أهمية المبيدات الحيوية كمكون آمن لبرامج الإدارة المتكاملة للآفات

محمد السعيد صالح الزميتي

قسم وقايةالنبات، كلية الزراعة جامعة عين شمس

الملخص

تتزايد الحاجة لاستخدام المبيدات الحيوية كمكون آمن لبرامج الإدارة المتكاملة للآفات بصفة خاصة إذا ماكان التوجه العام نحو التقليل من استخدام المبيدات التقليدية وحماية الأعداء الطبيعية، وأيضا فى أغراض صيانة التنوع الحيوى، إنتاج محاصيل بمواصفات بيئية ومعايير سمية قياسية، استراتيجيات إدارة المقاومة، والحالات التى يكون فيها استخدام مواد ذات سمية منخفضة تجاه الثدييات ضروريا، وبالرغم من ذلك فإن هناك بعض العوامل المحددة التى تعترض الانتشارالتطبيقى الواسع لها، كما أن عملية إدارة الآفات بالإعتماد على منتجاتها بصفة أساسية يواجه حاليا بتحدى كبير من جراء المظاهر أو العوامل السلبية التى قد لا تتوفر المعلومات المتعلقة بالتوقع الكامل لبعض منها أو حتى التعرف عليها. وتتمثل هذه العوامل غالبا فى محددات التقنيات، التعلم، والتكلفة والتى يمكن أن تؤثر بدرجة خطيرة على إختيار المزارعين فى استخدامها. كما تتضمن هذه المحددات أيضا تحدى الموازنة بين معدلات الإبادة ومستويات الضرر مع تقلبات عشائر الآفة، المعرفة المطلوبة لفهم التفاعلات البيولوجية والإيكولوجية فيما بين معقد الآفة– المحصول، والخبرة التقنية والإدارية، وأخيرا فإن برامج الإدارة المتكاملة للآفات المبنية على المبيدات الحيوية سوف يلزمها الدعم بأساليب أفضل للرصد، ومستويات حديثة للحدود أو العتبات الحرجة للآفات وأعدائها الحيوية، وتنبؤ أفضل للعوامل الجوية.

مقدمة

يؤدى الاستخدام المكثف للمبيدات المعتادة لتفاقم النواحى السلبية لها، وخاصة فيما يتعلق بالآثار الصحية والبيئية، فقدان الاستدامة، مقاومة الآفات، العوائد التجارية، أعباء الضوابط التنظيمية، وقلق المستهلكين (Flint, *et al.*, 1981؛ Pedjo,1991؛ الزميتي،١٩٩٥؛ ٢٠٠٣ ب). وتبعا لذلك فإن استخدام هذه الكيماويات سوف يتناقص بدرجة كبيرة وخاصة على المحاصيل غير الرئيسية (مثل الفواكه، النقل، الخضروات، نباتات الزينة) مما يتوقع معه تزايد استخدام المبيدات الحيوية فى المستقبل القريب (Menn, 1996؛ الزميتي ٢٠٠٣ أ؛ ٢٠٠٤)، ومن المعروف أن المبيدات الحيوية Biopesticides

منتجات لمواد طبيعية غالبيتها ذات أصل حيواني، نباتى، أو ميكروبي، والبعض منها من مواد أو عناصر طبيعية أخرى، وتقع المبيدات الحيوية فى ثلاثة مجموعات رئيسية هى المبيدات الميكروبية Microbial pesticides، ومواد الحماية المندمجه بالنبات Protectants (PIPs) Plant Incorporated (مبيدات النباتات المهندسة وراثيا Transgenic plant pesticides) والمبيدات البيوكيميائية Biochemical pesticides. وتكون المادة الفعالة بالمبيدات الميكروبية غالبا من الكائنات الدقيقة أو المواد المعزولة منها وخاصة البكتيريا والفطريات والفيروسات والبروتوزوا، ويمكن استخدامها لمكافحة أنواع عديدة من الآفات، بالرغم من أن كل مادة فعالة منها تكون ذات تخصص نسبى تجاه آفة أوآفات معنية، وعلى سبيل المثال فإن هناك مبيدات فطرية حيوية تستخدم فى مكافحة بعض أنواع الأعشاب، ومنها ما يستخدم تجاه حشرات معينة، والمبيدات الميكروبية الأكثر إنتشارا واستخداما فى التطبيق على نطاق واسع مجهزة من تحت أنواع وسلالات بكتيريا *Bacillus thuringinesis (Bt)*، وكل سلالة من هذه البكتيريا تنتج مخلوط من بروتينات مختلفة، وهى متخصصة فى قتل نوع أو عدد قليل من الأنواع المتقاربة من يرقات الحشرات المهاجمة للنبات، كما أن بعضها متخصص تجاه يرقات الذباب والبعوض. وبصفة عامة فإن الأنواع الحشرية المستهدفة يتم تحديدها أو تقديرها إذا ما كانت بكتيريا الـــ *Bt* المستخدمة منتجه لبروتين يمكن أن يرتبط بالمستقبل الحيوى فى معدة اليرقات، وبالتالي توقفها عن التغذية والموت كنتيجة للجوع وتسمم الدم(توفيق، ١٩٩٣؛ Dent,1997؛ الهنيدى وفياض،٢٠٠٠). وتعرف مواد الحماية المندمجة بالنبات (مبيدات النباتات المهندسة وراثيا) بأنها مواد لها صفات إبادية للآفات تنتجها النباتات بفعل مادة جينية تم اضافتها لها، وعلي سبيل المثال فإنه بادخال الجين المسئول عن البروتين المبيد لبكتيريا *Bt* في المادة الجينية للنبات، فإن النبات يقوم بنفسه بتصنيع المواد السامة للآفة بدلا من البكتيريا، وتجدر الاشارة إلي أن القواعد التنظيمية الخاصة بهيئة حماية البيئة الأمريكية EPA فى هذا المجال تتعلق بالبروتين والمادة الجينية وليس النبات فى حد ذاته (Jenkins,1993؛ Tabashnik,1995)، وتشتمل النباتات المهندسة وراثيا بالـــ *Bt* علي الذرة، القطن، البطاطس، الأرز، الطماطم، فول الصويا، وبعض اشجارالغابات، وقد تزايدت المساحات المنزرعة بهذه المحاصيل في السنوات الأخيرة وتسوق منتجاتها تجاريا بكل من أمريكا، كندا، اليابان، المكسيك، الأرجنتين، وأستراليا. وبالنسبة للمبيدات البيوكيميائية فإنها مواد طبيعية الظهور لها مقدرة على مكافحة الآفات بمكانيكيات خاصة ليست عن طريق التسمم ومنها الفرمونات، والهورمونات، منظمات النمو النباتية والحشرية الطبيعية، المواد الطاردة، والإنزيمات المستخدمة كمواد فعالة، وغيرها (Howse,1991؛Pedjo,1991 ؛ الزميتي،١٩٩٧).

و تضم المبيدات الحيوية العديد من المواد التي تتزايد أعدادها بمرور الوقت فى نفس الوقت الذى تتزايد فيه كمية المنتجات أو التجهيزات المستحضرة منها. وتشير تقارير هيئة حماية البيئة الأمريكية EPA على أنه فى نهاية عام ٢٠٠١ قد تم تسجيل حوالي ١٩٥ مادة فعالة للمبيدات الحيوية، وأن هناك حوالي ٧٨٠ منتجا لها تسوق تجاريا للإستخدام على المستوى الحقلي (Gaugler,1997؛ Hall and Menn,1999).

الحاجة لتعزيز استراتيجية استخدام المبيدات الحيوية ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفات:

تفوق المبيدات الحيوية الكيماويات المعتادة من حيث السلامة والأمان تجاه الثديات، وبالرغم من محددات انتشار استخدامها على نطاق واسع فى مكافحة الآفات، الإ أن الحاجة الهامة لها تظهر بصفة خاصة فيما يلى:

١- معاملة المساكن الطبيعية وشبه الطبيعية التى تعطى فيها الأولوية لصيانة التنوع البيولوجى (مثل أراضى المراعى، المحميات الطبيعية، الغابات).

٢- الاستجابة للضغوط العامة، ومواثيق ومتطلبات التجارة الدولية فى إنتاج محاصيل بمعايير جودة عالية، أو ذات موصفات قياسية عالية فيما يتعلق بالنواحى الإيكولوجية والتوكسيكولوجية (ومنها محاصيل الزراعة العضوية، وتقليل مستويات متبقيات المبيدات).

٣- استبدال التطبيقات الكمياوية غير المرضية (لتحقيق بعض الاهداف مثل إستراتجيات مقاومة المبيدات الحشرية).

٤- الحالات التى تتطلب إستخدام مواد ذات سمية منخفضة تجاه الثديات (مثل فئران المخازن).

٥- كمكون ضمن برنامج الإدارة المتكاملة للآفات، حيث يتطلب حماية الأعداء الطبيعية الهامة أو إذا ما كان التوجه العام نحوالتقليل من استخدام المبيدات التقليدية.

التحديات المقيدة للمبيدات الحيوية:

تواجه المبيدات الحيوية بعدد من التحديات المقيدة لها، ويتوقع أن تتضمن بجانب النواحى الإيجابية بعض المظاهرالسلبية الجديدة التي قد تكون على مدى أطول أو أقل كثافة من المبيدات الكيماوية المعتادة (جدول١)، وقد تواجه المزايا البيئية والإيكولوجية والصحية للمبيدات الحيوية بتحدى كبير من جراء المظاهر او العوامل السلبية (Hancock *et al.*,1996 ؛ Sweet *et al.*,1999 ؛ Gressel and Rotteveel, 2000؛ منظمة الأغذية والزراعة،٢٠٠٢)، وفى الحقيقة فإن بعض منها لم نتمكن حتى الآن من توقعه أو حتى التعرف عليه، وعلى المدى القصير فإن أهم هذه العوامل يتمثل فى محددات التقنيات، التعلم، والتكلفة التى يمكن أن تؤثر بدرجة خطيرة على اختيار المزارع فى الاستخدام التطبيقى للمبيدات الحيوية بكثافة فى برامج الإدارة المتكاملة للآفات، وتتضمن هذه المحددات أيضا تحديد الموازنة بين

معدلات الإبادة ومستويات الضرر مع تقلبات عشائر الآفة، المعرفة المطلوبة لفهم التفاعلات البيولوجية والإيكولوجية فيما بين معقد الحشرة- المحصول، الخبرة التقنية والإدارية المطلوبة بسير النظام بفاعلية وبصفة خاصة فيما يتعلق باعتبارات الاستخدام الحقلى، وهذه العوامل تؤثر بلا شك فى الجدوى الاقتصادية والعائد الصافى الذى يتحكم بدرجة مطلقة فى اهتمام المزارع بتطبيق برامج جديدة للمكافحة تعتمد بدرجة اكبر على المواد الحيوية. ويتوقع مع ذلك أن تتطور نظم إدارة الآفات لتعتمد على المبيدات الحيوية فى المستقبل القريب بداية من المحاصيل السابق الإشارة اليها، و بالطبع فإن هذة الأنظمة سوف تتطلب الدعم بأساليب أفضل للرصد، ومستويات حديثة للحدود (العتبات) الحرجة، وتنبؤ أفضل للعوامل الجوية. وبالنظر للمحددات السابقة وغيرها، فإنه يعتقد أن استراتيجية تعزيز استخدام المبيدات الحيوية ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفات يجب أن تبنى علي المحاور الأساسية التالية:

١- تطوير مستحضرات المبيدات الحيوية لتحسين فعاليتها وملائمتها الاقتصادية للتطبيق الواسع تجاه الآفات المختلفة.

٢- توصيل المستحضرات بطريقة سهلة، متزامنة مع مكان التأثير ومتوافقة مع الآلات المستخدمة

٣- قبول المزارعين للمبيدات الحيوية والإقبال عليها واقلمتها كوسيلة للمكافحة الحيوية.

٤- إدارة أو الحد من مقاومة الحشرات للمنتجات أو المستحضرات التجارية.

جدول (١): السلبيات المعاكسة لإيجابيات المبيدات الحيوية

النواحى الإيجابية	النواحى السلبية
١- صيانة المصادر الوراثية	١- تحتاج لمتطلبات إدارية / تكلفة عالية لحد ما
٢- تأثير قليل على الكائنات النافعة	٢- تحتاج لخبرة فنية عالية فى المراحل الأولى
٣- ثباتها البيئى قصير	٣- إعادة تقدير (قياس) مستويات الضرر المقبولة
٤- تأثير قليل على صحة الإنسان	٤- تطور المقاومة مع غياب أو سوء الإدارة
٥- ذات نظام متجدد	٥- فقد بعض الجينات الحساسة مع غياب أو سوء الإدارة

انتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية بالدول النامية:

من المعروف أن الشركات الكبرى التي أقدمت علي تطويرمستحضرات المبيدات الحيوية في العقد الماضي كانت محدودة جدا لأسباب عديدة، ومع ذلك فقد جذبت تكاليف العمالة المنخفضة بالدول النامية الإنتباه للمبيدات الحيوية وطورت منتجاتها منها، ولاشك أن المساعدات التقنية ومساندة المؤسسات الحكومية والمنظمات الدولية قد شجع العديد من الدول ومنها الصين، البرازيل، مصر، الهند، المكسيك، وتايلاند للعمل علي الحد من الاستخدام المكثف للمبيدات التقليدية وإيجاد البدائل المناسبة لها من المبيدات الحيوية. وقد دعي ذلك قيام هذه الدول بانتاج المبيدات الحيوية محليا، والتي تركزت غالبا علي انتاج

الـ *Bt* والمبيدات الحشرية المجهزة من الفطريات (وخاصة *B. bassiana*) والفيروسات (ومنهاHaNPV)، وبمرور الوقت فإن منتجاتها قد تطورت كما ونوعا ويتداول حاليا العديد من مستحضراتها التجارية بالأسواق. وبصفة عامة فإنه يتوفر للدول النامية فرص ممتازة للمبيدات الحيوية للأسباب التالية:

١- المواد الخام متاحة محليا كما أن المنتجات يمكن تحضيرها من السلالات المحلية المتاحة.
٢- توفر العمالة اليدوية اللازمة للتحضير والانتاج بتكلفة رخيصة.
٣- التوجه العام السائد حاليا بهذه الدول لنقل التكنولوجيا ومراقبة الجودة.
٤- المساندة التي توليها المنظمات الدولية في مجالات التدريب والتطبيق السليم لهذه المنتجات.
٥- الاستفادة بالدور الذي يمكن أن تلعبه هذه المواد في تجنيب السلع التصديرية وخاصة الفاكهة والخضروات من الرفض وعدم القبول لتواجد متبقيات المبيدات بها.

ولا شك أن إختيار المستحضرات Formulations المناسبة التى يمكنها أن تحسن من ثبات المنتج ومقدرته على البقاء يؤدي إلى الإقلال من تضارب النتائج وفعالية الأداء الحقلي للعديد من مواد المكافحة البيولوجية، وقد ثبت أن التقدم البطئ فى أبحاث أنظمة التجهيزات (المستحضرات) والتوصيل تشكل عقبة رئيسية فى تطوير مواد المكافحة البيولوجية وبالرغم من ذلك فإن هناك كثير من الجهود والنجاحات المتعلقة بتجهيزات المنتجات الحيوية للإستخدام تجاه مسببات الأمراض، الأعشاب، والآفات الحشرية، بالإعتماد على البكتيريا، الفطريات، والفيروسات أو منتجاتها كمواد للمكافحة(Jones and Burges,1998 ؛Burges,1997)، وأيضا المتعلقة بالتجهيزات الخاصة بمواد حيوية أخرى للمكافحة مثل النيماتودا، ويوضح جدول (٢) بصفة عامة المراحل الأساسية لانتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية. وحيث أن المزارعين قد يكونوا غير مستعدين لإستخدام آلات جديدة لتطبيق منتجات المكافحة البيولوجية، فإن المواد الحيوية يجب أن تجهز فى صورة منتج يتوافق مع الآلات وإجراءات أو عمليات الإدارة المزرعية الشائعة أو المعتادة، ويعنى ذلك توافقها مع طرق المكافحة الأخري وفى نفس الوقت مع أنظمة التطبيق الحقلية، ويعتبر ذلك من المتطلبات الهامة لنجاح منتجات المكافحة البيولوجية وقبول وأقلمة التقنيات الحديثة. ومن المعروف أن هناك بعض الأسباب التى تجعل من مواد المكافحة الحيوية محدودة النجاح تسويقيا، ومنها صعوبة الإنتاج، الحساسية للأشعة فوق البنفسجية والجفاف، وحاجتها لرطوبة عالية، الأداء غير الكافي (نقص الأداء) تحت الظروف البيئية الواسعة، ونقص التجهيزات المناسبة، والمستحضرات والتجهيزات التى يجب إستخدامها لتعديل المنتج الميكروبي وذلك بغرض تحسين ثبات المنتج، وفاعليته الحيوية، والتوصيل، قابلية المنتج للخلط والرش، وذلك بالتوافق مع المبيدات المستخدمة فى نظام الإدارة المتكاملة للآفات.

جدول(٢): المراحل الأساسية لانتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية

المراحل	البحث العلمى	التحقق العملى	تطوير المنتج
الأولي	- تعريف تفاعلات الآفة- الممرض - السلالة: العزل/الغربلة/الإنتخاب - توصيف العزلة/ تفهم المرضية - النواحي البيولوجية للآفة - الثبات تحت الظروف الحقلية	- طرق الانتاج المبكرة - النموذج الأصلي للمستحضر - اختبارطرق التطبيق معمليا - الاختبارات قبل الحقلية/ الحقلية علي المدى الصغير - نقل الجرعة/ المعدلات الحقلية	- اختبارات التخزين الميكروبي الأولية
الثانية	- النقل الأفقي - الدراسات الإيكولوجية/ النمذجة	- استراتيجيات التطبيق - الاختبارات علي المستوي الحقلي المتوسط	- اختبارات الأمان تجاه الثدييات (للعزلة) - مزيد من التطوير للمستحضرات - دراسة السوق - التكامل مع استراتيجيات المكافحة الأخري
الثالثة	- تعريف آفات مستهدفة أخرى	- الاختبارات علي المستوى الحقلي الواسع - الدراسات البيئية	- الانتاج علي نطاق واسع - المستحضرالنهائى - التأكيد علي معدلات التطبيق الحقلية - الاختبارات الكاملة للأمان الشخصي - الاختبارات التوجيهية أو الارشادية للمتدربين - التسجيل - التسويق التجارى

وهناك مواصفات هامة أخرى للمستحضرات الناجحة وهي الملائمة للإستخدام، التوافق مع الإجراءات والآلات المستعملة من قبل المستخدم النهائي، وكفاءة المعدلات المستخدمة مع العمليات الزراعية، وذلك بالنسبة لمواد المكافحة الحيوية للمجموع الخضري أو معاملة التربة، ومن أهم العوامل البيئية المؤثرة فى مواد المكافحة الحيوية للمجموع الخضري الحرارة، الرطوبة الحرة أو فترة الإبتلال (الندى)، والحماية من الأشعة فوق البنفسجية والجفاف، وبالنسبة لمواد المكافحة الحيوية للتطبيق بالتربة فإن العوامل المؤثرة الهامة تتمثل فى الخواص الفيزيقية والكيماوية للتربة، الرطوبة، الحرارة، وذلك بالإضافة للتنافس الميكروبي، وهناك حاجة لأن تؤخذ هذه المعايير فى الإعتبار عند تطوير مستحضر مناسب. وبصفة عامة فإن إنتشار منتجات المبيدات الحيوية بالأسواق فى المستقبل يستلزم الحث على تطوير تقنيات جديدة ومبتكرة فى التجهيز والتوصيل بجانب تلك المتاحة فعلا، حيث أن هناك العديد من التحديات التي تواجه تجهيز هذه المواد، ومنها:

١- الفعالية التسويقية الجيدة.

٢- سهولة الإنتاج والتطبيق.

٣- الحيوية والثبات الملائم للمنتج Shelf- life أثناء النقل والتخزين.

٤- ضمان الحيوية والكفاءة لوحدات التكاثر لفترات طويلة.

توصيل منتجات المكافحة الحيوية المجهزة:

كما ذكرسابقا فإنه يجب أن يكون توصيل المنتجات الحيوية بطريقة سهلة، اقتصادية، فعالة، متزامنة مع مكان التأثير المناسب (متزامن لوضع التأثير المناسب)، ومتوافقة مع الآلات والإجراءات الزراعية الشائعة، وغالبا فإن هذه التجهيزات يمكن توصيلها للبذور، الدرنات، أجزاء التكاثر، البادرات، الشتلات، النباتات الناضجة (الكاملة)، أو التربة من خلال معاملة البذور، التربة أو النبات، وبصفة عامة فإن هناك بعض الإعتبارات اللازم مراعتها عند تطبيق مستحضرات المبيدات الحيوية ومن أهمها:

١- الإنتباه والحذربدرجة عالية وبخاصة عند استخدام الفرمونات، ومنتجات الـــ *Bt*.

٢- ضبط أودقة التوقيت خاصة مع استخدام منتجات الـــ *Bt*، الأسبينوساد ، والفرمونات، وإن كان ذلك غيرمطلوبا مع النباتات المهندسة وراثيا.

٣- ضرورة الحدود (العتبة) الحرجة لغالبية المبيدات الحيوية فيما عدا الفرمونات و النباتات المهندسة وراثيا.

٤- مراعاة تأثيرات الطقس، والتي تكون غالبا عالية بالنسبة للفرمونات و منتجات الـ *Bt*، وبدرجة متوسطة بالنسبة للأسبينوساد و الأفيرميكتين.

قبول المزارعين للمبيدات الحيوية:

يعتبر قبول المزارعين لهذه المواد أحد أهم محددات استخدامها، ويعتمد ذلك علي القيمة الثقافية والاجتماعية والعادات والتقاليد السائدة التي عادة ماتلعب دورا هاما فى قرارات المزارعين، كما أن خوف المستهلكين من المواد الميكروبية يمكن أن يكون أيضا حاجزا لقبول التقنيات الحديثة خاصة تلك المرتبطة بالمنتجات الغذائية، والأكثر أهمية من ذلك الجدوى الاقتصادية وأداء المنتجات التى تلعب الدور الأكبر فى الإقبال على التقنيات الجديدة وأقلمتها من قبل المزارعين، وغالبا فإن المبيدات الحيوية لا تظهر فاعلية سريعة كما هو الحال فى المبيدات الكيماوية المخلقة، كما أن تناولها لن يكون من خلال استخدامها كطريقة منفردة لحل مشاكل الآفات، وإنما من خلال (وكما هو واقع فعلا) قبولها ضمن مكونات برامج الإدارة المتكاملة للآفات، ومع ذلك فإنه يمكن القول أن هناك عوامل مختلفة تؤثر فى قبول المزارعين للمبيدات الحيوية، وخاصة فيما يتعلق بالجدوى من استخدامها، ومن أهمها:

١- **الحافز المادى:** يجب أن يكون الربح الذى يجنيه المزارع من استخدام المبيدات الحيوية مساويا أو يتعدى الربح الذى سيتحصل عليه من استخدام طرق المكافحة المعتادة.

٢- **الفاعلية:** يجب أن تكون فاعلية المبيدات الحيوية فى أدائها لعملها مساويا لتكلفتها التى ستحل بدلامنها، وكلما تزايدت فعالية المبيدات الحيوية كلما تزايدت الجدوى من استخدامها.

٣- **انشار الآفة المستهدفة:** خصائص الآفة المستهدفة قد تنعكس على أحد مزايا المبيدات الحيوية فى حالة الانتشار الوبائى لنوع واحد، ولكن فى حالات عديدة فإن المزارعين يواجهون بتحدى السيطرة على بعض الآفات فى الوقت الواحد، وعندما يحدث فوران أو تزايد وبائى لبعض الآفات فان استخدام مبيدات حيوية متخصصة يكون قليل الجدوى إلا إذا كان نشر المبيدات المعتادة متاحا، ولذلك فإن تطوير بعض المبيدات الحيوية واسعة الانتشار أو مخاليطها لتتكامل مع المبيدات المخلقة يمكن أن يزيد من جدوى استخدام هذه المنتجات.

٤- **سعر المحصول:** كلما تزايدت قيمة المحصول فانه يكون هناك أهتماما كبيرا لاستخدام طرق مكافحة سريعة وفعالة وثابتة تحقق نتائج يمكن استعاداتها أو تكرارها، ويمكن أن يتحقق ذلك من خلال المعاملة بالمبيدات الكمياوية القريبة من المزارع والتي يعرف عنها الكثير، وبصفة عامة فإن المزارع يكون أقل قبولا لاستخدام المبيدات الحيوية الأكثر تكلفة وتخصصا، إذا لم يكن أدائها مطابقا أو أفضل من المبيدات الكمياوية، أو أن يكون لها من الحوافز المشجعة مثل قلة أو أنعدام المتبقيات، تأخير مقاومة الآفات، قبول

المستهلكين، أو كنتيجة لفقد المكافحة المعتادة بالكيمياويات عند اكتساب الآفة لصفة المقاومة أو المناعة لهذه الكمياويات.

٥- **سعر المبيد الحيوى:** كلما انخفض سعر السوق للمبيد فإنه يكون ذو جدوى اقتصادية للمستخدم، ولكن إذا ما كانت منتجات المبيدات الحيوية توفر مزايا نسبية أخرى مثل انخفاض السمية تجاه الانسان والبيئة، أوأنه يحكمها قوانين تنظيمية فيما يتعلق بجودة الغذاء، فإن استخدام مثل هذه المواد سيكون اكثر جاذبية، وفيما بعد فإن ارتفاع الاسعار قد يكون اكثر قبولا للمزارعين.

٦- **تنوع الاداء:** يفضل المزارعين طرق المكافحة الثابتة التى تحقق نتائج يمكن استعادتها، ولذا فان الجدوى الاقتصادية سوف تتزايد كلما تزايد ثبات المبيد فى أدائه تحت الظروف الحقلية.

٧- **تكلفة المستخدمين:** عامل المزارعين فى التكلفة علاوة على سعر السوق للمنتج يحددا إختيارات إدارة الآفة، وتعبر التكلفة عن كل من الوقت، العمالة، الإدارة عند استخدام التقنيات أو المنتجات الجديدة، وهى يمكن أن تزيد من تكلفة المستخدم مما يجعل المنتج أقل من حيث الجدوى الاقتصادية، وعلى ذلك فان العديد من المزارعين سوف يستمرون فى استخدام أساليب المكافحة المعتادة إذا ما اعتقدوا ان هناك تكلفة مضافة نتيجة لاستخدام المبيدات الحيوية.

إستراتيجيات إدارة (الحد من) مقاومة المبيدات الحيوية:

تشير الدروس المستخلصة من التاريخ أن تطور الحشرات للمبيدات، أمر واقع وأنه يصعب تجنبه، ولذلك فإن إدارة المقاومة لا تهدف إلى إيقاف المقاومة نهائيا، ولكنها تعمل على إبطاء تطورها، وجعل المبيد أكثر نفعا لأطول فترة ممكنة، وقد دعى ذلك البعض لتناول هذه الظاهرة عند التعامل معها على أنها ليست فقط نوع من الإدارة Resistance management، ولكن كأسلوب للحد من المقاومة Resistance mitigation، وقد يكون ذلك وصف أفضل يتناسب مع طبيعة التحكم فى مشكلة المقاومة، ومن الضروري مواجهة ظاهرة المقاومة بغرض المحافظة على فعالية الـ *BT*، وغيره من المواد الحيوية وبصفة عامة فإن لإدارة المقاومة ثلاثة أهداف رئيسية تشمل تجنب ظاهرة المقاومة إذا ما كان ذلك ممكنا، تأخير المقاومة لأطول فترة ممكنة، والعمل على إرتداد العشائر المقاومة إلى عشائر حساسة.

المراجع

توفيق، محمد فؤاد (١٩٩٣). المكافحة البيولوجية للآفات الحشرية. وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضى.

الزميتى، محمد السعيد (١٩٩٣). غذاء بلا مبيدات، كتاب الأهرام الاقتصادى، العدد ٨٥، مؤسسة الأهرام، القاهرة.

الزميتى، محمد السعيد (١٩٩٧). تطبيقات المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.

الزميتى، محمد السعيد (٢٠٠٣ أ). الحاجة إلي المبيدات الحيوية، شمس مجلة زراعية متخصصة، العدد ٦٥، ص٥٤-٥٥.

الزميتى، محمد السعيد (٢٠٠٣ ب). محاور إستراتيجية للحد من مشاكل وأضرار المبيدات والآفات – كراسات علمية، سلسلة غير دورية تعنى بالإتجاهات العلمية الحديثة- المكتبة الأكاديمية، مصر

الزميتى، محمد السعيد (٢٠٠٤). قبول المزارعين للمبيدات الحيوية، شمس مجلة زراعية متخصصة، العدد ٦٨، ص١٨-٢٠.

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (٢٠٠٢). مشروع الخطوط التوجيهية لتقييم الأخطار البيئية للمحاصيل المقاومة للحشرات ومبيدات الأعشاب، منظمة الأغذية والزراعة، روما، أيطاليا.

الهنيدى، أحمد حسين و يحيى حسين فياض (٢٠٠٠). المكافحة الحيوية للآفات الحشرية، وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضى، مركز البحوث الزراعية، الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي، نشرة رقم ٥٨٦.

Burges, D.H. (ed.) (!997) Formulation of Microbial Biopesticides, Beneficial Micro-Organisms and Nematodes. Chapman and Hall, London.

Dent, D. R. (1997) Integrated Pest Management and microbial insecticides, in Microbial Insecticides: Novelty or Necessity?. British Crop Protection Council Proceeding /Monograph Series No. 68, pp. 127-138.

Flint, Mary Louise and Robert van den Bosch (1981). Introduction to Integrated Pest Management, Plenum Press, New York.

Gaugler, R., (1997). Alternative paradigms for commercializing biopesticides. Phytoparasitica 25(3), 179-182.

Gressel, J. and T. Rotteveel (2000). Genetic and ecological risks from biotechnologically-derived herbicide-resistance crops: Decision trees for risk assessment. Plant Breeding Reviews 18, 251-303.

Hall, F.R.., and J.J. Menn (1999). Biopesticides; Use and Delivery. Humana Press, Totona, New Jersey.

Howse, P.E; I.D.R. Stevens and O.T. Jones (1991). Insect Pheromones and their Use in Pest Management. Chapman & Hall, London.

Jenkins, J.N. (1993) Use of *Bacillus thuringiensis* genes in transgenic cotton to control lepidopterous insects (Duke, S.O., J.J. Menn, and J.R. Plimmer, eds.), ACS Symposium Series, vol. 524, no.19, American Chemical Society. Washington, DC, pp. 267-280.

Jones, K.A. and H.D. Burges (1998) Principles of formulation, in Formulation of Microbial Biopesticides, Beneficial Mico-Organisms and Nematodes (Burges, H. D., ed), Chapman & Hall, London, UK.

Menn, J.J. (1996) Biopesticides: Has their time come? J. Environ. Sci. Health B31(3), 383-389.

Pedjo, L.P. (1991). Entomology and Pest Management. Publishing Company, New York.

Tabashink, B.E. (1995) Resistance to insecticides, Bacillus, and transgenic plants. Pestic. Outlook 6(4), 24-27.

Hancock, J. F; R. Grumet and SC. Hokanson (1996). The opportunity for escape of engineered genes from transgenic crops. Hort Science 31:1080-1085.

Sweet, J.B.; C.E. Norris; E. Simpson and J.E. Thomas (1999). Assessing the impactand consequences of the release and commercialization of genetically

modified crops. Pages 241-246 in Gene flow and agriculture. Relevance for transgenic crops. BCPC Symposium Proceedings 72.