



مستقبل السيطرة على الآفات في القطن

THE FUTURE OF COTTON IPM

R. E. Frisbie

Department of Entomology
Texas A & M University, College Station,
Texas

قسم الحشرات
جامعة تكساس A & M - محطة الكلية - تكساس

K. M. El-Zik

Department of Soil and Crop Sciences
Texas A & M University, College Station,
Texas

قسم علوم الأراضي والمحاصيل
جامعة تكساس A & M - محطة الكلية - تكساس

L. T. Wilson

Department of Entomology
University of California, Davis, California

قسم الحشرات
جامعة كاليفورنيا - ديفز - كاليفورنيا

Systems Research - The Future

Integrated Crop Management Systems
Simulation Modeling

نظم البحث - المستقبل
نظم الإدارة المتكاملة للمحصول
نموذج التماثل

Component Research Needs - The Future

Genetic Improvement of Cotton
Cultural Management and Pest
Control

مكون البحث المطلوب - المستقبل
تجسيد الحالة الوراثية للقطن
السيطرة من خلال العمليات الزراعية ومكافحة
الآفات

Quantitative Sampling Procedures and
Economic Thresholds

طرق أخذ العينات الكمية وأخذ الحرج للإصابة

Biological Control of Pest
Populations

المكافحة الحيوية لتعداد الآفات

Strategies and Tactics for Pest
Suppression

استراتيجيات وتكتيكات قمع الآفة

Insect and Mite Management
Plant Pathogen Management
Weed Management

السيطرة على الحشرات والحلم
السيطرة على مسببات الأمراض
السيطرة على الحشائش

Economics of Cotton Production and
IPM

اقتصاديات إنتاج القطن ونظام السيطرة على
الآفات

Implementing IPM

تطبيق برامج السيطرة على الآفات

Conclusion

الخلاصة

References

المراجع

مستقبل السيطرة على آفات القطن

السيطرة على الآفات هى جزء متكامل من تطور صناعة القطن فى الولايات المتحدة الأمريكية ، ومنذ بداية هذا القرن ، أصبحت مكافحة الآفات فى حالات متعددة أمراً سائداً ضمن مستلزمات الإنتاج الزراعى لهذا المحصول على القيمة . وربما أكثر من غيره من المحاصيل . . فإن القطن كان مركز تطور برامج السيطرة على الآفات من الناحية العلمية والفلسفية . ودعت زيادة حدة التنافس على المصادر بين النبات وعديد من الآفات المؤثرة على النبات ، كثيراً من العلماء فى العلوم الزراعية المختلفة ، لوضع استراتيجية متكاملة لمكافحة الآفات . ونجح علماء الجامعات ووزارة الزراعة الأمريكية وقطاع الصناعة الخاص - بشكل نسبي - فى تطوير استراتيجيات وتقنيات لمكافحة مفصليات الأرجل ، ومسببات الأمراض والنيماتودا والحشائش . ورغم النجاح الذى تم التوصل إليه فى السيطرة على كل نوع من الآفات بشكل فردى . . إلا أن العلماء بدأوا فقط فى العشر سنوات الأخيرة النظر إلى إنتاج القطن كنظام . وإنتاج القطن هو نظام معقد بيولوجى وطبيعى وميكانيكى واقتصادى وسياسى ، وفيه تلعب الآفات دوراً معنوياً . وعند هذا المستوى . . بدأ برنامج CIPM للأبحاث عام ١٩٧٩ ، وهدف هذا البرنامج هو تطوير أساس أفضل لفهم نظام المحصول - الآفة ؛ لوضع وتنفيذ استراتيجيات السيطرة على الآفة ، ذات التكلفة المؤثرة - Cost Effec- tive Pest Management ، والتي تزيد من الربحية وتتصف بالامان البيئى ، والهدف الأولى هو اختبار الآفات كجزء من نظام إنتاج القطن ، ثم تطوير سبل المكافحة باتساق وتناغم مع النظام .

صوحت صناعة القطن بتغير جوهرى فى الخمس عشر عاماً الأخيرة ، وكما ننظر للمستقبل . . سوف تحدث تغيرات أكثر فى نهاية هذا القرن . على سبيل المثال . . هناك اتجاه محدد لإنتاج القطن فى المزارع الكبيرة (OTA عام ١٩٨٦) ؛ حيث إن الحصة التسويقية للمزارع التى تبيع بأكثر من ٥٠٠ ألف دولار ، زادت من ٧٪ فى عام ١٩٦٩ إلى ٤٨٪ فى عام ١٩٨٢ (OTA عام ١٩٨٦) . وفى الفترة نفسها . . فإن حجم المبيعات فى المزارع الصغيرة (التي يتراوح من ٢٠ ألف دولار إلى ٩٩ ألف دولار) انخفض من ٥٦٪ إلى ١٤٪ من حجم السوق . وسوف يتأثر التغير فى حجم المزرعة مباشرة بقرارات الإدارة والسيطرة ،

وسوف يؤخذ ذلك فى الاعتبار ، عند تصميم نظم السيطرة على الآفات . وبوسائل أخرى . . فإن المزارع الكبيرة قد تسهل من السيطرة على الآفات بالسماح بوجود مركزية أكثر ، ووسائل متجانسة لقمع الآفات .

وأصبح تنظيم استخدام المبيدات على مستوى الولاية أو المستوى الفيدرالى أكثر إلحاحاً ، وسوف يستمر الاهتمام بصحة الإنسان والحيوان فى تزايد مستمر ، كمطلب عام ، مع التحكم الصارم فى مستوى الأمان فى تطور واستخدام مبيدات الآفات . وبسبب ذلك . . فإن عمليات التسجيل وإعادة التسجيل سوف تكون أكثر إلحاحاً وأكثر تكلفة فى المستقبل . ويبدو أنه سوف يكون هناك دعم فى تصنيع المبيدات ، فى قليل من الشركات والمصانع الكبيرة ، التى تملك قاعدة بحثية متطورة ؛ لتقابل احتياجات القيود الصارمة فى تسجيل المبيدات ، وبحيث تبقى منافسة فى إنتاج المبيدات . سوف يصبح القائمون بصناعة المبيدات أكثر تعاضيداً لبرامج السيطرة على الآفات ؛ لأنهم أدركوا قيمة هذه البرامج ؛ لأنها تعزز الاستخدام الأمثل لمنتجاتهم . وسوف تجد شركات المبيدات فى المستقبل خيوط اتصال ، مع برامج السيطرة على الآفات .

وسوف يصبح استخدام مبيدات الآفات بالقرب من المراكز المتحضرة مشكلة أكثر وضوحاً فى المستقبل ؛ حيث تمتد المدن الآن تجاه الأراضى الزراعية ، وهذا الأمر سوف يصبح حقيقة خاصة فى الولايات المنتجة للقطن ، مثل : كاليفورنيا ، وأريزونا ، وتكساس ، وسوف تكون هناك حاجة ماسة لتطوير برامج السيطرة على الآفات ، التى تستهلك مبيدات آفات أقل ؛ خاصة فى مناطق التداخل بين المدن والريف . وأكثر من ذلك . . فإن اعتبارات تزايد ضمان العاملين بالمزارع تجاه تفادى التعرض لمبيدات الآفات ، سوف تحتاج لمعاملات محددة من المبيدات ، أو الاتجاه ناحية استخدام وسائل غير كيميائية فى مكافحة الآفات .

الاعتبار المهم هو أن القطن الأمريكى سوف يفقد قدرته على المنافسة فى السوق العالمى ؛ فالدول النامية فى أفريقيا وأمريكا الجنوبية وآسيا تستطيع أن تنتج القطن وتجهز الملابس القطنية بسعر أرخص من مثيله فى الولايات المتحدة الأمريكية ؛ فالتكلفة البشرية والعمالة والإدارة تعتبر نسبياً أقل فى هذه الدول ، مقارنة بالولايات المتحدة الأمريكية . وهذه الدول أيضاً تدعم إنتاج القطن ؛ لأنها تحاول أن تحقق مستوى أفضل فى التصدير . ويعتبر القطن واحداً من المنتجات القليلة ، التى يمكن أن تصدرها هذه الدول ؛ للحصول على عملات صعبة ، التى تحتاجها فى تطوير قاعدتها الصناعية . وبالضغط . . فإن الدول التى فى

طريقها للنمو تتجه إلى الاعتماد بقوة على الزراعة ، قبل أن تتوسع فى التصنيع . وقد نجحت الولايات المتحدة الأمريكية - من خلال بعض برامج المساعدات الأجنبية - فى تصدير القطن فى العمليات التكنولوجية الخاصة به . وكتيجة لذلك .. فإن الصرف من القطن الخام والملابس القطنية الجاهزة يزيد عن الطلب على القطن ، وقد يستعيد هذا الوضع اتزانه فى المستقبل .

وفقد أسواق القطن الأمريكى ، مع قيود استخدام المبيدات ، والاتجاه نحو حجم المزرعة الكبيرة ، وبناء المدن على الأرض الزراعية ، والاحتياجات المائبة للقطن - خاصة فى الغرب الأمريكى - واحتياجات الطاقة ، والتكلفة لوحدة الإنتاج .. جميعها عوامل مهمة ، سوف تؤثر على إنتاج القطن الأمريكى مع القرن الواحد والعشرين . وإذا تقدم تصنيع القطن الأمريكى .. فإنه تتوفر وسائل جديدة ؛ لتقليل مخاطر إنتاج القطن ، وجعله أكثر كفاءة ، وهذا يستدعى إعادة تقييم للأولويات البحثية ، ليس فقط فى برامج السيطرة على الآفات ، ولكن أيضاً فى جميع نواحي إنتاج القطن والتسويق والسياسة الزراعية، وسوف يتطلب المستقبل نظاماً للسيطرة المتكامل على المحصول Integrated Crop Management System ، والذى تدرج تحته جميع هذه الأولويات ، ويجب أن يركز البحث عن مستوى نظام إنتاج وتسويق القطن . ويجب أن تخطط مكونات البحث لتوائم احتياجات النظام كله .

نظم البحث - المستقبل

SYSTEMS RESEARCH - THE FUTURE

السيطرة المتكاملة على الآفة هى عبارة عن صيغة ، تحقيق اعتبارات ومنافع بيولوجية واقتصادية وسياسية فى العشرين سنة الأخيرة . والصيغة المنطقية - التى سوف تحملنا إلى القرن الواحد والعشرين - هو اعتبار أن إنتاج القطن والأبحاث المساندة له كنظام ديناميكى ، يتسم بالتعقيد البالغ ؛ إذ تتطلب مكافحة نوع واحد من الآفات اختياراً وتطبيقاً أكثر للمبيدات الكيميائية . ويجب أن تؤخذ التكاليف المالية والبيئية والاجتماعية فى الاعتبار . وتضاعف أو تعدد العوامل ، التى تحدد نظام إنتاج القطن لا تعوق الباحثين فى تشخيص المشكلة . وفى الحقيقة .. فإن كثيراً من الأعمال التحضيرية لاختبار نظام إنتاج القطن منهجياً - من حيث التركيب البيولوجى والطبيعى والميكانيكى والاقتصادى والسياسى والاجتماعى - تم إقراره ، من خلال تطبيق النظم العلمية فى مكافحة الآفات ، وهذا الكتاب

يؤكد على أنه لا يتطوع أى فرد استخدام خطوات من خلال الأساس النظرى ، أو تنفيذ سبل السيطرة ، دون محاولة لفهم العلاقات المتداخلة فى نظام إنتاج القطن .

نظم الإدارة المتكاملة للمحصول Integrated Crop Management Systems

افترض El-Zik و Frisbie عام (١٩٨٥) نظاماً للإدارة المتكاملة لمحصول القطن Integrated Crop Management Systems (ICMS) ، يستهدف الحفاظ على وحماية النبات ؛ بحيث يكون بشكل صحى بتعاون جميع مراحل إنتاج القطن إضافة إلى تكتيكات مكافحة الآفات . وفى الشكل الخاص بالنموذج التصورى Conceptual model . . فإن المؤلفين قد عرفوا العمليات الزراعية المهمة ، وكذا عمليات السيطرة على الآفة واللازمة لتحقيق الهدف ، والفصل الثالث يوضح لنا الأسس النظرية والتصورية للتداخلات الحيوية والاقتصادية ، داخل نظام الإنتاج . وقد اختبروا المشكلة على اعتبار أنها تمويل اقتصادى ، و تمويل خاص بالطاقة خلال المستويات الغذائية المختلفة لنظام القطن - الآفة . وقد اقترح Naegle وآخرون عام (١٩٨٦) أن الانتقال من نظام قرارات برامج السيطرة المتكاملة للآفة إلى قرارات نظام إنتاج / تسويق Cotton - pest system يحتاج إلى مساعدات اتخاذ القرار بوسائل غير تقليدية لنظم الحاسب الآلى ، مثل : نظم دعم اتخاذ القرار والذكاء الصناعى ، والنظم الخبيرة المتخصصة . ولتحديد النظام عند هذا المستوى . . فإن المعلومات اللازمة لدعم اتخاذ القرارات يجب أن تكون متاحة فى شكل معلومات عملية ، ونماذج التماثل ، ورأى الخبرة .

والسؤال الذى يطرح نفسه هو : كيف يمكن بناء نظام قادر على تحديد الاتجاهات الأولية البيولوجية والاقتصادية والسياسية ، التى تجسد إنتاج القطن فى صورة فعالة ومريحة ؟ باستخدام تقنية الذكاء الصناعى . . فإن النظم الخبيرة على مستوى مزرعة القطن ، قد تطورت فى الأراضى السوداء الجنوبية بتكساس (Stone وآخرون عام ١٩٨٦ ، ١٩٨٧ ، Frisbie وآخرون عام ١٩٨٧ ، و Richardson وآخرون عام ١٩٨٧ ، و Sporleder و Malick عام ١٩٨٧) ونظام الخبرة COTFLEX ، هو النوع البدائى لنظام الخبرة المتكامل لإنتاج القطن ، الذى يدخل فى مستوى الإنتاج ، ومستوى التسويق ومستوى اتخاذ القرار السياسى . ويتكامل هذا النظام ، والمعلومات التقنية ، ومدخلات نماذج التماثل البيولوجية ، ونماذج الاقتصاد القياسى فى الخبرة قبل إمداد المستفيد بالتوصيات . ويشمل المستفيدون :

مزارعى القطن ، والمؤسسات المالية ، ورجل الإرشاد ، ومديرى البحوث ، وواضعى الاستراتيجيات . وقد وصف Stone وآخرون عام ١٩٨٦ نظام الخبرة COTFLEX على أساس أنه يتضمن ٥ مكونات أساسية ، هى : تداخلات المستفيد ، واستدلال المحرك ، وأساس معرفة النموذج ، والمسيطر على التماثل Simulation Controller ، والذى يتداخل مع المكون الاقتصادى (المحلل الاقتصادى) ، التى تمتد بطريقة الوصول إلى نماذج التماثل ، ومدير قاعدة البيانات الذى يمدنا بأنواع مختلفة من المعلومات . ومن أجل تعريف معظم الوقائع والقرارات ، التى تتضمن الخبرة COTFLEX . تم تطوير برنامج خط زمن قرار الإنتاج Production Decision Timeline (PDT) ، بناءً على نموذج El-Zik و Frisbie عام (١٩٨٥) ، والذى امتد إلى Stone وآخريين عام (١٩٨٦) ، و Frisbie وآخريين عام (١٩٨٧) . ويقسم برنامج PDT (شكل ١٤-١) نظام الإنتاج خلال العام إلى خمس مراتب أو درجات رئيسية ، عرفت على النحو التالى : «الموجهين أو الناصحين بالعمليات الزراعية ، والسيطرة على الآفات ، وقرارات خاصة بالمحصول ، وقرارات خاصة بالتسويق ، وقرارات سياسية . ولا يتعرف برنامج PDT أهم القرارات أو حالات الإنتاج لكل مرشد فقط ولكن أيضاً يتعرف على روابط القرارات بين المرشدين ؛ حيث لا بد من معرفة تكامل القرارات على جميع المستويات . وتحتاج ترجمة برنامج PDT إلى COTFLEX إلى تصميم نموذج للمرشدين الخمسة الرئيسيين ، يتكون من مجموعة من مكونات النظم الخبيرة Component Expert Systems (CES's) ، والذى يسمح لبرنامج COTFLEX ، بإبراز المشاكل الواسعة ، بينما يحفظ تفاصيل ومنظور كل مكون بشكل منفرد ومحدد بدقة (Stone وآخرون عام ١٩٨٧) . ويمكن أن تدخل مكونات النظم الخبيرة فى إطار برنامج COTFLEX ، وتصل إلى المستفيدين بشكل منظور ، مثل : مرشد السيطرة على الآفات (Stone وآخريين عام ١٩٨٧) ، ومرشد المحصول ، ومرشد سياسة المزرعة (Richardson وآخريين عام ١٩٨٧) ، ومرشد التسويق (Sporleder و Malick عام ١٩٨٧) .

والنظم الخبيرة ، مثل : COTFLEX ، CALEX نظام خبرة القطن فى كاليفورنيا (Plant وآخريين عام ١٩٨٧ ، Wilson وآخريين عام ١٩٨٧ ، Goodell وآخريين عام ١٩٨٧) ، ونظام خبرة COMAX / GOSSYM وهو نظام خبرة / نموذج تماثل لنبات القطن للجزء الأوسط الجنوبي (Mckinion و Lemmon عام ١٩٨٥) تمثل طرقاً لتحديد نظام السيطرة على الآفات ، داخل مضمون نظام إنتاج القطن الكلى . وهذا العمل عبارة عن

إشارة للوصول إلى القرار الحاسم على مستوى المزرعة ، بإمداد المزارعين بطريقة التعريف وإتاحة طرق التقنية النافعة للمزارعين والمديرين ، وعملية إنشاء نظم خبيرة هى اتجاه مفيد جداً فى تحديد المعلومات ، التى قد يتم تجاهلها . وعليه . . يتم تكوين أساس لخطة استراتيجية للأبحاث فى المستقبل . وتسمح النظم الخبيرة بالتعامل مع نظام إنتاج القطن كوحدة متكاملة ، وهذا يساعد فى تحديد مكون البحث وألوياته ، وتقدير العناصر الضرورية للوصول بالإنتاج إلى مستوى عالٍ من الكفاءة والربحية .

نمذجة التماثل Simulation Modeling

تعتبر نماذج تطور المحصول وتماثل الآفة رياضياً مراكز التوجيه البحثى فى الخمسة عشرة سنة الأخيرة (الفصلين الثالث والرابع) . وكنتيجه لذلك . . فإن الأساس المعرفى النظرى الواسع قد تطور بحيث أدى إلى تحسين كبير فى فهم أساسيات العمليات البيولوجية والبيئية ، التى تحكم نمو النبات وديناميكية تعداد الآفة . ويبقى نموذج التماثل كوسيلة ممتازة لتعريف نقط الضعف فى فهم نظم المحصول - الآفة . ويعتبر تصميم النماذج خلال التجريب الحقلى المستهدف الجيد طريقاً ذا كفاءة عالية فى تطوير العلاقات ، أو الفهم البيولوجى ، عندما يستغرق تجميع النتائج الحقلية فترة طويلة أو يكون مطلقاً . ومن خلال النماذج . . يمكن استيفاء النتائج من التجارب المحدودة المصممة والمنفذة بشكل جيد . وتسمح النتائج المستخلصة من التجارب بالتقويس Bracketing المناسب للاستجابة البيولوجية ، التى تتحول بعد ذلك إلى نماذج للتماثل .

وهناك اتجاه فى المستقبل لاستخدام نماذج التماثل ؛ لتحديد الوقت الحقيقى لقرارات السيطرة ولتحديد الخطة الاستراتيجية ، وتقييم بدائل السيطرة على الآفات . وسوف تندمج نماذج التماثل مع مساعدات قرارات الحاسب الألى فى إنتاج المحصول ، والمنافسة السابقة الخاصة بالنظم الخبيرة على مستوى المزرعة ، هى أفضل مثال على ذلك . والمحصول والآفة ، أو نماذج الربط بين المحصول والآفة ، سوف تصبح أكثر إتاحة كعناصر رئيسية فى اتخاذ القرار ، وسوف تستخدم النماذج على أساس إقليمي ؛ لتقييم نظام المساحات الواسعة وعائد المحصول ، وأضرار الآفات .

ولعل التكامل البيولوجى والاقتصادى فى نماذج التماثل له تأثير معنى عالٍ ومهم (J.W. Richardson و N.D. Stone) ، اتصال شخصى . سوف ترتبط العوامل

البيولوجية المؤثرة والمهمة مثل : الفقد النظرى للمحصول نتيجة الإصابة بالآفة (S) بنماذج الاقتصاد القياسى ، والتي من وجهة أخرى . . سوف تمدنا بتقدير فورى وتوصية بالاستراتيجية الاقتصادية المثلى لاتباعها ، وستصبح الاستفادة من نماذج التماثل أكثر وضوحاً ، مع استخدام تقنية الحاسب الآلى بالنسبة لمزارعى القطن . مع اتساع نطاق النماذج الفردية والنظم الكبيرة فإن الخدمات الإرشادية سوف يكون منوطاً بها تدريب المزارعين على ذلك .

مكون البحث المطلوب - المستقبل

COMPONENT - RESEARCH NEEDS - THE FUTURE

مازال مكون البحث هو المستوى ، الذى يسهم فيه الباحثون ، ومن الضرورى أن يوضح هذا المكون العلاقة والروابط مع المكونات الأخرى ، داخل نطاق نظام الإنتاج . وباختصار . . فلإن مكون البحث يجب أن يؤخذ من منظور نظم إنتاج القطن ، وبشكل خاص . . فإن علماء البيولوجى العاملين فى بحوث إنتاج ووقاية القطن يجب أن يحققوا فى عملهم الارتباط بالتركيب الاقتصادى للمحصول . وإذا تمكن منتج القطن الأمريكى من استعادة المنافسة فى السوق الأمريكى والعالمى . . فإن البحث يجب أن يوجه لإنتاج محصول مقبول بأقل وحدة تكلفة . وإذا استمرت السياسة الزراعية والاقتصادية فى أمريكا والعالم فى إلقاء الظلال على إنتاج القطن بشكل أكثر حدة فى المستقبل . . فإن الباحثين يجب أن يحددوا العوامل الاجتماعية الخارجية والبيئية التى ترتبط بالإنتاج . وتلخص الأجزاء التالية الاحتياجات المستقبلية للبحث والتعليم ، والتي تحتل مكاناً مهماً فى مكون البحث ، الذى يرتبط بالسيطرة على الآفات وإنتاج القطن .

تحسين الحالة الوراثية للقطن Genetic Improvement of Cotton

يمثل نبات القطن نموذجاً متكاملًا لجميع المصادر ، والتي ترتبط بالطبيعة والإنسان . وسوف يستمر هدف علماء الوراثة ومربى النباتات لإنتاج الجيرمبلارم ، الذى يملك الخصائص المتميزة لإنتاج محصول عالٍ وألياف جيدة ، ونوعية متميزة من البذور . كما وصل التقدم التقنى فى غزل ونسج القطن إلى مستوى القبول فى التصنيع . ولمقابلة هذا التقدم . . فإن الخصائص النوعية للألياف من الناحية الوراثية ، والتي تحتاج إلى تحسين ، هى : القوة ، والتماسك ، والطول وتجانس الطول ، والنعومة والنضج .

وقدرة النبات لتحمل الضغوط الحيوية واللاحيوية ضرورية للإنتاج الاقتصادي للقطن بمحصول ونوعية ألياف مقبولة . وقد توصل مربو النباتات وعلماء الوراثة إلى تقدم هائل في تطور الجيرمبلازم ، الذى يعطى مقاومة أو تحملاً للنبات تجاه الآفة (الفصل الثامن) ، والضغوط البيئية والفيولوجية والكيميائية والغذائية ، ومازال هناك كثير مما يجب عمله فى المستقبل . ويجب أن يكون نبات القطن فى المستقبل أكثر كفاءة فى الاستفادة من الماء والمواد المغذية وأشعة الشمس . وحيث إن الماء سوف يكون أقل توفراً . . فلا بد أن يزداد مستوى تحمل النبات للجفاف فى كل من نظم إنتاج القطن فى الأراضى المروية والجافة والفهم الكامل للاحتياجات الغذائية وكفاءة تحويل أشعة الشمس إلى طاقة للنبات ، تحتاج من علماء فيولوجى النبات وعلماء وراثة القطن أن يعملوا معاً بشكل أكثر ارتباطاً . وسوف يدفعنا المستقبل إلى طرق أكثر هجوماً ؛ للحصول على جيرمبلازم ، يتميز بالثبات والتنوع التوزيى وإمكانة الاستخدام ، كما يجب أن تتوفر الطرق الجديدة لتحويل الجيرمبلازم ، خلال التحويل والتغير الجينى Genetic manipulation ، والبيوتكنولوجى (الهندسة الوراثية) . وطرق زراعة الخلية النباتية والأنسجة ، مثل : عزل البروتوبلاست Protoplast isolation ، والاندماج Fusion ، والزراعة Cuiture ضرورية لتجديد النباتات المحتوية على مواد وراثية مغايرة ، كما يجب أن تتطور نظم التربية ، التى تركز على تطوير جيرمبلازم له مقاومة متعددة للضغوط ، وبرنامج التربية الخاص بالمقاومة المتعددة للعوامل ، غير المرغوب فيها (Multi adversity (MAR) ، resistant breeding program هو مثال لهذا النظام (الفصل الثامن) .

وهناك متطلبات كثيرة سوف تفرض نفسها على علماء الوراثة ، ومربى النباتات ؛ للارتباط معاً لتحقيق مستويات عالية من مقاومة النباتات للآفات . ومازالت مكافحة الحشرات ومسببات الأمراض والنيماطودا والحشائش ، تمثل جزءاً معنوياً فى تكلفة الإنتاج ، ويعتبر استنباط أصناف جديدة مقاومة للحشرات من أفضل الوسائل المؤثرة فى خفض الضرر والحصول على نبات صحى ، وتعتبر عملية استنباط أصناف مقاومة ، تعطى محصولاً عالياً وأليافاً ، وبذوراً ذات خصائص متميزة ، هى عمليات تستلزم تحدياً كبيراً للوصول إليها .

والتخوف من وراثة وتربية القطن ، بواسطة وكالات الأبحاث على مستوى الولاية ، وعلى المستوى الفيدرالى والقطاع الخاص سوف يكون العقبة الرئيسية فى الاستفادة من مميزات

التقنيات الحديثة ، وقد يؤخر هذا القصور بشدة برامج تربية القطن ، وإذا تعرض منتجوا القطن بأمريكا لانخفاض قدرتهم التنافسية فى الأسواق العالمية . . فليس أمامهم سوى الاهتمام ببرامج التحسينات الوراثية للقطن ، والتي تمثل مستقبل صناعة القطن فى أمريكا .

السيطرة من خلال العمليات الزراعية ومكافحة الآفات

Cultural Management and Pest Control

تعتبر السيطرة من خلال العمليات الزراعية Cultural Management للمحصول من أهم الطرق ، التى يقوم بها المزارع لقمع أو مكافحة الآفات . وهناك علاقات متداخلة قوية بين السبل الزراعية المستخدمة لقمع الحشرات ومسببات الأمراض والحشائش (الفصل الثانى) . والتدخلات التى يقوم بها مدير المزرعة ، تتلخص فى : استخدام الدورة الزراعية واختيار مكان الزراعة ، والصنف ، وكثافة النباتات ، وتاريخ الزراعة ، وتاريخ جمع المحصول ، وتقنيات الري ، ومعدلات التسميد ، ومواعيدها ، واختيار مبيدات الآفات ، وتوقيتات التطبيق وعمليات النظافة الزراعية . . وجميعها تقع تحت ما يسمى بالسيطرة على الآفات . ويعتبر اختيار السبل الزراعية وتدابيرها القاعدة النشطة لنظم السيطرة المتكاملة على المحصول . هذا إذا ما كانت ثمره جميع هذه النظم ومكونها البحثى والخبرة ، قد نشأت من خلال السيطرة الحقيقية على المحصول .

والمعلومات الهائلة التى يعتمد عليها إنتاج القطن ، والسيطرة على الآفات كجزء من الإنتاج قد تحقق أهدافاً محدودة وغير واضحة ، إلا إذا اهتم المجتمع البحثى ومديرو المزارع بتقييم العائد على مستوى القرار الفردى ، أو مجموع القرارات على مستوى إنتاج القطن وتسويقه . وقدرة مدير المزرعة على تحديد وتعريف وتكامل المعلومات إلى قرارات توقيتية سوف تجعل الفرق بين الربح والفقد أعلى ما يمكن ، ويمكن القول - مرة أخرى - أن البحث المبني على دعم من مجموعة هذه القرارات المعقدة ، يجب أن يؤخذ من هذا المنظور . وحزمة الإنتاج التى تصل للمزارعين من الوسائل التطبيقية ، وبرامج الحاسب الآلى ، يجب أن تكون نتيجة خطة مبنية بشكل جيد ، من عناصر النظم البحثية ، التى يدخل فيها علماء البيولوجى ، وعلماء الحاسب الآلى ، والاقتصاد ، وفى بعض الحالات علماء الاجتماع .

المكافحة الحيوية لتعداد الآفات Biological Control of Pest Populations

مع دخولنا القرن الحادى والعشرين ، ربما أكثر من أى تكتيك آخر لقمع الآفات . . تبدو المكافحة الحيوية لها القدرة الفائقة فى مجال البحث والتطبيق الواسع . وظهور موجات وبائية من الآفات الثانوية ، ومقاومة الآفات لفعل المبيدات ، وبناء قاعدة بيئية واجتماعية عن استخدام مبيدات الآفات الكيميائية الزراعية ، هى أسباب تدعو المجتمع البحثى وصناعة الكيماويات الزراعية إلى إعادة اختبار دور وفائدة وربحية سبل المكافحة البيولوجية فى برامج السيطرة على آفات القطن . ولعوامل المكافحة الحيوية الموجودة طبيعياً ، أو التى أدخلت للبيئة تأثيرات قمع هائلة على كل الآفات الحشرية ، ومسببات الأمراض ، والنيماتودا ، والحشائش (الفصل السابع) . ولا يمكن حصر المنافع الناتجة لمزارع القطن الأمريكى كنتيجة لهذه العوامل وسوف تزداد قيمة هذه المنافع فى المستقبل .

ولنهم أكثر لقيمة عوامل المكافحة الحيوية السائدة . . فإن كثيراً من الدراسات البحثية ضرورية ؛ لقياس وتقدير تأثيرات الموت على الآفات . وسوف تساعد معدلات استهلاك المفترسات لضحاياها فى تقييم كفاءتها كعوامل موت ، وعند فهم هذه الكفاءة . . فإن أخذ عينات المفترسات ، مقارنة بضحاياها سوف يكون أكثر فائدة فى عمل قرارات السيطرة على الآفات .

لقد أصبح تحويل المبيدات الميكروبية إلى النطاق التجارى أكثر اتساعاً واستغلالاً فى مجال المبيدات الحشرية الميكروبية؛ خاصة فيروس البوليهيدروسيس النووى، وبعض سلالات بكتريا *Bacillus thuringiensis* (الفصل السابع) . ومع وجود بعض الاستثناءات . . فإن المبيدات الحشرية الميكروبية نادراً ما تكون فعالة بمستوى المبيدات الحشرية العضوية المصنعة نفسها . ويقدر معظم المدافعين عن نظم السيطرة على الآفات قيمة المكافحة البيولوجية ؛ خاصة المبيدات الحشرية الميكروبية ، ولكن من الوجهة التطبيقية . . فإنها ليست بالقدر المفيد الكافى فى السيطرة على آفات القطن ، ومن المحتمل أن يتغير هذا الموقف فى المستقبل . وقد أظهرت طرق حديثة فى مجال الهندسة الوراثية آفاقاً أوسع فى اختيار أو تعديل المادة الوراثية لمسببات الأمراض الميكروبية . كما أن لإدخال المادة الوراثية من مسببات الأمراض الميكروبية مباشرة داخل جينوم النبات كفاءة عالية . وكنتيجه . . فإن مسببات الأمراض الحشرية ستكون لها كفاءة عالية ، وسوف تكون أكثر جذباً من الناحية التجارية ؛ بالنسبة للقائمين

بصناعة مبيدات الآفات ، وسوف تنمو عوامل المكافحة البيولوجية النموذجية لمسببات أمراض القطن والنيما تودا فى المحيط البيئى للنبات ، وسوف تحمى النبات من المدى الواسع لمسببات الأمراض التى تعيش فى التربة .

استراتيجيات وتكتيكات قمع الآفة

Strategies and Tactics for Pest Suppression

هناك كثير من العمل المطلوب لمعرفة بيولوجى وإيكولوجى مفصليات الأرجل ومسببات الأمراض النباتية والنيما تودا والحشائش . ومعظم هذا العمل يكون أساس استراتيجيات وتكتيكات قمع الآفة . . . وكما تم مناقشته عدة مرات سابقاً . . . فإن كثيراً من هذه الاستراتيجيات تتضمن عدة تكتيكات ، مثل : المقاومة الوراثية لنبات القطن ، والطرق الزراعية ، وقرارات أخذ العينات ، والحد الاقتصادى الحرج لاستخدام المبيدات ، ونماذج التماثل ، والمكافحة البيولوجية . ويبقى عمل مهم مطلوب تنفيذه على أنواع الآفات بصورة فردية ؛ فهناك أكبر للعلاقة بينها وبين النبات والبيئة ، وسوف يحقق هذا الفهم تحسناً أفضل لقمع الآفة .

السيطرة على الحشرات والحلم Insect and Mite Management

عرّف الفصل العاشر عدداً من الاستراتيجيات والتكتيكات المتاحة لقمع الآفات الخطيرة للقطن ، ويرتبط معظم المناقشات فى الفصل العاشر مباشرة بمناقشات : الفصل الثانى (السيطرة باستخدام الوسائل الزراعية) ، والفصل الثالث والرابع (التنميط) ، والفصل الخامس (طرق أخذ العينات) ، والفصل السادس (الحدود الحرجة للإصابة) ، والفصل السابع (المكافحة البيولوجية) ، والفصل الثامن (التحسين الوراثى) ، والفصل الثانى عشر (التحليل الاقتصادى) ، والفصل الثالث عشر (تحقيق برامج السيطرة) . . . وهذه بعض الاتجاهات التى لم تتم الإشارة إليها فى هذه الفصول ، والتى يمكن أن تؤثر فى مستقبل السيطرة على الآفات الحشرية والأكاروسية .

سوف تستمر المبيدات الحشرية والأكاروسية فى القيام بالأدوار المهمة والرئيسية فى قمع الآفات والسيطرة عليها . ويتم تخطيط كثير من العمل فى اتجاه أخذ العينات ، والحدود الاقتصادية الحرجة ، وتنميط النماذج ؛ لمساعدة مدير المزرعة فى اتخاذ القرار الجيد فى اختيار مبيدات الآفات ، والتوقيات المناسبة للاستخدام . وقد أدت صناعة الكيمياء الزراعية

عملاً هائلاً Amazing في الـ ٤٥ عاماً الأخيرة ، في تعريف وتخليق وإنتاج المبيدات الحشرية لمزارعي القطن الأمريكي . وسوف يتغير مستقبل تطوير المبيدات الحشرية بشكل خاص ، ومبيدات الآفات بشكل عام بشدة ، مع التحول للقرن القادم . وسوف يصبح تسجيل وإعادة تسجيل المبيدات الحشرية ، من خلال الوكالات المنظمة لذلك على مستوى الولاية أو المستوى الاتحادي أكثر صعوبة وأكثر تكلفة . ويعتبر سلوك العامة السلبى تجاه مبيدات الآفات على اعتبار أنها تهدد صحة الإنسان والبيئة أكثر تأثيراً فى هذا الاتجاه . وهذا السلوك سوف يؤثر على التشريعات والقواعد المنظمة لاستخدام مبيدات الآفات ، وسوف يجعلها أكثر قييداً وصرامة ، وسوف تستمر مقاومة الحشرات والأكاروسات للمبيدات كمشكلة فى المستقبل .

إن جميع المشاكل المرتبطة بتطوير واستخدام المبيدات الحشرية فى المستقبل ، تدعو للاتجاه نحو برامج بحثية وتعليمية أكثر اتساعاً فى مجال السيطرة ، وتنظيم استخدام مبيدات الآفات ، وهذا التنظيم سوف يصبح منطقة مهمة جداً فى مجال السيطرة على الآفات ، وسوف يدفعنا تنظيم استخدام مبيدات الآفات إلى تحسين تطبيق استخدام المبيدات ؛ لتقليل انتشار المبيد بعيداً عن الهدف ، وكذلك إيجالا مخاليط من مبيدات الافات ؛ لتحسين النشاط البيولوجى لمكونات المخلوط ، وتقييم مبيدات الآفات ، مع تحسين نشاطها الجهازى المحلى ، وتطوير استراتيجيات السيطرة على مقاومة الآفات لفعل المبيدات ، وتقدير كيفية تأثير سلوك الآفة على المكافحة ، باستخدام المبيدات ، وكذلك فهم كيفية تأثير النبات على سمية مبيدات الآفات ، وتقدير التأثيرات المتداخلة للمبيدات الحشرية والعشبية والفطرية والنيماطودية على تمثيل النبات ، وكذلك تكامل وسائل المكافحة الكيميائية وغير الكيميائية ، فى ظل نظام السيطرة على الآفات . وسوف تفقد مبيدات الآفات كإحدى وسائل السيطرة على الآفات دورها وأهميتها ، عند الفهم والتطبيق الحاطئ .

وكما نوقش فى الفصول : الثالث والرابع والخامس والسادس والعاشر . . فإن مستويات الضرر الاقتصادى والحدود الاقتصادية الحرجة فى المستقبل يلزم أن تكون ذات تأثير ديناميكى ، لتغير المحصول والظروف الاقتصادية ، وهذا سوف يحتاج إلى نظام أخذ عينات حقلئ مباشر ، ومتخصص لإمدادنا بنتائج ، يمكن أن تكون قاعدة مهمة فى نماذج التماثل البيولوجية والاقتصادية القياسية Econometric . والفهم الجيد لتأثيرات الآفات فى إحداث الضرر على النبات - سواء عن طريق الفقد المباشر للثمار ، أو التأثيرات الفسيولوجية أو

التأثيرات على موت الأعداء الحيوية ، أو عوامل الموت غير الحيوية - يجب أن يتم تعريفها وتحديدتها بدقة . وسوف يحتاج علماء الحشرات إلى العمل - وبشكل مترابط - مع مربى النبات ؛ لتحديد الخصائص السلوكية للآفات ، والتي يمكن إحداث خلل بها ، من خلال أنواع نباتات القطن المختلفة .

السيطرة على مسببات الأمراض Plant Pathogen Management

يصف الفصل التاسع بيولوجى وبيئة ووبائية وسبل قمع مسببات الأمراض التى تهاجم القطن ، وسوف تتجه البحوث المستقبلية ناحية تحسين فهم التداخلات بين العائل - مسبب المرض - والبيئة وميكانيكيات المقاومة ، والعلاقة بين العائل والنبات ومسببات الأمراض . ونظراً لأن هناك عديداً من مسببات الأمراض التى تهاجم جذور القطن . . فإن الأساس البيولوجى للكائن وعلاقته بالريزوسفير Rhizosphere والريزوبلان Rhizoplane ، يجب أن تتضح بشكل أكثر عمقاً . والمعلومات الأساسية سوف تساعد النبات فى تطوير الجيرمبلازم المقاوم لمسببات الأمراض النباتية ، وهذه المعلومات سوف تساعد أيضاً فى إيجاد سبل أفضل ؛ لإحداث خلل فى دورة حياة مسبب المرض ، من خلال الوسائل الزراعية وغيرها .

وتبقى هناك حاجة لتقدير أفضل للتغيرات فى تعداد مسببات الأمراض النباتية ، وهذا يحتاج إلى تحسين وسائل أخذ العينات ، والتي سوف تسمح لنا بمتابعة ديناميكية تعداد المسبب المرضى، وعلاقته ، والتي تقود إلى تحسين فهم العلاقة بين المسبب المرضى والعائل، ونظام توزيع المسبب المرضى ، وطرق أخذ العينات ، واستراتيجيات السيطرة على المسبب المرضى . وسوف يكون تركيب نماذج التماثل لمسببات الأمراض النباتية الأخرى موضوع أبحاث أكثر فى المستقبل ، وهذه النماذج سوف تتزامن - فى ارتباطها - مع نماذج مجاميع أخرى من الآفات (حشرات وحشائش) ، كما أن الوسائل الحالية فى البيوتكنولوجى ستكون مفيدة فى تطوير النباتات المقاومة للأمراض عن طريق الفعل الجينى للنبات ، كما ستكون هناك وسائل لتعريف وتحديد شفرة الجين المقاوم للأمراض ، ومكان الجين فى الكروموسوم .

السيطرة على الحشائش Weed Management

يصف الفصل الحادى عشر الأهمية الاقتصادية للحشائش كآفات وتأثيرها التنافسى وسبل مكافحتها ، من خلال نظام السيطرة عليها ، والذي يتكامل مع الكفاءة الاقتصادية

لنظام إنتاج القطن ، وسوف تستمر البحوث فى هذا الاتجاه فى المستقبل ؛ خاصة فى التأثيرات التنافسية الكمية للحشائش ، سواء على مستوى الحشيشة الواحدة أو عدة أنواع من الحشائش .

قد ألقى المؤلفون فى الفصل الحادى عشر اهتماماً بالغاً لأهمية تتابع استراتيجيات السيطرة على الحشائش ؛ خاصة عند استخدام مبيدات الحشائش ، وأثرها على المحصول ، والبيئة وقليل من المعلومات على التداخل بين مبيدات الحشائش مع الآفات ، ومبيدات الآفات الأخرى توضح ظهور نتائج سلبية وإيجابية ، وجميعها توضح الحاجة إلى أبحاث أكثر فى هذا الاتجاه على تداخلات مبيدات الآفات ، وتداخلات مبيدات الآفات بين المجموع المتنوعة من الآفات ، ومبيدات الآفات ، هو إيضاح أكثر للحاجة لوضع خطة مستقبلية للبحوث ، باستخدام الفرق البحثية من اتجاهات مختلفة ، والذين يملكون الرؤية بالنسبة لنظام إنتاج المحصول الكلى .

اقتصاديات إنتاج القطن ونظام السيطرة على الآفات

Economics of Cotton Production and IPM

يعتمد تطبيق برامج السيطرة على الآفات فى القطن مباشرة على انعكاسه فى زيادة الدخل الصافى للمزارعين ، وتقليل المخاطر . ويوضح الفصل الثانى عشر العائد الاقتصادى الإيجابى لبرامج السيطرة على الآفات الحشرية ، على مستوى المزارعين والولاية والمناطق والدولة . ويزيد العائد الكلى بالدولار من تطبيق برامج السيطرة على الآفات كثيراً عن التكلفة الاستثمارية فى الولاية ، والبحوث على المستوى الاتحادى والوكالات الإرشادية ، ومنتجى القطن الأمريكى . ويحتاج المستقبل إلى تحليل ثابت للمنافع الاقتصادية والبيئية ، ليس فقط بالنسبة لبرامج السيطرة على الحشرات ، ولكن أيضاً لبرامج السيطرة على المحصول ، والتي تشمل السيطرة على كل الآفات .

وقد وفرت المشاريع البحثية ، مثل : مشروع Huffaker ، والكونسورتيم Consortium للسيطرة على الآفات مناخاً وقاعدة معلومات للعمل البحثى فى مجال السيطرة على الآفات من منظور اقتصادى . وفى الحقيقة فإنه . . فى أوائل ١٩٨٠ ، كان هناك حوالى ١٠٠ من المهتمين بالاقتصاد الزراعى فى الولايات المتحدة الأمريكية يقومون بتحليل نظم السيطرة على الآفات (K. Reichelderfer اتصال شخصى) . ومن المحتمل أن يكون

هناك أقل من ٢٠ عالم اقتصاد زراعياً يعملون فى برامج السيطرة على الآفات ، وهذا الاتجاه يجب أن يتغير فى المستقبل . تطالب وكالات التمويل - على مستوى الولاية والمستوى الاتحادى - بأن تكون العملية أكثر تقديراً من الناحية المحاسبية ، وهذه الوكالات سوف تمول أبحاثاً أكثر ؛ لكى تمدهم بالقدرة على المحاسبة فى المستقبل .

لقد حددت المناقشات الخاصة (نظم البحوث - المستقبل) الحاجة بأن يقوم مدير المزرعة بأخذ الاعتبارات الاقتصادية فى التوقيت الحقيقى (على أساس يوماً إلى يوم) . ومن الضرورة إعادة تأكيد الحاجة لإمداد المزارعين بمعلومات عن : التسويق ، وسياسة تحميل المحاصيل ، وقرارات الخطط المالية . كما أن المستقبل يدعونا لضرورة وجود فرق فى الاقتصاد الزراعى ، مع تدريب متخصص فى التسويق ، وتحليل المخاطر السياسية ، ونظرية اتخاذ القرار ؛ لربطها مع بحوث إنتاج المحصول ، والسيطرة على الآفات لإمداد المزارع ومتخذى القرار بمعلومات تدعم قدرته على اتخاذ القرار المناسب ، وتحتاج إعادة تقدير مفهوم مستوى الضرر الاقتصادى ، ومستوى الحد الحرج للإصابة (الفصل السادس) إلى وسائل فى اتجاهات مختلفة .

تطبيق نظم السيطرة على الآفات Implementing IPM

شهدت الخمس عشر عاماً الأخيرة تدعيماً لنظم السيطرة على الآفات فى إنتاج القطن ، وهذا الدعم جاء نتيجة الدعم على مستوى الولاية والمستوى الاتحادى ، بالتعاون مع وكالات الخدمات الإرشادية ، والمستشارين الزراعيين المهتمين بهذه النظم فى القطاع الخاص ، حيث يتم بالفعل التحرك الطبيعى للخدمات الحقلية لنظم IPM (كشف الآفات - أخذ عينات من التربة وغيرها من الاستشارات) بعيداً عن وكالات الخدمات الإرشادية (CES) إلى القطاع الخاص .

وسوف يكون دور وكالات الخدمات الإرشادية حالياً ، وفى المستقبل تطوير ونقل التكنولوجيا بواسطة الجهات البحثية (الفصل الثالث عشر) . وقد حققت وكالات الخدمات الإرشادية لبرامج السيطرة على الآفات نجاحات مهمة فى تطوير برامج IPM ، ذات الاتجاهات المتعددة ، وهذا الاتجاه يجب أن يستمر فى المستقبل ، وأن يعاد توجيهه ؛ ليوكب الاتجاهات نحو برامج السيطرة المتكاملة للمحصول .

ويجب أن يصبح أخصائى وكالة الخدمات الإرشادية فى المستقبل أكثر مشاركة فى

التخطيط والعمليات البحثية ، كما يجب أن تحقق الأهداف البحثية منافع لإنتاج القطن الحديث (الفصل الثالث عشر) ، وهذا الطريق الوحيد الذى تستطيع وكالات الخدمات الإرشادية أن تؤثر فيه نحو اتجاه البحوث ؛ بحيث يشارك بشكل فعال ومؤثر ؛ مما يدعو إلى أن تتجه الجامعات لتقديم أبحاث وإرشادات مشتركة مع الجهات البحثية الأخرى .

فى الماضى . . كانت وسائل نقل التكنولوجيا تتم من خلال اتصال فرد مع فرد آخر ، ولقاءات المجموعة ، ومن خلال أجهزة الإعلام : الراديو والتلفزيون والصحافة . وسوف يستمر استخدام فى المستقبل ، ولو أن هناك حاجة لأخصائى وكالات الخدمات الإرشادية للتدريب على علوم الحاسب الآلى ، وسوف يستخدم الحاسب الآلى كوسيلة اتصال وكنبتك للمعلومات ، وكسبيل للمساعدة فى اتخاذ القرار ، مثل : نماذج التماثل من خلال الحاسب الآلى ، كما سوف يمدنا الحاسب الآلى بنظم خبيرة متكاملة ، كوسائل مساعدة لاتخاذ القرار على مستوى المزرعة ، وفيه سوف يكون لأخصائى وكالات الخدمات الإرشادية دور مهم فى التطوير والاستخدام .

سوف يدعى أخصائى وكالات الخدمات الإرشادية أكثر - فى المستقبل - للمساعدة فى تصميم وتنفيذ برامج السيطرة على الآفات ، على نطاق واسع (الفصل الثالث عشر) ، وهذا العمل سوف يركز على نطاق واسع لقمع الآفات الوبائية (سوسة اللوز وحشرة *Heliothis*) ؛ ولخفض تعداد الآفات التى تدخل إلى المناطق حديثاً (سوسة اللوز ودودة اللوز القرنفلية) ، وبرامج السيطرة على مقاومة الآفات لفعل المبيدات على مستوى المنطقة . وهذه البرامج تحتاج إلى متخصصين ؛ للعمل مع مجاميع متنوعة ، مثل : الوكالات الفيدرالية المنظمة ، وجمعيات المزارعين ، ومرشدى مكافحة الآفات ، والقائمين بتطبيق المبيدات ، وكذا على المستوى الفردى للمتجيين .

الخلاصة CONCLUSION

تدعم مناقشة هذا الفصل ، وكذا محتوى الكتاب كله الاتجاه نحو فلسفة السيطرة على الآفات . وتوصل عديد من المؤلفين - من اتجاهات متنوعة - إلى الاتجاه نفسه . وسوف تقود السيطرة على الآفات حتماً إلى السيطرة على المحصول ، وتعد المكافحة الاقتصادية لجميع الآفات العنصر المهم والفعال فى نظام إنتاج القطن ، وهى لا تنفصل عن اعتبارات السيطرة الأخرى . إن مستقبل البحوث والتعليم - دون شك - سوف يشمل نظام إنتاج