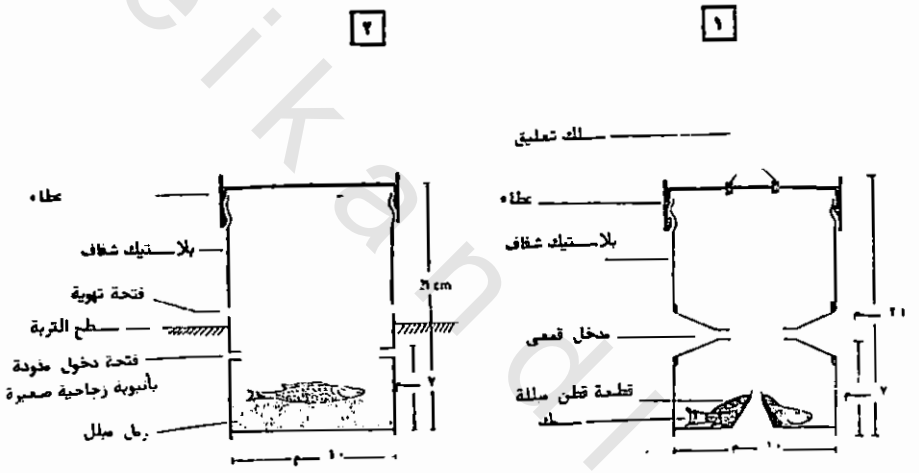


شكل ٣٣: مصائد بصرية: (١) مصيدة Manitoba (٢) ومصيدة Missouri

وتعتمد مصائد الطعوم bait traps علي حاسة الشم (insects olfaction) للجذب والمادة الجاذبة الشائعة هي الغذاء. علي سبيل المثال يستخدم غذاء عبارة عن خليط من الخميرة والمولاس في المصيدة القمعية cone trap لجمع عينات من الحشرات الكاملة لذبابة حبوب الذرة (*Delia platura*) . وهناك مصائد لجمع الحشرات التي تتغذي علي الرمم وطفيلياتها مثل تلك الذي صممها مؤلف الكتاب (حجازي وآخرون ١٩٩١) . وهي هامة في أغراض حصر الحشرات التى تساعد فى إعادة دورة المادة العضوية فى البيئة. إحدى هذه المصائد لجمع الحشرات الطائرة والأخري لجمع الحشرات التي تسكن التربة (شكل ٣٤) .

ويشار إلي الروائح التي تنبعث من الغذاء وتجذب الحشرات أو تسبب إستجابات سلوكية بالكايرومونات Kairomones ودراستها يشكل ميدان نشط في أبحاث الحشرات. وهناك جاذبات أخري تركزت عليها الأبحاث كثيراً وهي الفرمونات الجنسية sex pheromones . وتباع تجاريا المصائد المحتوية علي الفرمونات أو مشابهاتها

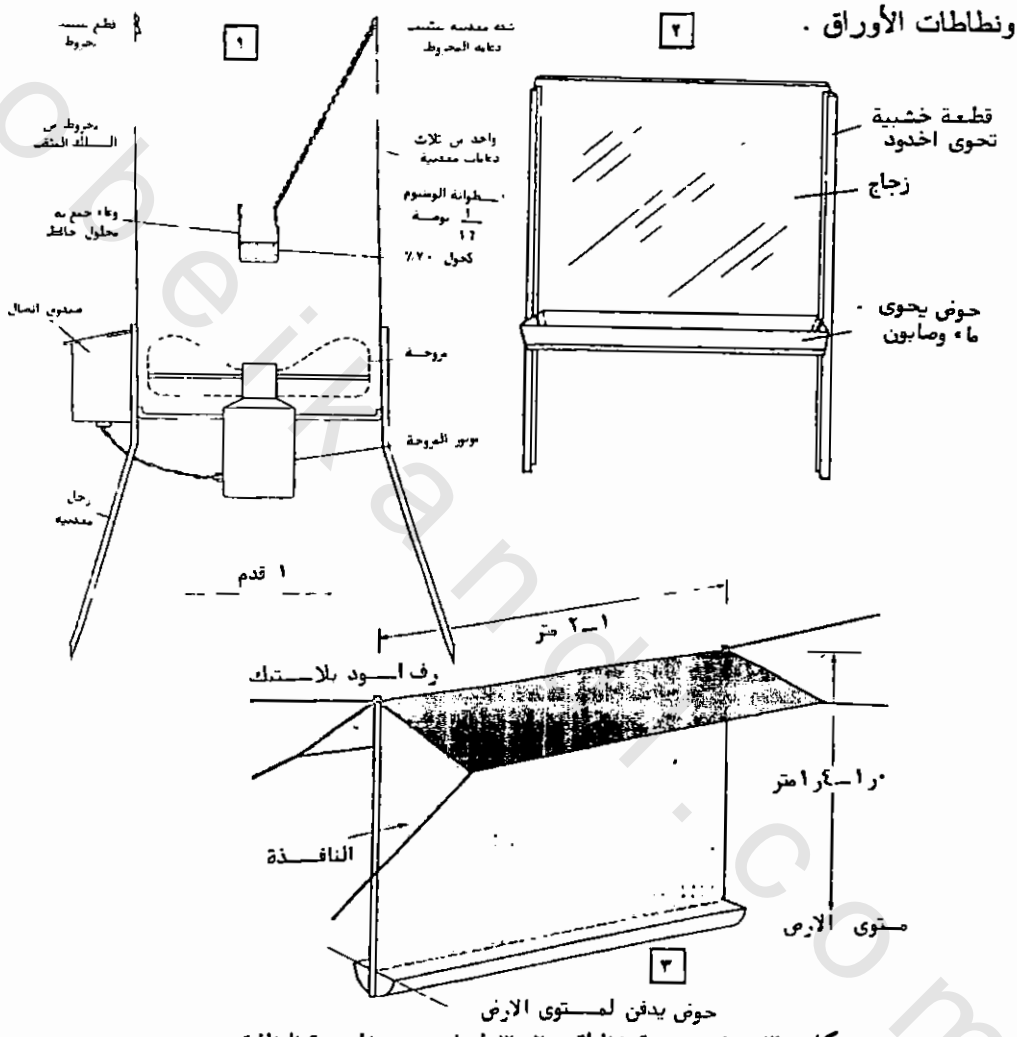
الصناعيه والمرودة بأسطح لاصقة لأسر الحشرات التي تجذبها وهي وسائل مفيدة إستخدمت في برامج إدارة آفات المحاصيل والبساتين والغابات. فالـ Gossyplure يستخدم في جذب وأسر ذكور فراشات دودة اللوز القرنفلية في القطن حيث توضع المصائد في حقول القطن بمعدل مصيدة لكل ٢٠فدان وتسجل أعداد الفراشات التي تنجذب للمصيده يوميا الـ codlemone فرمون جنسي صناعي يستخدم للتنبؤ بالضرر الذى يسببه فراشة الكودلنج فى بساتين التفاح وتستخدم المصائد المطعمة بالفرمونات علي نطاق واسع في برامج الكشف عن الآفات الأجنبية مثل ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط وذبابة الفاكهة الشرقية *Dacus dorsalis* وذبابة البطيخ *Dacus cucurbitae* في كاليفورنيا وفلوريدا .



شكل ٣٤ : مصائد لحصر الحشرات التى تتغذى على الرمم (حجازى وآخرون ١٩٩١)

ومعظم المصائد الشائعة التي لا تستخدم مواد جاذبة تجمع الحشرات الطائرة من أهمها الـ Malaise trap (شكل ٣٢، ٢) والمصيدة الشافطة suction trap(شكل ٣٥). المصيدة الأولي عبارة عن خيمة مفتوحة من الأمام مصنوعة من القطن أو النايلون التي تعترض الحشرات الطائرة وذات سقف يميل لأعلي ينتهي بوعاء في قمتها . وتميل الحشرات للحركة لأعلي فتدخل في الوعاء حيث تحبس وتعد فيما بعد .

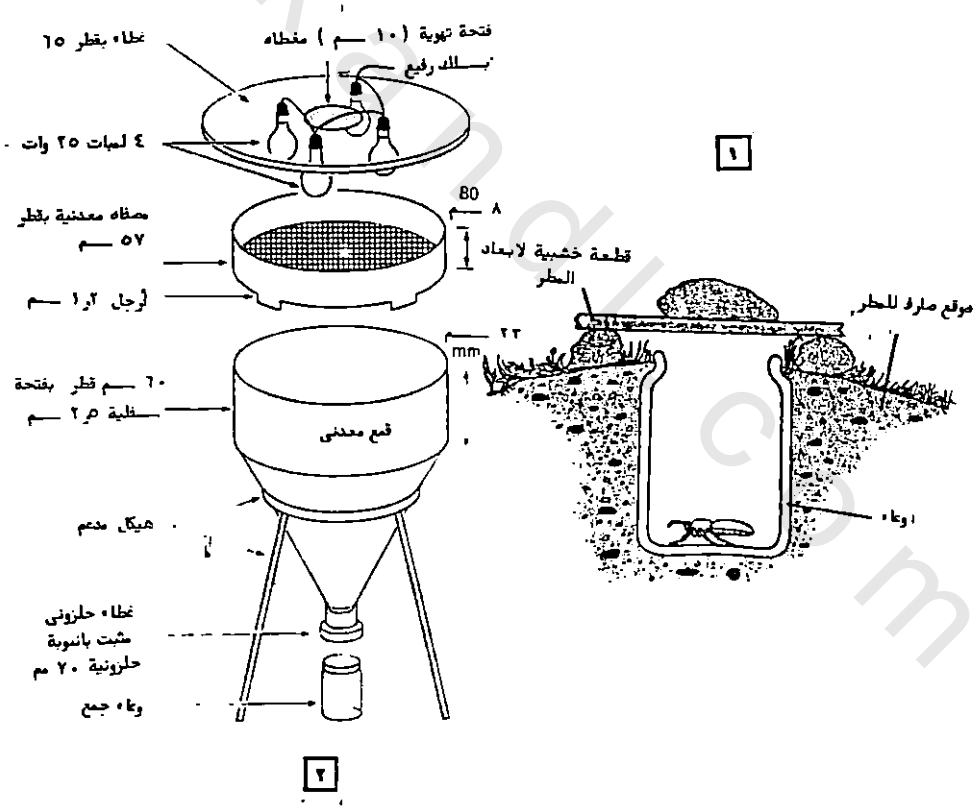
والمصيدة الشافطة أكثر "نشاطاً" في الجمع حيث تعتمد علي السحب في أسر الحشرات الطائرة. ومعظم المصائد الشافطة عبارة عن قمع من سلك معدني يؤدي إلي وعاء جمع مزود بماتور يعمل علي إدارة مروحة تسحب الهواء أسفل القمع لتحدث قوي شفط. ومثل تلك المصائد يقتصر استخدامها علي وجه الخصوص لجمع عينات المن المجنح ونطاطات الأوراق .



شكل ٣٥: (١) مصيدة شافطة و(٢، ٣)نموذجين من المصيدة النافذة

المصيدة اللاصقة ومصيدة النافذة window trap (شكل ٣٥، ٢-٣) ومصيدة الوعاء المائي water – pan – trap أمثلة للمصائد التي تعترض الحشرات الطائرة. تتكون مصيدة النافذة من لوح زجاجي كبير يستقر في وعاء لجمع الحشرات مع

دعامات من أرجل خشبية. وتهبط الحشرات التي تصطدم بالزجاج إلي الوعاء المحتوي علي صابون وماء ثم تعد بعد ذلك. وتتكون مصيدة الوعاء من وعاء مفتوح محمل علي قاعدة خشبية يملئ الوعاء بالماء والصابون . وعادة ما يوضع أفرخ متعامدة في الوعاء والتي تعمل علي أرباك واعتراض الحشرات . وفي بعض الحالات كما هو الحال مع المن فإن الأفرخ المتعامدة والسطح الداخلي للوعاء تدهن بلون أصفر لإمداد المصيدة بوسيلة جذب فيزيائية. وهناك عدة أنماط من المصائد اللاصقة والتي قد تدهن أيضاً لجذب حشرات معينة . مثل تلك المصائد قد تكون إسطوانية أو مسطحة وفي العادة ما تحمل علي قطعة خشبية توضع عند ارتفاعات مختلفة فوق المجموع النباتي. والمادة اللاصقة التي تطبق علي سطح المصيدة تشمل مواد مثل Tangleffoot و Boltac و Tack trap. وبعض المصائد الفرمونية في الحقيقة نوع من المصائد المطعمة اللاصقة.



شكل ٣٦: مصائد لجمع الحشرات المرتبطة بالتربة : ١- مصيدة أرضية ٢- قمع طلجرن

وبينما المصائد السابق ذكرها مؤهلة لجمع عينات الحشرات الطائرة أي لأسر الحشرات الكاملة هناك المصائد الخداعية أو المصائد الأرضية pitfall traps (شكل ٣٦) التي تأسر الحشرات التي تتحرك علي الأرض. تتكون هذه المصائد الأرضية أساساً من وعاء جمع أو قارورة تدفن في الأرض وقمع عند مستوي سطح الأرض يتصل بالقارورة وتسوي التربة حول فتحة القمع لتسهل وصول اللافقريات الزاحفة التي تسير علي سطح التربة لتسقط في القمع. وقد لا يستعمل "القمع ويكتفى بفتحة الوعاء وعلي هذا تجمع تلك المصائد الأطوار الكاملة وغير الكاملة من الحشرات. وفي العادة ما يوضع في الوعاء إيثانول للقتل والحفظ. من مشاكل هذه المصيدة أن تجمع ماء المطر قد يسبب فقد فيما تحتوية من حشرات وهذه المشكلة يمكن التغلب عليها باختيار موقع المصيدة وتزويدها بغطاء للوقاية من المطر .

هـ – الإستخلاص من التربة Extraction from soil

التربة أحد البيئات الصعبة لجمع العينات الحشرية منها وذلك لكثافتها كما أن الحشرات لا يمكن رؤيتها أو إستخلاصها بسهولة من التربة. لذا فإن طرق أخذ عينات حشرات التربة تميل لأن تكون أكثر تعقيدا وأكثر تكلفة. عن أخذ العينات من أي بيئة أخري. ومع ذلك أخذ هذه العينات هام جداً حيث أن أكثر من ٩٠% من أنواع الحشرات تقضي علي الأقل طور من أطوارها في التربة أو عند سطح التربة. وربما أكثر الطرق المستخدمة لإستخلاص الحشرات من عينات التربة هي أقماع برليز Berlese funnels والنخل أو الغربلة والغسيل والطفو.

في جميع الطرق السابقة يجب أن تؤخذ أولاً عينة التربة إلي المعمل لإستخلاصها. وقد تؤخذ عينات التربة بثاقب التربة التقليدي Corers أو ثاقب حفر الجولف golf-hole borers أو قاطعات اللب bulb cutters أو بالجاروف shovels أو المالج trowels أو بالإطارات المعدنية أو معدات أخري وهناك معدات حفر ميكانيكية إستخدمت لأخذ عينات تربة لبيض ديدان الجذور. ويعتمد الإهتمام الرئيسي في إختيار طريقة أخذ عينة التربة علي ما إذا كانت معدة الاستخلاص تتطلب حشرات حيه أم لا كما في قمع برليز. علي سبيل المثال أخذ العينة بكور التربة "ثاقب التربة Soil core" يعمل علي

دمج العينة وقد يقتل الحشرات أو يغلق الممرات المطلوبة للهروب أو لجمع الحشرات. وقد تحسن كفاءة أخذ العينة هنا باستخدام الكورر المشقوق split corer .

قمع برليز (شكل ٢٩، ١) واحد من أكثر الاجهزة شيوعاً لإستخلاص الحشرات من عينات التربة Soil cores. هذه الطريقة صممها فى البداية حشرى إيطالى وهو A. Berlese فى بداية سنوات ١٩٠٠ حيث إستخدم جاكيت من الماء الساخن حول القمع فتجف عينة التربة بداخل القمع ومع جفاف العينة تهرب الحشرات لتسقط فى وعاء الجمع ثم أجرى السويدى A. Tullgren تعديل (شكل ٣٦) بوضع لمبة متوهجة معلقة فوق العينة بدلاً من الجاكيت المائى. وهناك تعديلات أخرى لرفع كفاءة استخلاص مجاميع حشرية معينة ولكن جميع تلك الأقماع تعمل بنفس الأسس بجعل بيئة التربة غير ملائمة جداً بحيث تجبر الحشرات داخلها إلى الحركة خارج التربة. ويجب الإحتياط فى هذه الطريقة لمنع موت الحشرات قبل أن تغادر عينة التربة. وعادة ما تقلب عينة التربة بحرص حتى يمكن للحشرات أن تترك العينة مستعملة نفس الممرات التى دخلت بها إلى التربة وأن تسخن العينة تدريجياً حتى لا تقتل الحشرات من الجفاف. لقد كثر إستخدام أقماع برليز خاصة لأخذ عينات مفصليات الأرجل الصغيرة والموجودة بوفرة فى التربة مثل الحلم والكولمبولا والخنافس وبكفاءة تختلف كثيراً بين الأنواع وتبعاً للخصائص الفيزيائية للتربة. وواضح أن هذه الطريقة لا تلائم الأطوار الحشرية الساكنة فى التربة مثل البيض ومعظم العذارى والاطوار الساكنة الأخرى.

على خلاف قمع برليز لا يعتمد النخل sieving techniques على حركة الحشرات فى الإستخلاص فهى فى الحقيقة طرق ميكانيكية. ولقد إستخدم فى أخذ العينات الحشرية كلاً من طرق الغربلة الجافة والمبتلة. يستخدم فى الغربلة الجافة واحد أو أكثر من غربال تختلف فى سعة الثقوب مبتدءاً بالواسع الثقوب (رقم ٢٠) وتنتهى بالغربال الدقيق الثقوب (رقم ٨٠ أو ١٠٠). بمعنى أن الغرابيل تستخدم أولاً لفصل جزئيات التربة الكبيرة والبقايا الاخرى والسماح للحشرات بأن تمر ثم يستخدم غرابيل أخرى لجمع مجاميع معينة من الحشرات معتمداً فى ذلك على حجم الحشرات. والغرابيل القياسية لفصل الحشرات يمكن شراؤها كما يمكن صنع غرابيل بعمل إطار خشبى

مزود بقماش أو سلك ذات ثقوب مناسبة فعذارى ذبابة البذور على سبيل المثال يمكن أخذ عيناتها بالغرابيل المستعملة فى المنازل. وتتبع الغربلة الرطبة wet seiving نفس أساسيات الغربلة الجافة فيما عدا إستخدام الماء لتسهيل حركة الجزيئات ومعها الحشرات خلال الغرابيل. فى هذه الطريقة قد توضع عينة التربة والغرابيل فى وعاء من الماء ثم يصفى الماء بعد فترة من الزمن. وهناك طريقة أخرى حيث يستخدم تيار الماء المندفع لفصل الجزيئات خلال المنخل.

وطريقة الطفو flotation إجراء آخر للإستخلاص شائع الإستخدام والذى قد يستخدم بمفرده أو مع الغربلة ومع طرق اخرى. وعمليات الطفو تعمل على أساس ان الجزيئات الأقل فى الثقل النوعى عن الوسط البيئى الموجودة فيه تطفو على سطح هذا الوسط. على سبيل المثال إستخلاص بيض دودة الجذور *Diabrotica* species يتم بوضع عينة التربة فى إناء به ماء. ثم تغربل العينة ويستقبل فى قمع فصل مع محلول من سلفات الماغنسيوم فيطفو البيض على السطح وتهبط البقايا الثقيلة الى القاع حيث تسحب من خلال فتحة سفلية ثم يضاف الماء إلى المعلق فيهبط البيض لأسفل ثم يسحب من قمع الفصل فى طبق بترى ثم يقدر عدد البيض. وإستخدام سلفات الماغنسيوم هام لزيادة الكثافة النوعية للوسط. وفى العادة ما تستخدم تركيزات مختلفة من الملح أو أملاح مختلفة للوصول للوسط المناسب لإستخلاص الحشرات قبل إجراء عملية الإستخلاص.

و- طرق غير مباشرة Indirect techniques

النتائج المتحصل عليها فى جميع الطرق السابقة والخاصة بتقدير حجم العشيرة يعبر عنها بأعداد الحشرات. ويمكن ان تجرى التقديرات أيضاً بدراسة تأثيرات الحشرات أو منتجاتها. ومثل تلك التقديرات يطلق عليها عادة بمؤشرات العشيرة population indices .

قياس تأثيرات الحشرات ربما تكون هى الطريقة الأكثر شيوعاً فى الإشارة لعشيرة حشرة ما. فتشير نظم تصنيف جذور الذرة root rating schemes إلى نسب تغذية ديدان جذور الذرة ومن أمثلة مؤشرات الضرر الأخرى نسبة إلتهام الأوراق فى فول

الصويا وعدد النباتات الساقطة نتيجة تغذية الديدان القارضة وعدد نباتات الذرة ذات القلب الميت المتسبب عن ثاقبات الذرة. ولمثل تلك النتائج قيمة عظيمة فى تحديد التأثير الإقتصادى للحشرات على المحصول. وتعتمد طريقة أخذ النتائج فى معظم تلك المقاييس على الملاحظة المباشرة لضرر الآفة وفى بعض الأحيان على التصنيف الماهر للملاحظات. وقد يعتمد تصنيف الضرر فى قليل من الطرق على إجراءات خاصة كما فى حالة ديدان جذور الذرة. فى هذه الحالة ينزع عدد من نباتات الذرة وتغسل جذورها ثم يعمل مقياس تصنيفى للضرر من ١ حيث لا يوجد ضرر إلى ٦ حيث أكثر الأضرار أى تبعاً لكمية الضرر فى الجذور.

وتشمل النتائج الخاصة بمنتجات الحشرات insect products تقدير جلود اليرقات والعذارى والبراز والإفرازات الحشرية والأعشاش. وقد يشكل عد جلود الإنسلاخ طريقة فعالة لأخذ العينة. كما فى حالة العد المباشر لجلود إنسلاخ حشرات السيكادا (Homoptera :Cicadidae) على أفرع الأشجار أو على سطح الأرض. وتقدير الـ Frass (براز + جلود إنسلاخ) قد يشكل وسيلة فعالة فى الإشارة لحجم عشيرة الحشرة. فلقد استخدم تقدير الـ Frass المتساقط فى صينية الجمع فى الإشارة لحجم عشيرة عدة فراشات (Lepidoptera) والذباب المنشارى (Hymenoptera) فى الغابات وبالمثل أعشاش المستعمرات الحشرية مثل الديدان الناسجة Webworms (Lepidoptera; Pyralidae) واليرقات الخيمية tent caterpillars (Lepidoptera; Lasiocampidae) والتى يمكن عدها بسهولة للإستخدام كمؤشر للعشيرة فى موقع أخذ النتائج.

أخيراً – هناك كثير من العوامل الهامة ذات علاقة بأخذ العينة وفاعليتها فى الحصول على نتائج ذات معنى. من تلك العوامل الظروف المناخية وعدد أجيال الحشرة ونوع المحصول ومرحلة نمو النبات وظروف التربة والعمليات الزراعية والمساكن البيئية المحيطة surrounding habitat "الحقول المجاورة" ووقت أخذ العينة والمشرف أو المزارع. على سبيل المثال نشاط الحشرات قد يكون أكثر فى بداية أو آخر النهار إذا قورن بوسط النهار عند إرتفاع درجة الحرارة. والتغير فى المسكن البيئى المحيط مثل حش البرسيم فى حقل مجاور قد يدفع أعداد كبيرة من الحشرات إلى

المحاصيل المجاورة. ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار أى عامل يسبب تغير غير عادى فى نشاط الحشرة أو فى قدرة آخذ العينة من ناحية التأثير فى العد الحقلى.

ثانيا: برنامج أخذ العينات The sampling program

عبر أحد علماء الحشرات R.F. Morris البارزين بكندا عن برنامج أخذ العينات على أنه خليط من عمل شاق للفن والعلم معاً للوصول إلى برنامج أو خطة لأخذ العينات. ويشمل البرنامج طريقة أخذ العينة وتفاصيل جميع الخطوات للحصول على تقدير estimate "إستنتاج" للعينة وعادة ما تبتكر عدة برامج للنوع الواحد من الحشرات أو لمجموعة من الحشرات ومثل تلك البرامج تختبر لتحديد الخطة الاكثر ملائمة فى برنامج خاص لإدارة الآفات.

أ- أنواع التقديرات .... Kinds of estimates

كيف يعرف المزارع ان العشائر الحشرية وصلت إلى الحد الإقتصادى الحرج ET؟ من المهم أخذ عينة لتقدير مستوى العشيرة الحشرية أو الضرر. ويعتمد إختيار الطريقة المناسبة لأخذ العينة أساساً على نوع التقدير المرغوب. ويمكن أن تقسم التقديرات estimates بصفة عامة إلى قسمان كبيران مطلق ونسبى.

١- التقديرات المطلقة Absolute estimates

تقيس التقديرات المطلقة الأعداد الحقيقية فى العشيرة الحشرية. ويعبر عن مثل تلك التقديرات بالأعداد لكل مساحة سطحية من الأرض مثل العدد لكل إيكر أو العدد لكل فدان أو العدد لكل متر مربع. وهذه التقديرات صعبة الإجراء عادة وأكثر تكلفة. والتقديرات المطلقة ذات أهمية بالغة فى البحث عن ديناميكيات العشائر الحشرية ولكن لا تستخدم على نطاق واسع فى إدارة الآفات لتكلفة إجراؤها. وتشمل بعض الطرق المستخدمة فى عمل التقديرات المطلقة (١) مصائد الشفط حيث حجم الهواء المار فى المصيدة معروف (٢) أقماع برليز حيث كفاءة الإستخلاص معروفة (٣) إزالة النباتات وفحصها فى المعمل (٤) تدخين أقفاص العينات. وفى جميع الحالات عند أخذ عينة لوحدة المسكن habitat unit فإنه يجب معرفة عدد وحدات المسكن فى المساحة

السطحية للارض لعمل التقدير المطلق النهائى. على سبيل المثال بعد إيجاد عدد ديدان الكرنب القياسه لكل رأس من الكرنب يستخدم عدد رؤوس الكرنب فى الإيكر للحصول على عدد يرقات الكرنب فى الإيكر.

فى المثال السابق إذا لم يقابل النمط الأول للتقدير إحتياجاتنا بإمداد عدد اليرقات القياسه لكل رأس من الكرنب فإننا قد نستعمل نمط آخر من التقدير – وهو تقدير كثافة العشيرة population intensity estimate. وكثافة العشيرة هو عدد الحشرات فى وحدة المسكن habitat unit وهو تقدير لنمط مطلق absolute-type estimate. وعادة ما يستخدم تقدير كثافة العشيرة فى برامج إدارة الآفات لعلاقته الشديدة بضرر المحصول crop injury. ومثل تلك التقديرات أستفيد بها على وجه الخصوص فى تحديد مستويات الضرر الإقتصادى ومن ثم يعبر عنها بعبارات كثافة العشيرة مثل عدد المن لكل ورقة وعدد الثاقبات لكل ساق وعدد ذباب ديدان القرون horn worm لكل جانب من البقرة أو الثور. وفى العد المكانى والطرق الأخرى التى استخدمت أيضاً فى التقديرات المطلقة الحقيقية تستخدم لأجل تقديرات كثافة العشيرة.

هناك تقدير آخر متعلق بالتقدير المطلق وهو الـ basic population estimate. وهو تقدير وسط بين التقدير المطلق وتقدير كثافة العشيرة فهو يجمع وحدة المسكن habitat unit مع وحدة قياس A unit of measure. على سبيل المثال إستخدم فى علم حشرات الغابات التعبير عدد الحشرات لكل ١٠ أقدام مربعة من سطح الأفرع. والمقياس الشائع فى المحاصيل التى تزرع فى خطوط هو عدد الحشرات لكل قدم فى الصف per row foot.

وهناك طريقتان إضافيتان للتقدير المطلق للعشائر الحشرية وهى إعادة الأسر recapture techniqe والجمع الأزالى removal traping. تتضمن طريقة الأسر فى البداية جمع الحشرات وتعليمها ثم إطلاقها ثم يعاد أخذ عينة للحشرات مرة أخرى وتستخدم نسبة الحشرات المعلمة فى العينة فى تقدير العشيرة الكلية فى المنطقة. وتتطلب طريقة الجمع الأزالى جمع متكرر لأفراد النوع فى منطقة ما. ويستخدم معدل التناقص فى وفرة النوع الحشرى الذى يحدث فى كثافة العشيرة نتيجة لأخذ العينة وإزالتها فى تقدير حجم العشيرة الأصلى.

٢- التقديرات النسبية Relative estimates

تختلف التقديرات النسبية كثيراً عن التقديرات المطلقة وذلك لأنها لا تحول مباشرة إلى أعداد لكل مساحة سطحية من الأرض. وتعتمد التقديرات النسبية على نوع طريقة أخذ العينات المستخدمة. على سبيل المثال تستخدم طريقة شبكة الجمع لعمل تقديرات نسبية والتى يعبر عنها بعدد الحشرات فى الكنسة أو عدد الحشرات لكل عدد محدد من الكنسات. ومثل تلك التقديرات لا تجاوب مباشرة عن سؤال كم عدد الحشرات الموجودة لكل إيكر أو لكل نبات أو لكل قدم من ألصف؟. ولكن بالأحرى تستخدم لمقارنة أحجام العشائر فى الوقت والمكان طبقاً للطريقة الخاصة لأخذ العينة. لذا يمكن أن نقارن عشائر حشرة ما لكل كنسة فى البرسيم فى الإسكندرية فى عامى ١٩٩٨ ، ١٩٩٩ ويمكن أن نقارن بين الإسكندرية ودمنهور فى ١٩٩٩ ولكننا لا يمكن عمل تحديد مباشر لعدد الحشرة لكل فدان للمقارنة. والسبب يرجع إلى أن ألتقدير نسبى ويعتمد على الطريقة المستخدمة فى جمع النتائج. وعادة ما يمكن تحويل التقديرات النسبية إلى تقديرات مطلقة ولكن يتطلب ذلك أولاً أبحاث وتحليلات هامة. إستخدمت كثير من الطرق للحصول على تقديرات نسبية ويتضمن ذلك عدة أنواع من الشباك وجميع أنواع المصائد وبعض طرق العد فى المكان وطرق الطرح أرضاً أو الخبط. وتتمتع التقديرات النسبية بميزة كبيرة فى كونها غير مكلفة وعادة ما تكون أكثر ملائمة فى إدارة الآفات الحشرية.

فى العادة ما يستخدم الضرر بالنبات plant damage لتقدير الوفرة النسبية للحشرات فدرجة إلتهام الاوراق وعدد النباتات المثقوبة ونسبة اللوز المصاب وما شابه ذلك ذات إرتباط كبير بوفرة الآفات الحشرية. وتقدير الضرر بالنبات يمثل أكثر الطرق ملائمة لتقدير عشائر بعض أنواع من الحشرات وخاصة مع الانواع التى تعيش تحت سطح التربة أو الليلية والانواع التى تحدث أنفاق ورقية او تلك ذات الاعداد الكبيرة جداً.

مؤشرات العشائر population indices التى نوقشت فى البداية عادة ذات إستخدام مشابه للتقديرات النسبية لأجل مقارنات العشائر. وتزداد قيمة تلك المؤشرات عندما تستخدم كمؤشرات للضرر الموجود بالنبات وكأساس لقرارات الإدارة ويرمز إليها فى طرق عديدة معتمداً على التأثير الحشرى المقدر مثل جلود الإنسلاخ او الغزل الحشرى

webbing أو التغذية على الجذور أو التغذية على الأوراق defoliation فنسبة التغذية على الأوراق للمجموع النباتى واحد من أكثر مؤشرات العشيرة الشائعة فى إدارة الآفات الحشرية.

إن طرق أخذ العينات المطلقة مرغوبة لدقتها كما انها سهلة التحويل من كثافة الآفة فى وحدة المساحة إلى شدة الضرر damage potential ومع ذلك تتطلب التقديرات المطلقة كثير من الوقت وإلى جانب صعوبة إجرائها فهى مكلفة إذا ما قورنت مع التقديرات النسبية. والطرق النسبية تأسر عدد من الحشرات غير معروف من التقدير المطلق إلا أنها منسجمة مع نسبة الحشرات التى توجد فى منطقة ما. ورغم صعوبة هذا التقدير إلا أنه كما سبق القول يمكن تحويل التقديرات النسبية إلى تقديرات مطلقة. إن التقديرات النسبية إقتصادية فيما يتعلق بالوقت والعمالة والاجهزة. ولكن لكى تستخدم تلك التقديرات بفاعلية يجب معرفة مستوى الضرر المرتبط بتقدير معين. وهذا يتطلب معلومات عن نقص المحصول المرتبط بوفرة نسبية من الآفات يجب تجميع تلك المعلومات خلال فترة من الزمن او من عدد من المواقع.-

ويجب أن يتبادر إلى الذهن ان هناك مصادر مختلفة من الخطأ عند أخذ عينة عن العشائر الحشرية. فقد يطرأ شك عن حقيقة العينة التى أخذت هل هى جزء من الأفراد التى سلوكها جعلها سهلة الأسر تحت الظروف السائدة. فعالم الحشرات الاسترالى P.W. Geier وجد أن فراشات الكودلنج التى جمعت من مصائد الحشرات الطائرة flight traps كانت أساساً لفراشات قبل وضع البيض بينما التى جمعت من مصائد الحشرات الطائرة bait trabs كانت أساساً لإناث بعد وضع البيض. ووجد ان سرعة الرياح قد تؤثر كثيراً على عدد الأفراد الطائرة أو التى تستقر فى أعلى النباتات كما أن الكثافة الضوئية قد تؤثر على الإستجابة للمصائد الضوئية حيث تكون أقل فاعلية بعد إكتمال القمر. وواضح ان المعلومات الدقيقة عن تاريخ حياة وسلوك الحشرة هامه فى تخطيط برنامج أخذ العينة بالإضافة إلى الإلمام بالطرق الإحصائية وتحليل النتائج.

ب- تحويل التقديرات النسبية إلى تقديرات مطلقة

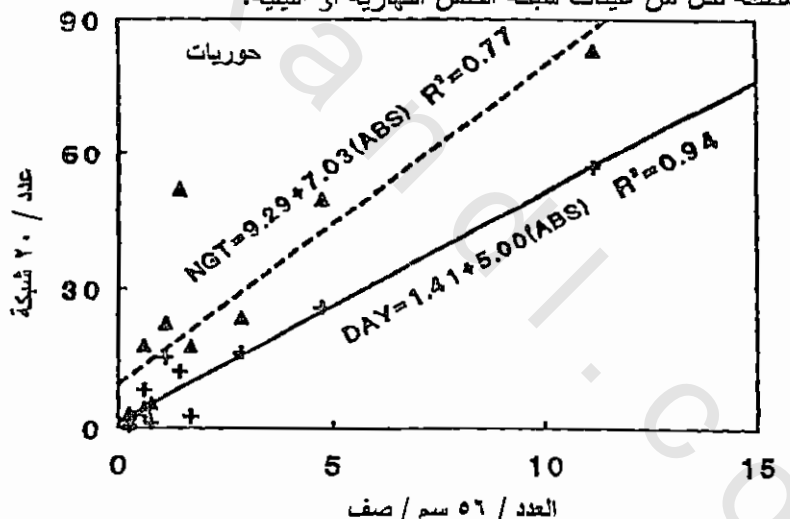
Converting relative estimates to absolute estimates

لقد أشار بعض علماء الإيكولوجى انه لا يوجد حد فاصل بين طرق أخذ العينات للوصول إلى تقديرات مطلقة ونسبية. فيندر أن تعطى معظم الإجراءات المطلقة جميع

الحشرات فى وحدة العينة. والتقديرات النسبية يمكن تحويلها لتقدير العشيرة المطلقة. مثل تلك التحويلات يمكن إنجازها بواحد من الطرق الإحصائية أو التجريبية.

التحويل الإحصائى يمكن إجراؤه بعمل كل من التقديرات النسبية والمطلقة من مجموعة عشائر يتبعها تحليل إحصائى يحول التقديرات النسبية إلى مطلقة. إستخدم مثل هذا الإجراء عادة مع طرق أخذ العينات بشبكة الكنس sweep net وشبكة الشفط vacuum net وغيرها.

الطريقة الإحصائية ممثلة فى دراسة لنوعان من نطاطات الحشائش *melanoplus femurrubrum* و *M. differentialis* فى فول الصويا لتحول تقديرات شبكة الكنس إلى تقديرات مطلقة للعشيرة (شكل ٣٧) حيث تم عمل تقيم للكثافة المطلقة فى الليل بواسطة طريقة إزالة النباتات. ثم قورنت بالعينات الليلية والنهارية لشبكة الكنس بإستخدام تحليل الإرتداد. ويمكن من الموديلات المتحصل عليها التنبؤ بكثافات العشيرة المطلقة لكل من عينات شبكة الكنس النهارية او الليلية.



شكل ٣٧: خطوط إرتداد النتائج المتحصل عليها بواسطة شبكة الجمع للحوريات والحشرات الكاملة للنطاطات مستخدمين متوسط الجمعة

ABS = التقدير المطلق باستخدام طريقة الإزالة النباتية فى المساء.

DAY = تقدير شبكة الجمع فى النهار.

NGT = تقدير شبكة الجمع فى الليل.

ومع أن طريقة التحليل الإحصائى تركز على دراسات للعشائر الطبيعية تستخدم الطرق التجريبية عشائر غير طبيعية معروفة الكثافة توطن فى منطقة الدراسة. مثل هذا الإتجاه إستخدم فى دراسة نطاطات الحشائش فى البرارى الطويلة العشب المحروقة وغير المحروقة. حيث إستخدم مصيدة ليلية night trap لأسر نطاطات الحشائش المعلمة والموضوعة داخل البرارى. وشكلت الافراد المعلمة العشيرة التجريبية ووجد أن ٧٥% من الأفراد المعلمة تم أسرها بالمصائد. ويسمح مثل هذا الإجراء بمعايرة الطريقة للحصول على تقديرات للكثافة المطلقة. وتمثل العشائر التجريبية واحد من الطرق القليلة المتاحة لتقيم كفاءة الطرق المصممة للحصول على تقديرات مطلقة.

جـ- الإحصاء الوصفى Descriptive statistics

سواء تم التعبير عن تقديرات العشيرة فى اصطلاحات مطلقة أو نسبية فإن الإستخدام المناسب للإحصاء فى تلخيص النتائج وتصميم برامج أخذ العينات هام للغاية. فالإحصاء بالطبع وهو تنظم النتائج المتحصل عليها وتحليلها وتفسر النتائج العددية. ويشمل الإحصاء الوصفى المستخدم فى العينات الحشرية تحليل النتائج للحصول على ملخص كمى شامل لخصائص العشيرة الحشرية. والمتوسط والإنحراف القياسى والخطأ القياسى ربما تشكل الإحصاءات الأكثر إستخداماً فى وصف كثافة العشيرة الحشرية.

والمتوسط Mean $(\overline{X})$ ببساطة هو المتوسط الحسابى لأعداد العينة. فعند وجود مجموعة "N" من العينات حيث تمثل أعداد أفراد العينة بـ X_1، X_2، X_3 ... X_N فإن متوسط العينة يحسب كالآتى:

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n}{N}$$

على سبيل المثال إذا أخذ سته عينات وكانت اعداد الحشرات هى ١٠ ، ١٣ ، ٨ ، ١٢ ، ٩ ، ١١ فإن المتوسط هو ١٠,٥ . وإذا حصلنا على عدة متوسطات من مجموعات لاعداد مختلفة للعينات يمكن حساب المتوسط الرئيسى لتلك المتوسطات كما سبق "M" والذى يمثل أفضل تقدير لحجم العينة. وعن طريق حساب تلك القيم يمكننا ان نقارن العشائر الحشرية فى أوقات مختلفة وأماكن مختلفة.

وبالرغم من أن المتوسط يمدنا بواحد من الخصائص الهامة لعشيرة حشرية ما – النزعة المركزية – إلا أنه لا يفصح عن أى إختلافات فى العينات، وفى كلمات أخرى، عن الإختلافات العددية بين العينات المختلفة. ويشار لهذه الخاصية بتوزيع النتائج والتى يعبر عنها بالمدى Range أو الإنحراف القياسى Standard Deviation. والمدى هو أبسط التعبيران ويمثل بأكبر وأصغر عدد فى العينة. ورغم أن المدى يعطى فكرة عن إنتشار النتائج حول المتوسط إلا أنه يعتمد فقط على تطرف الأرقام والتى يخضع بعضها للمصادفة أو يكون نادر جداً.

يحل الإنحراف القياسى لمجموعة أعداد العينة مشكلة الإعتماد على التطرف العددى بعمل متوسط لإنحرافات العينة. ويمكن حساب الإنحراف القياسى "S" لمجموعة من العينات الحشرية بالآلة الحاسبة العادية ألتى الكثير منها مبرمج لحساب ذلك .. أو تحسب يدوياً من المعادلة.

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1}\left(\text{Sum } X^2 - \frac{(\text{Sum } X)^2}{N}\right)}$$

وتعطينا قيمة الإنحراف القياسى فكرة عن كبر الإختلاف فى العينة. وإذا كان توزيع النتائج طبيعى (ممثل بالمنحنى الناقوس الشكل) يتوقع أن ٦٨% من أعداد العينة تقع داخل واحد من الإنحرافات القياسية على كلا جانبى المتوسط.

رغم أن الإنحراف القياسى يعطينا مقياس الإختلافات لمجموعة من العينات إلا أنه ليس هو التقدير الأحسن للعشيرة الحشرية. ويجب لمثل هذا التقدير أن تؤخذ عدد العينات فى الحسبان. ويطلق على مثل هذا التقدير بالخطأ القياسى للمتوسط أو ببساطة الخطأ القياسى والذى يحسب كما يلى:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{N}$$

$S_{\bar{X}}$ = الخطأ القياسى وأحياناً يرمز له SE

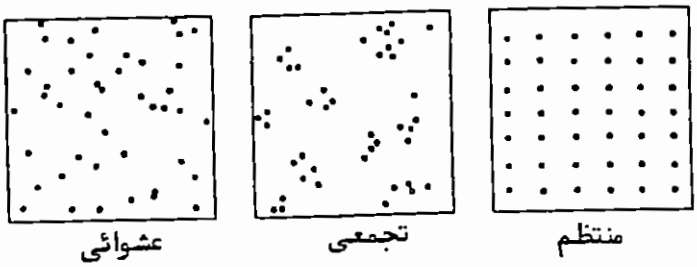
S = الإنحراف القياسى لأعداد العينة

N = عدد أفراد العينة

ومن الصفات الهامة للخطأ القياسى أن قيمته تتناقص مع تزايد أعداد العينة. وهـذا ذات أهمية خاصة فى برامج أخذ العينات الحشرية حيث يمكن أن يستخدم كمقياس للدقة خاصة وإننا نجاهد للوصول لأقصى دقة عملية فى تقديراتنا. ونظراً لأن الخطأ القياسى الأقل يعنى دقة أكبر لبرنامج أخذ العينة لذا فإنه من الممكن زيادة عدد العينات لتزداد الدقة.

بالرغم من أن العمليات الإحصائية السابق مناقشتها تمدنا بعض الشئ عن كثافة العشيرة والإختلاف فى العشيرة إلا أنها لا تصف تشتت الحشرات فى العشيرة. والتشتت dispersion (وليس dispersal) هو نمط ترتيب الحشرات فى المكان او كيفية إنتشارها فى مساحة ما. وأهمية التشتت ترجع إلى أنها تعطينا معلومات عن ديناميكيات العشيرة وقد تؤثر فى الطريقة التى تؤخذ بها العينة فى مساحة ما.

التشتت العشوائى "random" والتجمعى "clumped" هى أكثر الطرق شيوعا فى معرفه تشتت الحشرات فى بيئة ما (شكل ٣٨). ويعنى التشتت العشوائى أن للحشرة الفرصة الجيدة من التواجد فى أحد الاماكن مثل المكان الآخر وأن الأفراد لا تؤثر فى وجود كل منها فى مكان ما. ولا تعنى العشوائية ان للعشيرة تشتت متجانس فى منطقة ما. ومن المحتمل تواجد التشتت العشوائى فى الحشرات فى العادة فى البيئات المتجانسة نسبياً كما فى حقل فول صويا على أرض مستوية. وربما التشتت التجمعى "contagious أو clumped" هو النمط الاكثر شيوعاً فى العشائر الحشرية. ويعنى تجمع الأفراد فى العشيرة أنه إذا وجد فرد لنوع معين من الحشرات فهناك فرص جيدة لتواجد حشرات أخرى لنفس النوع فى نفس الجوار. والتجمع قد يتسبب عن عوامل سلوكية (مثل التزاوج والتغذية) أو بيئية او بكلاهما. ويمكن وصف التشتت العشوائى أو التجمعى إحصائياً بواسطة موديلات حسابية. وأكثر الموديلات models شيوعاً فى علم الحشرات هو توزيع بواسون لوصف التشتت العشوائى والـ negative binomial model لوصف التشتت التجمعى وليس هنا مجال لدراسة مثل تلك التوزيعات.



شكل ٣٨: أنماط تشتت الحشرات فى أماكن مختلفة

د- معايير التقديرات Criteria of estimates

يجب أن نقيم فائدة التقديرات المتحصل عليها من برامج جديدة لاخذ العينات قبل وضع توصيات نهائية وعادة ما تبتكر عدة خطط أولية لأخذ العينات ثم يجرى تقيم نتائجها.

والمعايير الرئيسية لهذا التقييم هى الإنتماء fidelity والدقة precision والتكلفة Cost. **والإنتماء** يعنى أن التقديرات تتبع دائماً أعداد حقيقية فى عشيرة الحشرة وتحدد عادة بمقارنة برنامج غير معروف الإنتماء له مع برنامج آخر ذات إنتماء معروف. فالأعداد المعروفة خلال إطلاقات فى مساحة ما أو أخذ العينة بإزالة المسكن habitat removal sampling تمثل أمثلة لذلك.

وتقيس **الدقة** درجة الخطأ فى عمل التقديرات ويعبر عنها عادة كنسبة مئوية للخطأ القياسى للمتوسط. وتعرف هذه القيمة بالإختلاف النسبى relative variation أو RV وتحسب كالآتى:

$$RV = \frac{SE}{\bar{X}} 100$$

حيث SE هو الخطأ القياسى للمتوسط و $\bar{X}$ المتوسط.

وبإستخدام RV كمقياس للدقة فإن المعيار الجيد للبرنامج العملى فى إدارة الآفات هو الحصول على قيمة قريبة من ٢٥. والدقة الاكبر مرغوبة فى أبحاث العشائر لذا يبحث عن القيم القريبة من ١٠. ونظراً لأن قيمة SE تقل بزيادة اعداد العينات فيمكن تحسين الدقة بأخذ عينات أكثر.

وفيما يخص **التكلفة** – تقديرات العشيرة ذات الإنتماء والدقة العاليتين تكون غير مفيدة إذا كانت تكلفة إجراء التقديرات مكلفة جداً. لذا يؤخذ فى الإعتبار حساب التكلفة فى برامج أخذ العينات التجريبية (المؤقتة) وتوصيات التصميم النهائى للبرنامج الذى ينتج عنه أعلى إنتماء وأعلى دقة وأقل تكلفة.

هـ- أبعاد البرنامج Program dimensions

بعد تحديد أنواع التقديرات المطلوبة فى برنامج إدارة الآفات ومعايير أخذ العينات sampling criteria، عادة ما يصمم عدة برامج ويجرى إختبارها. ويتضمن تصميم البرنامج على الأقل أربعة أبعاد رئيسية وهى: (١) طور الحشرة الذى سيمثل العينة (٢) عدد العينات المطلوبة (٣) وقت اخذ العينة (٤) نمط أخذ العينة.

١- طور الحشرة Insect stage

يعتمد طور الحشرة الذى سيمثل العينة فى إدارة الآفات على نوع الحشرة موضع الدراسة وعلى إستراتيجية إدارتها. والطور الذى يؤخذ عادة كعينة لعمل قرارات الإدارة هو الطور الضار. وهذا حقيقى فى حالة ما إذا كان يحتاج هذا الطور لقليل من الوقت لخفض عشيرته. وقد يختار الطور الذى قبله فى حالة ما تطلب الطور المختار وقت أكبر حتى يمكن عمل تنبؤ مبكر. على سبيل المثال أخذ عينة لطور الحشرة الكاملة التى لا تتغذى على النبات يمكن ان يساعد فى التنبؤ بعشيرة طور اليرقة الضار.

إن معظم أخذ العينات لأغراض الـ IPM توجه لأطوار نمو الحشرة التى تحدث ضرر للمحصول. وفى بعض الاحيان يعد البيض والحشرات الكاملة لكى تتخذ كمؤشرات للعشائر الحشرية المتوقعة. على سبيل المثال عادة ما يعد بيض ديدان اللوز

على القطن لكى يعطى معلومات على ما إذا كانت أعداد ديدان اللوز التى يمكن توقعها قابلة للزيادة أو النقصان فى عدة أيام القادمة. وقد يحتاج المشرف على الـ IPM إلى معرفة ما إذا كان لون البيض أبيض أم قاتم فالبيض قاتم يفقس خلال ساعات، بينما الأبيض يحتاج إلى ٢ – ٣ أيام للفقس. كما أن إستخدام المصائد فى عد الحشرات الكاملة لفراشة الكودلنج يمدنا بالمعلومات لقمم الاجيال generation peaks وتعطى فسحة من الوقت لمقاييس المكافحة لكى تتخذ ضد الطور اليرقى الضار.

من الأفضل عادة أخذ عينات الطور الضار للحشرة أو ضررها damage حيث أن التنبؤ الذى يعتمد على أعداد لطور مبكر عن الطور الضار لا يعول عليه دائماً. فالظروف المناخية وأعداد الحشرات النافعة وعوامل اخرى يمكن أن تؤثر كثيراً فى نمو عشيرة حشرة ما والتى أحياناً ما تغير إصابة خطيرة إلى غير ضارة.

عادة ما تشكل الأطوار الغير كاملة للحشرات (اليرقات – الحوريات) الاطوار الضارة للآفات لذا تمثل فى العينات الحشرية ولكن فى كثير من الحالات كما هو الحال فى المن وبق النبات وخنفساء القثاء كلاً من الاطوار الغير كاملة والكاملة تسبب ضرر لذا تمثل فى العينة الحشرية هذه الأطوار.

أخذ عينات لعذارى الحشرات غير شائع فى قياس العشيرة. ولكن قد تؤخذ أحياناً عينات من التربة وبقايا المحاصيل لكى تساعد فى تقدير وفرة أو الإصابة المتوقعة للحشرة. فعد يرقات وعذارى حفار ساق الذرة الاوروبى على سبيل المثال تستخدم فى الحصول على معلومات لتقدير ضرر الحشرة.

٢- عدد العينات Number of samples

ينتج عدد العينات الذى يؤخذ فى برنامج ما من التناسق بين الدقة من ناحية والتكلفة من ناحية أخرى. وفى كثير من الحالات يشكل العدد الاكبر لعدد العينات مطلباً أساسياً. وعندما ينتج عن العدد الاكبر من العينات دقة قليلة يجب تعديل البرنامج أو التخلى عنه للنظر فى تصميمات أخرى. وقد يتطلب ذلك قدراً كبيراً من البحث للوصول إلى برنامج الذى فيه عدد العينات المطلوب يكون ملائم إقتصادياً. وكقاعدة كثير من برامج أخذ عينات إدارة الآفات تستلزم أخذ على الأقل خمسة عينات من

المساحة المحصولية المتوسطة الحجم (نحو ٢٥ إيكر). وإذا أريد دقة أكبر يجب زيادة عدد العينات. والمعادله المفيدة فى حساب عدد العينات المطلوبة لتحقيق الدرجة المطلوبة من الدقة هى

$$N = [(t \times s)/(D \times \bar{x})]^2$$

حيث

N = عدد العينات المطلوبة

D = الدقة المطلوبة معبر عنها برقم عشرى (٠,٢٥ على سبيل المثال)

$\bar{X}$ = متوسط الكثافة

S = الإنحراف القياسى

t = قيمة t والتى يتحصل عليها من الجداول الإحصائية والتى فى العادة قيمة لإحتمال ٠,٠٥ وعدد العينات المستخدم لحساب المتوسط.

ويتحصل على قيم المتوسط والإنحراف القياسى فى المعادلة من إستخدام نتائج أخذ العينات الاولية.

٣- وقت أخذ العينة Time to sample

يعتمد توقيت أخذ العينة على وجود طور الحشرة الذى سيمثل فى العينة. ومن المهم جداً فى قرارات الإدارة أن يتوافق أخذ العينات مع وقت قمة أعداد الطور الذى سيمثل فى العينة. ويمكن التنبو بهذا التوقيت بإستخدام درجات اليومdegree - day (تراكم الوحدات الحرارية فوق الحد الحرج للنمو لدرجة الحرارة فى فترة ٢٤ ساعة) او موديلات فينولوجية أخرى أو بواسطة العينات المختبرة. وفى إختبار العينة لمعرفة وقت قمة أعداد الحشرة يختار التاريخ التقليدى فى ظهور الحشرة وتؤخذ العينات بإنتظام (مرة أو مرتان فى الأسبوع) حتى يتضح قمة الاعداد من تراكم النتائج وبمعنى آخر عندما يعقب التواريخ المتتابعة للزيادة تواريخ متتابعة فى النقصان. والمشكلة الاكبر مع مثل هذا الإتجاه الأخير هو أنه قد يحدث ضرر غير مقبول قبل إكتشاف قمة الأعداد. ولا توجد مثل هذه المشكلة إذا أجرى أخذ العينات مبكراً وبصفة متكررة وعند إعتماد قرارات الإدارة على قيم الحد الحرج قبل تواجد القمة العددية الرئيسية. ولقد إقترح وضع أقفاص فى العراء تحوى عشيرة ككنترول للملاحظة وتؤخذ كمقياس لتوقيت أخذ العينة. وقد يشكل وقت اليوم لأخذ

العينة مشكلة مع بعض الحشرات. فإذا اعتمدت طريقة أخذ العينة على نشاط معين للحشرة (الطيران مثلاً) ويتواجد هذا النشاط فى وقت معين من اليوم (من المغرب حتى الفجر مثلاً) فإن العينات يجب أن تؤخذ أثناء فترة النشاط هذا.

يجرى أخذ العينات – بصفة عامة – روتينياً مع معظم الحشرات وعلى فترات إسبوعية ويزداد تكرار أخذ العينات كلما إقتربت عشيرة الآفة لحدود المستوى الإقتصادى لها. والحشرات التى تظهر بسرعة إصابات إقتصادية تحت ظروف خاصة مثل ديدان لوز القطن تؤخذ عيناتها مرتان فى الأسبوع او أكثر إذا كان هناك تهديد بإرتفاع الإصابة. وأخذ العينات على فترات قصيرة مطلوب أيضاً فى بعض المحاصيل مثل الخضروات لإنخفاض المستوى الإقتصادى لآفاتها. وقد تدون سجلات مصائد الفرمونات الجنسية يومياً لتحديد الزيادة فى نشاط الفراشات. وأخذ العينات فى أقل من أسبوع يكون ضرورى فى حالات إقتراب الإصابة الحشرية إلى المستوى الإقتصادى ومع المحاصيل ذات المستوى الإقتصادى الآفى المنخفض جداً.

ويعتمد الوقت المطلوب لأخذ العينة الحقلية أيضاً على المحصول وآفاته. على سبيل المثال تأخذ العينة فى القطن وقتاً أقل عندما تكون النباتات صغيرة ويزداد الوقت عندما يكون المحصول فى وسط أو أواخر الموسم. كما تتطلب العينة وقت أقل فى المساحات الغير مصابة بديدان اللوز القرنفلية أو سوس اللوز مقارنة بالمساحات التى تتواجد فيها هذه الآفات. وقد يلزم أخذ العينة الحقلية من ٣٠ – ٤٥ دقيقة إذا كان هناك ضرورة للعد النظرى للحشرات أو أضرارها.

٤– نمط أخذ العينة Pattern of sampling

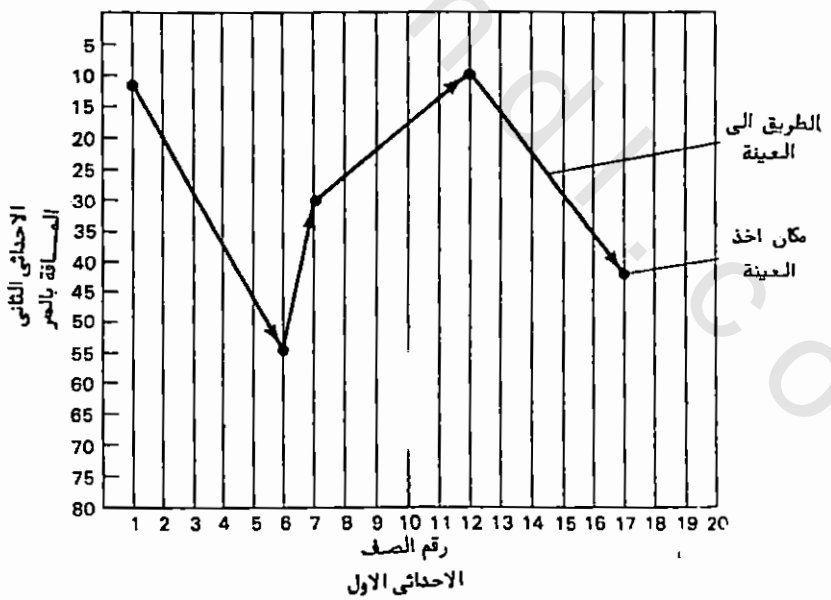
يمكن أن يختلف كثيراً النمط المكانى فى أخذ عينة ما فى موقع ما معتمداً فى ذلك على تجانس المسكن وتشتت العشيرة. وتتطلب الدقة أخذ تقديرات غير متحيزة "عشوائية" لكثافة العشيرة بمعنى أن كل موقع لأخذ العينة فى المنطقة لديه فرصة متساوية لإختياره وأخذ العينة منه. وفى مثل تلك العينات يحدد موقع كل عينة فى المنطقة برقمان عشوائيان (مقاييس للمسافة) على طول الأحداثى الرأسى الذى يمثل المسافة بالمتر فى الصف والأحداثى الأفقى الذى يمثل رقم الصف (شكل ٣٦). ويحدد الجدول (١) مواقع خمس عينات تم إختيار أرقامها من جداول الأعداد العشوائية أو بالإستعانة بجهاز الكمبيوتر. على سبيل المثال قد يحدد الموقع الأولى بالصف ١٧ و ٤٢ متراً من بداية الصف.

أخذ مثل تلك العينات عادة ما تكون مجهده (= مكلفة) فى مراقبة وإدارة الآفات لذا

عادة ما تحدد إختيارات شخصية (= أقل تكلفة) لمواقع أخذ العينات. حيث يدعو الشخص المختص بأخذ عينات إدارة الآفات pest management scout بالمشى فى طريق معين فى المنطقة المنزرعة وأخذ عينات لحد ما منتظمة على طول الطريق. تعرف مثل هذه العينات بالعينات النظامية systematic sampling (شكل ٣٩) وتعامل عينات مثل هذا النمط عادة معاملة العينات العشوائية فى التحليل الإحصائى.

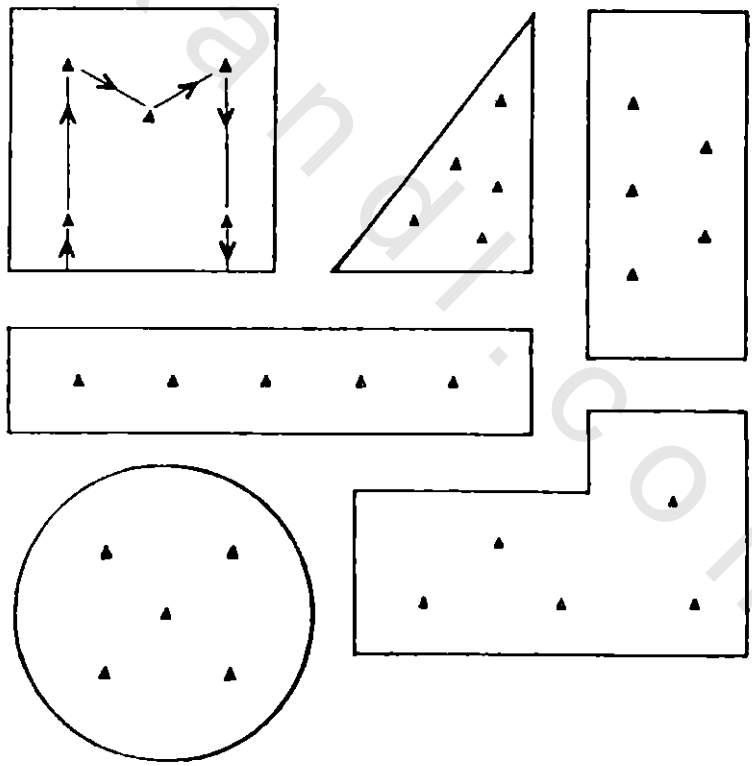
جـــدول ١ : برنامج أخذ العينة العشوائى

رقم العينة	الإحداثى الأول (رقم الصف)	الإحداثى الثانى (المسافة بالمتر)
١	١٧	٤٢
٢	١٢	١٠
٣	٧	٣٠
٤	٦	٥٥
٥	١	١٠



شكل ٣٩ · مثال لنمط أخذ عينات عشوائية باستخدام إحداثيان. تختار أرقام الإحداثيات من جدول الأعداد العشوائية أو يتحصل عليها من الكمبيوتر

يمتاز هذا الإتجاه بالكفاءة الكبيرة عند أخذ عينات من عدة حقول فـي يـوم واحـد وتكون العينات كافية ما لم تظهر أخطاء تراكمية ناتجة من نمط أخذ العينات. فقد تظـهر المشكلة – على سبيل المثال – إذ نتج عن نمط أخذ العينات تكرار لمواقـع ذات كثافـة حشرية عالية جداً أو منخفضة جداً. لذا فى المراحل المبكرة فى تطوير برنـامج لأخـذ العينات من المهم إختبار الأخطاء التراكمية cumulative errors بمقارنة أنماطـاً ذات عشوائية كاملة مع أنماطاً نظامية. وكقاعدة – يجب أن تغطى العينات المنطقة والتـأكد من أخذ العينات من المناطق المرتفعة والمنخفضة. ويتجنب عـادة حـواف المسـاحة المنزرعة (أول خمسة أمتار مثلاً) فى عمل التقديرات ما لم يكن نـوع الآفـة يفضـل النباتات المتواجدة عند الحافة على سبيل المثال الديدان المدرعة (Noctuidae) والجـواد (Acrididae) وثاقبات الساق (Noctuidae). ويظـهر (الشـكل ٤٠) بعـض الأنمـاط الشائعة لأخذ العينات النظامية.



شكل ٤٠: بعض من الانماط العامة المستخدمة عند أخذ عينات نظامية

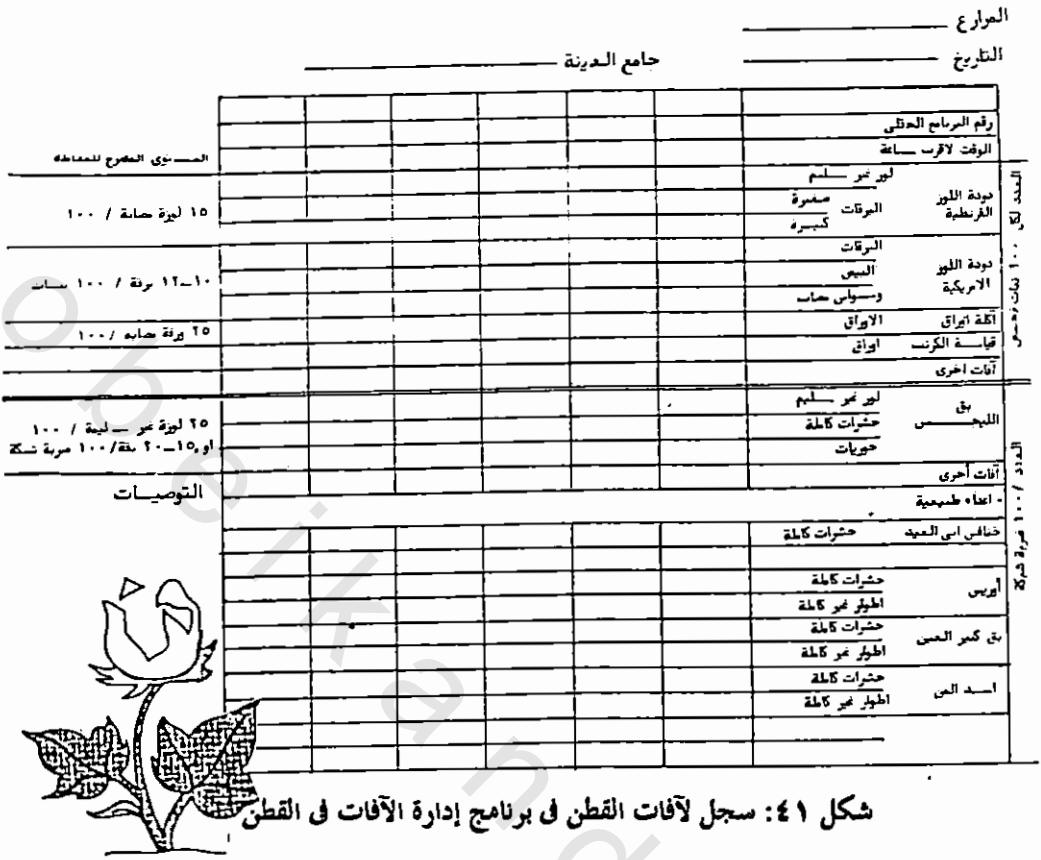
٥- جامع عينات إدارة الآفات وسجلات العينة:

Pest management scouts and scouting records

تؤخذ العينات لغرض وضع قرارات إدارة الآفات الزراعية بواسطة حشـــريين أو متخصصين آخرين ويطلق على الأشخاص الذين يقومـــون بـــأخذ عينـــات المســـاحات المنزرعة بإنتظام لاغراض وضع قرارات الـــ IPM بالـــ scouts ويطلـــق علـــى أنشطتهم بالـــ scouting. وكثير من هؤلاء الأشخاص يعملـــون عـــادة لـــدى شـــركات إستشارية خاصة تتعاقد مع المزارعين لأخـــذ عينـــات حقولـــهم وتســـجيلها وإمدادهـــم بالنصيحة فى الوقت والمكان. وقد يستعان بطلبة الجامعات أو مدرسى المدارس العليـــا وتلاميذهم وأشخاص آخرين عملوا سابقاً فى هذا المجال لمدة عام كامل. ويدرب آخـــذى العينات على تعريف الحشرات الضارة والنافعة فى المحصول تحت الدراسة. وعادة مـــا يكون هذا التدريب فى بداية كل موسم خلال ٢ – ٤ أيام دراسة بالإضافة إلى لقـــاءات إسبوعية لإضافة كل جديد إلى جانب تدريب حقلى بواسطة مشرفى حقول يعملـــوا مـــع جامعى العينات خلال موسم النمو وتنحصر الواجبات الأساسية لجامع العينات فـــى: ١- تعريف الحشرات النافعة والضارة ٢- أخذ العينات بطريقة ممثلـــة جيـــداً ٣- تســـجيل النتائج الحقلية بتقديمها إلى المزارع أو هيئات المزارعين.

لتجهيز النصيحة للمزارع يجب حفظ سجلات أخـــذ العينـــات scouting records ويجب تحليل نتائجها لعرض إتجاهات عشيرة الآفة وعمل التنبؤات. مثل هذه الســـجلات (شكل ٤١).

-١٥٣- - سجل نتائج هذا النبات العشوائى



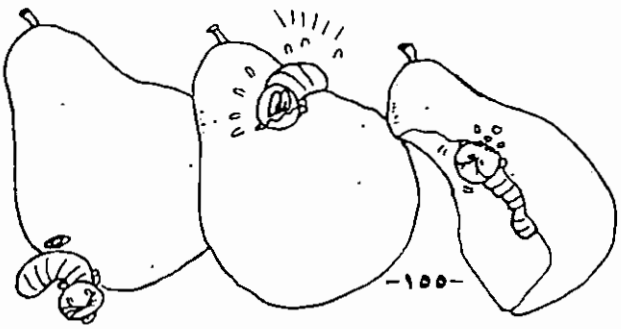
شكل ٤١: سجل لآفات القطن فى برنامج إدارة الآفات فى القطن

لا تشمل فقط نوع الآفة الموجودة وأعدادها والحشرات النافعة المرتبطة بها ولكنها قد تشمل أيضاً معلومات مثل موقع الحقل ومرحلة نمو الحشرات الضارة وظروف الطقس الحالية ودرجة الضرر وقت الفحص والمحصول الذى تؤخذ منه العينة وصنف المحصول المنزرع وظروف المحصول ومرحلة النمو والآفات الأخرى الموجودة. ويساعد الوصف التاريخى لهذه العوامل فى فهم كلاً من ديناميكيات العشيرة الحشرية والتأثير المعنوى لها على إنتاج المحصول. وتساعد التسجيلات أيضاً فى تفسير نوعية تقديرات العينات نفسها وذلك لأن كثير من العوامل المسجلة تؤثر على كفاءة أخذ العينات. ويجب أن يكون تمثيل النتائج واضحاً وأن يشمل فقط المعلومات الضرورية. وعادة ما يتواجد من هذه التسجيلات نسختين نسخة لجامع العينة وأخرى للمشرف على البرنامج. ويمثل السجل الجيد أحد المتطلبات الأولية لإقامة برنامج فعال للـ IPM.

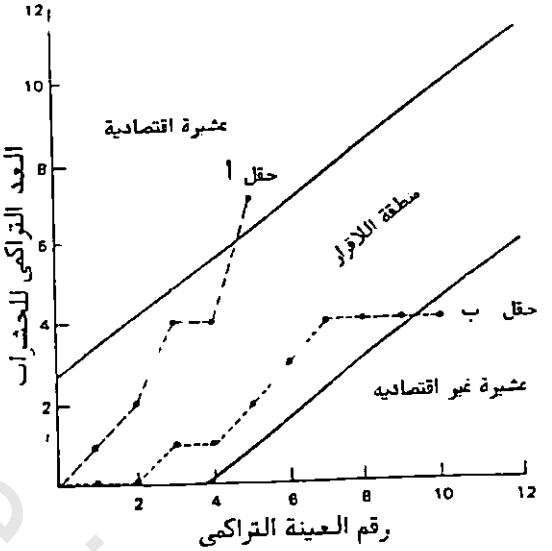
٦- العينات المتعاقبة Sequential sampling

هناك نمط هام لأخذ العينات فى إدارة الآفات الحشرية وهو العينات المتعاقبة أو برنامج القرار التعاقبى sequential decison program. ويرتكز مثل هذا البرنامج على أنماط تشتت الحشرات ومستويات القرارات الإقتصادية. لقد ظهر البرنامج أولاً أثناء الحرب العالمية. وهو يسمح بوضع العشيرة الموجودة إلى واحد من إثنان أو أكثر من الأقسام. وهذه الأقسام – على سبيل المثال – تكشف بكفاءة لأخذ العينة ما إذا كانت العشيرة فى نمط إنفجارى outbreak type تتطلب إدارة أو فى نمط مستوطن endemic type لا تحتاج لأى إجراء. ويمكن أن يتحقق اى برنامج جيد لأخذ العينات من هذا فى حالة ما إذا كان مستوى القرار الإقتصادى معروف ولكن عادة ما يسمح أخذ العينات المتعاقب بوضع القرار مع عدد أقل من العينات. لذا فإن برنامج أخذ العينات المتتابعة يوفر النقود فى برنامج إدارة الآفات.

عند البدء فى أخذ العينات فى الحقل يكون العدد الكلى للعينات فى برنامج العينات المتعاقبة مختلف وغير معروف. وبإستخدام جدول (أو رسم بيانى – غير شائع) يمكن البدء فى أخذ العينات ونستمر فى أخذها حتى يمكن تصنيف العشيرة. ويكون عدد العينات المطلوبة نسبياً قليل إذا كانت العشيرة كبيرة جداً أو صغيرة جداً. ويتطلب البرنامج عينات أكثر عندما تكون كثافة العشيرة قريبة من الحد الذى يقسمها بين مستويات الإنفجار ومستويات التوطن. وهذا يعنى أنه يمكننا أن نصنف بثقة العشيرة فقط عندما تكون العشيرة عند تطرفاتها العليا والمنخفضة ولكن يلزم أخذ عينات أكثر للتأكد من تصنيف العشيرة عندما تكون الأخيرة فى مستوى وسط. ويكشف لنا برنامج أخذ العينات المتعاقبة أثناء إجرائه كم عدد العينات التى ستؤخذ حتى يمكن وضع قرار إدارة الآفات موثوق فيه.



open-kandil.com



شكل ٤٢: رسم لبرنامج أخذ العينات المتعاقبة لآفة إفتراضية. يوضح الرسم إستمرار أخذ العينات طالما الأعداد التراكمية فى نطاق منطقة اللا قرار. صنفت الآفة فى الحقل "أ" بآفة إقتصادية والتى قد ينصح فى هذه الحالة بتطبيق المبيدات الحشرية. وصنفت عشيرة الآفة فى الحقل "ب" بآفة غير إقتصادية حيث لا ينصح إستخدام أى فعل تجاه الآفة.

مثال لجدول العينات المتعاقبة موضح فى برنامج إدارة دودة البرسيم الخضراء *Plathypena scabra* فى فول الصويا (جدول ٢). حيث تؤخذ عينات هذه الحشرة التى تتغذى على الاوراق بهز ٦٠ سم من صف فول الصويا (٣٠ سم على كل جانب) على قطعة قماش وتعد اليرقات فى كل عينة. تجمع أعداد العينات وتراجع بالجدول مع العدد التراكمى. وإذا كان العدد التراكمى "التصاعدى" أقل من القيمة الحرجة الأقل يوقف أخذ العينات ولا يتخذ أى إجراء. وإذا كان العدد التراكمى أكبر من القيمة الحرجة الأعلى يوقف أيضاً أخذ العينات وتعامل العشيرة بمبيد حشرى. وإذا كان العدد التراكمى بين أعلى وأقل قيمة حرجة تؤخذ عينة أخرى. ويستمر أخذ العينات بهذه الطريقة إلى أن يتخذ القرار أو يؤخذ عشرة عينات فى الحقل. وإذا لم يكن فى المستطاع إتخاذ قرار بعد ١٠ عينات يتوقف المشرف عن أخذ العينات ويعود للحقل خلال ٢ – ٣ أيام ليعاود تصنيف العشيرة (شكل ٤٢).

لقد أنشأت تصميمات للعينات المتعاقبة لكثير من الآفات الحشرية ومـــا زال هنـــاك تطوير مستمر لكثير من الحشرات الاخـــرى. وبـــالرغم مـــن أن مســـتويات العشـــائر المتوسطة قد تحتاج أخذ عينات إلا أنه فى برامج العينات المتعاقبة الناجحة يمكن توقـــع توفير ٥٠% من العينات مقارنة بالبرامج الأخرى.

جـــــدول ٢: جدول للإستخدام فى العينات المتعاقبة لدودة البرسيم الخضراء

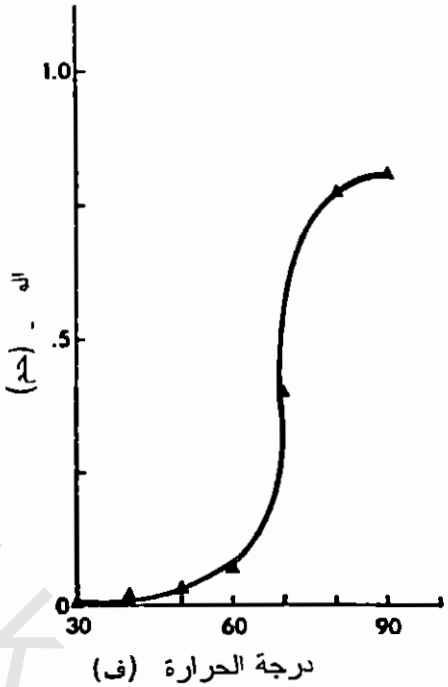
Plathypena scabra

عدد* العينات	نهاية النمو الخضرى إلى بداية الازهار				نهاية الإزهار إلى بداية تكوين القرون				نهاية تكوين القرون إلى بداية النضج			
	>		<		>		<		>		<	
	عشوة غير إقتصادية	أخذ مستمر للعينات		عشوة تحتاج معاملة	عشوة غير إقتصادية	أخذ مستمر للعينات		عشوة تحتاج للمعاملة	عشوة غير إقتصادية	أخذ مستمر للعينات		عشوة تحتاج لمعاملة
١	–		–		–		–		–		–	
٢	–		–		–		–		–		–	
٣	٣٧		٧١		٦٧		١١٣		٥٢		٩٢	
٤	٥٣		٩١		٩٤		١٤٦		٧٣		١١٩	
٥	٦٨		١١٢		١٢١		١٧٩		٩٤		١٤٦	
٦	٨٤		١٣٢		١٤٨		٢١٢		١١٦		١٧٢	
٧	١٠٠		١٥٢		١٧٥		٢٤٥		١٣٨		١٩٨	
٨	١١٧		١٧١		٢٠٣		٢٧٧		١٦٠		٢٢٤	
٩	١٣٣		١٩١		٢٣١		٣٠٩		١٨٢		٢٥٠	
١٠	١٥٠		٢١٠		٢٥٩		٣٤١		٢٠٤		٢٧٦	

* عدد العينات التى فى كل منها تم هز ٦٠ سم من صف النبات

ثالثاً: نمو العشائر الحشرية Insect population development

نمو العشائر الحشرية ذات إرتباط وثيق بدرجة الحرارة. ونظـــراً لان الحشـــرات كائنات من ذوات الدم البارد فإن جميع أنشطتها (مثل البحث عـــن الغـــذاء والطـــيران والتزاوج والنمو ... إلخ) ذات إرتباط بحرارة البيئة التى تتواجد فيها.



شكل ٤٣: متوسط وزن يرقة الدودة القارضة السوداء لعشرة أيام تحت درجات حرارة مختلفة

وجد الحشريون أن العلاقة بين نمو الحشرة ودرجة الحرارة (شكل ٤٣) تأخذ حرف S (sigmoial nature). ويصبح نشاط ونمو الحشرة أسفلها او اعلاها صفر ويطلق عليه بالحد الحرارى الحرج temperature threshold. إستناداً إلى الحد الحرج هذا والذى يختلف بين الحشرات يمكن التنبؤ وبدقة كبيرة بنمو عشيرة حشرية ما تحت ظروف حرارية مختلفة.

إستخدم عدد من الطرق المختلفة لحساب المتكافئات الحرارية فى البيئة والتى تشمل درجات الأيام ودرجات أيام النمو والوحدات الحرارية.

أ- درجات الأيام Degree days (DD)

من الضرورى عند حساب درجات الأيام معرفة الحد الحرارى الحرج للحشرة موضع الإهتمام وأعلى وأقل درجات حرارة فى خلال ٢٤ ساعة من الزمن.

درجات الأيام (DD) = متوسط درجة الحرارة اليومية – الحد الحرارى الحرج

وعلى ذلك إجمالى عدد الـ DD المتراكمة لحشرة الحد الحرارى الحرج لها ٥٢ ° ف فى يوم أعلى درجة حرارة فيه ٧٦ ° ف وأقل درجة حرارة ٦٠ ° ف سيكون ١٦.

$$\text{درجات الأيام} = \frac{٧٦\,^{\circ}\text{ف} + ٦٠\,^{\circ}\text{ف}}{٢} - ٥٢^{\circ}\text{ف} = ١٦$$

وتجمع درجات الأيام المحسوبة من درجات حرارة اليوم الواحد معاً للوصول للدرجات الأيام الكلية لفترة زمنية.

ب- درجات أيام النمو Growing degree days (GDD)

يستخدم هذا النمط من حساب الوحدات الحرارية للنمو فى تفسير النمو الحشرى فى المواقع التى فيها متوسط درجة الحرارة اليومى لا تتعدى الحد الحرارى الحرج. تحسب درجات أيام النمو GDD بنفس طريقة DD ما عدا أنه عندما تهبط درجة الحرارة لأقل من ٥٠° ف يستخدم ٥٠ بدلاً من الدرجة المنخفضة الحقيقية وعندما تتعدى درجة الحرارة العظمى ٨٦° ف تستخدم الـ ٨٦° بدلاً من درجة الحرارة القصوى الحقيقية.

على سبيل المثال – عند حساب درجات أيام النمو لحشرة الحد الحرارى الحرج لها ٥٢° والتى تعرض لمدى حرارى من ٤٥° إلى ٧٠° ف خلال ٢٤ ساعة ستعطى تراكم قدره ٥,٥ لدرجات الأيام (DD) لهذه الفترة. وبإستخدام معادلة GDD (إستخدام ٥٠° ف بدلاً من الدرجة المنخفضة الحقيقية وهى ٤٥) ستعطى تراكم قدره ٨ للـ GDD.

جـ- الوحدات الحرارية Heat units (HU)

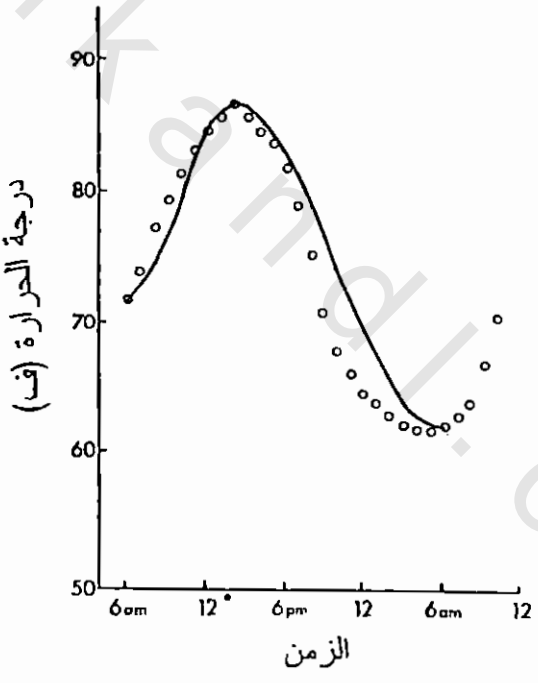
تحسب الوحدات الحرارية على أساس الساعة الواحدة ثم تجمع معاً للوصول للإجمالى اليومى. ومعادلة حساب الوحدات الحرارية هى:

$$\text{الوحدات الحرارية (HU)} = \frac{\text{متوسط درجة الحرارة فى الساعة} - \text{أدنى حد حرارى حرج}}{٢٤ \text{ ساعة}}$$

على سبيل المثال – إذا كانت درجة الحرارة فى بداية الساعة ٧٢° ف وإرتفعت فى نهايتها إلى ٧٦° ف فإن عدد الوحدات الحرارية للأساس (حد حرج)٥٢° لهذه الساعة يحسب كما يلى:

$$\text{الوحدات الحرارية للساعة} = \frac{\frac{٧٢^\circ + ٧٦^\circ}{٢} - ٥٢}{٢٤} = ٠,٩٢$$

درجات حرارة كل ساعة ليست دائماً متاحة ومع ذلك من الممكن تقريب الإرتفاع والإنخفاض الطبيعى بواسطة كيرف كوزين (cosine curve) أى من خلال جيب التمام يتناسب مع درجات الحرارة العالية والمنخفضة لليوم (شكل ٤٤).



(شكل ٤٤) درجات الحرارة/ ساعة وملائمة جيب التمام المحسوب من درجات الحرارة العالية والمنخفضة لفترة ٢٤ ساعة إبتداء من الساعة السادسة صباحاً.

دقة طريقة جيب التمام cosine method لحساب الوحدات الحرارية كبيرة ما لم تتحرك كتلة هوائية إلى المنطقة تحمل معها هواء أبرد أو أدفئ. مثل هذه الكتلة ستتسبب فى رفع أو خفض مفاجئ فى درجات الحرارة العادية. وسيحدث مثل هذا التغير فى بعض من الخطأ فى حساب الوحدات الحرارية بطريقة جيب التمام.

يمكن حساب الوحدات الحرارية بصفة متكررة عند الحاجة. وبصفة عامة، كلما قصر الفاصل الزمنى كلما زادت الدقة. ومع ذلك ــ وجد معظم مديرى الآفات أنه يندر أن تكون هناك حاجة لحساب الوحدات الحرارية على فواصل زمنية أقل من ساعة. وعادة ما تجمع الوحدات الحرارية لكل فاصل زمنى وتسجل على أساس ٢٤ ساعة. على سبيل المثال تراكمات الوحدات الحرارية فى عام ١٩٧٩ فى Lafayette بأمريكا.. تم تلخيصها لدرجات حرارة مختلفة الأساس فى جدول (٣).

جدول (٣): تراكمات الوحدة الحرارية فى Lafayette فى أول يناير حتى ٩ أغسطس ١٩٧٩ لعدد من أسس درجات الحرارة ودرجات الأيام (DD) ودرجات أيام النمو.

الأساس الحرارى						
٣٣	٤٤	٤٨	٥٠	٥٥	DD	GDD
٤٣٤٩	٢٨٣٤	٢٣٥١	٢١٢٤	١٥٨٦	٢٠٧٧	٢١٧٨

على مديرى الآفات أن يتذكروا عند إستخدام الوحدات الحرارية للتنبؤ بالأحداث البيولوجية biological events أن درجات الحرارة الحرجة تختلف بين الحشرات. ولما لم تكن نتائج الوحدات الحرارية على أساس حدود حرجة دقيقة فإن المعلومات ستكون ذات قيمة مشكوك فيها على سبيل المثال الإختلاف بين الوحدات الحرارية للأساس ٤٨° (٢٣٥١) والأساس ٥٢° (٢١٢٤) كبير. فمن الناحية العملية ــ إذا كانت عدد الوحدات الحرارية المطلوبة لخروج الحشرة هو ٢١٢٠ (أساس ٤٨°) وكانت نتائج الأساس ٥٠° فقط هى المتاحة فإن التنبؤ سيكون بعيداً بأسبوع. فالأساس ٤٨° يصل إلى الوحدات الحرارية ٢١٢٠ فى ٢ أغسطس فى Lafayette بينما لا تتراكم الوحدات الحرارية باستخدام أساس ٥٠° إلا فى ٩ أغسطس.

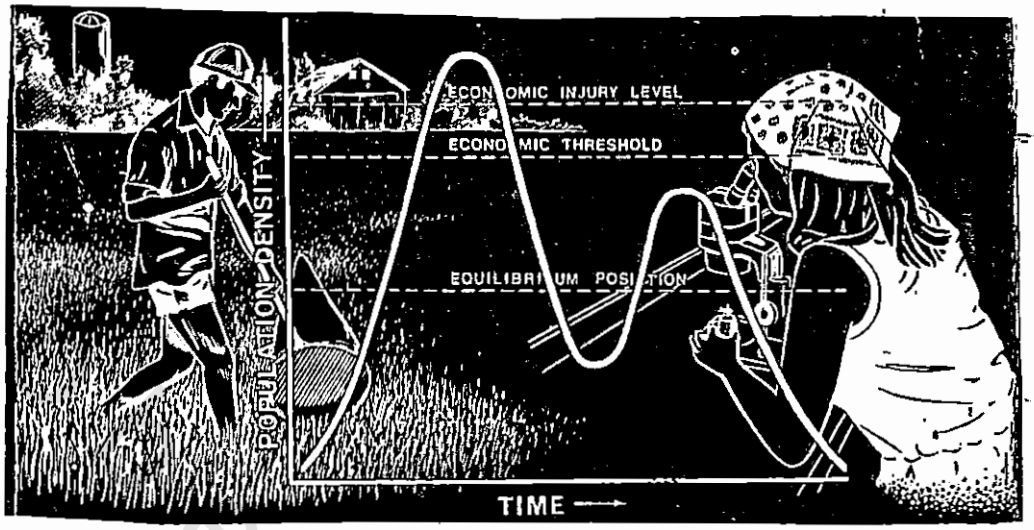
من المهم نعى أن معظم نتائج الوحدات الحرارية تنشأ من درجات حرارة جمعت من محطات قياسية لمتابعة الطقس. وتسكن معظم الحشرات مناطق محمية حيث درجات الحرارة ليست مساوية لتلك المسجلة فى محطات الطقس. وفى معظم الحالات تقترب الوحدات الحرارية من heat unite accumulations المعدل الحقيقى للنمو الحشرى. ورغم ذلك إستخدام تراكمات الوحدات الحرارية heat unite accumulations للتنبؤ بالنشاط الحرارى والنمو يكون عادة أكثر دقة من إستخدام التواريخ التقويمية calendar dates.

على سبيل المثال ــ متوسط تاريخ أول خروج لخنافس ديدان جذور الذرة الغربية هو ٧ يوليو فى Lafayette. وتراوح التاريخ التقويمى للخروج فى الفترة من ١٩٧٦ – ١٩٧٩ من ٢٢ يونيو إلى ١٧ يوليو. وأعطت الوحدات الحرارية (الأساس ٥٠٠°) تنبؤ أكثر دقة لهذا الحدث البيولوجى فى دورة حياة ديدان الجذور (جدول ٤) عن متوسط التواريخ التقويمية.

جدول (٤): مقارنة دقة التاريخ التقويمى ومجموع الوحدات الحرارية فى التنبؤ بأول خروج لخنفساء دودة جذور الذرة. النتائج مأخوذة من Lafayette بأمريكا.

السنة	تاريخ أول خروج للخنفساء	الإنحراف عن متوسط تاريخ الخروج	* مجموع الوحدات الحرارية عند وقت الخروج
١٩٧٥	٨ يوليو	+٢	١٩٢٩
١٩٧٦	٦ يوليو	صفر	١٩٤٥
١٩٧٧	٢٧ يونيو	-٩	١٩٢٦
١٩٧٨	١٣ يوليو	+٧	١٨٨١
المتوسط	٦ يوليو		

* الأساس ٤٤ ° ف لدرجات حرارة الهواء



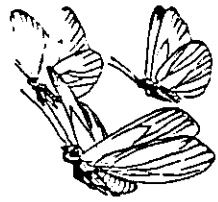
تابـــع
الوحـــدة الثانية

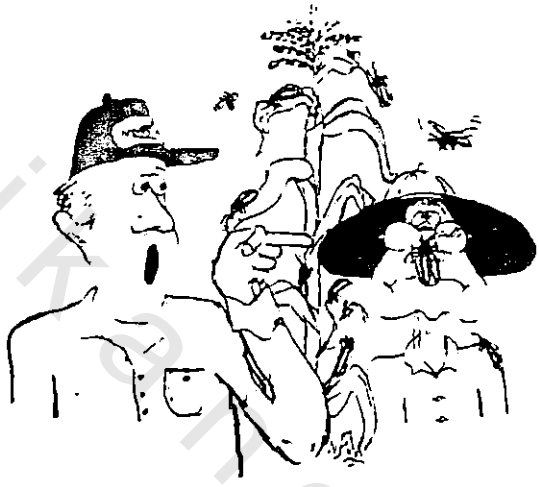
القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظام إدارة الآفات

الفصل الخـــامس: المستويـــات الاقتصادية

يستعرض الفصل الخامس المستويات الإقتصادية والتى غيابها يعنـــى غياب إدارة الآفات الحشرية. يبدأ الفصل بعرض لمفاهيم المســـتويات الإقتصادية ثم عرض لديناميكيات مستويات الضرر الإقتصـــادى مـــع مراعاة قيمة السوق – تكاليف الإدارة – درجة الضـــرر – مقـــاييس الضرر وحساب مستوى الضرر الإقتصادى – حساســـية المحصـــول للضرر – كمية الضرر الذى يمكن تجنبه – الطرق التجريبية لتحديـــد إستجابة النبات للضرر ثـــم عـــرض لحســـاب مســـتويات القـــرارات الإقتصادية ومستويات الضرر الإقتصادية البيئية ثم يتطرق الفصل إلى إستخدام المستويات الإقتصادية وحدود إستخدامها.

ملحوظة: تم الإستعانة بأمثلة من بلاد تمارس الإدارة المتكاملة للآفات دون تعديل لتتضح المستويات الإقتصادية كفكرة وممارسة.





- جامع العينات: هل تم عد هذه الحشرة؟

الفصل الخامس: المستويات الإقتصادية

Economic levels

واضح الآن أن هناك معلومات كثيرة نحن فى حاجة إليها لكى تصبح أنظمة الـــ IPM قائمة. فيما يلى بعض من تلـــك المعلومـــات الوثيقة الصلة:

١- نوع النظام البيئى الزراعى هل هو زراعى معقد المكونات Complex Diversified Agriculture أو بسيط لمحصول واحـد Mono Culture.

٢- موقف المزارع من البرنامج والمعلومـات التى يمتلكها عنه.

٣- الإهتمامات الجادة بالعشيرة المعقدة Community للبيئة الزراعية موضع الأهتمام.

٤- توافر الأشخاص المناسبين المدربين حقليا لجمع العينات المتعلقة بالعشائر الحشـرية بصفة دورية وتقيم موقفها بوضع التقديرات السابق مناقشتها.

٥- معلومات متاحة عن مستويات إقتصادية Economic Levels سليمة يمكـن قبولـها (Economic Thresholds = ET) واستخدامها مع معظم الآفـات الرئيسـية علـى المحاصيل المختلفة فى البيئة الزراعية المتاحة وهى تمثل أهم وأخطر المعلومـات. فالمستويات الإقتصادية فى الحقيقة هى حجر الزاوية لبرامج إدارة الآفـات وهـى مستويات لا غنى عنها لأنها تشير إلى الطريق الذى سيتخذ فى أى حالة من أنـواع الآفات تحت الدراسة لذا قد يطلق على المستويات الإقتصادية بمستويات القـرارات الإقتصادية Economic Decision Levels.

لقد أطلق D L Chant فـى ١٩٦٦ علـى مسـتويات القـرارات الإقتصاديـة "بالإقتصاديات البيولوجية Bio economics" وبرهر أن الإستخدام الواعى لمبيد الآفـات.

وفى الحقيقة نحن نسلك سلوك منافى للعقل ونخطئ خطأ فادح بدون تلك المعلومات. فالتفهم والإستخدام المناسب لمستويات القرارات الإقتصادية يضيف فوائد للمنتج كما يحافظ فى نفس الوقت على نوعية البيئة.

وعادة ما يعبر عن مستويات القرارات الإقتصادية بأعداد الحشرات لكل مساحة أو لكل نبات أو لكل وحدة حيوانية أو لكل إجراء لأخذ العينة، وليس شائعاً ان يرمز لتلك المستويات كدرجة من النقد damage النباتى أو بجمع الأعداد مع الفقد. والمستويات فريدة فى تمتعها بصفات بيولوجية وإقتصادية وعادة ما تستخدم أكثر فى قرارات الإدارة فى الحقول.

أولاً: مفاهيم المستويات الإقتصادية Concepts of economic leves

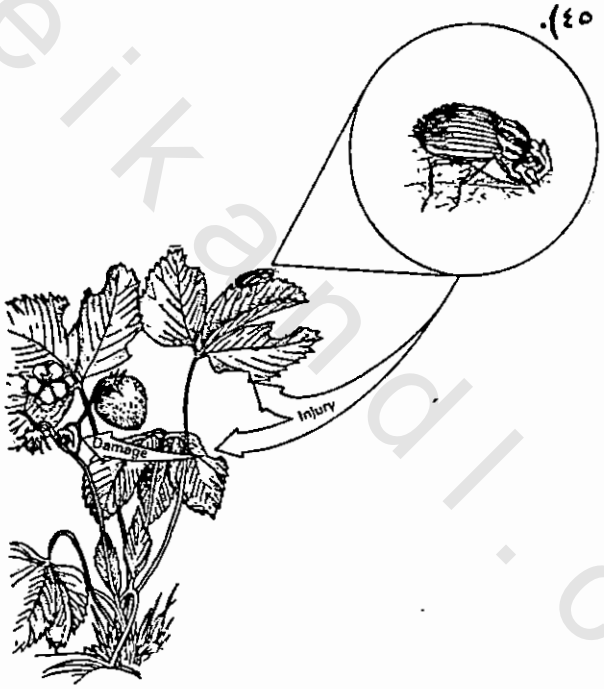
إقترح V. M. Stern وزملائه فى ١٩٥٩ مفاهيم وإصطلاحات الإقتصاديات البيولوجية التى تستعمل حتى اليوم. حيث وضعوا على وجه الخصوص أفكار الفقد الإقتصادى Economic damage ومستوى الضرر الإقتصادى Economic Injury Level (EIL) والحد الإقتصادى الحرج Economic Threshold (ET) والتى يطلق عليهم جميعاً مفاهيم مستويات الضرر الإقتصادى. ورغم أن تلك المفاهيم أقترحت أساساً فى عام ١٩٥٩ إلا أن بعض الأفكار المعبرة عنها نوقشت فى ١٩٣٤ بواسطة W. D. Pierce الذى طرح مجموعة من الأسئلة كانت مشجعة لظهور الـ EIL. من هذه الأسئلة .. هل كل إصابة حشرية يمكن حسابها كفقد يمكن تقديره؟ وإذا لم يكن الأمر كذلك عند أى موضع تصبح الإصابة قابلة للتقيم؟ وهل عمل المكافحة واع عن متى يكون الفقد أسفل هذا الموضع؟

ورغم أن تلك الأسئلة من أساسيات مفهوم الضرر الإقتصادى إلا أنه قد لا ينسب إليها تطور وظهور الـ EIL. فلقد ظهر المفهوم فى الحقيقة كتشجيع للإستخدام الأكثر عقلانية للمبيدات الحشرية وفى مناقشة لمفهوم EIL أكد Stern وزملائه على إهتمامات كثير من العلماء فيما يخص الإستخدامات الكثيفة للمبيدات الحشرية والإستخدامات الأخرى الغير مناسبة. حيث طرحوا مشاكل مقاومة الحشرات للمبيدات والمتبقيات وتأثير المبيدات على الكائنات الغير مستهدفة وكونت تلك الأفكار جزءاً هاماً لمفهوم المكافحة المتكاملة والذى أوصى به لكى يحل محل إستخدام إستراتيجية الرش

كوسيلة فريدة فى مكافحة الآفات.

أ- الفقد الإقتصادى وحد الفقد Economic damage and damage boundary

يعرف الفقد الإقتصادى بكمية الضرر injury الذى يبرر تكاليف مقاييس المكافحة الغير طبيعية. ولكى نتفهم هذا التعريف يجب أن نميز مرة أخرى بين الضرر injury والفقد damage. والـ injury يمثل تأثير أنشطة الآفة على فسيولوجى العائل والتى عادة ما تكون ضارة. والـ damage يمثل فقد يمكن قياسه فى فائدة أو منفعة العائل وعادة ما يشمل كمية المحصول ونوعيته أو جماله. لذا فالـ injury يركز على الآفة وأنشطتها بينما الـ damage يركز على المحصول وإستجابته للضرر (شكل ٤٥).



شكل ٤٥: رسم يوضح علاقة الضرر injury التى تحدثه الحشرة لورقة النبات بالفقد damage الذى يحدث للثمار الناتجة

وفى تطبيق المفهوم فى إدارة الآفات فإن الضرر الإقتصادى يبدأ حدوثه عندما يتساوى المطلوب النقدى لخفض الضرر injury الحشرى مع الفقد النقدى الناتج من عشيرة الآفة.

ولقد إستخدم المصطلح عتبة الربح gain threshold (شكل ٤٦) ليعبر عن نقطة بداية الفقد damage الإقتصادى.

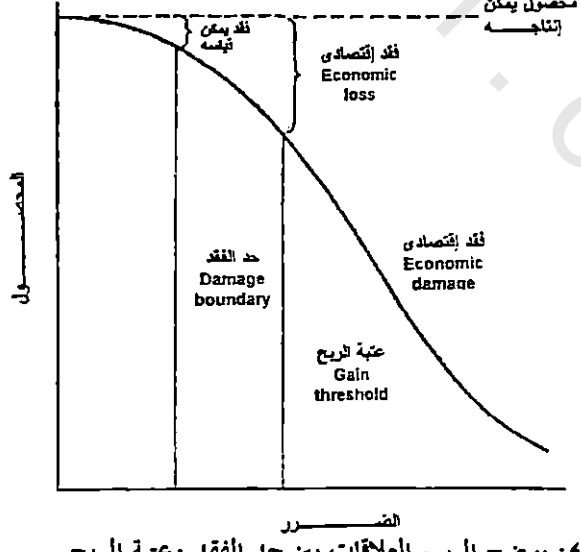
$$\text{عتبة الربح} = \frac{\text{تكلفة الإدارة (دولار / إيكر)}}{\text{القيمة السوقية (دولار / بوش)}} = \text{بوشلات / إيكر}$$

ويعبر عن عتبة المكسب هنا كوحدة قياس للمنتج القابل للتسويق لكل مساحة أرض معينة. على سبيل المثال إذا كانت تكاليف الإدارة عند تطبيق مبيد حشرى ١٠ دولار / إيكر ويسوق محصول الذرة بـ ٢ دولار / بوشل فإن عتبة الربح ستكون خمسة بوشلات / إيكر.

$$\text{عتبة الربح} = \frac{\text{١٠ دولار / إيكر}}{\text{٢ دولار / بوشل}} = \text{٥ بوشلات / إيكر}$$

بكلمات أخرى سيحتاج تطبيق مبيد حشرى على الأقل إدخار ما يعادل تكلفة خمسة بوشلات / للإيكر لكى يكون نشاط المكافحة هذا مفيد. وعلى ذلك عتبة الربح مقياس مهم جداً فهى ورقة العمل القياسية. فهى الفاصل فى تحديد فوائد الإدارة ووضع او تحديد مؤشرات القرار.

ورغم أن Stern وزملائته لم يدركوا عتبة الربح هناك أيضاً مستوى آخر للفقد damage يجب ملاحظته وهو حد الفقد damage boundary (شكل ٤٦) والذى



شكل ٤٦: يوضح الرسم العلاقات بين حد الفقد وعتبة الربح

يعرف بأقل مستوى ضرر injury يمكن عنده قياس الفقد المقابل فى المحصول damage. ويبلغ هذا المستوى قبل حدوث الفقد الإقتصادى Economic damage وهو مكمل هام لفكرة الفقد الإقتصادى. وتجاوب هذه المصطلحات معاً على الأسئلة الأولى التى طرحها Pierce. وليس هناك مستوى ضرر injury أسفل حد الفقد damage Boundary يستحق المكافحة بينما الضرر المقدر فوق حد الضرر والذى ينتج عنه فقد إقتصادى Economic damage يستحق إتخاذ قراراً ضده.

ب- مستوى الضرر الإقتصادى Economic – injury level (EIL)

يعرف مستوى الضرر الإقتصادى (EIL) بأنه أقل عدد من الحشرات يتسبب عنه فقد damage إقتصادى أو بأقل عدد من الحشرات الذى يمكن أن يسبب خفض فى المحصول مساو لعتبة الربح وبالرغم التعبير عن الـ EIL بعدد الحشرات فى وحدة المساحة إلا أن المصطلح يشير إلى مستوى الضرر injury ونتيجه لصعوبه قياس الضرر فى حالة الحقل تستخدم أعداد الحشرات كمؤشر لهذا الضرر. على سبيل المثال فى العادة ما يكون أسهل بإحصاء عدد الحشرات عن تقدير مساحة الأوراق التى ألتهمتها عشيرة الآفة. او كمية العصائر (Photosynthates) التى سحبتها من النباتات.

فى بعض الحالات خاصة عند وجود عدة أنواع من الآفات تسبب ضرراً مشابهاً قد يستخدم ما يعرف بالمساوى الآفى insect equivalents بدلاً من أعداد الحشرات. والمعادل أو المساوى الحشرى هو كمية الضرر الذى ينتج بواسطة آفة واحدة طوال دورة حياتها كاملة. وعن طريق تفهم النشاط الغذائى للأنواع المختلفة من الآفات ومقارنة تلك الأنشطة بآفة قياسية فإنه يمكن وضع الـ EILs ووضع قرارات الإدارة للمعقد كله.

لتفهم تطور للـ EIL مستخدمين الأعداد الحشرية التقليدية نتأمل المثال السابق الخاص بإدارة آفات الذرة والذى فيه عتبة الربح تمثل ٥ بوشل / إيكر إذا سببت حشرة واحدة / نبات فقد يقدر بـ ١ بوشل / إيكر، إذن فالـ EIL هو ٥ حشرات / نبات. فى هذا المثال نجد أن ٥ حشرات / نبات يمكنها بكفاءة أن تلتهم نسيج نباتى يكفى لخفض الإنتاج بما يعادل ٥ بوشل / إيكر لذا تعتبر مثل هذه العشيرة عشيرة حشرية إقتصادية

ويجب أن تتخذ أنشطة الإدارة تجاهها. وتعتبر العشائر الحشرية أسفل هـــذا المســتوى والتى نموها الفعلى لن يسمح للوصول للمستوى السابق بأنها تحت إقتصادية ولا ينصـح بأى إدارة لها (شكل ٤٧).

إذا كانت هناك ضرورة لإتخاذ إجراء إدارى سريع (خفض الحشرات) مع التجنـب الكامل للفقد فإن الـ EIL يمكن التعبير عنها فى المعادلة التالية.

$D \times P \times I \times V = C$ حيث

V = القيمة التسويقية لكل وحدة منتجة (على سبيل المثال دولار / بوشل)

I = وحدات الضرر injury units لكل حشرة لكل وحدة منتجة (مثل نسبة ســقوط الأوراق / حشرة / فدان، يعبر عنها كنسبة)

P = كثافة العشيرة الحشرية (مثل عدد الحشرات / إيكر)

D = فقد Damage لكل وحدة ضرر injury (مثل فقد بالبوشل / للإيكر / نســبة سقوط الأوراق)

C = تكلفة الإدارة لكل مساحة (مثل دولار / إيكر)

إذن $P = \frac{C}{D \times I \times V}$

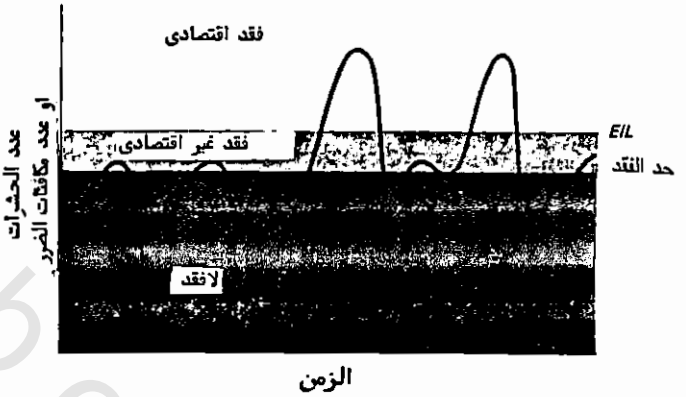
والـ $P = EIL$

فى الحالات حيث لا يمكن تجنب بعض الضرر من الحشرات على سبيل المثال إذا أمكن تخفيض الضرر injury أو الفقد damage بنسبة ٨٠% فقط تصبح العلاقة

$$EIL = \frac{C}{K \times D \times I \times V}$$

حيث K نسبة الخفض فى الضرر أو الفقد (injury أوdamage) [على سبيل المثـال ٠,٨ (٨٠%)]

يمثل فصل المتغيرات D, I مشكلة مع بعض الآفــات خاصــة الثاقبــة الماصــة. لأن المتغير I يمثــل العصــارة (Photosynthate) التــى تســحبها الحشــرة ويمثــل المتغـير K الفقـد فـى المحصـول لكـل وحـدة مـــن العصـــارة المزالـــة. ونظراً لصعوبة قياس تلك المتغيرات يمكـــن إســتخدام المعــامل b (Coefficient b)



شكل ٤٧: منحنى يوضح العلاقة بين عشيرة حشرية نظرية مع حد الفقد والضرر الإقتصادى

كبديل ممثلاً للفقد لكل حشرة (شكل ٤٨). بكلمات أخرى $D \times I = b$ فى المعادلة الخاصة بـ EIL. ويتحصل على المعامل b من التحليلات الإحصائية للإرتداد للنتائج بإستخدام عشائر تجريبية وقياس الفقد فى المحصول. ويتحصل على المعامل b من التعبير الآتى:

حيث $b x + a = y$

y = المحصول / مساحة a = ثابت (The y intercept)

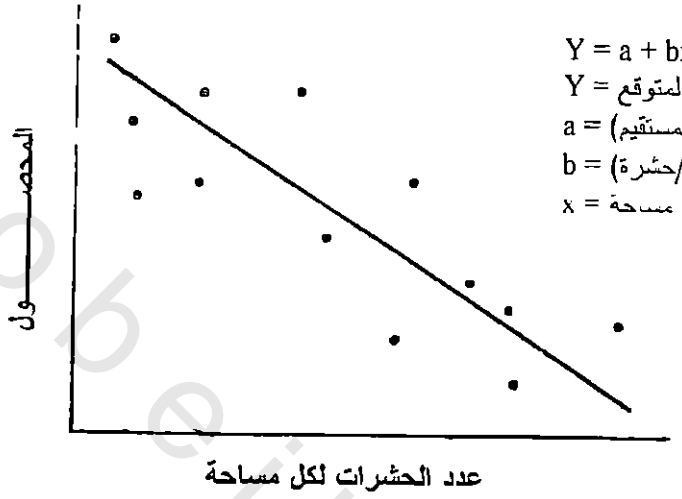
b = الفقد فى المحصول / حشرة x = عدد الحشرات / المساحة

$$EIL = \frac{C}{b \times v} \quad \text{أو} \quad EIL = \frac{C}{k \times b \times v}$$

عندما لا يمكن تقريب العلاقة بين المتغيرات x ، y بواسطة خط مستقيم (منحنى خطى) يجب إستخدام شكل معقد من معادلة EIL

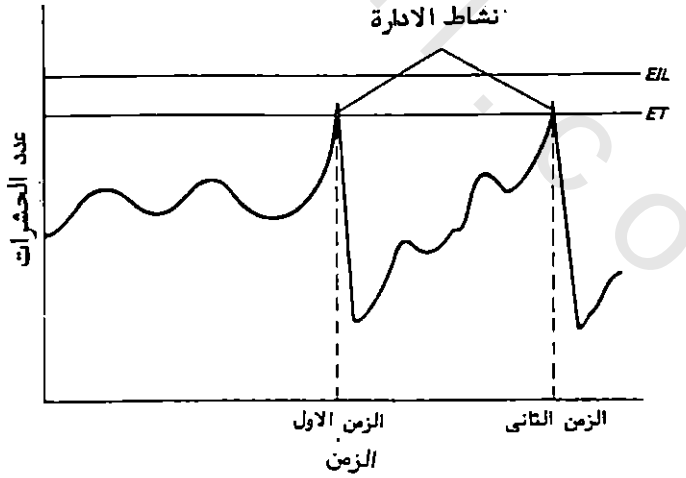
جـ- الحد الإقتصادى Economic threshold (ET)

الحد الإقتصادى هو المصطلح المعروف جيداً والمؤشر الأكثر إستخداماً فى إتخاذ قرارات إدارة الآفات. ويشير الـ ET (شكل ٤٩) إلى عدد الحشوات (Density or intensity) التى يجب أن يبدأ عندها تنفيذ القرار لمنع ضرر إقتصادى آخر فى المحصول. ولهذا السبب يطلق عليه أحياناً حد القيام بالفعل أو حد للعمل Action Threshold.



شكل ٤٨: خط الإرتداد وإستخدامه فى الحصول على b والفقد المتسبب عن حشرة واحدة.

ورغم التعبير عنه بأعداد الحشرات إلا أن الـ ET فى الحقيقة مقياس للوقت مع أعـداد الحشرات المستخدمة كمؤشر بغرض تحديد وقت تنفيذ وسيلة الإدارة. وكما هو الحـال مع EILs فإن ETs يمكن أن يعبر عنها أيضاً بالمكافئات الحشرية.



شكل ٤٩: منحنى يوضح العلاقة بين الحد الإقتصادى (ET) ومستوى الضرر الإقتصادى (EIL) فى القيام بإجراء الإدارة ضد عشيرة الحشرة.

إذا كانت عشيرة الآفة تنمو كلما تقدم الموسم ومعدلات نمو العشيرة متنبئ بـها والـ ET تقع أسفل EIL، نتوقع أنه عندما تصل العشيرة إلى الـ ET فإن الفرصـة تكون متاحة لنمو العشيرة لتتعدى الـ EIL. لذا من الملائم لنا القيام بوسيلة الإدارة فى وقت مبكر قبل أن يتحقق ضرر عند وصولها إلى EIL.

والعلاقات بين EIL و ET المبينة بالشكل توضح أن إتخاذ إجراء الإدارة عندما تتعدى العشيرة الـ ET يدفعها لأسفل قبل أن تتمكن من الوصول إلى EIL. كمـا لا يتخذ أى إجراء عند مستويات العشيرة التى تقع أسفل الـ ET.

من هذا يجب أن ندرك أن الـ ET قيمة معقدة تبنى على أساس الـ EIL وهـى قيمة لإقتصاديات وأهمية الضرر Injury. ورغم ذلك ترتكز الـ ET أيضاً على تفهم ديناميكيات العشيرة لأن معدلات النمو الهامة فى حاجة للتنبؤ بها. وفى الحالات التى فيها ديناميكيات العشيرة غير المفهومة جيداً ولا يمكن التنبؤ بها توضـع الـ ET مساوية للـ EIL أو تثبت فى نقطة أسفله. وعندما تكون الـ ET أسفل الـ EIL فإن فى ذلك ميزة كبيرة حيث تعطينا فسحة من الوقت للإستجابة إلى تنامى المشكلة فـى الحقل أو فى مسكن آخر. وفى المثال السابق والذى فيه الـ EIL هو ٥ حشـرات / نبات فإننا قد نحدد الـ ET عند ٤ حشرات / نبات. حتى تكون هناك فسـحة مـن الوقت للقيام بالعمل لتجنب بعض الفقد المبكر. ويشار لمثل هذا النمـط بالـ ET المعدل (Fixed ET) وهذا لا يعنى أن ET المعدلة أو المثبتة لا تتغـير ولكـن فـى الحقيقة تتغير مع التغيرات فى قيمة EIL.

إذا كان معدل نمو عشيرة الآفة معروف من الدراسات السابقة يمكن حساب ET آخر أكـثر موضوعيـة (Objective ET) أو مـا يعـرف بالـ ET الوصفـى (Descriptive ET). وعلى عكس ET المعدل يأخذ الـ ET الوصفى فـى حسـابه التغيرات الممكنة فى معدل نمو عشيرة الآفة. لقد وضع الـ ET الوصفى لمن القمح الروسى *Diuraphis noxia* على قمح الشتاء حيث

$$C^{-x} \times EIL = ET$$

حيث C = عامل الزيادة لكل وحدة زمنية (مثل ٠,٥ لكل إسبوع أو زيادة ٥٠% لكل إسبوع) و X الفترة الزمنية تحت الدراسة يعبر عنها بالأسابيع (مثل ٤ أسابيع). ورغم أن هذا النمط للـ ET أكثر موضوعية من الـ ET المعدل إلا أن معدلات نمو العشيرة يندر أن تكون قابلة للتنبؤ لذا فإن ET المعدل أكثر إستخداماً عادة.

هناك تعريف دقيق للـ ET (= Economic Level) وهو مستوى عشيرة الآفة الذى تحدد خلال إجراءات سليمة لأخذ العينات الذى عنده يستلزم إستخدام إجراء مكافحة إضافى أو عملية إدارية (زراعية) لمنع فقد فى المحصول أو نوعيته.

التعريف السابق للـ ET قاصر ويتناول أساساً العلاقة بين الآفة والعائل النباتى خاصة عند الوضع الذى فيه تبدأ تغذية الحشرة فى خفض كمية المحصول أو نوعيته. حيث أنه يتجاهل تماماً الوجهات الإقتصادية الاخرى للمشكلة مثل الإختلاف فى تكلفة مقاييس المكافحة للمزارع والتكلفة البيئية Environmental Costs الناتجة عن تطبيق المبيدات. والمعاملة هنا مقصورة على إرتباط الآفة والنبات عند النقطة التى عندها يتعذر إجتناب فقد فى المحصول او نوعيته. ومن وجهة نظر إستخدام برامج الـ IPM مازال هناك ما يمكن عمله فيما يخص العلاقة المباشرة للآفة بالنبات بخصوص المستوى الذى يفترض عنده تسبب الآفة فقد فى الإنتاج أو نوعيته. وهذا لا يعنى أن وجهات النظر الإجتماعية والبيئية غير هامة. فهذه مشاكل حقيقية يجب تداولها ولكن عند مستوى مختلف عن التحديد الحقلى للعشائر الحشرية وعلاقتها بالفقد فى المحصول. ويجب الأخذ فى الإعتبار بوجهات النظر الإجتماعية والبيئية عند وصول الآفة إلى المستوى الإقتصادى حيث يجب أن تلعب دور كبير فى تحديد الإستراتيجية المختارة فى إدارة الآفات.

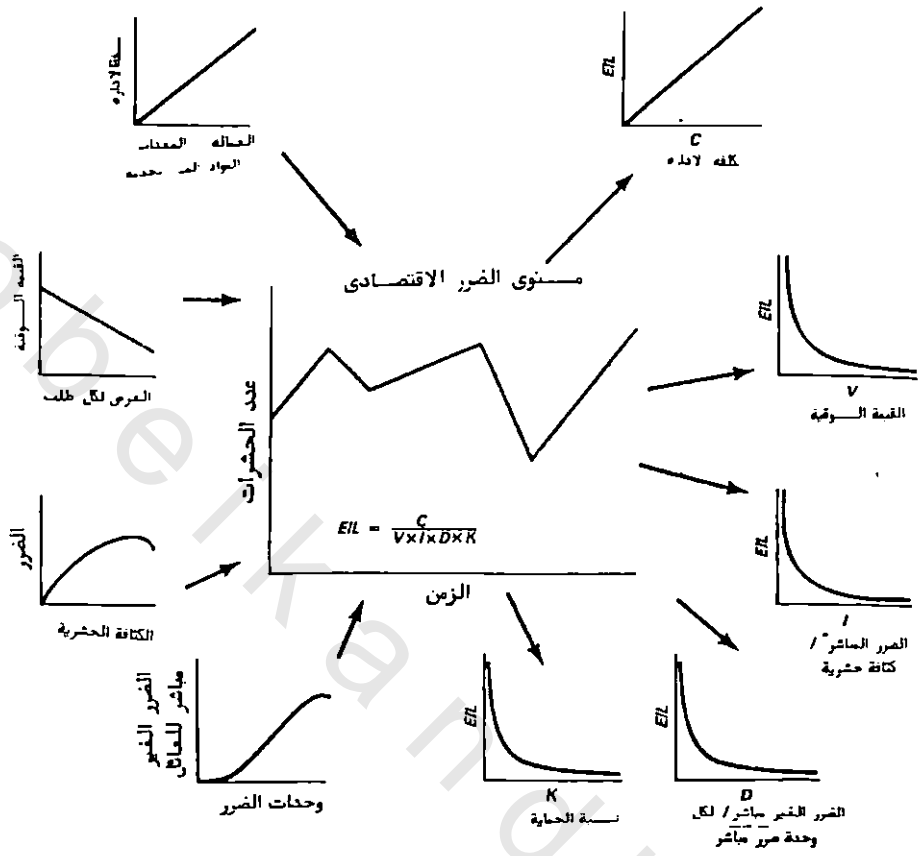
ثانياً: ديناميكيات مستويات الضرر الإقتصادى

Dynamics of economic – injury levels

المستويات الإقتصادية ديناميكية جداً. فهى تختلف مع التغيرات فى التكاليف والقيمة وبيئات الإنتاج Production environments فالآفة الحشرية التى تتغذى على المحصول فى وقت معين يمكن أن نتوقع لها EIL مختلف عندما تتغذى على المحصول فى وقت آخر فى موسم النمو أو فى موسم آخر. وقد تكون الإختلافات فى المستويات غير معنوية فى أوقات وقد تختلف بعده أضعاف فى أوقات أخرى. والقوى الرئيسية خلف التغير فى مستويات القرارات الإقتصادية Economic Decision levels كما إتضح من المعادلات السابقة هى: (١) قيمة المحصول (٢) تكاليف الإدارة (٣) درجة الضرر injury لكل حشرة (٤) حساسية المحصول للضرر injury.

وبالرغم من أن العلاقات بين هذه العوامل واضحة وصريحة نسبيا يتضح التعقد عند محاولة التنبؤ فى تقلب العوامل نفسها. وكما هو واضح من (شكل ٥٠). تتأثر العوامل الرئيسية بواسطة المتغيرات الثانوية المعقدة مثل علاقة ضرر الحشرة / فقد المحصول Insect – Injury / Host - Damage.

وهناك متغيرات غير مبينه بالشكل مثل متغيرات المنطقة مثل الطقس وعوامل التربة والعوامل الحيوية وبيئة الإنسان الإجتماعية يغير كل هذا عمل المتغيرات الثانوية. وبالتالى فالعوامل الاولا ة ليست بسيطة القيود وبالأحرى هى عمليات معقدة تعمل مع الزمن وإتجه علماء الحشرات إلى التعامل مع تلك المكونات فى حساب الأوجه الإقتصادية وإجراء البحث على المكونات البيولوجية.



شكل ٥٠: خطوط بيانية لتوضيح علاقات مكونات مستوى الضرر الإقتصادى (EIL)، فى الشمال يلاحظ تأثير المكونات الأولية بالمتغيرات الثانوية مثل كثافة الحشرات وتكلفة العمالة. وتسبب هذه المتغيرات (فى الوسط) تذبذب فى الـ EIL مع الوقت. وتعمل الإستجابات الناتجة للـ EIL إلى تغيرات فى المكونات الأولية (الخطوط البيانية باليمين)

أ- قيمة السوق Market value (V)

قيمة المحصول (V) من العوامل الاولية التى تشكل واحد من أكثر المتغيرات والتى بمفردها تتسبب فى التغير الأكبر فى قيم الـ EILs. فقيم تسويق المحاصيل غير

مأمونة الجانب لتذبذباتها وعدم توقعها على سبيل المثال قد تتذبذب أسعار الحبوب من ٧٠ إلى ٨٠% فى السنة الواحدة فتؤثر بشدة على الـ EILs للآفات الحشرية. وهناك علاقة عكسية بين EIL وقيمة السوق. فكلما إزدادت القيمة السوقية كلما تناقص الـ EIL والعكس.

وكقاعدة عامة التقديرات الخاصة بحساب الـ EIL مبينة على أساس التسجيلات الحالية والسابقة لقيمة المحصول. ولكن يجب التنبؤ بمثل تلك القيم فى الوقت الذى سيباع فيه المحصول لتعكس الزيادات أو الإنخفاضات المتوقعة. مثلاً إذا تكهن بأن قيمة محصول ما ستزداد من سنة إلى سنة تالية فيجب خفض الـ EIL للسنة المتوقعة بطريقة ملائمة.

وقد تتجاهل نوعية السلعة أهمية تحديد قيم السوق فى كثير من الحالات. ففى الحالات التى توجد فيها عدة مراتب خاصة (وأسعار) بالسلعة فإن قيمة المرتبة المرغوبة للسلعة هى التى تستخدم فى حسابات الـ EIL. وبالمثل عندما تكون النوعية Quality مرتبطة بالمظهر (الشكل الجمالى) فإن مستوى المكافحة يجب أن يعكس المظهر المرغوب. ويجب أن يستخدم السعر المستهدف للنوعية المتوقعة للمنتج متى كان ذلك ممكناً.

وعندما لا يوجد نظام واضح للسوق لمنتج ما يجب على المنتج أن يضع تقدير لسعه إستخدام السلعة. فمحاصيل العلف والمراعى على سبيل المثال ليس لها فى العادة أسواق محددة ولكنها ضرورية فى الإنتاج الحيوانى. وحيث أن معظم محاصيل العلف والمرعى تنتج للإستخدام المزرعى فإن قيمتها تعتمد على المساهمة النسبية التى ستؤديها فى نمو وإنتاج الحيوان. وأحد طرق تقدير هذه القيمة هو تحديد سعر المادة الغذائية البديلة الاخرى والقابلة للتسويق. ولكى يكون ذلك جوهرى يجب ان تكون مساوية فى نوعيتها الغذائية لأغذية الإنتاج الحيوانى المزرعى.

وكما هو الحال مع كل العوامل الاولية الاخرى للـ EIL لا يمكن للمنتج ضبط قيم السوق ومع ذلك فى كثير من الحالات يمكن إستخدام خطة التسويق الفعلية للمساعدة فى تقدير هذا العامل.

ب- تكاليف الإدارة Management costs (C)

يجب تقدير تكلفة خفض عشيرة الآفة قبل حساب الفائدة التى ستعود من هذا الإجراء. وكلما زادت تكلفة الإدارة (C) كلما قل صافى فائدة المكافحة وبالتالى يجب أن يرتفع الـ EILs ليتلائم مع عتبات الربح الاعلى.

تتجه تكاليف الغدارة فى معظم السنوات لأن تكون أكثر ثباتاً عن القيم السوقية للمحاصيل. وتتضمن هذه التكاليف العمالة (أخذ العينات وتطبيق المبيدات الحشرية) والمواد (المبيدات الحشرية) والمعدات (شباك الجمع وأدوات الرش). وعادة ما تتغير تكاليف الإدارة تدريجيا معتمدة فى ذلك على معدلات التضخم ولذا فى العادة ما يمكن التنبؤ بها.

ونظراً لأن التكاليف المرتبطة بالمعدة والعمالة قد تتساوى أو تتعدى تكلفة مادة المكافحة فيجب توخى الحذر فى إستنباط التقدير الافضل لتكاليف هذه التطبيقات. فإذا كانت تكلفة الرش بالطائرات على سبيل المثال تصل إلى ٨,٥ جنيهاً للفدان بدلاً من الرش بالمعدات الأرضية والتى تصل فيه التكلفة إلى خمسة جنيهات للفدان يجب أن ينعكس ذلك إلى EIL أعلى. والإختلاف فى التكلفة المرتبط بمقياس إدارة معين ربما لن يكون معنوى داخل موسم ما ولكن قد يكون معنوى ما بين المواسم. وبناء عليه فإن معظم التقلب مع هذا المتغير فى EIL يتسبب فى الإختلافات بين إختيارات الإدارة (وسائل المكافحة) عن ما بين الفصول. ولهذا السبب ربما تكون تكاليف الإدارة لحساب الـ EILs أبسط العوامل الاولية فى التقدير.

جـ- درجة الضرر للحشرة الواحدة Degree of injury per insect

الضرر Injury ظاهرة ثنائية الجانب يتحكم فيها كلاً من الحشرة وعشائر العائل. وتتعلق الواجهة الحشرية بالفعل الخاص أو سلوك الافراد التى تسبب ضعف فى قدرة العائل فى الحياة والنمو والتكاثر. ويلعب العائل كمستقبل للسلوك دوراً هاماً فى تحديد نوع ودرجة الضرر injury.

ويتسبب معظم الضرر injury الحشرى عن طريق تغذية الحشرة على أنسجة

العائل أو عصائره. رغم ان مسببات الضرر الرئيسية الاخرى تشمل حقنها سموم ونقلها للكائنات الدقيقة المرضية. والقرض والمص هى أكثر سلوكيات التغذية شيوعاً منتجة أضراراً injury للنباتات مثل ثقب السيقان ونفق الاوراق leaf mining أوهيكلة الأوراق Leaf skeletonizing وتقريح الثمار fruit scarring.

بعض من أكثر الدراسات تفصيلاً للضرر الحشرى insect injury أجريت على النباتات ويمكن وضع الآفات النباتية على الأقل فى ستة أقسام مختلفة. وتشمل مثل تلك الأقسام الآفات التى تقتل النباتات كلية أو تفسد العمليات الفسيولوجية.

١- مخفضات الموقع النباتى Stand reducers

تسبب الحشرات التى تخفض المجاميع النباتية (مثل الديدان القارضة التابعة لرتبة حرشفيات الأجنحة عائلة Noctuidae) فقد فى الحال فى الكتلة الحية النباتية ونقص فى التمثيل الضوئى للمحصول. ومع ذلك – إعتماداً على شدة الفقد النباتى يحدث تعويض فى النباتات القائمة "Stand" عندما يزداد معدل نمو وإنتاج النباتات السليمة المجاورة للنباتات الميتة. على سبيل المثال نباتات فول الصويا التى قل عددها تحت بعض الظروف إلى ٤ أو ٥ نباتات لكل قدم فى الصف أعطت إنتاجاً يماثل مواقع نباتية بمعدل ١٠ نباتات لكل قدم فى الصف. ويحكم التأثير الإجمالى فى خفض الموقع عدد وتوقيت وتوزيع الفقد فى النباتات.

٢- مستهلكات الكتلة الورقية Leaf – mass consumers

يعتقد أن إستهلاك الاوراق بواسطة الحشرات أنه يؤثر مباشرة فى التمثيل الضوئى المطلق للمجموع النباتى للنباتات المتبقية. ويمكن حساب تأثير الضرر injury على فسيولوجى النبات بقياس الكتلة الورقية المستهلكة لكل وحدة مساحة أرضية وتوقيت الإستهلاك الورقى والتوزيع الرأسى أو المكانى للأوراق المستهلكة defoliation.

٣- ممتصات العصارة Assimilate sappers

وهى تشمل معظم الحشرات الثاقبة الماصة والخادشة التى تزيل المواد الكربوهيدراتية والمواد الغذائية. وكما سبق القول يمثل قياس العصارة الممتصة لكل

أفة مشكلة وبالمثل قياس تأثير حقن المواد السامة أثناء عملية التغذية مثل تأثيرات بـــق النبات *Lygus Lineolaris* على الخوخ.

٤- مخفضات النضرة Turgor reducers

تمثل هذه الآفات بمتغذيات السوق وحشرات التربة التى تؤثـــر علـــى التوازنـــات المائية والغذائية فى مواقع السيقان والجذور. حيث تقلل الحشرات التـــى تتغـــذى علـــى الجذور مثل ديدان جذور الذرة *Diabrotica species* عمق وكثافة المجموع الجـــذرى والحشرات الاخرى مثل نطاط البرسيم *Spissistilus festinus* الذى يضر سيقان فـــول الصويا فى صورة دائرية مؤديا تحطيم الأنسجة الموصلة. وينتج فى الحالات الشـــديدة فى خفض الماء الممتص نقص فى التمثيل الضوئى وخفض فى نضرة النبـــات يتبعـــه خفض فى نمو الاوراق والسيقان والثمار.

٥- متغذيات الثمار Fruit feeders

عندما تضر "Injury" الحشرات الثمار فإنها تسبب فقد Damage مبـــاشر للمنتـــج المستهدف جمعه. ويمكن أن يؤثر مثل هذا الضرر على النوعية (المظهر و/أو الجمـــال) والإنتاج أو كلاهما معتمداً على إستخدام المنتج. وقد يبدو الضرر Injury للفاكهة بسيط وسهل القياس ولكن يتعقد التحويل الكمى بحقيقة أن الفقد فى المحصول عادة لا يتناســـب مع نسبة الفقد فى المواقع المنتجة. ويحتاج التعويض النباتى على وجه الخصـــوص أن يفهم لتحديد مقدار علاقات الفقد لنمط هذا الضرر.

٦- مغيرات الشكل النباتى Architecture modifiers

يغير ضرر injury بعض الأنماط الحشرية مورفولوجى النبات مؤديا إلى خفـــض فى المحصول. على سبيل المثال الضرر الذى يسببه نطاط أوراق البرســـيم بالإضافـــة إلى أنه يسبب تحطيم للأنسجة الموصلـــة يســـبب أيضـــاً إنحنـــاء النبـــات. وتمـــوت النباتات المنحية مباشرة أو تستمر فى الحياة والنمو فى شكل رقبة الأوزة gooseneck. ويمكن أن ينقص هذا التغير الإنتاج الفسيولوجى للنبات وبالمثل المنتج القـــابل للجمـــع. تشمل الامثلة الأخرى لمغيرات الشكل النباتى ذبابة بذور الـــذرة *Delia platura* التـــى

تتغذى على السيقان الجنينية لبادرات فول الصويا فيأخذ نمو النبات شكل حرف y. وثاقبة الساق *Papaipema nebris* التى تحفر فى نباتات الذرة الصغيرة فتموت القمة النامية وتؤدى إلى إنتاج خلفات وخفض فى المحصول أو نباتات عقيمة. فى هذه الأمثلة لا تقتل الآفات فقط كمية من النسيج النباتى ولكنها تخفض أيضاً من نوعية المحصول. وينتج عن مثل هذا الضرر من الضرر تغيرات جوهرية شديدة فى نمط – وعادة – فى معدل نمو النبات. ونتيجة للتعقد الذى أضيف بالتغيرات المورفولوجية يصعب تفهم وتقدير كمية هدا النمط على أساس الضرر الذى تسببه حشرة واحدة Injury – per – insect .

د- مقاييس الضرر فى حسابات الـ EIL

Injury measurements in EIL calculation:

لم يتم بعد عمل تقدير كمى مباشر لتغذية الحشرات مع معظم الآفات الحشرية. وأكدت معظم الدراسات على مقارنة الفقد فى المحاصيل بأعداد الحشرات المشاهدة. ويمكن تقدير الفقد الذى تسببه الحشرة الواحدة من نتائج تلك الدراسات الى جانب تحليل الإرتداد. ومع هذا يجب معرفة التقدير الكمى للنسيج التالف للحشرة الواحدة قبل وضع موديل للنظام الإنتاجى. ويمكن البدء فى شرح الفقد المتسبب عن آفات متنوعة فقط عن طريق عمل تقدير كمى للنسيج التالف وتفهم الاستجابات الفسيولوجية لهذا التلف.

وحتى الوقت الحاضر ــ أجريت معظم الدراسات التفصيلية للتقدير الكمى لإلتهام الأنسجة على الحشرات التى تتغذى على الأوراق النباتية plant defoliator. وكانت أبسط الطرق بتقدير نسبة الفقد الورقى defoliation بالنظر بعدئذ عن طريق تقدير المساحة الورقية الموجودة وعدد الحشرات (للنوع الواحد) يمكن حساب الإستهلاك للحشرة الواحدة. وتمثلت المشكلة الرئيسية فى هذه الطريقة فى الخطأ الذى يحدث فى تقدير الفقد الورقى. ومن الممكن أن تكون تلك الأخطاء كبيرة مع ميلها تجاه التقدير الزائد overestimation. ولقد أجريت دراسات أكثر دقة عن طريق تقديم أوراق للحشرات سبق تقدير مساحتها ثم إعادة تقدير المساحة الورقية بعد الضرر الحشرى defoliation. والظهور الحديث للمقياس الضوئى photoplanimeters الفعال جعل قياس سطح الورقة عملى فى دراسات الفقد الورقى فى المعمل والحقل.

ولأغراض الحساب إفترض عادة أن الضرر للحشرة الواحدة ذات علاقة خطية مع أعداد الحشرات. وفى كلمات أخرى يتوقع أن يتضاعف الضرر مع مضاعفة أعداد الحشرات ويتضاعف ثلاثة أضعاف مع ثلاث أضعاف من الحشرات وهكذا. ومع ذلك تبين فى حالة بعض الحشرات أن التزاحم الذى يتواجد عند الكثافات العالية يخفض الضرر للحشرة الواحدة نتيجة للتداخلات بين الأفراد أو للقصور النسبى للغذاء. ورغم أهمية هذه الظاهرة إلا أن العلاقة الكثافة/ الضرر [density/ injury] لكثير من الأنواع هى خط مستقيم لكثافات تصل لتشمل الكثافة القريبة للـ EIL. ولذا ما لم توجد مؤشرات أخرى مختلفة يجب أن ينظر للحشرات فى أسلوب إضافة additive manner فى تقدير الضرر injury لأغراض الـ EILs حتى ينتج عن مثل هذا الإتجاه تقديرات متحفظة فى أخذ القرار.

هـ- حساسية المحصول للضرر Crop susceptibility to injury (D)

تشكل العلاقة بين الضرر injury وإنتاج المحصول أو استخدامه عامل أساسى للـ EIL. وتمدنا هذه العلاقة بالأساس البيولوجى والذى عليه يمكن وضع التقيدات العملية والاقتصادية.

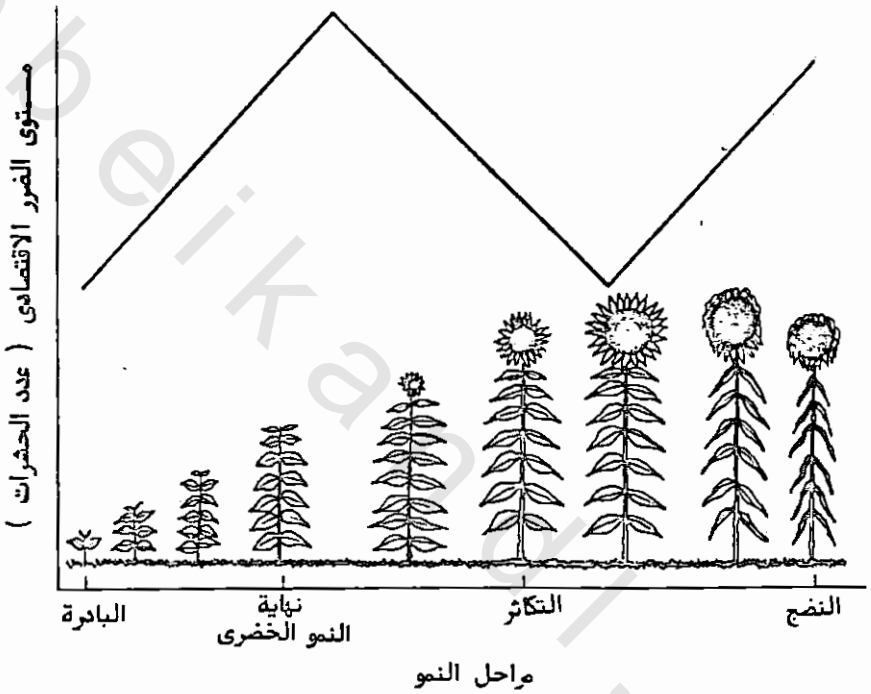
من الناحية الواقعية إقتصر الإهتمام العملى والنظرى على إستجابة المحصول للضرر [crop/ injury]. وفى الحقيقة يرجع عدم قدرتنا فى وصف هذه الاستجابات مع الآفات الطبيعية والبيطرية لسبب واحد وهو الـ EIL لا يكون متاح أو ملائم مع تلك الآفات. ولذلك سيقتصر المناقشة على الضرر والاستجابات النباتية.

لقد ذكر P.G. Fenemore (١٩٨٢) العوامل التى تشترك فى علاقة استجابة النبات للضرر [injury/ plant-response]. وهذه تشمل: (١) وقت الضرر وعلاقته بنمو النبات (٢) الجزء النباتى الذى حدث له ضرر (٣) أنماط الضرر (٤) كثافة الضرر (٥) التأثيرات البيئية على قدرة النبات لتحمل الضرر.

(١) وقت الضرر Time of injury

الوقت فى دورة نمو النبات الذى يحدث فيه الضرر injury له تأثير واضح فى إستجابة النبات لهذا الضرر. وفى العادة تكون البادرات أكثر حساسية والنباتات الأكبر

ذات قدرة أكبر فى تحمل وتعويض الضرر (شكل ٥١). وبالمثل يصبح النبـــات مـــرة أخرى حساس جداً أثناء تكوين الأعضاء المنتجة للمحصول ولكن عندما يكتمل النمـــو يكون عاده الضرر ذات تأثير ما لم يحدث ضرر مباشر للثمار). وعادة ما يوفق الفقـــد loss مع توقيت ضرر الآفة فى تقدير الـ EILs ولذلك يوجد EIL منفصل لكل مرحلة مختلفة لنمو النبات.



شكل (٥١) رسم يوضح التغيرات النموذجية فى مستوى الضرر الاقتصادى مع التغيرات فى مرحلة نمو النبات. كثير من النباتات تكون على وجه الخصوص حساسة أثناء مراحل التكاثر.

(٢) الجزء النباتى المصاب Plant part injured

يؤثر أيضاً الجزء النباتى الذى أصيب على إستجابة النبات للضرر. وعادة مـــا يجرى تميز بين الضرر للأعضاء المكونـــة للمحصـــول yield-forming organs (ضرر مباشر) والضرر للأعضاء الغير مكونة للمحصول (ضرر غـــير مباشـــر).

وفى العادة ما يجرى حساب الـ EILs لنمط واحد من الضـــرر فقـط لأنـه مـع إستثناءات قليلة فقط لا تنتج الحشرات كلاً من الضـــرر injury المباشـر وغـير المباشر فى وقت واحد.

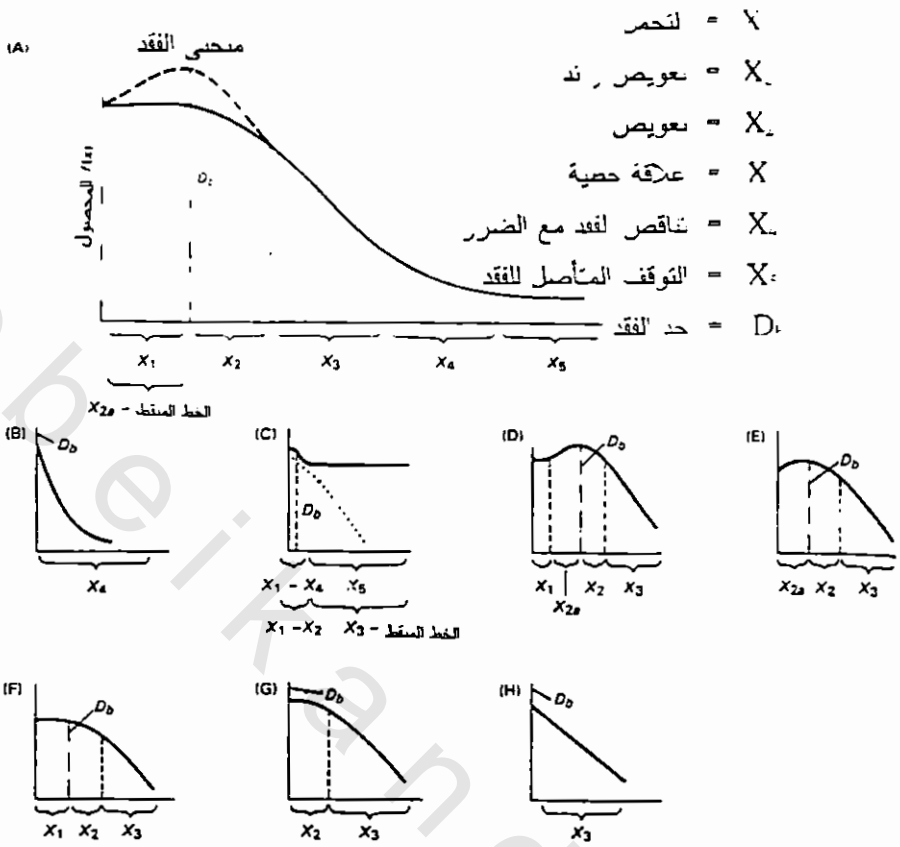
(٣) أنماط الضرر Injury types

يحدث الضرر الحشرى غالباً نتيجة النشاط الغذائى للحشرة بإســتثناء بعـض الحشرات القليلة مثل السيكادا التى تسبب ضرر للنبات نتيجة سلوكها فـــى وضـع البيض وعلى ذلك فطبيعة الضرر الحشرى مرتبط بتركيب أجزاء الفـــم وعـادات الحشرة الغذائية. وليس هنا مجال لسرد أنماط الضرر الحشرى ولكن المـــهم هـو ملاحظة أن طبيعة الضرر أساسية فى كيفية إستجابة النبـــات للكثافـات المختلفـة للضرر.

(٤) كثافة الضرر Intensity of injury

العلاقة بين الكثافة أو كمية الضرر injury وإنتاج النبات أهم عامل فى علاقـة إستجابة المحصول للضرر injury/ crop-response. ولقـد سـبق طـرح بعـض المعلومات فى الباب الأول.

عند البحث عن تفسير علاقة المحصول من المهم أن نتفهم منحنى الاســتجَابة للضرر injury والمحصول شكل (٥٢). فجميع النباتات لا تعانى إستجابات الضرر الموجدة فى كل جزء من المنحنى ولكن يمكن وصف جميـع الإسـتجابات الهامـة ببعض أجزاء المنحنى.



شكل (٥٢): رسوم بيانية توضح الأشكال العامة (A) والخاصة (H-B) لمنحنى الفقد فى النباتات نتيجة الإصابة الحشرية.

يمكن تميز مناطق معينة على منحنى الإستجابة العامة للضرر تبعاً لمعدل إستجابة النباتات للضرر. ويمكن وصف كل مساحة على منحنى الإستجابة العامة بـ X مختلفة. أوصاف هذه المساحات كما يلى:

X_1 يطلق عليها بإستجابة تحمل الضرر tolerance.. حيث لا يوجد فقد damage لكل وحدة ضرر injury. ويتساوى المحصول فى وجود ضرر مع المحصول فى عدم وجود ضرر وهنا $f(X_1)$ = الميل (صفر) ثابت.

x_{2a} يطلق عليها إستجابة زيادة المحصول عند حدوث ضرر overcompensation أى تدفع الإصابة النبات إلى زيادة المحصول.. بمعنى فقد سالب (اى زيادة فى المحصول) مع كل وحدة ضرر. وهنا $f(x_{2a})$ = علاقة لمنحنى خطى الميل فيه موجب positive slope.

x_2 إستجابة يستطيع فيها النبات منع الضرر من إحداث أقصى تأثير "فقد" له على المحصول compensation مع ملاحظة زيادة فى الفقد مع كل وحدة ضرر أى $f(x_2)$ = العلاقة لمنحنى خطى الميل فيها سالب.

x_3 يطلق على هذه الإستجابة بالعلاقة الخطية للضرر linearity... حيث يحدث أقصى فقد (فقد مستمر) لكل وحدة ضرر أى $f(x3)$ = علاقة خطية الميل فيها سالب.

x_4 إستجابة يتناقص فيها الفقد مع الضرر desensitization.. حيث يتناقص الفقد مع كل وحدة ضرر أى $f(x_4)$ = علاقة لمنحنى خطى الميل فيها سالب.

x_5 إستجابة يطلق عليها التوقف المتأصل للفقد Inherent impunity حيث لا يوجد فقد مع كل وحدة ضرر... وكمية المحصول مع الضرر تكون أقل من المحصول فى عدم وجود ضرر. أى $f(x_5)$ = ميل المنحنى (صفر) ثابت.

الإستجابتين x_4 , x_5 غير شائعة... وعند تواجدها فإن مستويات الضرر المسببة لهم أعلى من تلك المقدرة للـ EILs لذا هذه الاستجابات غير هامة فى الحسابات. ومع ذلك قد تكون هذه الإستجابات هامة فى تقدير إجمالى فقد المحصول. وكمثال للـ desensitization (المنحنى B فى الشكل ٥٢) حيث تحدث تلك الإستجابة مع المنحنى (Homoptera: Aphididae) عندما ينقل الممرضات النباتية. وتمثل إستجابة Inherent impunity (المنحنى C فى الشكل ٥٢) حلم صدأ الموالح *Phyllocoptruta oleivora* على الموالح. قد تتسبب هذه الآفة فى خفض قليل فى المحصول (الوزن الطازج) يعقبه خفض أخر قليل بصرف النظر عن كثافة الحلم. هذه الاستجابة موضحة بالخط المتصل فى الشكل. لكن إذا أعيد تقييم المحصول لكى يشمل مظهر الثمار فإن منحنى الفقد damage curve يتغير بشدة بدرجة أن الإستجابة (x_5) لا تظهر على الإطلاق (الخط المتقطع فى الشكل). لذا فإن التحديد الدقيق للمحصول

والذى يعرف أفضل بالمنفعة "utility" هام فى تحديد شكل منحنى الفقد.

ربما الإستجابات tolerance والـ Overcompensation تحدث بتكرار أكثر من الإستجابات x_4 و x_5 ولكن مثل تلك الاستجابات صغيرة جداً وقد تخفيها التأثيرات البيئية. وهذه تحدث أكثر عند مستويات الضرر المنخفضة قياساً للضرر الاقتصادى لذا عادة لا تكتشف. ومن المحتمل أن جميع النباتات تبدى بعض درجات التحمل للضرر injury الغير مباشرة ويبدو أن الاستجابة x_{2a} ليست شائعة وعندما توجد ينتج عنها منحنى إستجابة مبين فى المنحنيات E, D.

الاستجابات مثل الموجودة فى المنحنيات H, G, F فى الشكل التى تتضمن مجموعة الاستجابات Compensation, tolerance والـ linearity يتحصل عليها لحساب قيم الـ EILs. وتستجيب معظم النباتات لبعض مستوى الضرر الغير مباشر مع compensation. وتتضمن الاستجابة الأخيرة أن النبات أو المجموعة النباتية plant stand يمكن أن تمنع الضرر injury من إحداث أقصى تأثير له على المحصول. والاستجابات x_2, x_{2a} مقصورة أساساً على الضرر الغير مباشر indirect injury. من ناحية أخرى يتوقع استجابة خطية تماماً مع الضرر المباشر وقد يتواجد أيضاً مع الضرر الغير مباشر.

(٥) التأثيرات البيئية Environmental effects

عادة ما تلعب العوامل البيئية دوراً هاما فى تحديد كيفية استجابة النبات للضرر. وقد تؤثر العوامل البيئية فى خلال الموسم المعين على طول الفترة التى يبقى فيها النبات حساس لنمط خاص للضرر injury. وبالمثل استجابة النبات ما بين المواسم لنفس مستوى الضرر قد تتغير بشدة. على سبيل المثال وجد ما يصل إلى ضعفى الاختلاف فى فقد إنتاج فول الصويا لكل يرقة من يرقات البرسيم *plathypena scabra* بين مواسم النمو ذات الظروف المناخية المختلفة. وتؤكد مثل تلك الاختلافات الشديدة الحاجة لحساب الـ EILs فى مدى للظروف البيئية. وأفضل اتجاه هو وضع EILs لمجموعة خاصة من العوامل البيئية والطقس.

و- كمية الفقد المتجنب Amount of damage avoided (K)

لقد حدد من قبل المتغير K من معادلة EIL بالخفض النسبى فى إصابة الآفة. ويساوى معظم العاملين فى الحشرات K مع النسبة المتوقعة لقتل العشيرة بواسطة وسيلة الإدارة والتى عادة تكون مبيد للآفة. وتعطى مثل تلك النظرة الضيقة فكرة خاطئة عن معناه الحقيقى وتجعله يبدو غير قابل للتطبيق فى وسائل الحماية التى لا تقتل الحشرات والتى تشمل الحواجز barriers ومانعات التغذية والطاردات.

والتعريف الأفضل لـ K الذى يعبر عن معناه الحقيقى يوسع مفهوم K وفى الحقيقة يوسع مفهوم EIL ليراعى عدد من الوسائل الخاصة بالمكافحة عن قصره على مبيدات الآفات. ولذلك يجب أن تأخذ K فى الاعتبار نسبة الفقد الكلى الذى أمكن تجنبه بواسطة توقيت تطبيق وسيلة الإدارة. وبالإضافة إلى الأمثلة التى طرحت سيطبق هذا التعريف وسيسمح بتقدير كمى أكثر دقة لـ K للمكافحة البيولوجية مثل إستخدام البكتريا *Bacillus thruringiensis* والتى قد تحمى النباتات بالتسبب فى توقف التغذية لفترة طويلة قبل موت الآفات.

عادة ما يكون هدف معظم الزراعيين تحقيق k عند مستوى ١ أى تجنب كل الفقد damage. ولا تشكل القيم الأقل مادة اختيار ولكنها تعكس بالأحرى فاعلية أقل من المرغوبة للوسيلة المستخدمة والتى تحقق ٦٠ نسبة موت فقط مثلاً فى حين المرغوب هو نسبة قتل ٩٥% أو أكثر ونتيجة لأن معظم المنتجين يكرهوا المخاطرة لذا توضع توصيات الآفات على أساس تجنب الفقد damage بحفظ الضرر injury أسفل كثيراً حد الفقد damage boundary وبإختصار يتخذ الإجراء قبل حدوث فقد damage معنوى والآفات المتبقية بعد هذا الفعل لا تسبب فقد يمكن كشفه. والإستراتيجيات التى لا تحقق هذا الهدف عادة ما تعتبر غير فعالة وما لم يغب التقنية فيها فإنها تكون غير مؤقلمة.

ز- الطرق التجريبية لتحديد إستجابة النبات للفقد

Experimental techniques to determine plant damage response

تختلف كثيراً طرق تحديد نمط وضخامة إستجابة النبات للضرر injury الحشرى. ويمكن وضع الطرق الأكثر شيوعاً فى أربعة أقسام هى: (١) ملاحظة العشائر

الحشرية الطبيعية، (٢) تعديل العشائر الطبيعيـــة، (٣) إقامـــة عشـــائر صناعيـــة، (٤) محاكاة أو تقليد الضرر.

١- الملاحظة Observation

ملاحظة العشائر الحشرية الطبيعية هى أبسط طرق تحديد إستجابة النبـــات للضـــرر ولكن يحتمل أن تكون أقل دقة. وعادة ما تشمل الطريقة عمل تقديرات للكثافـــة الحشـــرية على النباتات من عدة حقول وربط ذلك بالفقد الناتج فى المحصـــول. وإســـتخدمت هـــذه الطريقة على نطاق واسع فى جميع أنماط المحاصيل وخاصة مـــع الآفـــات المســـتديمة والآفات الخطيرة perennial and sever pest أى الآفات التى توجد وتســـبب خســـارة معظم السنين.

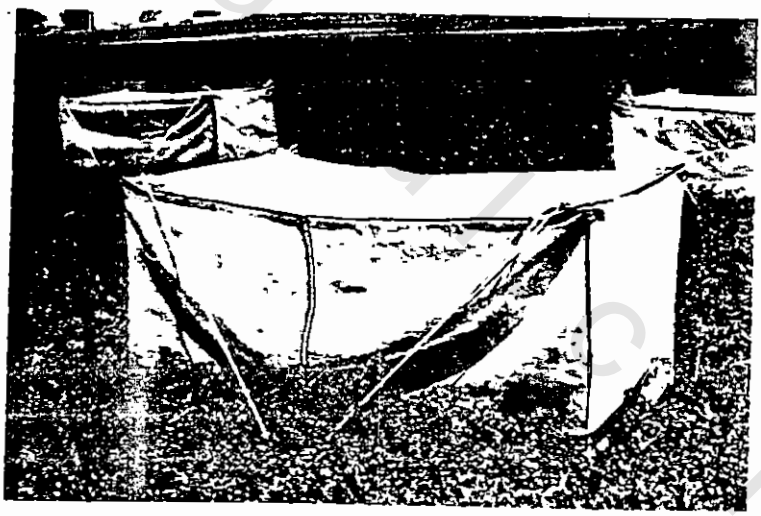
٢- تعديل العشائر الطبيعية Modification of natural populations

تستخدم هذه الطريقة أيضاً مع الآفات المستديمة والخطـــيرة. ومـــع ذلـــك تصمـــم تجارب فى هذه الحالة لإنتاج عشائر ذات أحجام مرغوبة فـــى القطاعـــات التجريبيـــة المصممة. وفى العادة ما يستخدم مبيدات حشرية اختياريـــة للوصـــول إلـــى كثافـــات عشائرية مختلفة على النباتات لأغراض التحليل. وهذا الإجراء أكثر دقة عن الملاحظـــة البسيطة وعادة ما يسمح بتحديد العلاقات الخاصة بالفقد فـــى المحصـــول النـــاتج عـــن الحشرات insect-crop loss بفاعلية أكثر. ومع ذلك يجب معرفة تأثير المبيد الحشـــرى على فسيولوجى النبات وعمل حسابه فى هذه الطريقة.

إذا كانت أعداد الحشرات قليلة تصبح المشكلة التجريبية هى زيادة أعداد الحشـــرات وليس خفضها لمستويات مرغوبة. وفى هذه الحالة قد تجرى محاولات للحصول علـــى زيادات مختلفة لمستويات عشائر الحشرات فى القطاعات التجريبية بإســـتخدام الطعـــوم أو محاصيل جاذبة attractant crops أو ايزولينز جاذبة attractant isolines لنفـــس المحصول. والأيزولينز هى أصناف تختلف فقط فى جين واحد عن المحصول الأساسى ويتوقع لها إنتاج مشابه للصنف موضع الدراسة مثل الايزوليـــن "كـــلارك" فـــى فـــول الصويا ذات الأوراق الملساء والصنف الأساسى "كلارك" لفـــول الصويـــا ذات الأوراق الزغبية. ومثل هذه الأيزولينز قد تستخدم فى الحصول على منحنيات الإستجابة للفقد.

٣- إقامة العشائر الصناعية Creating artificial populations

يمكن أن تستخدم هذه الطريقة عند البحث عن أعداد متحكم فيها من الحشـــرات أو أن الأعداد فى العشيرة الطبيعية منخفضة. وتتضمن الطريقة فى كثير من الأحيان تربيـة أو جمع الحشرة ثم عدوى قطاعات صغيرة والإجراء المعتاد هو وضع اليرقـات التـى تتغذى أو طور آخر فى القطاعات وتغطيتها بأقفاص كما فى شكل (٥٣). وفى بعـــض الحالات كما فى حالة الديدان القياسة لفول الصويـا *pseudoplusia includens* قـد يطلق طور الحشرة الكاملة فى الأقفاص لإحداث فقد damage من العشـــائر اليرقيـة الناتجة. ويمكن تحقيق مستويات الفقد damage المرغوبـــة مـــن العشـــائر الصناعيـة بالتوقيت الملائم لتطبيقات المبيدات الحشرية.



شكل (٥٣): أقفاص حقلية فى قطعة تجريبية فى حقل برسيم حيث يجرى إدخال عشائر حشرية مختلفة للحصول على منحنيات الإستجابة للفقد damage response curves

٤- محاكاة أو تقليد الضرر injury simulation

تقليد أو محاكاة الضرر injury لحشرة هى طريقة أخرى تستخدم لتقييم الفقد بواسطة الحشرات وتعرف أيضاً بطريقة الضرر البديل surrogate injury وتبحث الطريقة فى محاكاة السلوك الغذائى الحشرى. وطبقت فى معظم الحالات مع الحشرات التى تتغذى على الأوراق defoliators حيث يقوم الباحثون بقطف الأوراق أو عمل ثقوب بها فى الوقت المقابل لوقت حدوث الضرر الطبيعى وبمعدل تكرارى. والميزة الأساسية لهذه الطريقة أنه يمكن التحكم فى درجة الضرر injury بدقة والمتابعة المركزه لبيولوجى إستجابة المحصول. ومع ذلك يجب قبل إستخدام هذه الطريقة جمع معلومات أولية فيما يخص صحة الضرر البديل مقارنة بالتغذية الحقيقية للحشرات.

عند التفكير فى الحالات المتنوعة التى يشملها الضرر injury الحشرى فإنه يتضح أنه لا توجد طريقة واحدة لتقدير إستجابة المحصول تصلح لجميع الحالات. ويعتمد إختيار الطريقة على نوع الحشرة والمحصول تحت الدراسة والمصادر المتاحة للبحث والدراسة.

ثالثاً: حساب مستويات القرارات الإقتصادية

Calculation of economic decision levels

عند وضع أو تطوير المؤشرات الإقتصادية لقرارات إدارة الآفات فإن المستوى الرئيسى للتقدير هو EIL يتضمن الفقد الأساسى الهام "damage" لعشيرة الحشرة الموجودة. ويمكن أن يستخدم كـ ET أو يمكن أن تتحدد الـ ET من معلومات EIL وديناميكيات العشيرة. وفى أى حالة يجب معرفة الـ EIL أولاً.

إن حساب الـ EIL لحشرة ما هى عملية مستمرة حيث يتطلب قيم جديدة مع التغير الذى يطرأ فى المتغيرات variables. وبالتالى عند تغير قيمة السوق وتكاليف الإدارة وحساسية النبات تصبح هناك ضرورة لإعادة الحساب بالإضافة إلى ذلك عادة ما يتطلب وجود عدة EILs فى أى موسم واحد بسبب نمو النبات وما يتبعه من تغيرات فى حساسيته.

والخطوات الأساسية المطلوبة فى حساب الـ EIL هى:

١- تقدير الفقد للحشرة الواحدة.

٢- تحديد عتبة الربح كما وصف سابقاً.

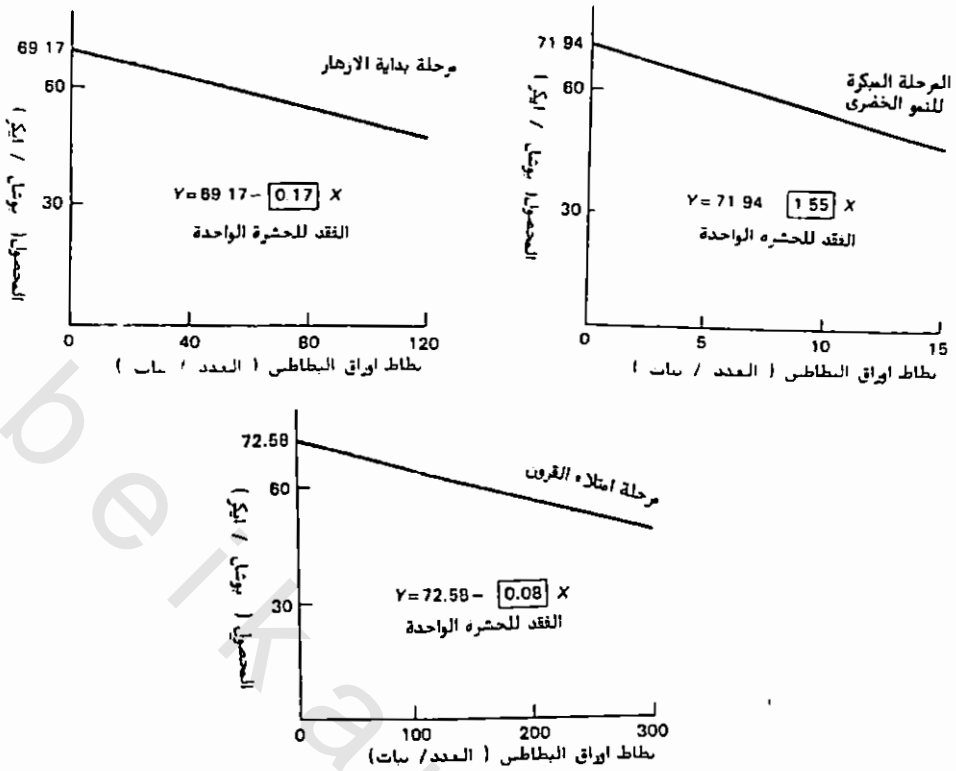
٣- تحديد الفقد الذى يمكن تجنبه مع تطبيق وسيلة الإدارة (وهى تكون فى شكل نسبة مثل ٠,٨ لـ ٨٠% نسبة موت أو ١,٠ إذا تجنب كل الفقد.

$$EIL = \frac{\text{عتبة الربح}}{\text{الفقد للحشرة الواحدة} \times \text{كمية الفقد المتجنب}}$$

وتشكل الخطوة الأولى من الخطوات السابقة إلى حد بعيد معظم الصعوبات. ويتحصل عادة على التقديرات الأولى للفقد من الملاحظة الحقلية والتجريبية مع عشائر حشرية مختلفة الحجم على المحصول فى أوقات معينة. ويلى ذلك قياس المحصول وتحديد الفقد الذى سببته الحشرات.

وكمثال للخطوات المطلوبة فى حساب EIL يمكن توضيحه فى نطاط أوراق البطاطس *Empoasca fabae* على فول الصويا. فهذه الحشرة شائعة جداً فى المحصول وقد تسبب فقد عند حش محصول مفضل آخر وهو البرسيم. فغياب المسكن والغذاء الملائم بعد حصاد البرسيم يشجع نطاط أوراق البطاطس على الهجرة إلى فول الصويا حيث يمتص العصارة ويسبب موت موضعى للنسيج Leaf Necrosis (حرق النطاط) خاصة فى النباتات الصغيرة.

ولتقدير الفقد Damage للحشرة الواحدة قفصت قطاعات صغيرة من فول الصويا وتم عداوها بأعداد مختلفة من نطاطات الأوراق فى ثلاث مراحل من نمو النبات. ثم قدر المحصول الناتج فى نهاية الموسم وحدد الفقد لكل حشرة عند كل مرحلة من نمو النبات عن طريق إجراء التحليل الإحصائى (تحليل الإرتداد) شكل ٥٤ وكانت هذه القيم التى بنيت على أساس الفقد المتسبب عن حشرة واحدة لكل نبات كما يلى:



شكل ٥٤: التحليل الإحصائى للإرتداد لمحصول فول الصويا الناتج تحت تواجد عدد معين من نطاط أوراق البطاطس *Empoasca fabae* لكل نبات عند ثلاث مراحل من نمو النبات.

١- فى مرحلة النمو الخضرى المبكر = ١,٥٥ بوشل (Bushels) / إيكر.
٢- فى بداية مرحلة الأزهار = ٠,١٧ بوشل / إيكر.
٣- فى بداية إمتلاء القرون = ٠,٠٨ بوشل / إيكر.

وظهر أن الفقد للحشرة الواحدة تناقص خلال الموسم بسبب نمو النبات الذى يؤدى إلى مساحة ورقية أكبر تعمل على خفض الكثافة الحشرية Insect intensity.

ولحساب عتبة الربح نقدر تكلفة تطبيق رطل واحد (مادة فعالة حقيقية) من المبيد الحشرى ملاثيون بالطائرة والتى تبلغ ٩,٥ دولار للإيكر. ثم بعد ذلك نتوقع أنه يمكننا بيع الحبوب التى تحصد بما يقدر ٤,١٥ دولار لكل بوشل ونفترض أن تطبيق المبيد

الحشرى جنب كل الفقد. وبذا نحسب أولاً عتبة الربح كما يلى:

$$\text{عتبة الربح} = \frac{\text{٩,٥ دولار / ايكر}}{\text{٤,١٥ دولار / بوشل}} = \text{٢,٢٩ بوشل / ايكر}$$

بعد ذلك يمكن حساب الـ EILs عند كل مرحلة من نمو النبات كما يلى:

١- فى طور البادرة: الـ EIL = $\frac{\text{٢,٢٩ بوشل / ايكر}}{\text{١,٥٥ بوشل / ايكر / حشرة} \times \text{١,٠}}$

= ١,٤٨ أى نحو حشرتان من نطاط الأوراق / نبات

٢- فى بداية مرحلة الإزهار: الـ EIL = $\frac{\text{٢,٢٩ بوشل / ايكر}}{\text{٠,١٧ بوشل / ايكر / حشرة} \times \text{١,٠}}$

= ١٣,٤٧ أى نحو ١٤ حشرة / نبات

٣- فى بداية مرحلة إمتلاء القرون الـ EIL = $\frac{\text{٢,٢٩ بوشل / ايكر}}{\text{٠,٠٨ بوشل / ايكر / حشرة} \times \text{١,٠}}$

= ٢٨,٦٣ أى نحو ٢٩ حشرة من نطاط الأوراق/نبات

وأخيراً يمكننا إستخدام هذه الـ EILs كمستويات العمل "Action levels" وذلك عند وضع ET مساوية للـ EIL أو قد نختار تحديد الـ Ets عند مستويات أسفل الـ EILs وليكن عند ٧٥% من الـ EILs.

رابعا: مستويات الضرر الإقتصادية البيئية EnvironmentalEILs

كان لإستخدام EILs فى السنوات الحديثة تأثير هام على النوعية البيئية Enviromental Quality خاصة عند إستخدام هذه المستويات كأساس لإستخدام المبيد

الحشرى. فالإستخدام المنتظم للـ EILs التقليدية يمكن أن ينتج عنه حفض متبقيات المبيدات عن طريق خفض تكرار التطبيق. وفى الحقيقة – لقد استنتج أن متابعة الآفة Pest monitoring وتحديد مستويات مناسبة للقرار وتقليل الجرعة يمكن أن يخفض إستخدام مبيدات الآفات بما يقدر من ٣٠ إلى ٥٠%. لذا يمكن إعتبار الإستخدام المتزايد للـ EILs هام فى حفظ النوعية البيئية. ومع ذلك إلى جانب نمو وإزدياد إستخدام الـ EIL التقليدية ظهرت فكرة تطوير EIL خاص بالاهتمامات البيئية وأطلق على هذا النمط الخاص بمستوى الضرر الإقتصادى البيئى Environmental EIL.

ولا يُقيم مستوى الضرر الإقتصادى البيئى إجراءات الإدارة فقط من ناحية تكاليفها المباشرة وفوائد هذه الإجراءات لمستخدمها بل أيضاً على تأثيراتها البيئية. علاوة على ذلك تكامل معادلة الـ EIL بكثير من عناصر الإدارة والتى كل منها قد يكون له دور فى جعل إدارة الآفات ملائمة بيئياً أكثر. ولتطوير EIL بيئى يجب الأخذ فى الإعتبار كل المتغيرات الـ EIL للمعالجة الممكنة لها.

أ- تحديد تكاليف الإدارة الواقعية

Assigning realistic management costs (C)

بالرغم من أن (C) تصف التكاليف المباشرة لعمليات الإدارة إلا أن لا C ولا المكونات الأخرى للـ EIL تصف التكاليف البيئية الغير مباشرة المرتبطة بالمخاطر البيئية الناجمة عن أنشطة الإدارة وقد إقترح كل من الحشريون L. Higley و W. winteresteen طريقة إقتصادية سميت بالتقدير الممكن contingent valuation التى تحاول تحديد القيم النقدية للنفع الغير مسوق nonmarket goods مثل النوعية البيئية. ولتحديد الواقعية لإستخدام مبيدات الآفات قاموا بتحليل مستويات الخطر لـ ٣٢ مبيد حشرى تستعمل فى الحقل على مكونات بيئية (الماء السطحى، الماء الأرضى، الكائنات المائية، الطيور، الثدييات، الحشرات النافعة وعلى صحة الإنسان (مستويات السمية). علاوة على ذلك إستخدموا معلومات عن رأى المزارع فيما يخص أهمية المخاطر البيئية ومدى الرغبة فى دفع تكاليف أعلى لمبيدات الآفات أو فقد فى المحصول لتجنب مستويات مختلفة من المخاطر. وأخيراً إستخدمت تلك المعلومات لحساب التكاليف البيئية لكل مبيد.

باستخدام معلومات التكلفة هذه يمكن حساب الـ EILs البيئية كما يلى:

$$\frac{EC + C}{K \times D \times I \times V} = EIL$$

حيث EC هى التكلفة البيئية بينما المتغيرات المتبقية هى نفسها التى حددت من قبل فى معادلة الـ EIL التقليدية.

يتضح من المعادلة أنه بإضافة التكاليف البيئية إلى المعادلة رفع قيمة الـ EIL. وإرتفاع الـ EIL يعنى أن عشيرة اكبر للآفه مطلوبة لتسبب ضرر إقتصادى وتطبيق المبيدات سيكون أقل تكراراً وبتلك الوسيلة تنخفض متبقيات مبيدات الآفات وتحفظ نوعية البيئة لدرجة ما. وعلى ذلك من المهم تحمل خسارة أكبر فى المحصول وهذا ما حدث بالنسبة لخنفساء أوراق الفول *Cerotoma trifurcata* حيث ضحى مزارعى فول الصويا بجزء من المحصول لتقليل الخطر البيئى.

ب- تقليل الفقد لكل آفة (D) Reducing damage per pest

نُذكر أن المتغير D هو الفقد Damage الناتج من مستوى الضرر injury الموجود. وإذا أمكن إيجاد أصناف نباتية أو سلالات حيوانية محسنة أقل حساسية للضرر Injury الحشرى عن المتاحة سابقاً سيقل مستوى D أى سيقل الفقد الناتج عن كل فرد من الآفة وتزيد قيمه EIL وينتج عن ذلك تطبيقات أقل لمبيدات الآفات. لذا فإن إستخدام صفات التحمل أو صفات تعويضية Compensatory Characteristics يمكن أن تساهم فى تطوير الـ EIL البيئى والميزة الإضافية فى إستخدام هذه الصفات هو تجنب مقاومة الحشرات لوسيلة الإدارة المستخدمة.

جـ- تطوير قيمة لـ K موثوق بها بيئياً.

Developing an environmentally responsible K value (K)

لاحظنا فى البداية أن هدف معظم مديرى الآفات هو تحقيق تقدير ١,٠ لـ K وبكلمات أخرى تجنب كل الفقد Damage. وبالرغم من أن ذلك قد يكون هدف هام من وجه نظر الفائدة إلا أن محاولة تحقيق الهدف قد يشجع الإستخدام الزائد لمبيدات الآفات وينتج قتل زائد للآفة. ويحدث القتل الزائد عادة عندما يحل هدف قتل الحشرة محل

الهدف الأكثر ملائمة الذى يتمثل فى تجنب فقد damage معنوى.

ويحدث القتل الزائد للآفات حتى عندما يتبع المنتجون المعدلات الموجودة على ملصقات مبيدات الآفات. وتشكل معدلات الملصقات أساس معظم التوصيات فى إدارة الآفات الحشرية وعادة ما تحدد لعدد من الظروف البيئية وطرق التطبيق. ولسوء الحظ بسبب الخوف على المنتج وعوامل أخرى وحتى إستخدام المعدلات الأدنى للمبيدات الموصى بها قد تكون عالية جداً.. إن الهدف فى تطوير EIL بيئى هو تحديد أقل معدل لمبيد الآفات لتحقيق قيمة لـ K والتى من الناحية العملية أو الحقيقية تساوى ١,٠. وقد يعنى تحقيق هذه القيمة خفض المعدلات لنسبة قتل ٦٠ إلى ٧٠% عندها إنتاج المحصول لا يختلف معنوياً عن نسبة قتل للآفة ١٠٠%. وبالإضافة إلى تقليل إستخدام مبيد الآفات فإن معدل الخفض سيجعل تطبيقات المبيدات أكثر ملائمة مع المكافحة البيولوجية والطبيعية.

د- التعامل مع المتغيرات الأخرى للـ EIL

Manipulating other EIL variables

متغيرات الـ EIL الأقل عرضة للتغير الهادف هى القيمة التسويقية لوحدة المنتج V، ووحدات الضرر / حشرة / وحدة منتجة I. وتختلف قيم السوق للمحصول فى نظام السوق الحر مع العرض والطلب ولذا ليس من السهل تداولها. وإذا كانت قيم السوق محكومة ستؤدى قيمة السوق الأعلى إلى الإستخدام الأكثر للمبيدات مفضلاً فى ذلك على الإستخدام الأقل. بينما سيتحمل قليل من المنتجون قيم السوق الأقل لتحقيق EILs أعلى لأجل إستخدام أقل لمبيد الآفة. وهناك تعامل مقترح لتحسين النوعية البيئية وهو وضع قيم سوق أعلى للمنتج الذى لم يعامل بالمبيد ومع ذلك يبقى أن نرى ما إذا كان لدى المشترون الرغبة فى دفع قيمة أكبر للسلع الخالية من المبيدات لتعويض الفقد الإقتصادى الهام المتسبب عن عدم إدارة الآفات.

وبالمثل يصعب التعامل مع الضرر لكل آفة Injury per pest ربما بسبب أن أداء ذلك سيتطلب تغيرات فى وراثة عشائر الآفة Pest – population genetics والتى قد لا تكون مرغوبة بيئياً. إن تغير ضرر الآفة هو إتجاه نظر إليه مع بعض الآفات الطبية مثل تحديد أنماط وراثية من عشائر الناقل لا يمكنها نقل الأمراض. ومع ذلك مثل هذا

الإتجاه يكون نادر ومن غير المحتمل أن يكون لـه تطبيـق واسـع لصعوبـة تحقيـق المتطلب الخاص بتغير كل عشائر الآفة.

خامساً: إستخدام المستويات الإقتصادية Using economic levels

مستويات القرارات الإقتصادية كما ذكر سابقاً هى جزء هام ولا يمكـن الإسـتغناء عنها فى معظم برامج الآفات. ومن تلك المستويات الـ ET وهو مستوى الأداء العملـى الموصى به للمنتجين لأجل تنفيذ قرارات الإدارة. ولقد وصف الـ ET بأنـه قـاعدة القرار الممكن إستخدامها والذى يحور ليتمشى مع كثير من الحالات.

ومعظم الإستخدام الواسع للـ ET حتى الوقت الحاضر ينحصر فى وسـائل الإدارة العلاجية Therapeutic والتى أساساً مبيدات الحشرات وهنا تؤخـذ عينـات العشـائر الحشرية على أساس منتظم وفى وقت الحاجة يتخذ الإجراء الخافض للعشائر وعادة مـا توضع قيمة أقل للـ ET عندما تسبب الآفة بصفة دائمة ضـرراً إقتصاديـاً وتسـتعمل إستراتيجية الإدارة الوقائية.

أ- أقسام المستويات الإقتصادية المستخدمة Implementation categories

يصبح وضع والإستخدام النهائى للـ ETs فى برامج إدارة الآفات واضـح عنـد تقسيم حالات تطورها. وطبقاً لذلك معظم قواعد القرارات المستخدمة (شكل ٥٥) يمكـن وضعها فى واحد من الأربعة أقسام الآتية:

١- لا حاجة للحدود الإقتصادية No Thresholds

كانت قرارات هذا القسم شائعة فى علم البيئـة التطبيقـى قبـل أواخـر سـنوات الخمسينات حيث كانت الممارسة الشائعة هى إبحث عـن تعريـف الأفـه ثـم عـامل بالمبيدات "Indentify and Spray". وبالرغم من أن إستخدام الحدود الإقتصادية أعتـبر تقدماً فى مشاكل معظم الحشرات فى الوقت الحاضر إلا أن هناك حالات معينة لا تكـون فيها تلك الحدود ملائمة.

١- فى حالة ما إذا كان أخذ عينات الآفة لا يمكن إجراؤه إقتصادياً.

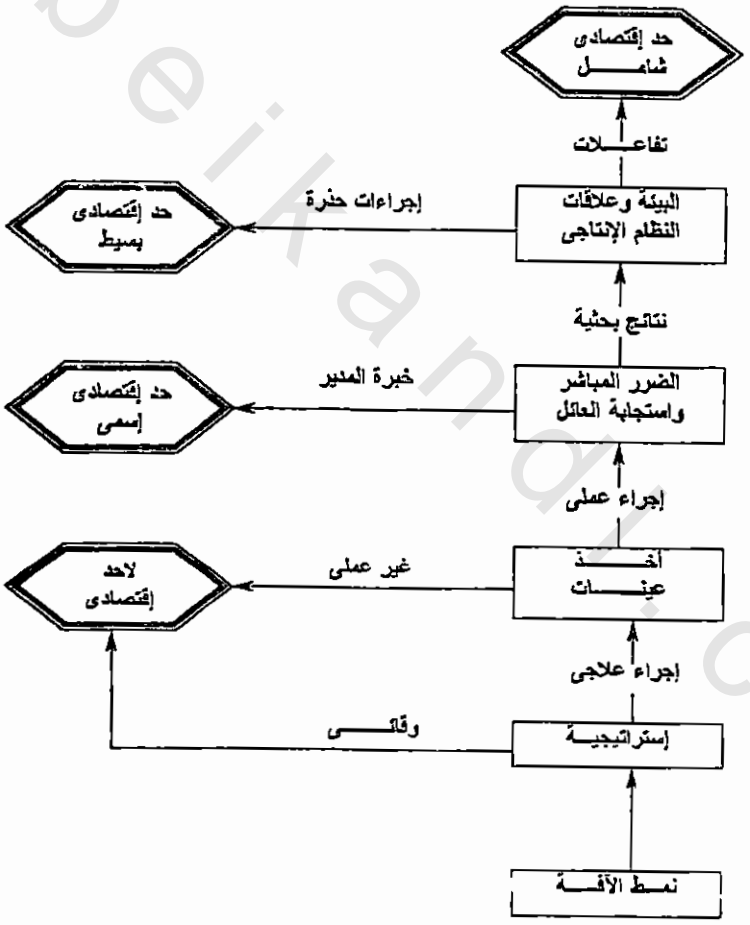
٢- فى حالة ما إذا كان الإستجابة لعلاج المشكلة لا يمكن أداؤها فى الوقت المناسب.

٣- فى حالة ما إذا كان علاج المشكلة لا يمكن إجراؤه فور اكتشافها.

٤- فى حالة الـ ET المنخفض والذى لا يمكن قياسه كما فى حالات الفقد فى النوعية و نقل الامراض.

٥- فى حالة العشائر الكثيفة والمستوى العام لكثافتها دائماً فوق الـ EIT.

وسيلة الإدارة فى مثل هذه الحالات عادة ما يجب أن تعتمد على الوقاية عن العلاج. وعندما تستخدم المبيدات لأجل الوقاية تكون القاعدة هى جدولة المعاملات تبعاً للتاريخ التقويمى أو عملية زراعية. والبرامج الأكثر تقدماً قد تتنبأ بتواريخ المعاملات بإستخدام موديلات الدرجة – اليوم Degree – day models وأنظمة لبرامج فى الكمبيوتر.



شكل ٥٥: رسم تخطيطى عن الأقسام المستخدمة للحدود الإقتصادية

٢- حدود إسمية Nomial thresholds

يمثل هذا القسم قواعد القرار التى تعلن على أساس خبرة مدير إدارة الآفات. وكانت من الناحية التاريخية أول الحدود الإقتصادية التى إستخدمت ومازالت الوسيلة النمطية الأكثر تكراراً خاصة فى الدول النامية أو التى تفكر فى خفض كميات المبيدات ومن الشائع للحدود الإقتصادية الأسمية أن توضع بواسطة علماء حشرات متمرسون فى قسم خدمات الإرشاد الزراعى وتنتشر فى دوريات توصيات المبيدات. ومثل تلك المستويات والتى قد تستخدم فى مناطق واسعة تميل لأن تكون مستقرة Static لا تتغير مع التغيرات فى المتغيرات السابقة الذكر. وبالرغم من أنها تتعرض للنقض أحياناً لأنها لم تبنى على بحث علمى دقيق إلا أن الحدود الأسمية خطوة متقدمة أحسن من لا شئ بسبب أن قواعد القرارات تميل لان تكون متحفظة (بمعنى أن الخطأ ينحصر فى جانب أخذ إجراء المكافحة عندما لا تكون هناك حاجة لها) وإستخدامها نتج عنها تطبيقات أقل للمبيدات الحشرية.

٣- الحدود الإقتصادية البسيطة Simple thresholds

لقد تم وصف هذا النمط من الحدود الإقتصادية فى بداية هذا الفصل. وترتكز هذه المستويات على الـ EILs المحسوبة والتى نشئت من متوسط إستجابات العائل للضرر Injury المتسبب عن حشرة ما. والمعلومات الخمس الرئيسية التى تستخدم فى حساباتها هى قيمة السوق، تكاليف الإدارة، الأنسجة التالفة (أو الفقد Damage الموجود) لكل حشرة والخفض فى المحصول (أو نوعيته) لكل نسيج تالف وكمية الفقد Damage المتجنب. ومثل تلك المستويات قد تطبق بإستخدام معادلة بسيطة لعمل الحسابات وجداول إستشارية التى تراعى المتغيرات الداخلة أو بإستخدام آلات حاسبة مبرمجة أو كمبيوتر شخصى. وبالرغم من أن تلك الحدود الإقتصادية قد تشكل أفضل الممارسة العملية المتاحة الآن إلا أنها عادة ما تفشل فى مراعاة التفاعلات الممكنة لعدة آفات والتغيرات فى بيئة المحاصيل المنزرعة التى تؤثر فى القرارات.

٤- الحدود الإقتصادية الشاملة Comprehensive Thresholds

مستويات القرارات فى هذا القسم مازالت تحت التطوير. ولقد إكتمل

حديثاً الدراسات الحشرية التى تحمل عناوين تأثير الحشرات علـــى الإجـهاد النبـاتى Plants stress والتى تتضمن أيضاً عوامل الطقس فى حساب الـ EILs. وللوصول إلى حدود إقتصادية شاملة للمحاصيل يلزم ذلك تفهم عميق للعـائل النبـاتى وتفاعلـه مـع الضغوط المجتمعة Combined stressors التى تشمل كـلاً مـن الضغـوط الحيويـة والفيزيائية. ويتضمن مثل هذا التفهم تقدير كمى لمثل تلك الضغوط كنسب فقد من المـادة الجافة خلال موسم النمو وليس قياس بسيط فقط للمحصـول كمـا كـان يجـرى فـى الماضى. وبهذه الطريقة فقط يمكن تفهم تأثيرات عشيرة معقدة للآفة Pest community ووضع حدود إقتصادية فى سياق النظام الإنتاجى الكلى. وربما ترتكـن فـرص نجـاح وضع تلك الحدود على عاتق التقدم فى برامج الكمبيوتر وتغذيتـها بنتـائج المحصـول المنزرع.

ب- حدود مفهوم الـ EIL: Limitation of the EIL concept

بالرغم من أن المستويات الإقتصادية التى نوقشت إستخدمت على أسـاس عملـى لأكثر من ٣٥ عاماً إلا أنها ليست دون عوائق. ويتعلق قصورهـا بأنمـاط الآفـات أو الضرر Injury ونمط وسيلة الإدارة (المكافحة) المختارة والمتطلبات البحثية والرغبـة فى إدخال معلومات متعددة فى عمل القرارات.

فى بداية عهد برامج الـ IPM كانت تقديرات المستويات الإقتصادية الغير دقيقـة أكثر شيوعاً. فغالبية تلك التقديرات لم يتحصل عليها تجريبياً. ولكنـها وضعـت علـى أساس عمليات الخبرة الطويلة الأمد فى الزراعـة "Nominal thresholds" أو إختيـار إعتباطى أو تقديرات إستخدمت فى مناطق أخرى ومقاييس مشابهة غير سليمة. ومثـل هذا التحديد يقلل كثيراً من فاعلية البرنامج. ولقد أوضح التـاريخ أن كثـير مـن قيـم المستويات الإقتصادية إرتفع تقديراتها عند توافر معلومات إضافية خاصـة بتحديـدات أكثر دقة للمستويات المسببة للضرر وظهر أن الحدود الإقتصادية السابقة غير حقيقيـة كما ظهر أن تطبيق المبيدات فى مثل تلك البرامج كان مبكراً جداً إذا قورن بالمسـتويات الإقتصادية التى وضعت على أسس سليمة. ومن أمثلة ذلك المستوى الإقتصادى لـدودة اللوز فى القطن فى الولايات المتحدة الغربية الجنوبية بأمريكا فمع توالى البحث إرتفـع

مستوى المعاملة من ٤ يرقات ديدان لوز لكل ١٠٠ نبات إلى ١٥ يرقة صغيرة لكل ١٠٠ نبات ولم تدخل اليرقات الكبيرة فى الحسبان لعدم إمكانية مكافحتها بالمبيدات المتاحة.

هناك عوامل كثيرة تؤثر فى إستخدام المستويات الإقتصادية. إثنان من تلك العوامل ربما لهما تأثيرات عكسية فى تفكير المزارع: (١) التنظيمات الخاصة بالدولة التى تضع حدود للمساعدة فى تكاليف المكافحة (٢) التغيرات الشديدة فى أسعار المبيدات فى السوق العالمى. والقطن مثال ممتاز لكلا العاملين فالإعانة الحكومية فى أمريكا لتكاليف المكافحة جعلت المزارعين أكثر تحملاً للإصابة الحشرية فى محاصيلهم ولكن عندما إرتفعت أسعار القطن فى عام ١٩٧٣ فإن نفس المزارعين إستخدموا المبيدات عند أقل مؤشر لوجود الآفات فى الحقول أى أهملت المستويات الإقتصادية. وبصرف النظر عن كثرة المعاملة بالمبيدات فى حقول القطن بغرض حماية كل لوزة فإن المحصول لم يزد ما لم تتعدى عشائر الآفات المستويات الإقتصادية.

والمخاطر المتعلقة بالفقد المرتبط بالآفات نتج عنه فى كثير من الحالات معاملات وقائية ولكن تؤدى زيادة المعلومات عن ايكولوجى الآفة لتعزيز القدرة على التنبؤ بالإصابات الحشرية الضارة Damaging infestation إلى الوصول إلى إتجاه واقعى أكثر فى تطبيق طرق المكافحة السريعة مثل المبيدات. ومع ذلك هذه الحالة عرضة للتغير نتيجة عدة عوامل منها الحاجة إلى كل التطبيقات – تغير وضع الآفات – المقاييس الخاصة بالسوق – التأثيرات الطويلة الأمد مثل مقاومة الحشرات للمبيدات والإضرار بالانواع النافعة – والطرق البديلة السريعة التأثير المتاحة والمنافسة للطرق الأخرى.

لتوضيح العامل الأول وهو الحاجة إلى كل التطبيقات دعنا ندرس وضع القطن فى أمريكا عام ١٩٦٦ حيث إستخدم المزارعين ٤٦,٩ مليون رطل من المبيدات على القطن والذى يقدر بـ ٤٧% من إجمالى المبيدات الكلية التى إستخدمها المزارعين فى هذا العام ولكن أظهر البحث أن وقت التطبيق المناسب وإستخدم المبيد الفعال والجرعة السليمة وإستخدام المستويات الإقتصادية تؤدى إلى تقليل كمية المبيدات المطلوبة إلى النصف تقريباً. وإذا أمكن عمل ذلك على نطاق واسع فإن فوائد عظيمة ستصاحب

تطبيق الـ IPM خاصة فيما يتعلق بتوازن أفضل للحشرات النافعة مع عشائر الآفات. وتوال المعلومات سيسمح بإستمرارية فى تهذيب المستويات الإقتصادية يتبعه دقة أكثر فى إستخدام المبيدات وهذا سيسمح بالتالى لخيارات أكثر إتساعاً فى إدارة عشائر الآفات.

هناك مثال أخر يوضح العامل الخاص بالحاجة إلى كل التطبيقات ففى سنوات السبعينات عندما أصبحت دودة اللوز القرنفلية مشكلة عامة فى أريزونا بدأ المزارعين تطبيق المبيدات الحشرية مع ظهور أول علامة لنشاط الحشرات وإستمرار برنامج الرش حتى نهاية الموسم (١٩ تطبيقاً من المبيدات) وأظهر البحث رغم أنه كانت هناك حاجة للقطن لبعض الحماية ولكن ليس بهذا العدد من تطبيقات المبيدات. حيث وضح أنه عند إستخدام الحد الإقتصادى الذى يمثل ١٥% نسبة إصابة باللوز إنخفض تطبيق المبيدات تقريباً إلى النصف وأمكن الحصول على نفس كمية محصول القطن. حيث سمح تفهم ديناميكيات عشائر دودة اللوز القرنفلية بعشرة تطبيقات فقط من المبيدات بعد أن كانت ١٩ وذلك عندما تحدد برنامج الرش على أساس المستوى الإقتصادى. ويمكن تحسين المستويات الإقتصادية لتعزيز برامج الـ IPM عن طريق: (١) وضع مستويات ديناميكية (٢) إدخال مرحلة النمو النباتى فى الحسبان (٣) ومرحلة الوقت فى موسم المحصول (٤) صنف المحصول (٥) المناخ المحلى (٦) إجمالى عمليات الإدارة الخاصة بالمحصول.

لقد فشلت المستويات الإقتصادية فى الأخذ فى الإعتبار تأثير العوامل الخارجية المختلفة التى تشمل دور الأعداء الطبيعية والمقاومة للمبيدات الحشرية وتأثيرات إجراءات المكافحة فى الحقول المجاورة. وبالرغم من ذلك تتسم المستويات الإقتصادية وخاصة الـ EIL بالبساطة فى التعامل معه ويعتمد على ما يتاح من قيود أخذ القرار والذى يمكن أن يفهم ويدرك بسهولة نسبية.

مستويات القرارات لإدارة بعض أنماط الآفات لا يمكن أن تحدد بـ EILs. فليس كما سبق القول لكثير من الناقلات vectors والآفات الطبية والآفات البيطرية والممرضات فى العادة علاقات كمية بين الفقد damage والضرر injury وبالتالى ليس من السهل حساب الـ EILs لها. فالحد الحرج ET فيما يخص الحشرات الناقلة

لأمراض النبات أو الحيوان منخفض جداً بمعنى أنه يجب إتخاذ إجراءات المكافحة بمجرد رؤية مثل تلك الحشرات. كما أن الفيرس الذى يشكل تهديد للمحاصيل وللحيوانات الزراعية والذى ينتشر خلال ناقل حشرى يتطلب ترقب دائم لظهور الناقل ولوجود الفيرس وتتخذ إجراءات الوقاية عند أول تواجد لأى من الناقل أو أعراض المرض. وفيما يخص الأمراض الخطيرة جداً والتى فى الغالب ما تتعلق بصحة الإنسان تتخذ إجراءات الوقاية فى الحال وذلك لأنه لا نستطيع أن نضع "قيمة سوقية" لصحة وحياة الإنسان ولذا فإنه من المستحيل عملياً وضع حد إقتصادى لمعظم الآفات الطبية.

وتحد أيضاً الإعتبارات الإقتصادية من قدرتنا لإستخدام EILs للآفات الكريهة الوجود لدى الإنسان Aesthetic pests. فمن الصعب جداً وضع قيمة نقدية على الخفض فى القيمة الجمالية "Aesthetic value" المرتبطة بالنمط الموجود لضرر injury الآفة. وعادة ما تكون أى قيم مقدرة غير موضوعية والتى تحد من نفعها فى حساب الـ EILs.

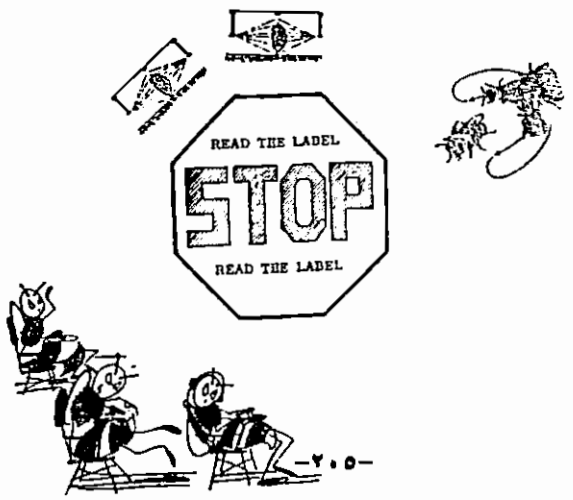
توجد مشكلة مشابهة مع آفات الغابات. فقليل من آفات الأنواع الخشبية مثل أشجار الفاكهة وأشجار الكريسماس قد يسهل تقدير الـ EILs لها. ومع ذلك آفات الغابات ليست سهلة فى هذا المجال. فيصعب تقريباً تقدير جميع مكونات الـ EILs لحشرات الغابات بسبب مشكلة قيمة السلعة التى يجب وضعها لعدة سنوات قادمة. كما أن تكاليف الإدارة قد تختلف كثيراً من سنة لأخرى ويجب أن تشمل دائما تكاليف بيئية وإجتماعية أكثر من برامج إدارة الآفات الأخرى. بالإضافة إلى أنه قد يصعب تحديد علاقة إستجابة المحصول للضرر الحشرى response Injury/Crop بسبب أن دورات نمو المحصول تستغرق سنوات كثيرة.

لبعض الآفات علاقة كمية مع المحصول ولكن لا تزال صعبة فى إدارتها بـ EILs. فالكائنات الدقيقة الممرضة للنباتات رغم أنها ليست حشرية إلا أنها مثال جيد لهذا المأزق. فخفض المحصول الناتج بواسطة كثير من الممرضات يكون ذات علاقة كمية عادة مع عدد الممرض. ومن سوء الحظ أخذ العينات والتقدير الكمى لعدد أو كمية هذه الممرضات غير عملى. وعلى ذلك فالآفات التى فيها أخذ العينات

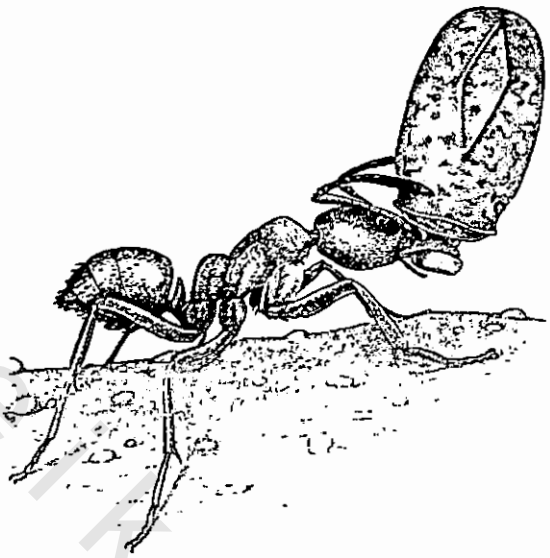
إقتصادياً تصلح فى التحديد العملى للـ EILs. علاوة على ذلك فى العادة ما تكون وسائل الإدارة لهذه الممرضات وقائية أكثر وليست علاجية ولذلك قد لا تكون هناك أهمية فى تحديد ما إذا كانت أو لا تكون عشيرة الآفة عند الـ EIL بعد العدوى خاصة إذا كانت اختيارات الإدارة المتاحة يجب أن تطبق فقط قبل العدوى.

فى الحقيقة يظهر المثال الأخير تحديد هام للـ EILs. فكما لاحظنا أن تطور مفهوم الـ EIL يهدف فى الأساس إلى خفض إستخدام المبيدات الحشرية. وبالتالى فإن كلاً من الـ EIL و ET يمكن أن تكون أكثر ملائمة فى الإستخدام عند عمل إجراء إدارى علاجى واحد. وهى أيضاً مفيدة مع بعض الوسائل الجديدة لقتل الحشرات مثل المبيدات الحشرية الميكروبية ومنظمات النمو الحشرية ومع ذلك هذه الوسائل تستخدم مشابهة للمبيدات الحشرية التقليدية. والـ EILs ذات إستخدام محدود مع المقاييس الوقائية مثل مقاومة النبات العائل للحشرات ومعظم أشكال الإدارة الإيكولوجية.

وأخيراً قد يظهر عدم ملائمة الحدود الإقتصادية عند وجود عدة آفات متنوعة مثل تلك التى تسبب أنواعاً مختلفة من الضرر حيث قد تمثل عوائق خطيرة عند محاولة إستخدام مفهوم الـ EIL. ومع ذلك إذا نتج عن أضرار Injuries آفات مختلفة إستجابة مماثلة فى العائل أى تعطى نفس الفقد Damage وأمكن وضعها فى أساس عام أو إذا كانت التأثيرات المختلفة للضرر إضافية فى طبيعتها فإن المفهوم قد يطبق لمعقد من الآفات. والمقدرة فى إدارة القرارات الخاصة بالمعقد الآفى (عديد من الآفات فى محصول واحد) تشكل جزء هام فى الإدارة المتكاملة للآفات Integrated Pest Management.



obeikandl.com



تابـع

الوحـــدة الثانيـة

القواعد الأساسية التى يستقر عليها نظام إدارة الآفات

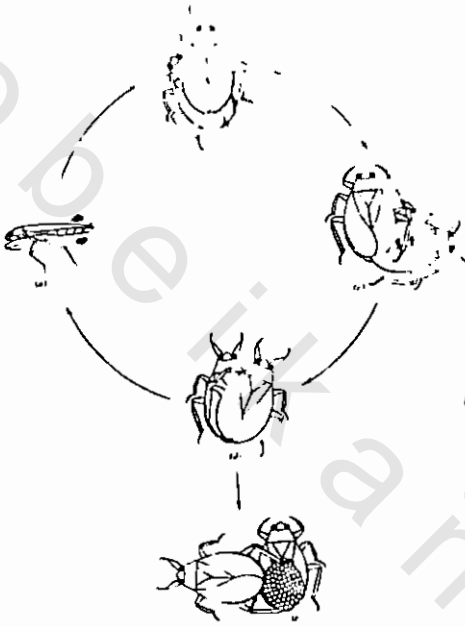
الفصل السادس: بيولوجى وإيكولوجى الحشرات

تنتهى الوحدة الثانية بعرض للقاعدة الأساسية الرابعـة فـى إدارة الآفات الحشرية فى الفصل السـادس عـن بيولوجـى وإيكولوجى الحشرات وهى معلومات هامة فى وضع القرارات ذات الخلفية الايكولوجية السليمة كما يستعرض أهمية تعريف وتقسيم الحشرات وتركيب الحشيرة وكيفيـة اختيـار المبيـد الحشرى ثم المعالجة البيئية وأخيراً السلوك الحشرى وأهميته فى مجال إدارة الآفات.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس: بيولوجى وإيكولوجى الحشرات
Insect biology and ecology



تشكل الحشرات و لأكاروسات مواضيع الإهتمام فى أى برنامج للـ IPM. وسيؤدى دراسة الآفة نفسها إلى المعلومات المهمه لمطلوبة وهى: ١- ما هى؟ ٢- متى وأين تتواجد؟ ٣- ما هو دورها وتأثيرها؟ ٤- علاقتها بالأنواع الأخرى من الحشرات فى البيئة؟ مثل هذه المعلومات أساسية والاكاروسات لأى نمط استراتيجى للمكافحة يضمن آفات اقتصادية فى أى نظام بيئى زراعى خاصة عندما تشمل الاستراتيجيات اتجاه معقد فى الإدارة المتكاملة للآفات الحشرية.

أولاً: تعريف أو تقسيم الحشرات
Insect identification or insect taxonomy

دعنا ندرس أهمية الحشرات أو تقسيم الحشرات فى مجال المكافحه. عندما تظهر فجأة آفة حشرية جديدة سواء أكانت جديدة فى المنطقة أو جديدة للشخص آخذ العينة فإنه من المهم جداً معرفة ماهية هذه الحشرة بالضبط وبأسرع ما يمكن ونسب الحشرة إلى مجموعتها مثل فراشات من عائلة Noctuidae أو بق نباتى من عائلة Miridae وسيساعد ذلك كثيراً حيث سيمثل نقطة البداية فى كيفية إدارة المشكلة. وكمرحلة أولى يمكن مراجعة المعلومات المتاحة عن الأنواع القريبة منها لأخذ فكرة قريبة عن البيولوجى والايكولوجى الخاص بها ثم فى النهاية علاقة الوضع التقسيمى الصحيح لها مع المجموعة التى نسبت إليها. وإذا شكلت الحشرة فى هذا الوقت تهديد للمحصول فإنه يجرى صدها مقاييس المكافحة الدجة التى تتحد مع الأنواع القريبة منها. وهذه قد

تظهر مشاكل حقيقية نتيجة إستخدام مبيد غير ملائم لعدم الوصول إلى التعريف الصحيح للآفة. ومن المشاهد السيئة التى قد تظهر عند فحص النباتات عقب تطبيق المبيدات لمكافحة الحشرات على المحصول أن الحشرات التى تم مكافحتها هى ليرقات خنافس أبى العيد أو حشرات أخرى نافعة.

هناك أمثلة عديدة توضح أهمية تعريف الحشرات فى الاستراتيجية الناجحة لمكافحتها. فالتعريف الخاطئ لآفة ما قد ينتج عنه البحث عن طفيليات ومفترسات فى بلاد أخرى غير الموطن الأصلى للآفة.

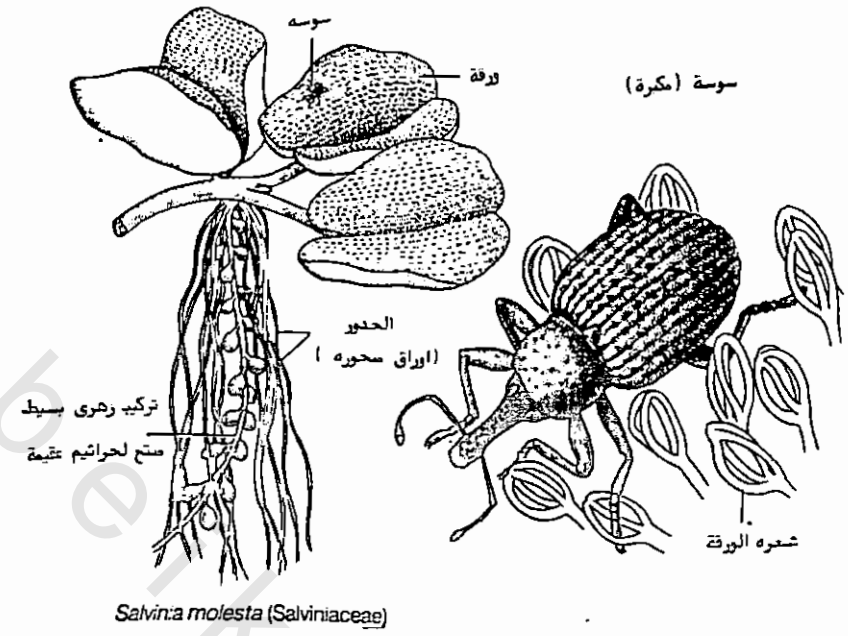
لقد أدى التعريف الخاطئ لنافق أوراق البنجر فى أمريكا وتسميته *Eutettex tenellus* إلى البحث فى الموطن الأصلى لهذه الآفة فى أمريكا الجنوبية. وأدى الفشل فى مكافحتها إلى إعادة دراستها ووجد أن هذه الآفة تتبع جنس آخر وهو *Circulifer* الذى موطنه منطقة حوض البحر المتوسط فتمكن الباحثون من الإهتداء إلى أعداء طبيعية مؤثرة على الآفة.

لقد تعثرت المكافحة البيولوجية لعديد من الآفات الهامة فى كاليفورنيا لعديد من السنين للفشل فى تعريف الاختلافات فى الطفيليات القريبة من بعضها فى الموطن الأصلى للآفة. فالطفيليات كما هو الحال فى الحشرات الأخرى الأنواع المستترة فيها sibling species تعنى أنواعاً متشابه جداً مورفولوجياً أو تقريباً متماثلة. ولعدم التعرف على تلك الأنواع لم يتم استيراد الأنواع الأكثر أقلمة على الآفة وظن العلماء أن مثيلتها موجود فى كاليفورنيا عقب اهتداء الباحثين إلى التفريق بين تلك الطفيليات وغيرها الموجودة فى كاليفورنيا أمكن إدخال الطفيليات المؤثرة وتحسنت مشاريع المكافحة البيولوجية.

نبات الكسافا *Manihot esculeuta* محصول غذائى رئيسى لنحو ٢٠٠ مليون أفريقى. سجل فى عام ١٩٧٣ نوع جديد من البق الدقيقى يهاجم الكسافا فى وسط أفريقيا. وسمى البق فى ١٩٧٧ بـ *Phenacoccus manihot* وانتشرت الآفة بسرعة حتى بداية الثمانينيات وسببت خفض فى الإنتاج بلغ نحو ٨٠% فى أفريقيا كلها. واعتقد أن موطن الآفة هو موطن الكاسافا (الأمريكيتين). وجد فى ١٩٧٧ حشرة مشابهة فى

وسط وشمال أمريكا الجنوبية ومرتبط بها بعض الطفيليات. وعند استخدامها فى المكافحة البيولوجية فشلت تلك الطفيليات فى التكاثر على البق الدقيقى الأفريقى. وعندما إنتبه علماء التقسيم أن العينات التى جمعت تحوى نوعان من البق الدقيقى متشابهان مورفولوجياً وأن النوع الذى يهاجم نبات الكاسافا فى أفريقيا موجود فى وسط أمريكا الجنوبية وليس فى شمالها. وعندما وجه البحث عن الأعداء الحيوية فى هذه المنطقة وجد أخيراً البق الدقيقى الحقيقى فى حوض براجواى ومعه طفيل أنسرتيدى *(Apoanagrus lopezi)* وقدم الطفيل مكافحة بيولوجية فعالة عند إطلاقه فى نيجيريا وتوطن فى ١٩٩٠ بنجاح فى ٢٥ بلد أفريقى وانتشر فى أكثر من ٢,٧ مليون كم^{٢}. ويعتبر الآن البق الدقيقى تحت السيطرة الفعاله بهذا الطفيل فى المناطق التى يغطيها من أفريقيا. ورغم معرفة أصل الحشرة الإستوائى عندما حدث فوران لها أول مرة فى علم ١٩٧٣ إلا أن الدراسة التقسيمية التفصيلية عن النوع لم تكن كافية ولذا توجه البحث عن البق الدقيقى وأعدائه إلى مناطق خاطئة لثلاث سنوات. وعرفت الدراسة التقسيمية المكان الدقيق للآفة وأدخل الطفيل الفعال ووفر هذا الطفيل تكاليف المكافحة الباهظة التى كانت تقدر بـ ١٤,٦ مليون دولار. وعلى العكس أدى التعريف الدقيق للنوع إلى فائدة سنوية تقدر بـ ٢٠٠ مليون دولار ومن المرجح أن تزداد فى المستقبل مع تحرك الطفيل لمناطق أخرى.

ومن الأمثلة المشهورة جداً نبات السالفينيا salvinia *(Salvinia molesta)* الذى تسبب الإنسان فى إنتشاره فى كثير من البحيرات الاستوائية وتحت الإستوائية والأنهار والقنوات فى أنحاء العالم المختلفة (شكل ٥٦). وأدى غياب الأعداء الطبيعية للنبات المائى فى المناطق التى وصل إليها خارج موطنه الأصلى إلى السماح له باحتلال سريع لمساحات شاسعة من المياه العذبة. وأصبحت السالفينيا حشيشة خطيرة حيث أغلقت الممرات المائية تماماً وعطلت سريان الماء وأربكت حياة الناس الذين يعتمدون على تلك المياه فى النقل والرى والغذاء. وهذه المشكلة كانت خطيرة جداً فى أجزاء من أفريقيا والهند وجنوب شرق آسيا وأجزاء أخرى. وكانت هناك مكافحة محدودة عن طريق الإزالة اليدوية والميكانيكية المكثفة وإستخدام مبيدات الحشائش ورغم ذلك إحتل النبات فى ١٩٨٠ نحو ٢٠٠٠ كم مربع من المسطحات المائية التى تغطت تماماً بواسطة هذا النبات الدخيل. وأمكن التعرف على المكافحة البيولوجية الفعالة فى سنوات ما بعد ١٩٨٠ حيث أمكن إحراز نجاح باهر فى معظم الأماكن التى يوجد فيها النبات.



شكل (٥٦) استخدمت سوسة *Cyrtobagous salviniae* فى المكافحة البيولوجية لنبات الـ *Salvinia* المائى.

الحشرة المسئولة عن المكافحة البيولوجية لهذا النبات هى سوسة (Curculionidae) تسمى *Cyrtobagous salviniae*. ولقد فشلت البرامج الأولى للمكافحة البيولوجية لمشاكل متعلقة بالإدراك التقسيمى السليم لهذه الحشرة وللحشيشة. ففى ١٩٧٢ أعتقد أن الحشيشة هى *Salvinia auriculata* وهى نوع موطنه أمريكا الجنوبية يتغذى عليها سوسة *Cyrtobagous singularis* وحتى عندما عرف الوضع التقسيمى السليم لها وعرفت كـ *S. molesta* ظلت المشكلة كما هى حتى عام ١٩٧٨ حيث إكتشف موطنها الأصلى فى شرق البرازيل واعتقد أن السوس الذى يتغذى عليها فى البرازيل هو نفسه الذى يتغذى على *S.singularis* والذى ثبت غير ذلك بالدراسات التقسيمية المتقدمة وعرفت بـ *C. salvinia* وإنتهت مشكلة الحشيشة المائية وقدمت الحشرة فوائد إقتصادية وبيئية هائلة ومنح الفريق المسئول عن البحث الايكولوجى الذى قاد إلى مكافحة هذا النبات المائى جائزة علوم اليونسكو فى عام ١٩٨٥ ولقد كان لعلماء التقسيم جهد أساسى فى تعريف كل من النبات والحشرة.

فى مصر ــ لا يمكن الاعتماد على المجموعات الحشرية والمختصين فى جمعية الحشرات المصرية ووزارة الزراعة وكليات الزراعة والعلوم فى تعريف بعض أنواع الحشرات (توفيق ١٩٦١) إذ لا يزال كثير منها غير معروف لدينا مما يضطرنا إلى الاعتماد فى أغلب الأحيان على الهيئات الدولية فى التأكد من حقيقة أنواعها. ويشكل تعريف الأنواع المختلفة من الحشرات (الآفات الإقتصادية وغير الاقتصادية) وما يرتبط بها من أعداء طبيعية خاصة الطفيليات حجر الأساس عند اختيار المكافحة البيولوجية ضمن اختيارات الإدارة المتكاملة للآفات ويؤدى التعريف الخاطئ الى إستخدام مبيد غير مناسب فى مكافحة الآفة أو إلى برنامج مكافحة بيولوجية غير ناجح وبالتالى إلى قصور فى الإدارة المتكاملة للآفات. وللأسف لاحظ المؤلف تَسيب كبير فى ذكر أسماء عملية (خاصة فى مجال الطفيليات) فى كثير من الأبحاث الحديثة فى مصر دون الاستعانة بمختصين فى هذا المجال وهذا يشكل كارثة علمية وضياع للمجهود العلمى كما سيؤدى إلى تنامى مشاكل أكثر فى مجال مكافحة الآفات ونشر أبحاث علمية تفتقر إلى المصداقية.

ثانياً: تركيب العشيرة Population structure

من المهم معرفة تركيب عشيرة الآفة وعلاقة ذلك بطفيلياتها. وترجع أهمية عشائر الآفة إلى أن الآفة "العائل" قد يكون صالح فى طور فقط أو طوران من أطوار نموه لحياة الطفيل لذا من المهم وجود توافق دقيق بين دورات حياة العائل والطفيل لكى يصبح الأخير مناسب فى مكافحة العائل. فالطفيل الأفيلينيدى *Metaphycus helvolus* عامل مكافحة فعال ضد حشرة الموالح السوداء القشرية *Saissetia oleae* فى الجزء الجنوبى الساحلى من كاليفورنيا وأقل فاعلية ضد نفس الآفة فى وسط كاليفورنيا. وكان التركيب السنى لعشيرة الحشرة القشرية فى المنطقة الأولى يتضمن جميع الأعمار فى أى وقت بينما فى المنطقة الثانية كان التركيب السنى لعشيرة الحشرة يشمل طور أو طوران من أطوار نمو الآفة فى أوقات معينة من السنة لذا لا يستطع الطفيل أن يتكاثر فى هذه الأوقات فينخفض تعداد عشيرته ومن هذه المعلومات أمكن توفير عائل نباتى بديل للآفة وهو نبات التفله الذى تنمو عليه نفس الآفة ويتميز النبات بقربه من سطح الأرض فتواصل الآفة النمو طوال السنة وبذا أمكن رفع كفاءة الطفيل بزراعة نباتات

التقله حول حقول الموالح لتوفير الأطوار المناسبة من العائل للطفيل على نبات التقله عند غيابها على المحصول الأصلى

ثالثاً: إختيار المبيد الحشرى Choosing an insecticide

لقد أدى فوران ديدان اللوز الأمريكيه *(H zea)* فى عام ١٩٧٢ على القطن فى أريزونا إلى أهمية التفرقة بين الأنواع القريبة جدا من بعضها. حيث طبق المزارعون المبيدات ولم يتحصلوا على درجة المكافحة المتوقعة لديدان اللوز. وأظهر الفحص الميكروسكوبى لليرقات أن الحشرات هى فى الحقيقة دودة براعم الدخان *H. virescens* وهى آفة معروف عنها أنها أكثر صعوبة فى المكافحة عن الآفات الأخرى القريبة. وأدى رفع التركيز الى تخفيف مشكلتها. وأظهرت الدراسات المعملية أن هناك اختلاف كبير فى الحساسية للمبيدات بين الآفتين وأن دودة براعم الدخان قد تحتاج إلى ما يقرب من ضعف الجرعه اللازمة لقتل الآفة الأولى. نفس المشكلة حدثت مع دودة اللوز الأمريكية *H.zea* ودودة ورق البطيخ *H.nubigera* رغم إنتماؤهم لنفس الجنس حيث الآفة الثانية أكثر تحمل من الأولى ويرقات النوعان تتشابه كثيراً معاً. إن اتخاذ قرار بإستخدام مبيد معين مبنى على تعريف علمى خاطئ للآفة قد يسبب مشاكل اقتصادية كبيرة. وقد يؤدى التعريف الخاطئ إلى التوصل إلى معلومات عن آفة أخرى. وعلى ذلك فالتعريف العلمى الصحيح كما سبق القول مهم فى إدارة الآفة فى:

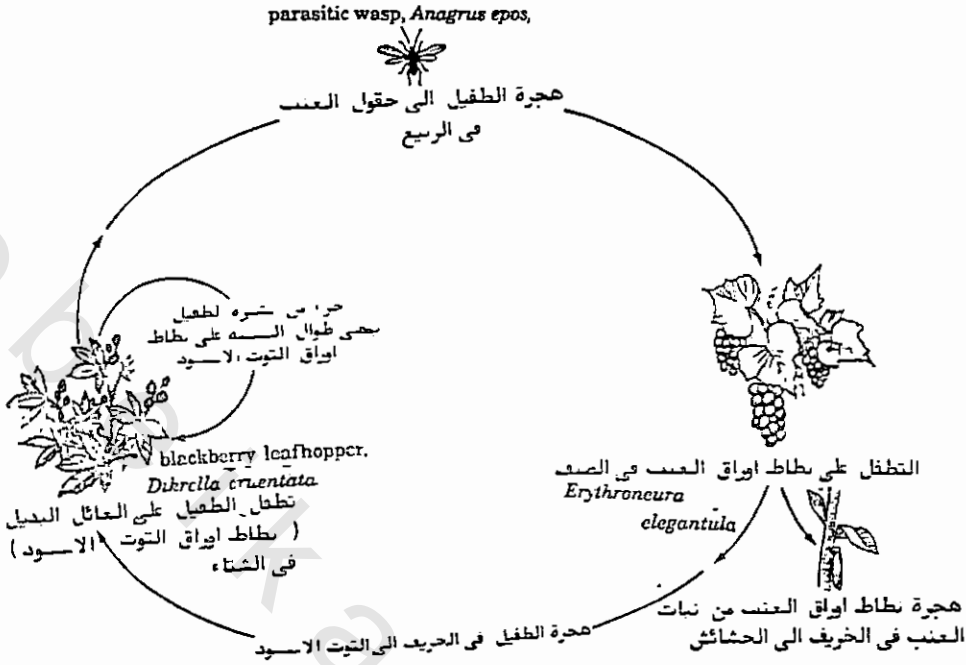
١- يساعد فى جهود المكافحة البيولوجية.

٢- يمدنا بالأسس التى على أساسها يمكن إختيار المبيدات أو تركيز المبيد المناسب خاصة إذا كان هناك حاجة لاستخدام المبيدات.

رابعاً: تعزيز المكافحة البيولوجية To enhance biological control

لتعزيز تكاثر الأعداء الطبيعية وبالتالى كفاءة المكافحة البيولوجية قد تستخدم مناطق مجاورة كمفرخ حقلى للحشرات مثل توفير عائل بديل هام للطفيل. فعن طريق دراسة ايكولوجى وبيولوجى الطفيل *Anagrus epos* (شكل ٥٧) الذى يهاجم نطاط أوراق العنب *Erythroneura elegantual* أمكن تعزيز نشاط وفاعلية الطفيل.

حيث لوحظ أن نطاط أوراق العنب يشكل آفة رئيسية فى بعض أوديـــة كاليفورنيـا وهى San Joaquin و Sacrameno. ولكن نفس الآفة لا تتطلب أية مكافحـــة فـــى أودية Sonoma و Napa حيث يهاجم بيض هذه الآفة بواسطة طفيـــل محلـــى لـــه القدره على أداء مكافحة إقتصادية لعشائر الآفة نتيجة للنشاط المستمر للطفيل فـــى حدائق العنب طوال موسم النمو ويكاد يستأصل الجيل الثالث لنطاط أوراق العنـــب والذى يشكل الجيل الأكثر ضرراً. ووجد فى هذه الأودية الأخيرة أن نطـــاط أوراق العنب يقضى الشتاء فى طور الحشرة الكاملة. لذا لا يتواجد بيـــض متـــاح لطفيـــل البيض *A. epos* ويصبح الطفيل غير قادر أن يبقى فى حدائق العنب طوال الشـــتاء. لذا يترك حدائق العنب ويذهب إلى حشائش مجاورة هى نباتات التوت الأسود البرى ويمضى الشتاء على بيض نطاط آخر أقل أهمية لا يدخل فى بيات شـــتوى وهـــو نطاط أوراق التوت الأسود *Dikrella cruentata* . حيث أن حدائـــق العنـــب فـــى Sonoma, Napa تحاط بالتوت الأسود لذا فإن نطاط أوراق العنب لا يشـــكل آفـــة تستدعى معاملة كيماوية. بينما الطفيل فى حدائق العنب بوادى San Joaquin عليـــه أن يرحل بعيداً للبحث عن عائل بديل حتى يتاح له بيض عائله الأصلى أثناء أشـــهر الصيف ويتضح إذن أن نطاط أوراق العنب فى San Joaquin أصبح آفـــة بإهمـــال غير متعمد بوجود حاجز زمنى ومكانى بين نطاط أوراق العنب والمصـــدر الـــذى يمضى فيه الطفيل الشتاء. وبينما يقضى نطاط أوراق العنب كل الشتاء فى حدائـــق العنب فإن على عشيرة الطفيل أن تمضى الشتاء على نطاط أوراق التوت الأســـود الذى يبعد أميال من حدائق العنب. لذا عمل على زراعة التوت البرى فى أو بالقرب من حدائق العنب للوصول إلى توافق أفضل بين الطفيل وعائله للوصول لمكافحـــة إقتصادية أفضل. هذا يوضح أنه قبل التوصية بإزالة حشيشة معينة يجب أن تتبع من دراسة عن ما يرتبط بهذه الحشيشة من حشرات ضارة ونافعة. فقـــد تعمـــل تلـــك الحشيشة كعائل بديل هام لرفع فاعلية الأعداء الطبيعية فى محصول هام.



شكل (٥٧): أهمية التوت الأسود (حشيشة) لحياة وفاعلية طفيل نطاط أوراق العنب

خامساً: السلوك الحشرى Insect behaviour

هناك مثال يوضح أن طريقة المكافحة تتأثر بالاختلافات فى سلوك النموع أو سلوك سلالات نفس النوع الحشرى. ففى حالة عمليات المكافحة الزراعية لليرقات الساكنة لفراشة اللوز القرنفلية وجد أن يرقات الحشرة فى تكساس تمضى الشتاء فى بذور القطن أو فى اللوز ولكن وجد فى أريزونا أن نسبة كبيرة (نحو ٥٠%) من عشيرة الحشرة تترك اللوز أو البذور وتغزل شرانق حرة فى التربة. وبالتأكيد فإن العمليات الزراعية لمكافحة اليرقات الساكنة فى تكساس لن تكون كافية إذا أجريت نفسها فى أريزونا.

المعلومات المفصله عن بيوولوجى وإيكولوجى الحشرات الضارة والنافعة ذات أهمية عظيمة فى أى إستراتيجية مكافحة خاصة فى الإدارة المتكاملة للآفات الحشرية

(IPM). وهناك علاقة مباشرة بين كمية المعلومات التى جمعت على المعقد الحشرى الكلى فى نظام بيئى زراعى ما وعدد الخيارات المتاحة والتى تشكل وسائل فى الـ IPM لضبط العشائر المختلفة من الحشرات. فالمعلومات عن بعض الأوجه الهامة مثل العوائل النباتية ودورات الحياة خلال الفصول المختلفة والحشرات النافعة وتأثيرات المناخ والتربة تشكل فقط بعض من المعلومات المطلوبة لوضع قرارات حكيمة خاصة بمكافحة الآفة أو إدارتها.

أهم آفتين على القطن فى أمريكا هما سوسة اللوز وديدان اللوز القرنفلية التى تختلف تماماً فى حساسيتها لعمليات المكافحة الزراعية وذلك للاختلافات فى بيولوجى وسلوك هذه الحشرات. فمن الناحية العملية كلاهما متخصص على عائل واحد وهو القطن وكلاهما يهاجم الأجزاء الثمرية. ولكن تمضى سوسة اللوز بياتها كحشرات كامله ساكنة ولذا فهى ذات قدرة كبيرة على الحركة. فمعظم الخنافس التى ستبيت شتوياً تبحث عن الأماكن الجافة المحمية عند حواف الحقول والأشجار لكى تدخل فى سكون بين البقايا النباتية على سطح التربة. وعلى ذلك مشكلة المكافحة الزراعية لسوسة اللوز ستكون كبيرة خاصة وأن السوس ينتشر فى مساحات واسعة وفى مواقع عديدة متباينة. من ناحية أخرى ــ نجد أن ديدان اللوز القرنفلية تمضى البيات كيرقات ساكنة فى حقول القطن ذاتها. ونظراً لأن العشيرة الكلية للحشرة تنحصر فى مساحة محدودة معروفة فإنه من السهل جداً خفض عشيرة اليرقات عن طريق العمليات الزراعية مقارنة بما يحدث بالنسبة لعشيرة السوسة أثناء البيات الشتوى.

وعندما نقارن بين دودة اللوز القرنفلية وآفة أخرى من حرشفيات الأجنحة الهامة مثل دودة اللوز الأمريكية سنجد أيضاً ما يشير إلى أهمية صفات بيولوجية وايكولوجية أخرى. فبينما نجد أن دودة اللوز القرنفلية متخصصة العائل نسبياً نجد أن دودة اللوز الأمريكية متعددة العوائل تهاجم كثير من المحاصيل الزراعية. وهناك اختلاف آخر فى أن دوده اللوز الأمريكية تدخل فى بيات شتوى كعذارى ساكنة فى التربة فقط. لذا فإن لدودة اللوز الأمريكية من وجهة نظر القدرة البقائية ميزة تعزز هذه القدرة بتواجدها فى مساكن متنوعة بالإضافة إلى ميزة أخرى وهو كبر إحتمال إهتدائها لعائل مناسب عقب خروجها من البيات الشتوى لكى تضع عليه البيض لتربية صغارها. من ناحية

أخرى ــ لو نظرنا إلى سلوك وضع البيض فى الحشرات الكاملة وسلوك تغذية اليرقات سنجد أن لدودة اللوز القرنفلية فرصة أكبر فى البقاء لهروبها أساساً من الطفيليات والمفترسات. فإناث فراشات ديدان اللوز القرنفلية لا تفضل الأجزاء الطرفية وتضع بيضها بإحكام تحت أغلفة اللوزة وتحفر اليرقات عقب فقس البيض إلى داخل اللوزة فتكون فى معزل عن الأعداء الطبيعية وإذا نظرنا لفراش ديدان اللوز الأمريكية نجد أنها تضع البيض فى الأماكن المعرضة مثل النموات الغضة الجديدة ويتعرض كل من البيض واليرقات للإفتراس والتطفل. ونسبة الموت فى البيض واليرقات فى محاصيل مثل الذرة والبرسيم عالية ففى جنوب شرق أريزونا بأمريكا وجد أن أكثر من ٩٠% من اليرقات التى جمعت من الذرة كانت متطفل عليها بينما فى القطن يبدو أن الافتراس أكثر أهمية. ويبدو أن اليرقات على كيزان الذرة تكون أكثر عرضة للأمراض. ويستفاد من الصفات السلوكية لوضع البيض على القطن فى كلاً من دودة اللوز القرنفلية التى تفضل وضع البيض فى ثلثى الجزء السفلى للنبات ومعقد ديدان اللوز الأمريكية التى تفضل وضع البيض فى الأجزاء الطرفية فى مكافحة ديدان اللوز القرنفلية بطريقة أكثر إختيارية. حيث وضح إمكانية مكافحة ديدان اللوز القرنفلية فى الجزء السفلى للنبات والإبقاء على الأعداء الطبيعية لديدان اللوز الأمريكية فى الجزء الطرفى لنبات القطن وتطلب ذلك غلق البشبورى العلوى وإستخدام البشبوران الجانبيان فقط لقصر تغطية الرش على الثلثان السفليان لنبات القطن حيث يوجد معظم اللوز الناضج.

وحقيقة أن دودة الكرنب القياسة Cabbage looper حساسة جداً للفيروس النووى متعدد الأوجه NPV فى أوقات معينة مفيدة جداً فى تخطيط إستراتيجية مكافحتها. فعلى محاصيل مثل القطن الذى يمكن أن يتحمل كمية معينة من الضرر الناتج عن تغذية هذه الآفة (أى أن لها مستوى إقتصادى عالى) من المحتم أن العشائر الطبيعية لدودة الكرنب القياسة ستنخفض جداً نتيجة المرض والذى عادة ما يحدث ذلك فى أريزونا أواخر الصيف. وإذا لم تطبق المبيدات الحشرية مبكراً والتى تؤدى إلى الإضرار بعناصر المكافحة البيولوجية الأخرى والتى ينتج عنها إرتفاع عشائر الآفة مبكراً عن غير المعتاد فإن المرض يمكن أن يستخدم فى وضع قرارات المكافحة. والمرض الفيروسى غير معروف متى وكيف يبدأ ضد عشائر قياسة الكرنب. لكن إستخدم المزارعون

حقيقة تواجد المرض طبيعياً ليبتعدوا عن التكلفة وتطبيقات المبيدات الغير مؤثرة نسبياً والحديمة القيمة تجاه هذه الآفة على القطن.

لقد إستخدمت المعلومات عن العائل النباتى وعلاقات الآفات بالحشرات الأخرى للمساعدة فى مكافحة حشرات مختلفه تهاجم محاصيل معينة. فدودة اللوز الأمريكية معروف أنها تفضل الذرة عن القطن وعمل زراعة مساحات صغيرة فى أو حول القطن كمصائد نباتية لمنع ضرر الآفة على القطن ونفس الشئ عمل حش خطوط أو قطاعات من البرسيم وترك أخرى فى منتصف نموها فى أو بجوار القطن على تقليل ضرر بق الليجس على القطن.

إن البرنامج الناجح للـ IPM يتطلب معلومات عن بيولوجى وأيكولوجى الآفات الحشرية وأعدائها الطبيعية والمحصول موضع الاهتمام لكى تسمح بإستخدام عقلانى لطرق متنوعة من الزراعة والمكافحة تحت الظروف المختلفة. إن العوامل التى تنظم عشائر الحشرات والكائنات الأخرى مختلفة ومتداخلة فى طرق معقدة. لهذا يتطلب الـ IPM الناجح تفهماً لكل من العمليات المتعلقة بالعشيرة (قدرات نمو وتكاثر العشيرة والتنافس وتأثيرات التطفل والإفتراس) وتأثيرات العوامل البيئية (مثل المناخ، وظروف التربة، الحرائق، المياه المتاحة، المواد الغذائية، المأوى) والتى قد يمكن توقع أو عدم توقع تأثيراتها على عشائر الحشرة. والمعلومات عن بيولوجى وإيكولوجى الآفه هامه أيضاً فى الأدوار الإيكولوجية لبيئة المحاصيل والتى تشكل أحد خيارات إدارة الآفات التى سيأتى ذكرها فى الفصل السابع بأذن الله.

مما سبق يرى أن المعلومات عن بيولوجى وإيكولوجى آفة حشرية ما تؤثر على صنع قرار الـ IPM عن طريق:

(١) إعطاء مرونة أكثر فى إختيار الطريقة المؤثرة فى المكافحة.

(٢) تعطى أساس لإستخدام طرق عديدة معاً فى إدارة الآفة رغم أن أى منها فقط قد تكون غير كافية.

أخيراً ــ بالرغم من المميزات البيئية والإقتصادية للـ IPM إلا أنها تسير ببطئ للأسباب الآتية:

١- نقص فى المعلومات الكافية عن إيكولوجى كثير من الآفات الحشرية وأعدائها الطبيعية.

٢- الحاجة إلى معلومات عن مستويات الضرر الاقتصادى لكل آفة لكل محصول.

٣- مخاطر من ضرر الآفة على المحاصيل المرتبطة بسياسات الـ IPM.

٤- بساطة المكافحة بالمبيدات وضغط اجراءات شركات المبيدات فى تسويق المبيدات.

٥- ضرورة تدريب المزارعين وموظفى الإرشاد الزراعى وآخرين لطرق وأساسيات جديدة.

إن الـ IPM الناجح يتطلب التوسع فى البحوث البيولوجية والايكولوجية. مثل هذه البحوث التطبيقية لا تميل الشركات الصناعية إلى تدعيمها مادياً لأن IPM يقلل من تسويق المبيدات الحشرية. ومع ذلك يشتمل الـ IPM على إستخدام المبيدات الحشرية الكيماوية عند مستويات منخفضة رغم أن أهم اهتمامها هو إرساء لطرق أخرى متنوعة من مكافحة الآفات الحشرية.

كما سبق القول ــ إن أحد معوقات برنامج الـ IPM هو نقص فى تفهم وقبول البرنامج لدى المزارع الذى أصبح ولسنوات عديدة مضت من تلاميذ مدرسة مفهوم نسبة ١٠٠% قتل للآفة وبالتالى لم يكن من السهل إقناع المزارع بقبول طريقة الحقل الذى يحوى حشرات the dirty-field وهى طريقة أقل من القتل الكامل وعندما مارس المزارعين برامج الـ IPM لعدة سنوات إكتسبوا تفهم وثقة فى البرنامج ويعتمدوا الآن على المبيدات كجزء فقط من البرنامج الإجمالى لمكافحة الآفات.

وأحد المعوقات الأخرى فى برامج الـ IPM هو نقص فى المعلومات المتعلقة بالمستويات الإقتصادية الكافية بالإضافة فى فشل المزارعين أو ممثليهم فى إستخدام المستويات الإقتصادية المتاحة. ويمكن تفهم ذلك لحد ما فى بعض الحالات التى فيها المستويات الإقتصادية غير سليمة أو ضعيفة. وبغض النظر عن تلك المستويات الضعيفة التحديد إلا أنها وضعت لمنع أى فرصة للفقد فى المحصول والرغبة الكبيرة فى برامج تطبيق المبيدات طوال فترة نمو المحصول. وغياب المستويات الإقتصادية

أدى إلى معاملات رائدة للمبيدات طبقاً للفلسفة التى كانت قائمة وهى عندما يوجد شك فى فقد لمحصول عامله "when in doubt, treat" وهى الفلسفة التى أدت إلى كثير من المشاكل المتعلقة بالمبيدات.

كيف إذن نتغلب على تلك المعوقات ونستخدم الأسس التى سبق مناقشتها لإقامة برنامج فعال للـ IPM؟ يجب تحقيق المتطلبات المتداخلة لكل المكونات components "الوسائل" فى النظام. بعض من تلك المتطلبات ضرورى لإقامة برنامج IPM ناجح. لقد نوقشت هذه المتطلبات سابقاً ولكن سنذكرها معاً هنا لبيان اعتماداتها المتداخلة وهى:

١- معلومات عن معظم الحشرات والمحاصيل فى النظام.

٢- شخص مؤهل لإنجاز البرنامج أو الإشراف عليه.

٣- إجراءات عملية لتطبيق عمليات الإدارة وتشمل أدنى المعلومات العلمية المطلوبة (أ) البيولوجى العام وتوزيع وسلوك الآفات الرئيسية ولماذا هذه الحشرات آفات؟ (ب) تقدير لمستويات عشائر الآفة الحشرية التى يمكن تحملها دون فقدمعنوىفى المحصول (ج) تقييم سريع للفوائد المتحصل عليها من معظم الطفيليات والمفترسات والممرضات (د) معلومات عن كيفية إستخدام المبيدات ومقاييس المكافحة الأخرى التى ستؤثر على كلاً من الآفات الحشرية وأعدائها الطبيعية.

فيجب أن يكون لدى المتخصصين فى الـ IPM دراية بالمنطقة الزراعية كلها وما تشمله من كائنات وأشخاص مؤهلين جيداً لعمل القرارات بأنفسهم أو تزويد الأفراد الذين يقومون بتنفيذ القرارات بالمعلومات الملائمة. على سبيل المثال ـ فيما يخص المستويات الإقتصادية يجب أن يكونوا على دراية بالعلاقة بين أعداد الحشرات ونمو المحاصيل وعلى دراية أفضل بطرق أخذ العينات لتقدير العشائر. كما يجب أن يكونوا ملمين بالبدائل المتاحة التى تساعد فى تداول مشاكل الآفات المختلفة مثل طرق الإستفادة بأقصى إستغلال لعناصر المكافحة البيولوجية والإدارة الإيكولوجية لبيئة المحاصيل وأن يكونوا ملمين تماماً بالمبيدات الحشرية وطرق تطبيقها لتسمح بمرونة فى إستخدامها لإنجاز مكافحة اختيارية.