الباب الأول

الآفات، والمبيدات، والتاريخ المبكر للمكافحة البيولوجية

أولاً: الإحتياجات الإنسانية والآفات

ثانياً: مشاكل إستخدام مبيدات الآفات

ثالثاً: المكافحة البيولوجية للآفات

رابعاً: التاريخ المبكر للمكافحة البيولوجية

obeikandl.com

obeikandl.com

الآفات، والمبيدات، والتاريخ المبكر للمكافحة البيولوجية

PESTS, PESTICIDES AND EARLY HISTORY OF BIOCONTROL

أولاً: الإحتياجات الإنسانية والآفات

ما زال التعداد البشري الكبير في زيادة مضطردة، ولكي يمكن كسب مزيد من الأراضي الزراعية، تحوّل النظم البيئية المتوطنة native ecosystem سريعاً للإستخدام الآدمي، فتباد الغابات، وتستنزف التربة، وتهلك النباتات والحيوانات المتوطنة. أيضاً لكي يمكن إنتاج الغذاء الكافي، فإن النظم الزراعية والتجارية القائمة لا بد أن تكون عالية الإنتاج، مع بقائها غير ملوثة للبيئة. لكن للحفاظ علي الحياة المستقبلية، لا بد من ترك مساحات للحيوانات والنباتات البرية. ويعتبر الجمع بين هذين الهدفين هو أكبر تحد في القرن الحادي والعشرين. وهنا تشكل المكافحة البيولوجية جزءاً من حلول هذه المشكلة وهو الأساس الذي تبنى عليه مكافحة الآفات القائمة دون تلوث في مزارع الغد.

لكن من أين أتت تلك الآفات؟ نشأت بعض الآفات بسبب كيفية زراعة المحاصيل. فبسبب استخدام الأساليب الحديثة في الزراعة كالإنتخاب مثلاً فقد النبات كثيرا من صفاته الدفاعية كالمركبات الطاردة repellents، والخشونة toughness. كذلك أدي زراعة المحاصيل في مساحات واسعة بنمط زراعة موحد وحصاد موحد إلي الإقلال من قدرة النبات الدفاعية ضد العاشبات herbivores من الحشرات.

نشأت بعض الآفات الأخرى بسبب أن حركة الكائنات organisms حول العالم خلقت توليفات نوعية جديدة new speeies combinations. في بعض الحالات، قد ترتبط العاشبات herbivores المحلية بأنواع من المحاصيل أستوردت إلى وطن جديد. فعلي سبيل المثال في جنوب أفريقيا ٦٨% من ١٨٨ آفة من مفصليات الأرجل علي ١٤ نباتا مستوردا عبارة عن آفات محلية لم يسبق لها أن ارتبطت بتلك النباتات التي تهاجمها الآن. في بعض الحالات الأخرى، تصاحب الآفات العاشبة التي تهاجم المحاصيل شحنات الحاصلات الزراعية عند نقلها إلي مواطن جديدة تاركة وراءها الأعداء الطبيعية التي كانت تلعب دورا في خفض تعداداتها في مواطنها الأصلية مما يسمح بتزايد تعداد الآفة في تلك البيئة الجديدة الخالية من تلك الأعداء فتصل الي أعلى

obeikandl.com

كثافاتها العددية. وبنفس الأسلوب فإن عديد من الحشائش تتشابه مع تلك الآفات المفصلية الأرجل في أن معظم الأنواع الدخيلة adventitive كانت تحت سيطرة عاشبات متخصصة في مواطنها الأصلية. وعلى العكس من مفصليات الأرجل، فإن عديد من الآفات الحشائشية قد تستورد عمداً لأغراض مختلفة. ومن خلفية معرفة أصول الحشرات، تقع حلول مشاكل آفاتنا في تحوير modification النظم الزراعية (دون فاقد في الإنتاج) لحماية الأعداء الطبيعية لآفات المحاصيل من جانب، ومن جانب آخر لإعادة الربط بين العاشبات الحشرية وأعدائها الطبيعية عندما ينفصلا عن بعضهما عن طريق إستيرادها وإكثارها.

ثانياً: مشاكل استخدام مبيدات الآفات

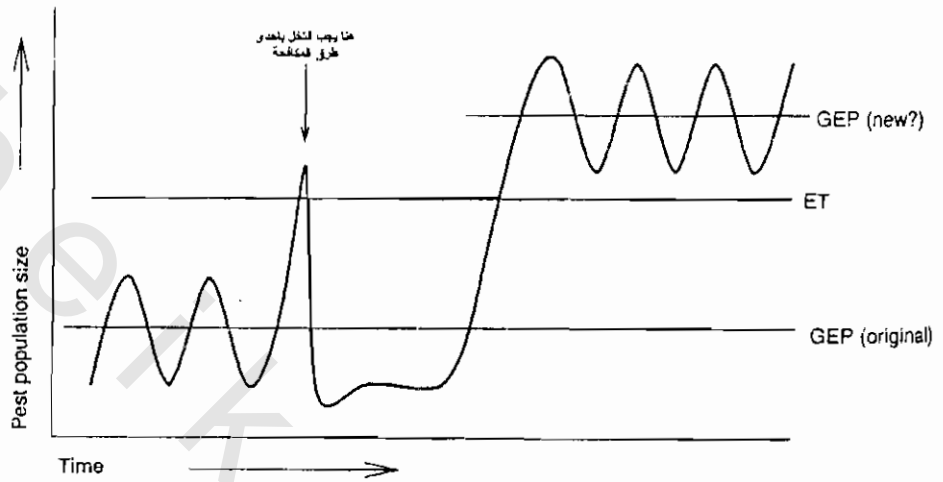
تستخدم المبيدات الكيميائية عادة لمكافحة عديد من الآفات. وعلى العكس من وسائل المكافحة البيولوجية، فإن إستخدام مثل تلك المبيدات لا يتطلب معلومات عن المواطن البيئية لتلك الآفات حيث يتحقق خفض تعداد الآفة وقتيا بقتل أعداد كبيرة من تعداداتها كلما أمكن ذلك من خلال تكرار المعاملة بالمنتج الكيماوي كلما تطلب الأمر ذلك. وقد أظهرت المبيدات الكيميائية تأثيرا في عديد من الحالات، لكنها كانت غير فاعلة في البعض الآخر. فعلى سبيل المثال، في مكافحة آفات القطن في كثير من مناطق العالم، يكتنف إستخدام المبيدات بعض من المشاكل منها الفشل في مكافحة الآفة، وتلوث البيئة، وإهدار لصحة الإنسان. ومن أجل هذا كله قامت عديد من الدول بتقليص إستخدام المبيدات الكيميائية.

تخلق مبيدات الآفات مشاكل عندما تفشل في مكافحة الآفة المستهدفة أو عندما تتسبب في خلق آفات جديدة. هذا وتعتبر المقاومة ضد مبيدات الآفات هي السبيل الرئيسي الذي يؤدي إلى فشل المبيد المستعمل في مكافحة الآفة. وفيما يلى ما يلقى الضوء على هذه المشاكل:

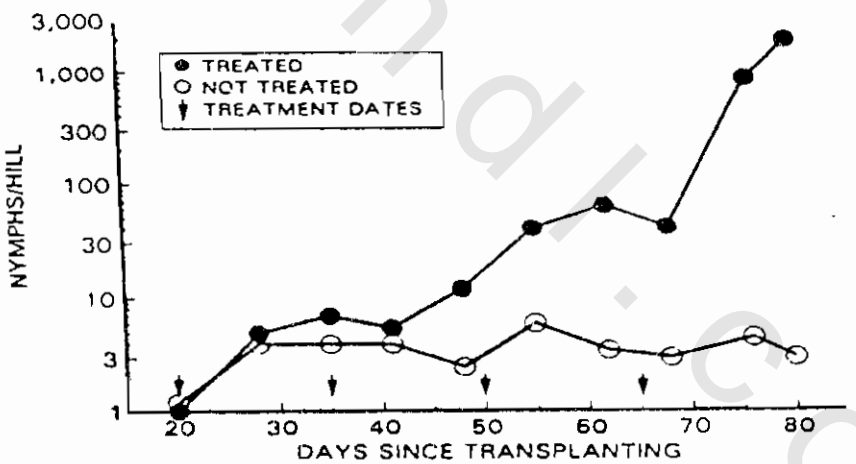
١-عودة نشاط الآفة Pest resurgence

حقيقة أن العمليات الزراعية يمكن أن تؤثر بشدة على الدرجة التى يمكن بها للأعداء الطبيعية مكافحة الآفات نبتت، فى جزء منها، من ملاحظة أن الإستخدام الروتينى للمبيدات الحشرية والأكاروسية واسعة المجال broad spectrum يتبعه فى بعض الحالات عودة سريعة للآفات إلى مستويات الضرر بالمحصول. يطلق على هذه الظاهرة عودة نشاط الآفة pest resurgence. ترجع هذه الظاهرة إلى الإتلاف الشديد والممتد التأثير الذى تسببه المبيدات للأعداء الطبيعية بدرجة أكبر من تأثيرها على الآفة ذاتها (شكل ١:١). وبمجرد أن يزول التأثير الباقى للمبيد تبدأ الأفراد الحية من الآفة فى التكاثر بسرعة مع زيادة معدل بقائها هى وذريتها بسبب

موت معظم أعدائها الطبيعية ويتبع ذلك زيادة تعداد الآفة بمعدل أكبر وتعود تعداداتها بسرعة إلى مستواها قبل المعاملة بالمبيد أو قد يزيد عنها. لوحظت هذه الظاهرة فى عديد من المحاصيل ومع أنواع عديدة من الآفات. ويعتبر نطاط الأرز البنى *Nilaparvata lugens* من أبرز الأمثلة حـدوثاً فى حقول الأرز (شكل ٢:١). لا تحدث هذه الظاهرة مع كل الآفات بل تكون غالباً مع تلك التـى يقل أعدادها جزئياً على الأقل بواسطة أعدائها الطبيعية وخصوصاً إذا كانت هذه الأعداء حساسة للمبيدات بدرجة أكبر من الآفة ذاتها.



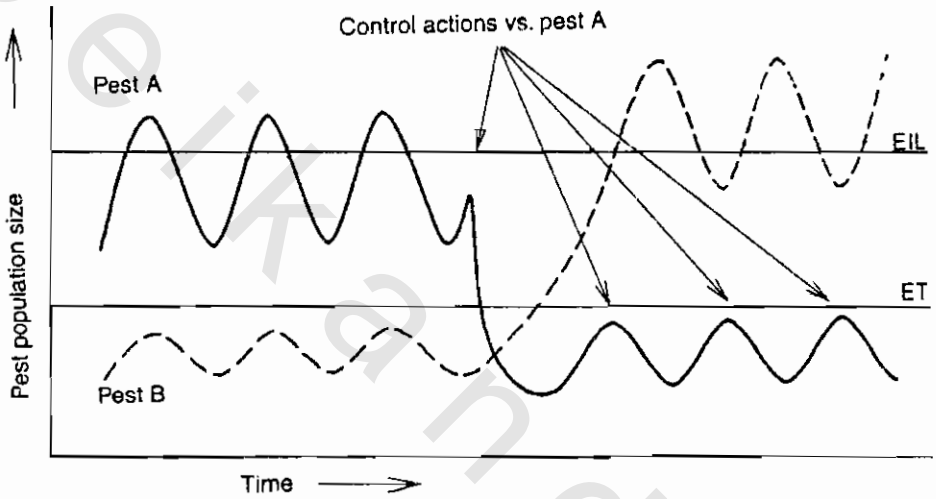
شكل (١:١) يوضح كيفية عودة نشاط الآفات بعد إستخدام المبيدات (نوريس Norris وآخرون ، ٢٠٠٣).
(GEP): الوضع المتوازن العام، (ET): الحد الإقتصادى الحرج



شكل (٢:١) عودة نشاط نطاط الأرز البني *Nilaparvata lugens* في حقول أرز معاملة بالمبيدات وغير معاملة بالمبيدات (Heinrichs وآخرون ، ١٩٨٢).

٢ – فوران آفة ثانوية Secondary pest outbreak

هناك ظاهرة أخرى ترتبط بالمبيدات واسعة المجال وهى فورانات بعض الأنواع نباتية التغذية والتى لا تدخل عادة فى نطاق الآفات. ويطلق على هذه الأنواع الآفات الثانوية secondary pests. ترجع هذه الظاهرة إلى هلاك الأعداء الطبيعية التي تسيطر على هذه الآفات في غياب المعاملات بالمبيدات، وبموتها بواسطة المبيدات، يزداد تعداد تلك الآفات الثانوية لتصل إلى مستوى الآفات الأولية فى كثافتها (شكل ٣:١). من أمثلة تلك الآفات الثانوية بعض أنواع الأكاروسات والحشرات القشرية، وناخرات الأوراق، والتربس، ونطاطات الأوراق، والذباب الأبيض. تختلف هذه الظاهرة عن الظاهرة السابقة (عودة نشاط الآفة) فقط فى أن معاملات المبيد لا تستهدف بطريقة مباشرة الآفة الثانوية لكن بعض أنواع الآفات الأخرى على نفس المحصول.



شكل (٣:١) يوضح كيفية ظهور آفات ثانوية بعد إستخدام المبيدات ضد آفات أخرى (نوريس Norris وآخرون، ٢٠٠٣). (ET): الحد الإقتصادى الحرج، (EIL): الحد الإقتصادى للضرر

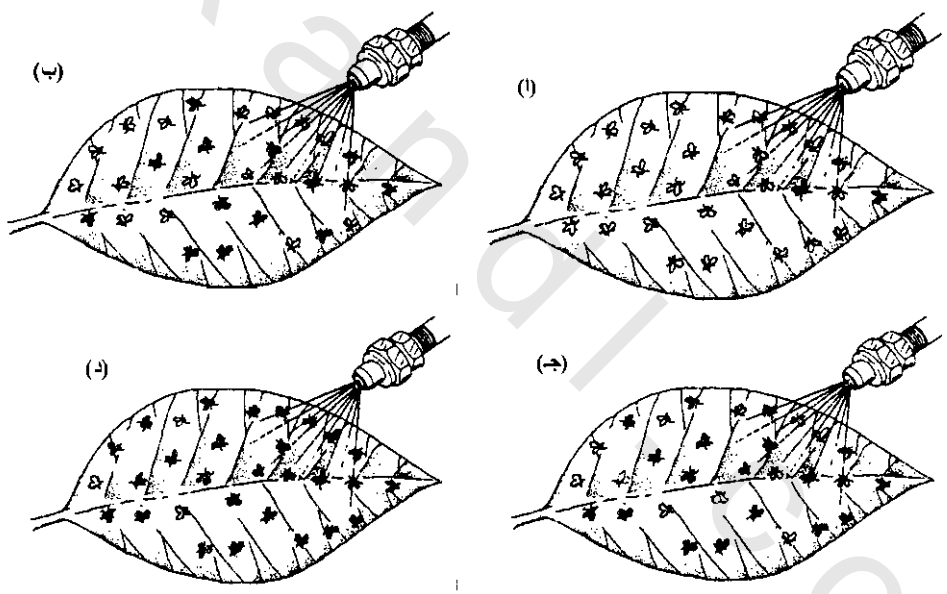
٣–المقاومة ضد المبيد Pesticide resistance

تنشأ المقاومة ضد مبيد ما فى العشيرة التى تمتلك أفراد معينة منها جينات تسمح لها بالحياة رغم ملامستها للمبيد، أو بالإبتعاد عنه بطريقة أفضل من غيرها من الأفراد. ومع معاملة هذه العشيرة بالمبيد يتزايد معدل معيشة ولياقة هذه الأفراد المقاومة وبتكاثرها يزداد تكرارات هذه الأفراد المقاومة وراثياً (شكل ٤:١). هذا وقد تزايدت أعداد أنواع الآفات التى إكتسبت مقاومة ضد المبيدات (شكل ٥:١). ولمجابهة هذه المقاومة، يلجأ المزارعون إلى زيادة جرعة المبيد أو

obeikandi.com

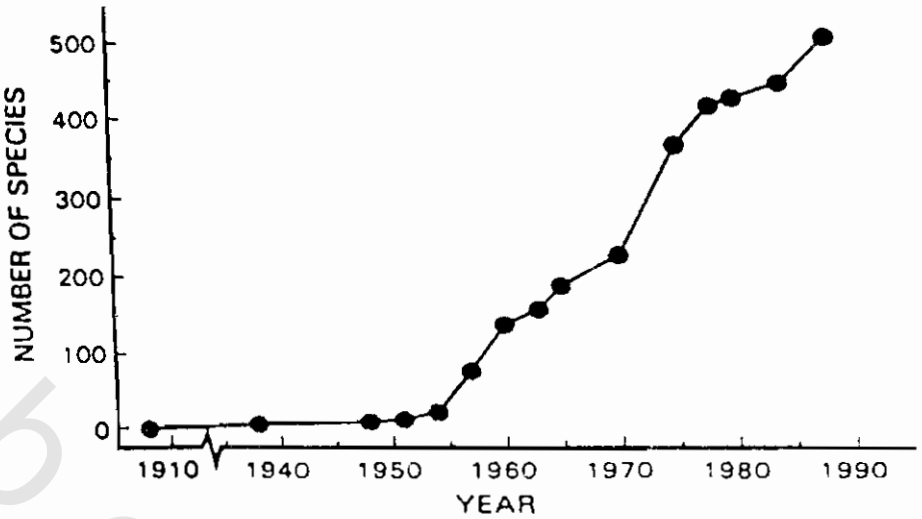
تغييره أو خلطه مع المبيدات الأخرى. عندما تصبح المقاومة كافية بدرجة لا يصلح معها مكافحة الآفة بالمبيد، تصبح المكافحة الكيميائية غير فعالة، ووجب إستبدالها بنظام للمكافحة يعتمد على المكافحة البيولوجية التى يدخل فيها الحفاظ على الأعداء الطبيعية المتوطنة. عندما تكتسب الأعداء الطبيعية مقاومة ضد المبيدات التى عادة ما تستعمل على محصول ما، فإن هذه المقاومة تجعل من الممكن الحفاظ على هذه الأعداء الطبيعية كأحد العوامل المميتة للآفة التى تسهم فى مكافحة الآفات على المحاصيل حتى مع الإستعمال المستمر للمبيد. ولعل من أكثر الآفات الزراعية مقاومة للمبيدات الذبابة البيضاء والتى تمتلك مجموعة من الجينات التى تورثها لذريتها التى تكون بدورها مقاومة للمبيدات مما يستلزم تغيير المبيد من معاملة لأخرى. أما مجموعة الأعداء الطبيعية المرتبطة بهذه الآفة، فهى شديدة الحساسية للمبيدات مما يزيد من صعوبة تطبيق المكافحة البيولوجيه لهذه الآفة.

لم تَظهر المقاومة للمبيدات لدى أنواع الآفات المستهدفة فحسب، بل إكتسبتها أيضاً أنواع أخرى من الآفات التى لم يستهدفها المبيد وكانت موجودة فى المنطقة المعاملة بالمبيد بوجه عام. فعلى سبيل المثال، أدى الإستخدام المكثف للمبيدات فى أمريكا الوسطى لمكافحة الآفات التى تصيب القطن إلى أن بعوضة الأنوفليس الناقلة للملاريا والتى تستقر على النموات الخضرية لنباتات القطن قد إكتسبت أيضاً صفة المقاومة لتلك المجموعة من المبيدات المستخدمة.



شكل (١:٤) يوضح خطوات تكوين سلالات مقاومة لفعل المبيدات من جيل لآخر

(أ) وجود عدد قليل من الأفراد المقاومة للمبيد (ذات لون داكن أسود)، (ب) زيادة عدد الأفراد المقاومة للمبيد، (ج) أكثر من نصف عشيرة الحشرة أصبحت مقاومة للمبيد، (د) أصبح معظم أفراد العشيرة مقاوم للمبيد



شكل (١:٥) العدد التراكمي لحالات المقاومة للمبيدات في مفصليات الأرجل (Georghion and Lagures –Tejeda ، ١٩٩١).

٤ – متبقيات المبيدات Residues of Pesticides

في المناطق التي يشيع فيها إستخدام مبيدات الآفات، يمكن أن تتحرك كميات ضئيلة من بعض المبيدات خارج المنطقة المعاملة وينتهي بها المآل في التربة أو المياه أو الطيور أو غيرها من الحيوانات البرية علاوة على إمكانية تواجدها في المحصول ذاته. تتفاوت تبعات هذه المتبقيات الكيميائية من لا تأثير إلي تأثيرات خطيرة جدا. فمبيدات الآفات الهيدروكلورونية مثل الDDT أدت إلى حدوث إنقراض لبعض أنواع الطيور الأرضية، أما المبيدات الفوسفورية، وهي الأكثر سمية، فتحدث تسمماً للإنسان. يحدث التسمم العرضي والتلوث بصفة خاصة عندما لايعي المزارعون مدى سمية المواد التي يستعملونها، أو عندما لا يقرأون التعليمات، أو عندما لا يمتلكون الأجهزة الضرورية الخاصة بالوقاية. وعندما تتزايد معرفة المزارعين والعامة كافة بهذه المشاكل، تتزايد الحاجة إلي سبل أخرى لمكافحة الآفات وبصفة خاصة المكافحة البيولوجية.

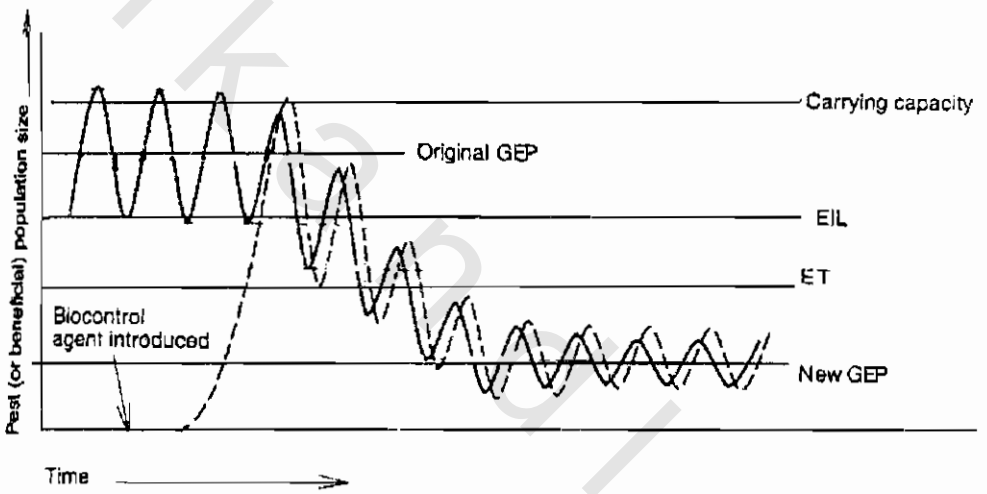
والمكافحة البيولوجية ليست بالأمر اليسير، إذ يتطلب إستعمالها بنجاح إلى متخصصين على أعلى درجة من التدريب لإجراء البحوث على الأعداء الطبيعية وإرشاد المزارعين والعمال إلى وسائل إستعمالها.

obeikandl.com

ثالثاً: المكافحة البيولوجية للآفات

المكافحة البيولوجية للآفات هي إستخدام تعدادات الطفيل أو المفترس أو الممرض أو المتضاد antagonist أو المنافس competitor في خفض تعداد الآفة ليصبح تعدادها أقل تواجداً وبالتالي أقل إتلافاً للنبات عما قبل. يمكن أن تكون الحشرات والأكاروسات والممرضات النباتية والفقاريات والحشائش أهدافاً للمكافحة البيولوجية. وقد تكون المكافحة البيولوجية نتيجة لأفعال مقصودة بواسطة الإنسان أو كنتيجة لفعل القوى الطبيعية. تستخدم المكافحة البيولوجية إما لخفض تعدادات آفات المحاصيل أو الغابات أو لإعادة توازن النظم الطبيعية المتأثرة بالآفات الدخيلة (غير المتوطنة).

وغالباً ما يكون تعداد الآفة المستهدفة بمستوى أعلى من ذلك الخاص بالأعداء الطبيعية فى بداية موسم نمو المحصول، ثم يتزايد تعداد الأعداء الطبيعية تدريجياً متمشياً مع ذلك الخاص بالآفة المستهدفة حتى نهاية المحصول (شكل ٦:١)، مؤدياً إلى إنخفاض تعداد الآفة المستهدفة إلى ما دون الحد الحرج الإقتصادى.



شكل (٦:١) العلاقة بين تعداد الآفة والأعداء الطبيعية المرتبطة بها (نوريس Norris وآخرون ، ٢٠٠٣).

ليست كل مكافحة غير كيميائية مكافحة بيولوجية، فتربية النباتات، والمكافحة الزراعية، وإستخدام الكيميائيات الوسيطة (كيميائيات الإتصال) semiochemicals لو وجهت مباشرة للتأثير على الآفة لا تدخل في نطاق المكافحة البيولوجية، لكن يمكن لهذه المعاملات ذاتها أن تلعب دوراً في المكافحة البيولوجية فى بعض الحالات لو وجّهت، ليس للآفة ذاتها، ولكن للحفاظ على أو

تشجيع أعدائها الطبيعية. على سبيل المثال، لو أستخدم تربية النباتات فى مكافحة الحشرة مباشرة عن طريق جعلها سامة أو جعلها تمتلك بعض عناصر الضغط الأخرى لا تعتبر مكافحة بيولوجية، أما فيما لو وجهت هذه التربية لجعل النباتات مواقع أفضل للطفيليات أو المفترسات للبحث عن ومهاجمة عوائلها أو فرائسها من الآفات فهذا يدخل في نطاق المكافحة البيولوجية. كذلك لو استخدمت الكيميائيات المستخرجة من النباتات أو الميكروبات في مكافحة الآفة فهي ليست من المكافحة البيولوجية فى شيء. فالمكافحة البيولوجية إذن هي عملية مستوى تعدادي population level process فيه يقلل تعداد أحد النوعين من تعداد النوع الآخر بميكانيكيات مختلفة مثل التطفل أو الإفتراس أو إحداث المرض أو التنافس. على الجانب الآخر، فقد ترى بعض المدارس العلمية الآخرى إمكانية إطلاق مصطلح المكافحة البيولوجية على وسائل إستخدام الفيروموناتبأنواعها والكيميائيات الوسيطة فى مجال مكافحة الآفات وهو ما يطلق عليه المكافحة البيوتكنيكية biotechnical control..

رابعاً: التاريخ المبكر للمكافحة البيولوجية:

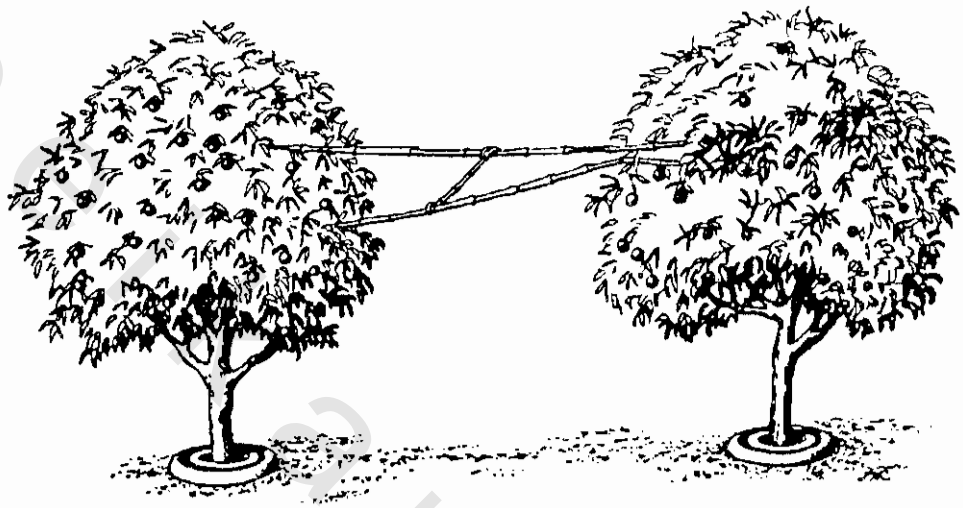
سوف نتتبع في هذا الموضوع الإستخدام المبكر للأعداء الطبيعية، إضافة إلى تطور الإفتراس، والتطفل، والممرضات في اللافقاريات، وعناصر المكافحة البيولوجية للحشائش.

المفترسات الحشرية :Insect predators

قبل عصر النهضة في أوربا، كان المزارعون، في مناطق أخرى من العالم، يستغلون بعض أنواع من مفترسات مفصليات الأرجل. ففي كل من الصين واليمن كان المزارعون يحركون مستعمرات النمل بين مواقع مختلفة لمكافحة آفات أشجار الموالح والنخيل (شكل ٧:١). وفي الصين أيضاً، كانت تستخدم العناكب Spiders لمكافحة الآفات. وقد تطورت هذه العمليات التي ترجع إلى عدة آلاف من السنين بواسطة المزارعين من خلال ملاحظات مباشرة لهذه المفترسات التي كانت كبيرة الحجم بدرجة تسمح بملاحظتها وتتبع دورات حياتها بسهولة. وفي أوربا يرجع أول ما كتب من إقتراحات لإستخدام المفترسات الحشرية في مكافحة الحشرات إلى عام ١٧٥٢م بواسطة عالم التقسيم كارل لينيسCarl Linnaeus والذي سجل أن لكل حشرة مفترسها الذي يتتبعها ويهلكها، وأن مثل هذه الحشرات المفترسة يجب جمعها وإستعمالها حتى لا تصاب المحاصيل الزراعية بالآفات. وفى القرون الوسطى كان مزارعو البلح فى الجزيرة العربية ينقلون موسمياً مزارع وأعشاش النمل المفترس من الجبال المحيطة، حيث توجد بصورة

obeikandl.com

طبيعية، إلى الواحات لمكافحة آفات نخيل البلح (شكل ٨:١)، وتعتبر هذه أول ممارسة عملية لنقل الأعداء الطبيعية لأغراض المكافحة البيولوجية. وفي أوائل عام ١٨٠٠م، إقترح عديد من العلماء الحشريين مع عالم الطبيعيات دارون Darwin وجوب إستعمال المفترسات مثل ذباب السرفس، وخنافس أبي العيدات لمجابهة حشرة المن في الصوبات الزجاجية وفى محاصيل حقلية معينة. كان أول تحرك عالمي للمفترسات اللاقفارية خلال عام ١٨٧٣ بواسطة العالم رايليRiley الذي أرسل الأكاروس المفترس *Tyroglyphus phylloxerae* إلي فرنسا لمجابهة حشرة فلوكسرا العنب *Daktulosphaira vitifolia* وقد استقر هذا المفترس، لكن لسوء الحظ لم يكن له قيمة عملية.



شكل (٧:١) يوضح الأسلوب الصينى فى إنتقال حشرات النمل بين أشجار الموالح.

شكل (٨:١) أسلوب نقل أعشاش حشرات النمل بين الأشجار (يمين) ، ومهاجمة حشرات النمل ليرقات أحد الآفات الحشرية (يسار).

التطفل الحشري:Insect parasitoidism

على العكس من ظاهرة الإفتراس الحشري التي يمكن فهمها بسهولة أو على الأقل تصورها بالمقارنة مع المفترسات الثديية، فان التطفل الحشري كان أصعب من أن يفهم فهما صحيحا. فعلى سبيل المثال، فقد فسرت المشاهدات المبكرة لهذه الظاهرة بواسطة العالم أدروفانـدي Adrovandi عام ١٦٠٢ الذي لاحظ خروج طفيليات من يرقات أبي دقيقات على أن هذه الطفيليات هي طـور آخر من أطوار اليرقة نتج بواسطة نوع ما من التشكل. وفي عام ١٦٨٥ كان الطبيب البريطـاني مارتن ليستر Martin Lister هو أول من فسر التفسير الصحيح لظاهرة التطفـل عنـدما لاحـظ خروج طفيليات من عائلة Ichneumonidae من يرقات حرشفيات الأجنحـة وعللهـا بـأن هـذه الطفيليات هي نتاج بيض تم وضعه في هذه اليرقات بواسطة إناث هذه الطفيليات.

تلي هذه الملاحظات الأولية دراسات كثيفة على طفيليات أخرى وصفت دورات حياتها. وقد شهد القرن التاسع عشر زيادة ملحوظة في الدراسات العلمية في مجال التقسيم والبيولوجيا والبيئة لعديد من الطفيليات والمفترسات. وقد أدى هذا التوسع الزائد في المعلومات إلى الوقـوف علـى الأساليب المطلوبة للاستفادة من هذه المعلومات تكنولوجياً.

وقد كان أول إقتراح لتحريك الطفيليات بين الأقطار لمكافحة الآفات عام ١٨٥٥ بواسـطة العالم أسا فيتش Asa Fitch الذي إقترح إستيراد طفيليات هاموش القمـح *Sitodiplosis mosellana* من أوربا إلى الولايات المتحدة الأمريكية، لكن لم يتم أي استيراد لهذه الطفيليـات. وفـي عـام ١٨٣٣ تم أول نقل ناجح للطفيل *Cotesia glomerata* (*Apanteles glomeratus*) بين الدول حيـث أستقر أينما أطلق.

الممرضات الحشرية:Insect pathogens

نمت المعلومات المتعلقة بممرضات الحشرات، بطريقة واضحة، في القرن التاسـع عـشر أيضاً. فقد وصفت أسس هذا الاتجاه بواسطة العالم وليام كيربي William Kirby عام ١٨١٥ بباب عن أمراض الحشرات في كتابه "مقدمة في علم الحشرات". بدأ مفهوم أمراض الحشرات، لـيس بعلاقتها بمكافحة الآفات الحشرية، بل بالحاجة إلي تجنب الضرر الذي تـسببه هـذه الأمـراض لحشرات اقتصادية هامة مثل دودة الحرير. وقد كان العالم الإيطالي أجوستينوباسـاي Agostino Bassi أول من أوضح تجريبياً عام ١٨٣٥م الطبيعة الممرضة للمرض الحشري أثنـاء دراسـته لمرض المسكاردين الأبيض muscardin الذي يسببه الفطر *Beauveria bassiana* لدودة الحريـر، ثم أعقب هذا دراسات عن أمراض هذه الدودة.

كان العالم باسي Bassi هو أول من أقترح عام ١٨٣٦ إستخدام الممرضات الحشرية في مكافحة الآفات عندما أعلن أن السوائل الناتجة من الحشرات المتحللة المريضة يمكن مزجها بالماء ورشها على النباتات بهدف قتل الحشرات. وقد بدأت أولى محاولات إستخدام الممرضات الحشرية في مكافحة الآفات على نطاق حقلي بواسطة العالم الروسي ميتشنكوف Metchnikoff عام ١٨٨٤م عندما أمكنه الحصول على جراثيم الفطر الممرض *Metarhizium anisopliae* بطريقة كمية وإستعمالها في تجارب حقلية ضد يرقات سوسة بنجر السكر *Cleonus punetiventris* حيث وصلت نسبة موت اليرقات إلى ٥٥ــ٨٠%.

مفصليات الأرجل ومكافحة الحشائش:

كان العالم أسا فيتش Asafitch هو أول من أقترح عام ١٨٥٥م إستخدام الحشرات في مكافحة الحشائش عندما لاحظ أن بعض الحشائش الأوربية الموجودة في أمريكا مثل الحشيشة *Limaria vulgaris* لا يوجد عليها حشرات تتغذى عليها فإقترح أن إستيراد حشرات من أوربا يمكن أن تحل هذه المشكلة. وقد حدث أول إستعمال فعلي لإستخدام الحشرات في مكافحة الحشائش عام ١٨٦٣ في جنوب الهند عندما تم نقل الحشرات *Dactylopius ceylonicus* من شمال الهند إلى جنوبها لمكافحة حشيشه التين الشوكي *Opuntia vulgaris*. وقد تلى ذلك تحريك الحشرات على مستوى دولي لمكافحة الحشائش عندما تم استيراد نفس النوع إلى سيريلانكا.

نماذج للإستخدام المبكر الناجح للمكافحة البيولوجية فى مكافحة الآفات على مستوى العالم:

١- إستيراد مفترسات من مفصليات الأرجل: البق الدقيقي وحشرة الفيداليا في كاليفورنيا:

سجلت حشرة البق الدقيقي الأسترالي *Icerya purchasi* كآفه خلال عام ١٨٦٨م على أشجار الموالح في كاليفورنيا. وفي عام ١٨٨٦ أوشكت هذه الحشرة أن تقضي على صناعة الموالح في جنوب كاليفورنيا. تمت محاولات إستخدام المكافحة الكيميائية (التبخير بالسيانيد) وقد كان لها تأثير محدود، وإنخفض الإنتاج بدرجه كبيرة. في خلال عام ١٨٨٧ تم معرفة أن استراليا هي الموطن الأصلي لهذه الآفة وحيث لا تعتبر هذه الحشرة آفة. في عام ١٨٨٩، ذهب العالم البرت كويبل Albert Koebele إلى استراليا وجمع الذبابة الطفيلية *Cryprochaetum iceryae* وحشرة أبو العيد المفترس *Rodalia cardinalis* والتي كانت تعرف آنذاك بحشرة الفيداليا. ومن هاتين الحشرتين أصبحت حشرة الفيداليا مركز الإهتمام في جنوب كاليفورنيا حيث سببت مكافحة خيالية لتلك الآفة حيث تكاثرت وإنتشرت بسرعة في مزارع الموالح. وفي خلال عامين تغلبت هذه الحشرة على آفة البق الدقيقي في أنحاء الولاية كلها. أيضاً تأقلمت الذبابة الطفيلية وأصبحت عنصر المكافحة الدائم في المناطق الساحلية من الولاية.

وفى مصر تمت أولى محاولات الإستيراد بمعرفة الجمعية الملكية عام ١٨٩٠-١٨٩٢ عندما أستورد مفترس الروداليا لمكافحة البق الدقيقى الأسترالى، وقد أظهر هذا المفترس نتائج مدهشة وناجحة فى المكافحة. وما زال حتى الآن عنصر هام من عناصر المكافحة البيولوجية لتلك الآفه.

٢ - إستيراد طفيليات من مفصليات الأرجل: نطاط أوراق قصب السكر في هاواي:

في عام ١٩٠٠، أكتشفت حشرة نطاط الأوراق *Perkinsiella sccharicida* كآفة على نباتات القصب في جزر هاواي. في خلال عام ١٩٠٣ قل إنتاج قصب السكر بدرجة كبيرة بسبب هذه الآفة. تم معرفة أن هذا النوع موجود في استراليا ولا يسبب أي ضرر هناك. وتمشيا مع مشروع إستيراد الفيداليا إلى كاليفورنيا، ذهب العالمان بيركنز، وكوبيل Perkins & Koebele إلى استراليا للبحث عن الأعداء الطبيعية لهذه الآفة، وبين عامي ١٩٠٤ ،١٩١٦ أستورد ست أنواع من أنواع طفيليات البيض إلي جزر هاواي منها كان الطفيل *Anagrus optabilis* أكثر فاعلية وتأثيراً. تأقلمت هذه الطفيليات الست وتمكنت مجتمعة من الإقلال من هذه المشكلة بدرجة معنوية. أخيراً، أستورد أيضا مفترس البيض *Tytthus mundulus* حيث أظهر مع الطفيليات مكافحة ناجحة وكاملة لهذه الآفة.

٣- إستيراد عاشبات من مفصليات الأرجل لمكافحة الحشائش: حشيشة التين الشوكي وفراشة *Cactoblastes cactorum* في أستراليا:

أستورد العديد من أنواع التين الشوكي كنباتات زينة إلى استراليا. إنتشرت بعض الأنواع وخصوصاً النوعين *O. stricta , Opuntia inermis* إنتشاراً سريعاً في أراضي المراعي والغابات لدرجة أنه مع عام ١٩٢٥ غطت هذه النباتات ٢٤ مليون هكتار بكثافة رهيبة. في عام ١٩٢٠ أرسل حشريون إلى جنوب أمريكا للبحث عن حشرات تلك الحشيشة. جمع حوالي خمسون نوعاً من الحشرات وأرسلت إلى استراليا. تأقلم إثنا عشر نوعاً منها وأحدثت بعض المكافحة وذلك قبل إستيراد الفراشة *Cactoblastes cactorum* التي حلت المشكله من جذورها. جمع هذا العنصر الحيوي الهام عام ١٩٢٥ من الأرجنتين وأمكن توطينه حقليا في استراليا عام ١٩٢٦. وفي الفترة من ١٩٣٠ - ١٩٣٢ حدث إنحصار عام لنباتات التين الشوكي في المواقع التي تم فيها الإطلاق، وسرعان ما إنتشرت الفراشة وكافحت التين الشوكي في المساحات المصابة وقد فاق هذا الإنحصار لتلك المساحات من الحشائش بهذه السرعة، ومن مساحات كبيرة، كل تصور وتوقع.

٤- إستيراد الممرضات الحشرية:

حدث أول إستعمال ناجح لممرض حشري لمكافحة آفة عام ١٩٦٧. تعتبر خنفساء *Oryctes rhinoceros* آفه خطيرة جدا لجوز الهند coconut وأشجار النخيل الزيتية ويعتبر جنوب آسيا الموطن الأصلى لهذه الحشرة ولكنها إنتشرت فى العديد من جزر الباسفيك. في عام ١٩٦٣ أكتشف فيروس لليرقة والحشرة الكاملة من مجموعة الفيروسات العضوية Baculovirus في ماليزيا. وفي عام ١٩٦٧ أستورد هذا الفيروس إلى جنوب ساموا Samoa حيث تم مكافحة هذة الآفة. تلى هذا إنتشار الفيروس إلى الجزر الأخري وبنفس النجاح. فعلى سبيل المثال في جزر المالديف Maldives (في المحيط الهندي) إنخفضت نسبة إهلاك الأشجار من ٤٠-٦٠% قبل الإستيراد إلى حوالي ١٠% بعد الإستيراد. وكان أحد أسباب نجاح هذا الفيروس هو أن كوامل الخنافس المصابة تبقى حية لعدة أسابيع وتعمل كحامل للمرض، ناقلة إياه إلى اليرقات الحية في أماكن تواجدها.

٥- إكثار الطفيليات والمفترسات (الذباب الابيض والأكاروسات فى الصوب):

على غير النماذج السابقة التى إعتمدت كلها على إستيراد الأعداء الطبيعية وإطلاقها ونجاحها فى الإنتشار بذاتها، فهناك إتجاه آخر مطلوب بالنسبة لمحاصيل الصوب. وبسبب إنعزال تلك المحاصيل، جزئياً، عن الظروف الخارجية فإن الأعداء الطبيعية غالباً ما تدفع فى الصوب مع كل دورة محصولية، ومن بين أهم الآفات للزراعات المحمية الذباب الأبيض والعناكب ذات البقعتين. حدثت أولى خطوات المكافحة البيولوجية داخل الصوب عام ١٩٢٦ عندما لاحظ مزارع في إنجلترا أفراداً من الذباب الأبيض سوداء اللون (أفراد متطفل عليها) في صوبته ووجه إنتباه العالم الحشري سباير Speyer إلى ذلك. وقد وجد أن الطفيل المتسبب هو الطفيل *Encarsia formosa* الذي برهن على نجاحه في مكافحة الآفة وعندئذ إبتدأ الإستعمال التجاري لهذا الطفيل.

توقف الإنتاج الكمى لهذا الطفيل بغرض مكافحة ذبابة الصوب البيضاء بيولوجياً فى عام ١٩٤٩ بسبب منافسة بعض المبيدات الجديدة ولم يستأنف ثانية حتى عام ١٩٦٧. وبينما شمل إنتاج الأعداء الطبيعية لإستعمالها ضد آفات محاصيل الصوب مجاميع كثيرة في بداية عام ١٩٧٠، كان قرار كوبرت Koppert في هولندا بالبدأ في إنتاج أكاروسات وحشرات مفترسة للإستعمال في الصوبات، وقد إتبع طرق محسنة للتربية والتخزين والشحن لكل من الطفيل *Encarsia formosa* والأكاروسات المفترسة وأصبح من المتوفر إكثار مثل هذه الأعداء الطبيعية للإطلاق الكمي في الصوبات. يتطلب مكافحة الذبابة البيضاء في الصوبات بالطفيليات مكافحة

بقية الآفات على محاصيل الصوب بالأعداء الطبيعية أو بكيميائيات متوافقة مع الطفيل *Encarsia* .sp. هناك آفه أخرى على الطماطم والخيار وهي العنكبوت الأحمر ذو البقعتين. وبينما هناك العديد من أنواع الأعداء الطبيعية التي تؤخذ في الإعتبار لمكافحة تلك الآفة، إلا أن النوع الذي برهن على نجاحه بتفوق أكتشف خلال عام ١٩٦٠م وهو الأكاروس المفترس *Phytoseiulus persimilis* إذ كان من السهل تربيته والآن يعتبر من الأنواع شائعة الإستعمال في الصوبات.

٦ - إكثار الممرض البكتيري *Bacillus thuringiensis* :

في عام ١٩١١، لاحظ العالم بيرلنر Berliner إصابة يرقات فراشه الدقيق *Anagasta kuehniella* بمسبب مرضى عرّف ببكتيريا *Bacillus thuriniegnsis*. تم إختبار هذا الممرض على عدد مختلف من يرقات حرشفيات الأجنحة، وبحلول عام ١٩٣٨ أصبح في الإمكان تسويق مستحضر هذا الممرض البكتيري تجاريا تحت إسم sporeinent في فرنسا. تم عزل عدة سلالات من هذا الممرض من عوائل مختلفة، لكن قبل عام ١٩٨٠ كان الإنتاج التجاري قاصراً على النشاط ضد يرقات أنواع معينة من رتبة حرشفيات الأجنحة. ثم أصبح ذلك ممكناً فيما بعد بالنسبة لغيرها من الرتب مثل رتبة ذات الجناحين، ورتبة غمدية الأجنحة. يعتمد تأثير هذا الممرض على إنتاج توكسينات تشل ثم تميت العوائل. يمثل هذا المرض الإستعمال المبكر الناجح لممرض ميكروبي مجهز formulated pesticides. تعتبر توكسينات هذا الممرض سموم معدية تقتل فقط مجاميع معينة من الحشرات، سامحاً بذلك من تطبيق إدارة متكاملة فيها يتم الحفاظ على الأعداء الطبيعية بينما الميكروب يعمل على آفات معينة خافضاً بذلك من تعدادها.

٧- الحفاظ على الأعداء الطبيعيه: نطاط أوراق الأرز البنى:

يعتبر نطاط أوراق الأرز البنى *Nilaparvata lugens* من آفات الأرز فى مناطق عديدة من آسيا. فى خلال الفترة من ١٩٦٠ - ١٩٧٠ حدث تغيرات فى سبل زراعة أصناف مختلفة من الأرز والتسميد وعمليات الحصاد شجعت المزارعين لإستعمال المبيدات فى خفض تعدادات هذه الآفة. أهلكت المبيدات العناكب المفترسة وغيرها من الأعداء الطبيعية وأدى ذلك إلى فورانات لهذه الآفة. وقد إنحسرت هذه الفورانات عند معرفة المزارعين بأهمية هذه المفترسات الأكاروسية وغيرها من المفترسات وإبتعدوا عن الإستعمال الدورى للمبيدات. وقد تبع هذا الإقلال من المبيدات إلى إرتفاع المحصول. وقد أوضح ذلك أهمية الأعداء الطبيعية المتوطنة. وبالتالى إزداد الإهتمام بتوعية المزارعين نحو مخاطر المبيدات والحفاظ على الأعداء الطبيعية.

نماذج وإتجاهات حديثة وناجحة للمكافحة البيولوجية في العالم وفي مصر:

أ- في مجال الطفيليات:

هناك حالات كثيرة ناجحة لمجابهة عديد من الآفات في بقاع مختلفة من العالم، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر النماذج التالية، إذ أن تسجيل القائمة الطويلة لنجاحات مشاريع المكافحة البيولوجية ليس من أهداف هذا الكتاب.

١- في أمريكا:

غزت سوسة البرسيم *Hypera postica* الجزء الشرقي من الولايات المتحدة الأمريكية خلال عام ١٩٤٥، ومع منتصف عام ١٩٦٠ إنتشرت في معظم المساحات المنتجة للبرسيم. كانت كثافات اليرقات عالية بدرجة كبيرة إلى الحد الذي كان فيه مزارعي البرسيم يقوموا برشه بالمبيدات بصفة دورية مرة أو أكثر في العام للتقليل من أضرارها. ومع بداية عام ١٩٥٩ تم إستيراد عدد من طفيليات تلك الآفة من أوربا مما أدى إلى إنخفاض مستويات الإصابة والإقلال من إستعمال المبيدات. كان أكثر الطفيليات فاعلية طفيلين من الطفيليات اليرقية من جنس *Bathyplectus* (Ichneumonidae)، وطفيل على الحشرة الكاملة هو طفيل *Microctonus aethiopoides*.

٢- في أفريقيا:

غزى بق الكاسافا الدقيقي *Phenacoccus maniboti* جنوب أفريقيا عام ١٩٧٧ وافداً من أمريكا الجنوبية. ومع بداية عام ١٩٨٠ إنتشر بدرجة كبيرة جداً مما قلل من إنتاج الكاسافا (غذاء أساسي لمعشر كبير من السكان). أستورد الطفيل *Epidinocarsis lopezi* الذي يتطفل على هذا النوع من البق من أمريكا الجنوبية وأثبت فعالية كبيرة بعد تربيته وإطلاقه فى عدة دول إفريقية مما أدى إلى خفض الإصابة وإرتفاع محصول الكاسافا في كل مساحات إنتشاره تقريباً.

٣- في غينيا:

في البدايات المبكرة للقرن العشرين، أستوردت الحشيشة الطافية *Salvinia molesta* من البرازيل إلى عديد من الأقطار الإستوائية، كنبات للزينة. إنتشرت هذه الحشيشة بسرعة على سطح نهر السيبك Sepik وما يتصل به من بحيرات، وأعاقت المراكب من التحرك بسهولة على طول النهر. بذلت مجهودات كبيرة خلال الفترة من ١٩٦٠-١٩٧٠ لجمع أعداء طبيعية

obeikandi.com

لتلك الحشيشة، لكن لم يتحقق النجاح بسبب الخطأ في تعريف نوع النبات تعريفاً دقيقاً مما أدى إلى جمع حشرات عاشبة غير فاعلة من على نباتات قريبة لها تقسيمياً. بعد التعريف الدقيق للحشيشة، أمكن الحصول على أعداء طبيعية لها ذات فاعلية، منها السوسة *Crytobagous salviniae* وقد أمكن تطبيق برامج المكافحة الناجحة هذه في العديد من البلدان مثل الهند وزامبيا.

٤- في الصين:

يربى طفيل البيض *Trichogramma* sp. تربية كمية على عوائل بديلة بغرض إطلاقه في الطبيعة لمجابهة الآفات. وقد أستخدم أولاً وعلى نطاق واسع لمكافحة حفارات قصب السكر، ثم إتسع وإزداد إطلاقه لمجابهة عدد آخر من آفات المحاصيل الحقلية والبستانية منها على سبيل المثال لفافات أوراق الأرز *Cnaphalocrocis medinalis*، وحفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis*، ودودة اللوز الأمريكية *Heliothis armigera*، وحفار قصب السكر *Chilo injuscatellus*، وفراشة التفاح البنية *Pandemis haparana* وغيرها من الآفات لدرجة أصبح معه إطلاق هذه الطفيليات الآن من أحد المقاييس الهامة في إستراتيجيات مجال السيطرة المتكاملة لآفات الأرز والقطن وقصب السكر والذرة. وهناك محاولات الآن لتربية هذا الطفيل تربية كمية على عوائل صناعية بدلاً من العوائل الطبيعية بهدف تقليل تكاليف الإنتاج وأمكنهم حتى الآن تربية ٣٥ جيلاً من هذا الطفيل على مثل هذه العوائل الصناعية دون حدوث أي تدهور في تربية هذا الطفيل والذي أظهر كفاءة تطفل لاتقل عن أفراده المربـاه على العوائل البديلة.

٥- في الهند:

يربى طفيل البيض *Trichogramma chilonis* تربية كمية على نطاق كبير لإطلاقها في الحقول لمكافحة حفار قصب السكر *Chilo sacchariphagus indicus*.

تطلق هذه الطفيليات بمعدل ٥٠,٠٠٠ فرد للهكتار الواحد خلال الفترة من الشهر الرابع إلى الحادي عشر من زراعة المحصول، وقد كان ذلك كافياً تماماً وإقتصادياً لمكافحة هذا الحفار والآن تدعم الدولة هذا الإتجاه لإتساع رقعة إستعماله لمكافحة عدد آخر من الآفات إذ قامت بإنشاء ١٢ محطة رئيسية لتربية الطفيل إضافة إلى ٥٠ محطة فرعية أخرى.

openkandil.com

٦- في ألمانيا:

يربى الطفيل *Trichogramma evanescens* تربية كمية على عوائل بديلة مثل بيض فراشة الحبوب *Sitotroga cerealella*، وبيض فراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط *Anagasta kuehniella* لإطلاقه في الحقل لمكافحة حفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis*. يطلق هذا الطفيل بمعدل ٣ مرات كل منها يتكون من ٥٠,٠٠٠ طفيل للهيكتار الواحد على فترات من ١-٢ أسبوع. وقد أدى ذلك إلى إنخفاض الإصابة بهذا الحفار بمعدل ٧٥% في المتوسط. وهناك إتجاهات بحثية مكثفة في معامل Darmstadt لتقليل أعداد الإطلاقات. وقد وجد بالدراسة أن هذا الأسلوب من المكافحة البيولوجية أرخص بكثير من أسلوب المكافحة الكيميائية علاوة على أنه لا يتطلب جهداً أو أجهزة معقدة، ناهيك عن ضمان هذا الأسلوب من الناحية الأيكولوجية إذ قد إتسعت رقعة المساحات الزراعية التي يطبق فيها هذا الإجراء. وهناك العديد من المحاولات لإستخدام هذه الطريقة لمكافحة عديد من الآفات مثل ديدان الكرنب *Mamestra brassicae* و *Pieris* spp. على الكرنب. هذا وقد أتبع نفس الأسلوب من المكافحة بإستعمال طفيل البيض *Trichogramma* spp. في بلاد مختلفة أخرى من العالم مثل سويسرا وكولومبيا والأرجنتين وفرنسا وغيرها.

٧- في مصر:

- **المكافحة البيولوجية لحشرات المن على الفلفل تحت ظروف الزراعات العضوية:** نظراً للتوسع الشديد فى الزراعات المحمية تحت الظروف المصرية، خاصة تلك الزراعات العضوية المخصص إنتاجها بشكل أساسى إلى التصدير، كان لزاماً على المستثمرين فى ذلك المجال اللجوء إلى المكافحة البيولوجية لمكافحة عديد من آفات الزراعات المحمية وخاصة حشرات المن *Microsiphum euphorbiae*، والذى يعتبر الآفه الأكثر أهمية على الفلفل المنزرع فى الزراعات المحمية فى مصر. يتم مكافحة هذا النوع من المن بواسطة أبو العيد ١١ نقطة، أسد المن الأخضر علاوة على طفيليات المن.
- مكافحة ثاقبة القصب الصغرى *Chilo agamemnon* في حقول قصب السكر بإستخدام الطفيل *Trichogramma evanescens*. أصبح الإعتماد على هذا الطفيل كلية هو الأسلوب المتبع والموصى به لمكافحة تلك الآفة في حقول قصب السكر في مصر دون الحاجة إلى إستخدام المبيدات.
- مكافحة آفات نخيل البلح التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة في واحة سيوة بإستخدام طفيل البيض *Trichogramma evanescens*.

- في مركز خدمات الزراعة الحيوية بأسوان الذي أنشئ عام ٢٠٠٢ يتم الإنتاج الكمي للأعداء الحيوية من الطفيليات وأهمها طفيل البيض *Trichogramma evanescens* وطفيليات المن والمفترسات وأهمها مفترس أسد المن وأبو العيد ذو السبع نقاط وبقة الأوريس لمكافحة الآفات بيولوجياً بمناطق الإستصلاح الجديدة والأراضي المحيطة ببحيرة ناصر بصفة خاصة.
- هذا إضافة إلى شركات خاصة لإنتاج عناصر المكافحة البيولوجية كمياً وبصفة خاصة طفيل البيض *Trichogramma evanescens* وعوائله المعملية.

ب- في مجال الممرضات:

١- في استراليا:

تعتبر الحشيشة *Chondrilla juncea* حشيشة دخيلة في المساحات المنزرعة بالقمح في استراليا. يوجد لهذه الحشيشة ثلاث أطياف وراثية (ذات الورقة الضيقة، ذات الورقة العريضة، وذات الورقة الوسطية بينهما). أمكن مكافحة الشكل ذو الورقة الضيقة (وهو الأكثر إنتشاراً) بإستعمال الممرض النباتي *Puccinia chondrillina* الذي تم إستيراده من إيطاليا. أمكن أيضاً إستيراد سلالة أخرى من هذا المسبب الصدأي لمكافحة الشكل ذو الورقة المتوسطة. ويعتبر هذا المشروع هو أول نجاح لإستيراد ممرض نباتي لمكافحة آفة نباتية دخيلة، كما يعتبر أيضاً أول نجاح للمكافحة البيولوجية للحشائش في محصول موسمي.

٢- في فرنسا:

أستخدم الفطر *Beauveria tenella* في محطة تجارب La Miniere بفرنسا في مكافحة يرقات الجعال *Melolontha melolontha* لدرجة أمكن معها إحداث حالة من الوباء المرضي بين التعدادات الطبيعية لهذه الآفة والإقلال من معدل المكافحة الكيميائية إلى حوالي ٤/١ الجرعة الموصى بإستعمالها لمكافحة هذه الآفة كيميائياً (تستعمل المبيدات الفوسفورية مثل الباراثيون).

المكافحة البيولوجية والإدارة المتكاملة للآفات:

يمكن أن تقف مشاريع المكافحة البيولوجية وحدها في مكافحة الآفات دون الإعتماد على مجهودات المكافحة الأخرى. لكن هذا يكون صحيحاً بصفة خاصة مع آفات المساحات غير

obeikandl.com

المنزرعة، والحشائش المائية، وحشائش المراعي، وآفات نباتات الزينة وحشرات الغابات. يمكن لعديد من آفات المحاصيل أن تدخل ضمن توليفات معقدة من الآفات يجب مكافحتها في وقت واحد للحصول على إنتاجية عالية. وفي مثل هذه الحالات لابد من التكامل بين وسائل مكافحة متباينة ومتضاربة (مكافحة بيولوجية ومكافحة كيميائية وربما أيضا مكافحة بيولوجية وتربية نباتات أو عمليات زراعية). والسؤال الأساسي في هذا التكامل هو أي من وسائل المكافحة يعتبر ضروريا وأيها يعتبر إختياريا optional. ففي الفترة ما بعد ١٩٤٥، عندما كان إستعمال المكافحة الكيميائية شائعا، كانت المكافحة الكيميائية هي الوسيلة الرئيسية للمكافحة وينظر إلى المكافحة البيولوجية على أنها ثانوية غير ضرورية. وكان يتوقع دائما أن تلعب هذه المكافحة البيولوجية دوراً ضئيلاً إذا ما كان فى مقدورها أن تعمل بالرغم من معاملة المبيدات. وحيث أن عناصر المكافحة البيولوجية كانت غير قادرة على أن تعمل فى مكافحة آفات المحاصيل التي عوملت بالمبيدات، وكان يعتبر هذا برهاناً على أن المكافحة البيولوجية غير ذات أهمية.

في السنوات الأخيرة، تغيرت النظرة تدريجياً نحو أولوية طرق المكافحة وإرتفع تصور المكافحة المتكاملة للآفات المعتمد على المكافحة البيولوجية ومن خلال هذا التصور أصبحت عناصر المكافحة البيولوجية ضرورية وتأتي في المقام الأول في بناء نظم المكافحة.

obeikandl.com