مقاومة الآفات باستخدام النباتات المحسنة وراثياً

د. حسن بن يحيى آل عائض

يعد استخدام الأصناف النباتية المحسنة وراثياً لمكافحة الحشرات (Use of host Plant resistant to insects) عاملا مهما في المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية ، وتنبع أهمية هذا الأسلوب من أنه يقلل من استخدام المبيدات الكيميائية ، وبالتالي يقلل من المخاطر البيئية فضلاً عن أنه يعطي مردوداً اقتصاديا جيداً . يأتي مفهوم استخدام النباتات المحسنة وراثياً من أن بعض النباتات تمتلك بعض الصفات الفسيولوجية والمورفولوجية والسلوكية التي تساعدها على الصمود في وجه هجمات الحشرات فتكتسب صفة المقاومة لها، ويمكن استخدام طرق التحسين الوراثي لإكساب صفة المقاومة تلك لأصناف لم تكن تمتلكها في السابق وبذلك يقل الضرر الناجم عن الحشرة المعنية .

وتعد برامج تربية الأصناف النباتية المقاومة للحشرات ضمن أهداف عدة ترمي إلى زيادة الانتاج النباتي كماً وكيفاً ، كما أنها أقل تكلفة من برامج تربية الحيوان، فضلاً عن سهولة إجرائها وسرعة الحصول على نتائجها مقارنة ببرامج تربية الحيوان .

لمحة تاريخية

عند الحديث عن التطور التاريخي لعلم التحسين الوراثي لانتاج نباتات تكافح الآفات الحشرية يبرز اسم الدكتور **بينتر** (Painter) المعروف بالأب الروحي لهذا العلم وصاحب أول كتاب في هذا المجال ـ صدر عام ١٩٥١م ـ حيث ورد فيه أن هناك تقارير يعود تاريخها إلى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لظهور أول إشارة لمقاومة نوع من القمح لذبابة الهيشن (Hessian fly *Mayetiola destructor*) عام ١٧٩٢م بالولايات المتحدة الأمريكية ، وفي عام ١٨٣١م ورد مقاومة نوع من التفاح لحشرة مَنْ التفاح *(Eriosoma lanigerum)* وفي عام ١٨٠٠م أصيبت أشجار العنب بآفة تعقد الجذور لحشرة *(Daktulosphaira vitifoliae)* التي تكون عقداً في جذور العنب وتسبب موتها محدثة بذلك أضرارا وخيمة لانتاج العنب في فرنسا ، مما جعل العالم **س.في.رالي** ينجح في استخدام صنف مقاوم لهذه الآفة لينقذ إنتاج العنب في فرنسا ، وبذلك مُنح العالم المذكور الميدالية الذهبية عام ١٨٩٠م ، وهكذا غدا هذا المثال من أفضل الأمثلة لهذا الأسلوب من المقاومة .

علاقة الحشرة بالعائل النباتي

لفهم العلاقة بين الحشرة والعائل النباتي المقاوم يمكن النظر إلى سلوك كلا من الحشرة والعائل النباتي ، وذلك كما يلي:ـ

● الحشرة

هناك خطوات تتبعها الحشرات للتواؤ مع العائل النباتي لها ، تتلخص في التالي :

١ـ إيجاد البيئة المناسبة للحشرة .

٢ـ إيجاد العائل النباتي .

٣ـ قبول النبات كعائل مناسب .

٤ـ كفاية العائل النباتي لمعيشة الحشر عليه وللإنتاج .

● النبات العائل

من ضمن عناصر العلاقة بين الحشر والعائل النباتي هناك صفتان رئيسيا للنبات تحددان هذه العلاقة هما :ـ

١ـ خصائص الشكل الظاهري من حيث تفاوت حجم النبات وشكله ولون أوراقه ووجود أو غياب الشعيرات على سطح الورقة ، ووجود طبقات ذات طبيعة شمعية على الورقة يصعب على الحشرة اختراقها

٢ـ الخصائص الفسيولوجية ، وتتعلق

بإصدار بعض المواد الكيميائية ذات التأثير السلبي على الحشرات .

آلية مقاومة النبات للحشرات

تفيد العديد من المراجع بأن ظاهرة مقاومة النبات للحشرات يمكن التحكم فيها بواسطة إدخال المورثات المرغوبة في النبات والتي يمكن نقلها الى النبات لتحسين صفات المقاومة ، وتظهر هذه الصفات بأشكال مختلفة ، كما أنها تتاثر بالظروف البيئية . ومن ضمن تصانيف آلية مقاومة النبات للحشرات التصنيف الذي وضع من قبل **بينتر** عام ١٩٥١م والذي يوضح طبيعة تأثير المورثات المقاومة على الحشرات ، ويمكن تلخيصها بثلاث آليات كالتالي :

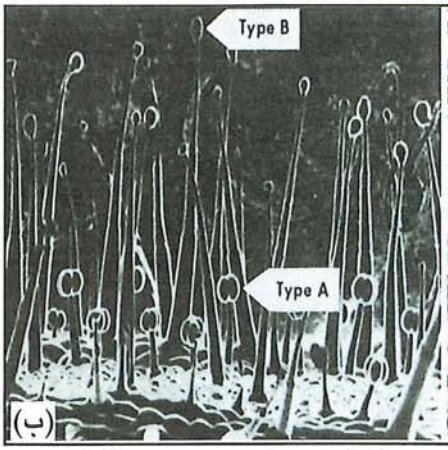
● آلية عدم التفضيل

تشتمل النباتات التي تمتلك آلية عدم التفضيل(Antixenosis or Nonpreference) على صفات تعمل لإجبار الحشرات على الإبتعاد عنه عن طريق تأثيرها على سلوكيات الحشرة كأن تقلل من فرص وضع البيض على أجزاء من النبات أو عدم الاستساغة في التغذية عليها أو عدم تهيئتها كملجأ للحشرة كي تلجأ إليها ، ويمكن تقسيم المؤثرات على الحشرة إلى صورتين :

* **صفات في شكل النبات الخارجي :** مثل وجود شعيرات على سطح الورقة (Trichomes) ونمو الشعر ، ومن الأمثلة على ذلك التحسن الوراثي الذي حدث في أصناف القطن وفول الصويا والبرسيم ، مما جعل أوراق الأصناف المحسنة من المحاصيل المذكورة ذات شعيرات تحد من عملية تغذية حشرات نطاطات الأوراق (Leaf Hoppers) عليها .

● القطن، من أمثلة التحسن الوراثي.

● (أ) شعيرات على أوراق فول الصويا لإعاقة الدودة.



● (ب) شعيرات على أوراق البطاطس لإعاقة المَنْ الأخضر.

* **طبقات شمعية مانعة :** وهي أسلوب دفاعي تستخدمه بعض النباتات المحسنة وراثيا حيث يوجد على سطح أوراقها ـ فوق طبقة الإبي كيوتيكل ـ طبقة شمعية تعمل كواقي ضد هجوم الحشرات ، لأن أجزاء فم الحشرة تستقبل إشارات سلبية من شمع سطح الورقة لتجعله غير مستساغ من قبل الحشرة ، ويوضح جدول (١) أمثلة لبعض النباتات المحسنة وراثيا ضد بعض الحشرات وطبيعة تأثير الشمع على الحشرة المعنية .

كذلك تحتوي طبقة الشمع على نسبة أقل من الفسفور التي تؤثر سلبيا على وضع بيض الفراشات الليلية, *(Acrolepiopsis assectella)*، كما تشكل الأنسجة النباتية ذات الطبقة الشمعية الصفة الأخيرة من صفات النبات الخارجي، حيث أنها تعيق تغذية الحشرة على الأنسجة الداخلية لسطح ورقة النبات ، وهناك أمثلة أخرى للطبقة السطحية لأنسجة الساق في بعض النباتات كما هو مبين في الجدول (٢) .

● آلية التضاد الحيوي

آلية التضاد الحيوي (Antibiosis) هي آلية يقوم فيها النبات المقاوم بالتاثير السلبي على بيولوجية الحشرة الراغبة في إتخاذ النبات كعائل ، ويتضمن ذلك استخدام المواد الكيميائية وتغيرات في الشكل الظاهري للعائل النباتي ، وتتراوح تأثيرات هذه الآلية مابين تأثيرات متوسطة، تؤثر على اليرقات ـ صغيرة العمر ـ والبيض، وأخرى قاتلة تؤثر على اليرقات الكبيرة والعذارى والحشرات الكاملة .

ويمكن تقسيم هذه الآلية حسب تأثيرها على الحشرات إلى قسمين هما :

* **آلية كيميائية :** وهي عبارة عن إفراز مواد كيميائية بواسطة النبات المقاوم تعمل على طرد أو منع الحشرات من الهبوط على سطح الورقة أثناء التغذية ، ويفرز النبات مجموعة من المركبات الهيدروكربونية تعمل على تنفير الحشرات.

النبات	الحشرة	التأثير
العائلة الصليبية (الكرنب، الخردل .. الخ)	خنفساء البرغوث	مادة لاصقة أو عائقة
الكرز	مَنْ الكرز	عائق طبيعي
	خنفساء الكرز	
الذرة الرفيعة	الجراد	عائق
	المَنْ الأخضر	جاذب/ منبه

* المصدر (٤).

● جدول (١) أثر شمع سطح النبات على بعض الحشرات.

النبات	النسيج	الحشرة
البرسيم	الساق	سوسة ورق البرسيم
العائلة الصليبية	الأوراق	خنفساء الخردل
الأرز	الساق	ثاقبة الساق
الذرة الرفيعة	الأوراق	ذبابة البراعم
فول الصويا	جدار القرن	ثاقبة القرن
قصب السكر	الأوراق	ثاقبة البرعم
	الساق	ثاقبة قصب السكر
زهرة الشمس	غلاف البذرة	فراشة زهرة الشمس
القمح	الساق	ذبابة ساق القمح المنشارية

* المصدر (٤).

● جدول (٢) أماكن وجود المادة الشمعية على سطح النبات والحشرات المستهدف مقاومتها

النبـــات	المادة السامة	الحشـرة
الجزر	حمض كلوروجينيك	ذبابة صدأ الجزر
الحمضيات	لينالول	ذبابة الفاكهة الكاريبية
الخس	حمض آيسوكلوروجينيك	مَنْ جذور الخس
الذرة	ديمبوا	مَنْ أوراق الذرة
زهرة الشمس	دايتربين	فراشة زهرة الشمس
الطماطم	ألفا ـ تومانين (مادة شبه قلوية)	دودة ثمرة الطماطم

* المصدر (٤).

● جدول (٣) المواد السامة التي تفرزها بعض النباتات لمكافحة الحشرات.

الحمض الاميني	التركيز (ملغرام/جم)	
	مقاوم	غير مقاوم
الانين	١,٥	١٨,٤
آرقنين	٣,١	٥,٤
أسباراجين	١٥,٤	٢٧,٥
حمض أسبارتك	١,٩	١٠,٣
قلوتامين	٤,٨	١٥,٦
لايسين	٤,٨	١٠,٨
ميثايونين	١,١	٢,٦
برولين	٢,٤	٤,٦
سيرين	٣,٩	٩,٤

* المصدر (٤).

● جدول (٤) الأحماض الأمينية في النمو الطرفي لنبات البازلا المقاوم وغير المقاوم لمَنْ البازلا.

ويتم بموجب تلك الآلية إنتاج جذور كيميائية (Allelo chemical) بواسطة النبات المقاوم تعمل على إعاقة الحشرة بإحدى الطرق التالية :

ـ المواد السامة: وتشمل المواد شبه القلوية (Alkaloids) والصابونية (Saponins) والفينولية (Phenols) والأحماض (Acids) والقلويات وغيرها . تفرز النباتات المقاومة هذه المواد لتقضي بها على الحشرة ، ويوضح جدول (٣) أمثلة لبعض تلك المواد .

ـ المواد المؤثرة على النمو : وهي مواد تؤثر على نمو الحشرة مثل إرتفاع تركيز الماسين في الذرة الشامية (Maize) الذي يؤدي إلى تثبيط نمو ديدان الذرة الشامية *(Heliothis zea)* ، كذلك يؤدي زيادة تركيز الكوموسترول في فول الصويا المقاوم إلى الحد من أعداد يرقات ديدان فول الصويا *(Pseudoplusia inclusens)* ، بينما يحتوي القطن على نسب عالية من مادة التربنويدز التي تؤثر على نمو العديد من الحشرات

● زهرة الشمس، تفرز مواد سامة لمكافحة الحشرات .

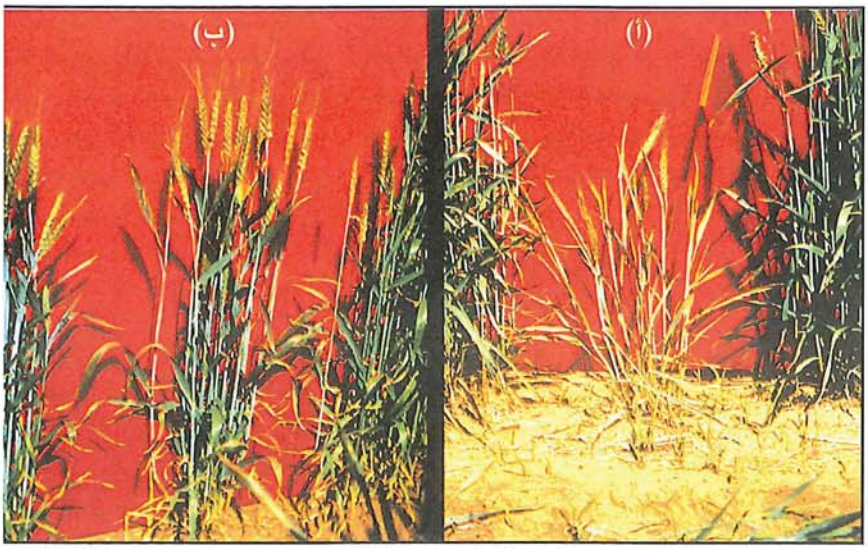
الضارة ، مثل ديدان ورق القطن المصري *(Spodoptera littorailis)* .

ـ مواد قليلة العناصر الغذائية : حيث تمتلك بعض النباتات المحسنة وراثيا لمقاومة الآفات خاصية تجعل بعض العناصر الغذائية شحيحة لاتستطيع تلبية طلب الحشرة للنمو ، ومن أمثلة ذلك يحتوي نبات البازلاء المقاوم على نسبة منخفضة من الأحماض الأمينية أقل بكثير من النسبة الموجودة في النبات غير المقاوم ، مما يجعل حشرة مَنْ البازلاء *(Acyrthosiphon pisum)* لاتجد كفايتها من الغذاء فتموت أو تهرب إلى نبات آخر ، جدول (٤) ، كذلك يحتوي أرز المدقو (Mudgo) على نسبة منخفضة من الأحماض الأمينية لاتكفي لغذاء نطاطات الأوراق *(Nilaparuata lugens)* .

ـ التركيب الوراثي للمحصول: وله تأثير هام على مقاومة الحشرات، فمثلاً تقل خصوبة المَنْ الروسي *(Diuraphus noxia)* في القمح الشتوي الذي يحتوي على المورثين رقم (٤) و (٦) .

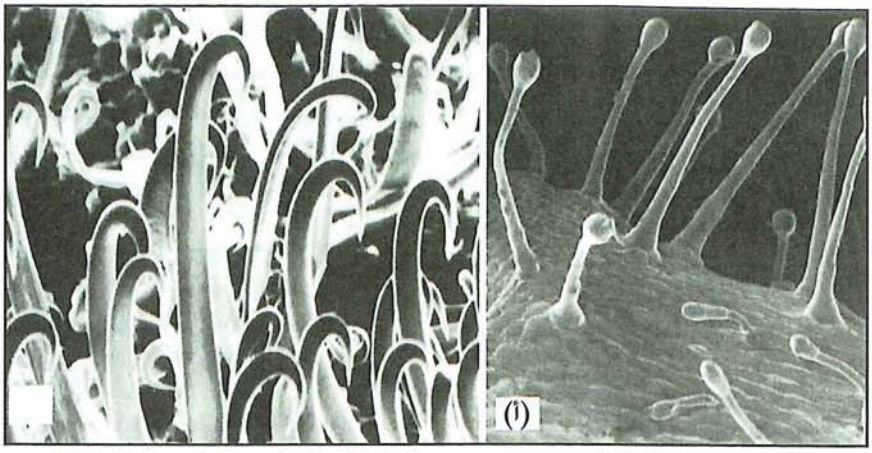
*** العوائق الطبيعية :ـ** وفيها تتجه النباتات المقاومة إلى النمو السريع لأنسجتها مما يؤدي إلى التأثير السلبي على الحشرة في أطوارها المختلفة ، ومن أمثلة ذلك يمكن أن تموت يرقات سوسة لوزة القطن في النباتات المحسنة وراثياً بسبب النمو السريع لأنسجة النبات ، كذلك هناك أصناف من الباذنجان ينمي أنسجتة بصورة سريعة كدفاع ضد صانعات الأنفاق *(Liriomyzu pictella)* .

من جانب آخر يمكن للشعيرات الغددية (Trichomes) أن تتسبب في زيادة نسبة الموت في بعض الحشرات بسبب التصاق البيض ، اليرقات ، أو الأطوار الكاملة مع هذه الشعيرات ، وهناك أصناف برية من البطاطس تحتوي على شعيرات غددية تؤدي إلى دمار خنفساء كولورادو في البطاطس (Colorado potato beetle) والمَنْ الأخضر *(Myzus persica)* (Green aphibs) . وفي أغلب الأحيان تكون هذه الشعيرات طويلة، مما يتسبب في إعاقة حركة الحشرات ، وفي بعض الأحيان تؤدي هذه الشعيرات إلى احتباس الحشرات وموتها جوعا .



● (أ) قمح شتوي غير مقاوم مصاب بحشرة المَنّ الروسي. F. Peairs (1999)

● (ب) قمح شتوي مقاوم يحتوي على المورث رقم (٤) مصاب بحشرة المَنّ الروسي. F. Peairs (1999)



● (أ) شعيرات على أوراق البرسيم مستخدمة لآلية التضاد الحيوي.

● (ب) خطاطيف شعيرية على ورق النبات لمنع وصول نطاطات الأوراق.

● آلية التحمل

تتلخص آلية التحمل (Tolerance) في قدرة النبات على مقاومة الحشرة عن طريق بناء أعداد من الخلايا والأنسجة بعد الإصابة بالحشرات ، يتم تعويض الأنسجة والخلايا المدمرة بواسطة الحشرات. وتختلف هذه الآلية تماماً عن الآليتين السابقتين، حيث أن هذه الآلية تنحصر فقط في النبات وعناصره ، ولاتؤثر على بيولوجية الحشرة أو سلوكها أو أي عامل من العوامل الحياتية للحشرة . ولاتشكل هذه الآلية أي ضغط بيولوجي على الحشرة يجبرها على إحداث تحولات لكي تتغلب على عنصر المقاومة لدى النبات .

وهناك دراسات كثيرة تتعلق بآلية التحمل في الذرة الشامية ، القمح ، البرسيم، البامية، الأرز، الفراولة ، الطماطم وغيرها. إذ أتضح أن هناك بعض المورثات القادرة على إظهار هذه الآلية مع الحفاظ على الإنتاجية العالية والنوعية المتميزة .

تعد آلية التحمل من وجهة نظر الكثيرين هي المفضلة للمتخصصين في التربية والمكافحة ، لأنها تتعلق بعوامل النبات ولاتولد أي ضغوط بيولوجية على الحشرة التي قد تؤدي إلى ظهور سلالات حشرية ذات نمط أحيائي مقاوم .

التحسين الوراثي بالتقنية الحيوية

يمكن للتطور العلمي الذي حدث في هذا القرن أن يساهم ـ بإذن الله ـ في حل الكثير من المشاكل الشائكة المتعلقة بإيجاد وسيلة لحماية النباتات من الآفات الحشرية، وتعد التقنية الحيوية (Biotechnology) أحد جوانب التطور العلمي ، وتعرف بأنها استخدام الكائنات الحية أو المواد الناتجة منها لعمل أو تحسين وتطوير النباتات أو الحيوانات أو الأحياء الدقيقة بغرض استخدامها في الإنتاج الصناعي أو للأغراض الطبية وحماية البيئة . ويمكن للتقنية الحيوية أن تساهم فيما يلي :ـ

ـ إنتاج مضادات لتطوير وتحسين النبات والحيوان ، مثل إعادة تركيب الحامض النووي منقوص الأكسجين (r DNA Recombinant) (DNA) .

ـ إنتاج أجسام مضادة لتتبع البروتين

ـ استخدام تقنيات زراعة الأنسجة لإنتاج خلايا جديدة .

وقد أصبح من الممكن استخدام تقنيات الحمض النووي المعاد تركيبه (rDNA) لتطوير مقاومة النبات للآفات . وذلك بإدخال المورث(Delta endotoxin) المسؤول عن إنتاج بكتيريا السموم لدى - *(Bacillus thuringiensis Bt)* ، إلى داخل المورثات النباتية بوسيلة نقل سليمة ، وذلك لإنتاج بروتين له صفة سمية وقادر على إنتاج سموم للقضاء على الحشرات حينما تتغذى على النبات ، وبذلك تتم عملية وقاية النبات . ويتم إدخال المورث المسؤول بالاستعانة ببكتيريا *(Agrobacterium tumefaciens)* الموجودة في التربة .

وهناك العديد من الأمثلة الحيوية التي تم استخدام التقنية الحيوية في تطويرها، منها استخدام الفيروسات التي تصيب الحشرات ، مثل فيروس (Baculovirus) حيث يحتوي هذا الفيروس على عدة سموم مثل (Diuretic) و (Juvenile) التي اثبتت الدراسات فعاليتها في القضاء على حشرات حرشفية الأجنحة في الخضروات والقطن ، دون أن يترتب على ذلك آثار جانبية .

المكافحة المتكاملة

تهدف المكافحة المتكاملة بصفة أساس إلى إبقاء الكثافة العددية للحشرات الضارة تحت العتبة الإقتصادية ، وذلك من خلال أساليب بيئية وإقتصادية مقبولة . ويشكل استخدام الأصناف المقاومة للآفات مع المكافحة الحيوية والأساليب الزراعية الأخرى من مقومات المكافحة المتكاملة . ومن أهم طرق المكافحة المتكاملة مايلي :ـ

● المكافحة الحيوية مع الأصناف المحسنة

يمكن استخدام الأصناف المقاومة للحشرات مع المكافحة الحيوية بشكل جيد، حيث يكون تطور ونمو الحشرات التي تعيش أو تتغذى على الأصناف المقاومة بطيئا وأكثر حساسية للأعداء الحيوية، وتكون حركتها بطيئة وقليلة، مما يجعلها أكثر عرضة للإفتراس والتطفل من قبَل الأعداء الحيوية المتواجدة ، وبذلك يَمكن التحكم في أعداد الحشرات التي تتغذى على الأصناف المقاومة بكفاءة أكبر من تلك التي تتغذى على الأصناف الأخر ، نظراً لان هذه الحشرات تكون صغيرة الحجم ، مما يجعل الحشرات المفترسة لها تستهلك أكثر من حشرة واحدة .

وعادة ماتكون حشرات المَنْ التي تتغذى على نبات القمح المقاوم عرضة للتطفل والإفتراس من قبل الأعداء الحيوية ، وذلك لقدرة هذه الأعداء الحيوية على رؤية الفريسة على أوراق القمح ، ومن أمثلة ذلك تعد حشرة المَنْ الروسي *(Diuraphis noxia)* أكثر عرضة للاصابة بطفيل (D. *rapae*) وحشرات أبو العيد *(Coccinellids)* في الأصناف النباتية المحسنة ، وقد لجأ الكثير من المزارعين الذين يزرعون

● حشرات أبو العبد المفترسة لآفة المن الروسي. F. Peairs (1999)

أصناف وراثية محسنة إلى عدم استخدام المبيدات لمساعدة الأعداء الحيوية للحشرات في القضاء على الحشرات الضارة ، خاصة وأن اللجوء إلى المبيدات لايجعل الأعداء الحيوية لتلك الحشرات في مأمن من سمية هذه المبيدات .

● الأصناف المقاومة مع المكافحة الزراعية

يمكن استخدام المكافحة الزراعية (Cultural control) مع الأصناف النباتية المحسنة للحد من أعداد الحشرات الضارة، وذلك من خلال محورين هما :ـ

ـ تحوير الظروف المحيطة بحيث تكون أقل ملائمة للحشرات ضارة .

ـ تحوير الظروف المحيطة بحيث تكون أكثر ملائمة للأعداء الحيوية التي تقوم بدورها بتقليل الكثافة العددية للحشرات الضارة . وبذلك يكون لهذين الأسلوبين من المكافحة القدرة على تقليل أعداد الآفات الضارة دون الحاجة إلى استخدام المبيدات. ويمكن عمل ذلك عن طريق تقليل نسبة البيات الشتوي للحشرات ، وهذا يتطلب زراعة مبكرة للنبات واستخدام أصناف ذات نضج وحصاد مبكر ، قبل أن تتمكن الحشرات من التغذية عليها والقضاء على المحصول . وقد استخدم هذا الأسلوب في مكافحة آفات القطن ، حيث أدى النمو السريع للنبات وقصر فترة النضج إلى مكافحة آفاته .

كذلك أدى استخدام أصناف ذات قدرة على النضج المبكر إلى التقليل من ضرر خنفساء القطن بأمريكا في بدايات عام ١٩٠٠م .

الجدير بالذكر أن الأسلوب المذكور . يؤثر سلباً على بيولوجية حياة الحشرة ، حيث أن البيات أو الكمون الشتوي سوف يقل بشكل سريع ليصل إلى معدل ٩٠٪ .

من جانب آخر يوصى باستخدام التنوع المحصولي (Polyculture) ، وهو زراعة أكثر من نوع من المحاصيل في منطقة واحدة ، لأنه يؤدي إلى توفر المواد الضرورية مثل الرحيق ومصادر الغذاء وغيرها للحشرات النافعة ، مما يجعلها أكثر كفاءة و أعلى قدرة في هذا النظام على تقليل كثافة الآفات الضارة .

● الاصناف المقاومة مع المبيدات الكيميائية :

من المعلوم أن المبيدات الكيميائية تحدث نفس مقدار الضرر على الحشرات الضارة والنافعة على حد سواء . وعند النظر في آليات الأصناف المقاومة مثل آلية التضاد الحيوي (Antibiosis) يتبين أن تأثيرهذه الآلية هو تقليل معدل الإنجاب وتقليل حيويتها البيولوجية ، بالتالي منعها من الوصول إلى الحد الضار إقتصاديا . وبما أن نسبة تركيز المبيدات المستخدمة ترتبط بوزن الحشرة ، لذا فإن التركيز اللازم للقضاء على الحشرة الضارة التي تتغذى على الصنف الحامل لآلية التضاد الحيوي يقل كثيراً عن التركيز اللازم للقضاء على الحشرة الضارة التي تتغذى على الأصناف غير المقاومة ، ولذلك فإن هذا الأسلوب يحد من كمية المبيدات الكيميائية المستخدمة .

● المبيدات الكيميائية السلاح الأخير لمكافحة الآفات.

خاتمة

مما سبق يتضح أن لاستخدام الأصناف النباتية المقاومة للآفات إيجابيات عديدة ، ومنها كفاءة القضاء على الحشرات الضارة المعينة دون غيرها ، حيث أنها ذات تخصصية وذات مفعول ممتد الأثر ، وتلائم العديد من أساليب المكافحة الأخرى ، فضلا عن أنها آمنة على البيئة وعلى صحة الإنسان . ولكن ينبغي عدم إغفال بعض سلبيات هذا الأسلوب ومنها :ـ

ـ طول الفترة الزمنية التي يحتاج إليها مربي النبات لإنتاج صنف مقاوم .

ـ تطور النمط الاحيائي للحشرات الضارة (Biotype) .

ونتيجة للتطور العلمي الذي تشهده التقنية الحيوية أصبح من الممكن اختصار الزمن اللازم لتطوير هذه الأصناف ، كما يمكن التغلب على مشكلة النمط الإحيائي للحشرة لانها سهلة بالمقارنة بأمراض النبات التي هي من أصعب المشاكل . وعند النظر إلى المستقبل يمكن القول بأن هذا الأسلوب من المقاومة سوف يزداد الاعتماد عليه كأسلوب مقاومة ، وخاصة مع التطور المذهل الذي أحدثته أساليب التقنية الحيوية .

المراجع

1- Al-Ayedh, H.Y. 2000. Field biology of Russian wheat aphids, *Diurdphis noxia*: on wheats differing in categories of resistance . Dessertation. Colorado State University .

2- L.Pedigo, 1989. Entomology & Pest management.2nd ed Prentice Hall, Upper saddle river, NJ 07458 USA.

3- Panda N. and G.S. Khuush . 1995.Host plant resistance to insects . CAB international Wallingford, Oxon OX 108DE U.K.

4- Smith, C.M. 1989, Plant resistance to insects A fundamental approach, John Wiley & Sons , Toronto , Canada .