

مفهوم المقاومة المتكاملة

إن مكافحة المتكاملة للآفات Integrated Pest Management هي استراتيجية بيئية الأساس، وتعتمد على العوامل الطبيعية غير المناسبة لتلك الآفات، سواء أكانت تلك العوامل كائنات ممرضة أم مفترسة لها، أم متطفلات عليها، أم ظروفًا جوية أو ممارسات زراعية لا تناسبها، أم أصناف مقاومة لها. وتدخل المكافحة الكيميائية ضمن مكونات وسائل المكافحة المتكاملة، ولكن كإجراء أخير.

ويمكن اعتبار أن المكافحة المتكاملة هي استراتيجية الحد من استخدام المبيدات - مجرد تقليل استخدامها - أو اعتبارها استراتيجية المحافظة على المبيدات المتداولة؛ بهدف إطالة فترة استعمالها كمبيدات فعالة ضد الآفات الهامة، والهدف النهائي منها هو مكافحة الآفات الضارة بطريقة اقتصادية، مع المحافظة على سلامة البيئة والحياة البرية.

وتعتمد المكافحة المتكاملة على توفر معلومات دقيقة ومستمرة عن التغيرات في أعداد الحشرات، والتنبؤ بمدى انتشار مسببات الأمراض - قبل حدوث الأوبئة - وذلك في الظروف البيئية السائدة بكل منطقة وفي كل موسم زراعي (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

مقومات المكافحة المتكاملة للآفات

تندرج كافة الطرق المستخدمة في مكافحة الأمراض والآفات النباتية تحت أربع استراتيجيات رئيسية؛ هي:

١ - الاستبعاد Exclusion:

وتضم كل الطرق التي تكفل منع الآفة - أيًا كانت - من دخول منطقة الزراعة، سواء أكانت هذه المنطقة حقلًا خاصًا، أم دولة بأكملها.

٢ - الاستئصال Eradication:

وتضم كل الطرق التي تكفل الاستئصال التام للآفة والتخلص منها، سواء أكان ذلك على مستوى النبات الواحد، أم على مستوى الحقل، أم الدولة.

٣- الحماية Protection:

وتدخل ضمن ذلك كل الطرق التي تكفل حماية النبات من الإصابة بالآفة برغم وجودها في بيئة الزراعة.

٤- إدخال صفة المقاومة الوراثية في الأصناف المزروعة Immunization:

ويتضمن ذلك استخدام الطرق المعروفة لتربية النبات في نقل صفة المقاومة للأمراض من الطرز البرية والأصناف غير المرغوبة إلى الأصناف المستخدمة في الزراعة التجارية، وهو ما يعرف بالتربية لمقاومة الآفات Breeding for Pest Resistance.

الاستبعاد

يعنى تطبيق مبدأ الاستبعاد في مكافحة الآفات والأمراض أن تلك الآفات أو مسببات الأمراض لا توجد أصلاً في منطقة الزراعة، ويكون الهدف هو العمل بكل الوسائل المتاحة لاستمرار منع الآفة من دخول منطقة الزراعة.

وتتوقف الوسائل الممكنة تطبيقها على ماهية منطقة الزراعة؛ فإن كانت صوبات (أو بيوتاً محمية) أمكن تطبيق مبدأ الاستبعاد عليها بإحكام؛ باستعمال أبواب مزدوجة، ووضع سائل مطهر يتحتم الخوض فيه لتطهير الأحذية قبل الوصول إلى داخل الصوبة، وتعقيم مخاليط الزراعة المستعملة في إنتاج الشتلات المعدة للزراعة بالصوبة، وتغطية كافة فتحات التهوية بالشباك الدقيقة جداً التي تمنع نفاذ الحشرات حتى الدقيقة منها، وتغطية وسائل التبريد بأغطية البوليسترين أو البولي بروبيلين؛ لمنع دخول الذبابة البيضاء وغيرها من الحشرات الصغيرة الحجم، وغير ذلك كثير من طرق الاستبعاد.

أما إن كانت منطقة الزراعة المعنية حقلاً إنتاجياً فإن أهم وسائل الاستبعاد تكون استعمال تقاوى سليمة وخالية من الآفات ومسببات الأمراض؛ الأمر الذي لا يأتي إلا بالحصول على التقاوى (سواء أكانت بذوراً، أم درنات، أم فسائل ... إلخ) من مصادر موثوق بها. كذلك يتحتم استعمال شتلات سليمة تماماً في الزراعة؛ بإنتاجها في تربة معقمة وخالية من مسببات الأمراض، وخاصة تلك التي تعيش في التربة، والتي يمكن أن تنتشر في الحقل إذا ما استخدمت شتلات مُصابة في الزراعة. وعلى منتج الخضر أن يكون حريصاً كذلك على خلو الشتلات من الأمراض عند شرائه لها من مشاتل تجارية.

وأما إن كان المعنى بمنطقة الزراعة دولة بأكملها أو جزءاً من دولة، فإن الأمر يصبح بيد السلطات الزراعية المسؤولة عن تنفيذ مهمة الاستبعاد؛ من خلال ما يُعرف بالحجر الزراعى النباتى Plant Quarantine.

إن المفهوم المعروف للحجر الزراعى النباتى هو الإبقاء على النباتات الخضرية التكاثرة — أو زراعة بذور النباتات الجنسية التكاثر — فى مكان منعزل؛ حتى يثبت خلوها من الإصابات المرضية، لكن المفهوم الأشمل للحجر الزراعى يتضمن أيضاً ما يتعلق بتنظيم انتقال النباتات من مكان إلى آخر، خاصة بين الدول بعضها وبعض (Khan ١٩٧٠، و Commonwealth Mycological Institute ١٩٨٣، و Franklin ١٩٨٦). وهذه الإجراءات تقوم بها الدول والحكومات، ولا يمكن أن يقوم بها المزارعون أو التعاونيات.

هذا وقد أفاد الحجر الزراعى فى منع دخول كثير من الآفات المرضية والحشرية إلى عديد من دول العالم. ويعنى المهتمون بالشئون الزراعية — فى كل دولة — بعدد من الآفات غير الموجودة فى الدولة لتطبيق الحجر الزراعى عليها. وتقوم السلطات المختصة بإعدام شحنات الأغذية أو النباتات الخضرية أو البذور التى يُكشف وجود هذه الآفات بها.

وبسبب التشدد فى تطبيق الحجر الزراعى ومبدأ الاستبعاد، فإن البذور يتم إنتاجها فى ظروف بيئية لا تساعد على انتشار الأمراض؛ حيث تُنتج فى مناطق جافة تقل فيها الأمطار أو تنعدم خلال موسم إنتاج البذور.

كذلك فإن إنتاج تقاوى البطاطس يتم تحت رقابة شديدة تجعل من الممكن الحصول على تقاوى خالية من الأمراض الفيروسية. بالرغم من وجود عديد من الفيروسات التى تصيب البطاطس، والتى يمكن أن تجعل البطاطس غير اقتصادية إن لم تتخذ هذه الإجراءات الصارمة عند إنتاج التقاوى المعتمدة. ويحدث نفس الشئ بالنسبة لمحاصيل الخضر الأخرى الخضرية التكاثر مثل الفراولة.

ومن الإجراءات العادية حالياً اللجوء إلى زراعة الأنسجة للحصول على شتلات، أو فسائل، أو درنات ... إلخ خالية من الإصابات الفيروسية. وتبدأ عملية الإكثار بزراعة القمة النامية التى تكون — عادة — خالية من الفيروسات.

ومن الطبيعي أن منتج الخضر العادى ليس من اختصاصه إنتاج بذوره أو اللجوء إلى مزارع الأنسجة لإنتاج شتلاته، ولكننا نذكر ذلك ليأخذه. فى حسابانه عن شرائه للتقاوى؛ لكى يضع مبدأ الاستبعاد موضع التنفيذ.

وعمومًا .. فإن دور منتج الخضر فى تطبيق مبدأ الاستبعاد ليس كبيراً إذا قورن بالدور الذى يتعين عليه القيام به فى تطبيق مبدأ الاستئصال والوقاية.

الاستئصال

يعنى تطبيق مبدأ الاستئصال Eradication فى مكافحة الأمراض والآفات أن الآفة المعنية توجد فى المزرعة، وأن طرق المكافحة توجه نحو قتلها والتخلص منها. وقد توجه جهود المكافحة نحو الآفة وهى مازالت فى بيئة الزراعة ولم تصل بعد إلى النباتات، أو قد توجه نحو النبات الذى أصبح حاملاً للآفة أو مصاباً بها، أو توجه نحو البيئة والنباتات معاً، كما فى حالة المكافحة الحيوية.

ومن أمثلة طرق الاستئصال التى توجه نحو الآفة - التى توجد فى بيئة الزراعة ولحما لها تصل إلى النباتات - ما يلى،

١- تعقيم التربة، وبيئات نمو الجذور، وأوعية النباتات، والمواد المستخدمة فى الزراعة.

٢ - التخلص من بقايا النباتات المصابة ومن الحشائش الحاملة للآفات:

يمكن التخلص من كثير من الحشرات التى تقضى الشتاء فى بقايا النباتات فى الحقل؛ وذلك بحرق هذه النباتات وقلبها فى التربة، لكن هذه الطريقة قد لا تكون فعالة بالنسبة لمسببات الأمراض التى يمكنها أن تعيش فى بقايا النباتات فى التربة، وذلك لحين تمام تحللها.

ويؤدى حرق التربة إلى سحق بعض الحشرات ميكانيكياً، وتعريض البعض الآخر للأعداء الطبيعية، ويدفن البعض أيضاً على أعماق كبيرة؛ حيث لا تستطيع الخروج ثانية.

وبعض الحشرات تقضى الشتاء البارد فى جذور الحشائش العمرة، ومثل هذه الحشائش يلزم التخلص منها، كما أنه من الضرورى التخلص من النباتات المحيطة بالحقل، ومن الحشائش الأخرى التى تتخذها الحشرات مأوى لها.

٣- اتباع دورة زراعية طويلة تتعاقب فيها زراعة محاصيل غير قابلة للإصابة بعد المحصول القابل للإصابة؛ بغرض إهلاك الآفة التي لا تجد مأوى لها.

ويعتبر القضاء على مرض تثأل البطاطس (الذى يسببه الفطر *Synchytrium endobioticum*) فى ولاية ميرلاند الأمريكية (Putnam & Sindermann ١٩٩٤) من الأمثلة الناجحة فى هذا الشأن.

ومن أمثلة طرق المكافحة التى توجه نحو النباتات الحامل للإصابة لتطهيره منها، أو توجه نحو النباتات المصابة لتخليصه منها ما يلى،

١- معاملة البذور بالمبيدات الفطرية أو الحشرية لتطهيرها من الفطريات التى تكون عالقة بسطحها، أو من الحشرات التى تكون مختلطة بها. وتؤدى هذه المعاملة أيضاً إلى حماية البادرات النابتة من الإصابة بأعفان البذور والجذور ومرض سقوط البادرات.

٢- معاملة البذور والأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة؛ لتخليصها من الآفات ومسببات الأمراض المختلفة الفطرية، أو البكتيرية، أو الفيروسية. أو النيماطودية؛ أو الحشرية التى تصيبها.

٣- رش النباتات بالمبيدات الجهازية لتخليصها من الإصابات الحشرية ومن بعض الإصابات المرضية. ولا يلزم فى تلك الحالة إيصال المبيد إلى كل المسطح النباتى؛ نظراً لأنه ينتقل من الأجزاء المعاملة إلى داخل النبات؛ حيث يصبح جهازياً، ويؤدى إلى قتل الآفات المعنية بالمكافحة، كما يحميها من أية إصابات جديدة طوال فترة فاعلية المبيد، وفى ذلك تطبيق لمبدأى الاستئصال والوقاية معاً.

٤- المكافحة بالمضادات الحيوية.

٥- التقليل كوسيلة لاستئصال الجزء النباتى المصاب والتخلص منه بعيداً عن المزرعة. وهذه الطريقة أكثر شيوعاً فى أشجار الفاكهة، منها فى محاصيل الخضر.

ويتعرف القارئ لدى متابعته لفصول هذا الكتاب على عديد من الوسائل الأخرى التى تأخذ مبدأ الاستبعاد فى الحسبان، والتى يتعين على منتج الخضر الأخذ بها حتى تكون المكافحة متكاملة.

الحماية أو الوقاية

لا شك في أن الوقاية خير من العلاج، وهو مبدأ ينطبق على الأمراض والآفات التي تصيب النباتات .. تماماً كما ينطبق على حالات أمراض الإنسان والحيوان.

ويقصد بحماية النباتات أو وقايتها تزويدها بالوسائل التي تجعلها أكثر قدرة على مقاومة الآفة عند محاولتها إصابته والتطفل عليه. وجميع الطرق المتبعة في هذا الشأن غير وراثية؛ بمعنى أنها لا تُحدث ولا تتطلب تغييرات في التركيب الوراثي للنبات لجعله أكثر مقاومة.

ومن أمثلة طرق الحماية حقن النباتات بالسلالات الضعيفة من أحد الفيروسات؛ لإكسابها مناعة ضد السلالات القوية من نفس الفيروس، والتطعيم على أصول مقاومة للأمراض، والمعاملة الوقائية بالمبيدات، وغيرها من طرق الحماية التي يأتي بيانها في هذا الكتاب.

ويعد الرش الدوري الوقائي بالمبيدات - وخاصة المبيدات الفطرية - إحدى الممارسات التي أصبحت مستقرة في أذهان الكثيرين من منتجي الخضرا، وهو أمر طبيعي في غياب أية خدمات خاصة بالتنبؤات بالأمراض، والتي يجب أن يتم على أساسها إجراء الرش الوقائي. ولكن مع التزايد المستمر في أسعار المبيدات وزيادة الوعي بأضرارها أصبح من الضروري توجيه مزيد من الاهتمام نحو موضوع التنبؤ بالأمراض وانتشار الأوبئة، وهو أمر يخص الجهات الزراعية المسؤولة.

ومن أهم الأسس التي طورت حديثاً والتي يقوم عليها مبدأ الحماية أو الوقاية حث النباتات على تطوير مقاومة جهازية - أو موضعية - بمعاملته بكائنات دقيقة معينة، أو بمركبات كيميائية مصنعة خاصة، أو بمستخلصات نباتية مؤثرة؛ الأمر الذي يحظى تفصيله بجانب كبير من هذا الكتاب.

المقاومة الوراثية للأمراض والآفات

شاع في النصف الأول من القرن العشرين استخدام كلمة Immunization للدلالة على مكافحة الآفات ومسببات الأمراض بواسطة المقاومة الوراثية الطبيعية الموجودة في النبات، أو التي يتم إدخالها فيه بواسطة طرق التربية، لكن هذه التسمية لم تعد

مقبولة؛ إذ إنها تنطبق بدرجة أدق على المناعة المكتسبة. وأصبحت المقاومة الوراثية للأمراض والآفات تعرف باسم Disease and Pest Resistance.

ويعد استخدام الأصناف المقاومة للأمراض والآفات في الزراعة من أسهل وأرخص طرق مكافحة؛ فما على المزارع إلا أن يقوم بزراعة الصنف المقاوم لسلسلة الآفة المنتشرة في منطقة الزراعة، والذي توصى به الجهات الزراعية المسئولة.

ويقع عبء إنتاج الأصناف المقاومة على مربى النباتات. ويستغرق برنامج التربية لإنتاج الصنف الجديد ٦ سنوات في حالة نقل صفة مقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد من سلالة غير مرغوبة إلى صنف تجارى ناجح. ويستغرق البرنامج المماثل في حالة المقاومة الكمية للأمراض (أى المقاومة التى يتحكم فيها عدد من الجينات) ١٢ سنة، وربما يستغرق هذا البرنامج ٢٥ سنة عندما تكون المقاومة كمية، مع اضطرار المربى إلى اللجوء إلى الأنواع البرية لعدم توفر صفة المقاومة فى النوع المزروع.

وبرغم طول الفترة التى تتطلبها برامج التربية، فإن الأصناف المقاومة للآفات كثيرة ومتوفرة، وغالباً ما تكون أمام المزارع فرصة للاختيار من بين عديد من الأصناف المقاومة لآفة أو مرض ما، لكن ذلك لا ينطبق على جميع الآفات، حيث لا تتوفر لبعضها أصناف مقاومة، أو حتى مصدر جيد للمقاومة.

ومنذ ثمانينيات القرن العشرين بدأ الاتجاه نحو تحسين النباتات - وبخاصة ما يتعلق بالتربة لمقاومة الأمراض والآفات - باللجوء إلى أساليب الهندسة الوراثية.

ومن الطبيعى- أنه ليس من بين أهداف هذا الكتاب شرح أساسيات تربية النبات. أو تفاصيل طرق تربية النباتات لمقاومة الأمراض، أو تحسينها بالهندسة الوراثية، وجميعها علوم أساسية وضرورية لتربية وإنتاج أصناف الخضر المقاومة. ويمكن لدراسة أساسيات تربية النبات مراجعة أحد المصادر المتخصصة؛ مثل: Allard (١٩٦٤)، و Briggs & Knowles (١٩٦٧)، و Fehr (١٩٨٧)، وحسن (٢٠٠٥أ، و ٢٠٠٥ب، و ٢٠٠٥ج). كما يمكن الرجوع إلى موضوع تحسين النباتات بأساليب التكنولوجيا الحيوية - ومنها الهندسة الوراثية - بالرجوع إلى حسن (٢٠٠٧)، وإلى موضوع التربية لمقاومة الأمراض والآفات فى كل من Kiraly وآخرين (١٩٧٤)، و Russell (١٩٧٨)، وحسن (٢٠٠٧).

متطلبات مكافحة التكاملة

إنه لمن الأهمية بمكان - فى أى برنامج للمكافحة المتكاملة - تعريف الآفة بدقة (سواء أكانت من الفقاريات، أو مسببات الأمراض، أو الحشرات، أو الحشائش)، وتقدير مدى تواجدها. كذلك من المهم الإلمام ببيولوجى الآفة التى تصيب المحصول واحتياجاتها البيئية، والعوامل التى تؤثر فى انتشارها، وأعدادها الطبيعية. وتهتم برامج مكافحة التكاملة بخفض مستوى الإصابة المرضية والحشرية إلى الحدود التى لا تحدث معها أضراراً اقتصادية، وليس إلى التخلص منها بصورة تامة. وفى حالة الإصابات الحشرية يتعين تواجدها بعض أفراد من الحشرة لتأمين غذاء للأعداء الطبيعية حتى يمكنها التكاثر ومكافحة الإصابات الحشرية التالية.

ويعتبر إنجاز متطلبات المقاومة المتكاملة فيما يلى،**أولاً: المراقبة والرصد:**

تتضمن عملية المراقبة والرصد (أو Scouting) كشف تواجد الآفات وتعريفها وتحديد مستوى تواجدها (عشائرها أو أعدادها) على فترات زمنية منتظمة ومتقاربة. ويمكن استعمال مصاد الحشرات لكشف تواجدها وتحديد الفترات التى يتعين فيها تكثيف عمليات الرصد والمراقبة أو بدء المكافحة. وتتوفر طرق علمية ودقيقة بدرجة عالية من الكفاءة لرصد ومراقبة مختلف الحشرات.

إن الهدف الأساسى من مراقبة ورصد التواجد الحشرى monitoring فى حقل ما هو تحديد الوقت المناسب لبدء إجراءات المكافحة عندما تصبح ضرورية. تُجرى المراقبة على وحدات نباتية معينة تتفق مع طبيعة تغذية الحشرة؛ فمثلاً.. لا فائدة من مراقبة الحشرات القشرية على الأوراق إن كان تواجدها بالفروع، كما لا فائدة من مراقبة المن على الأوراق المسنة إن كان تواجده على الأوراق الحديثة. كما يجب أن يكون عدد الوحدات كافٍ لحصر التواجد الحشرى علماً بأن ذلك التواجد قد لا يكون متجانساً على النبات الواحد. ومن المهم أن تكون الطريقة المتبعة ثابتة ولا تتغير، ويفضل أن يقوم بها شخص واحد.

ومن أهم طرق مراقبة التواجد الحشري ما يلي:

١- عدّ الحشرات على الأجزاء النباتية:

يقطع الجزء النباتى المستخدم وتسجل أعداد الحشرات المتواجدة عليه فى الحال، مع استخدام عدسة مكبرة إن تطلب الأمر ذلك. وعندما تكون الأعداد كبيرة جداً فإنها تسجل على صورة عشرات أو مئات، وقد يكتفى بتسجيل ما إن كانت الحشرات متواجدة أم غير متواجدة مع زيادة عدد العينات إلى ٥-٢٠ ضعف.

وتعد هذه الطريقة مناسبة لعدّ الحشرات التى لا تطير أو تلك التى تسقط من على العينات بسهولة بعد فصلها، مثل المن والعنكبوت الأحمر. وأحياناً يكتفى بتسجيل أعداد الأطوار الحشرية غير البالغة إذا كانت الأفراد البالغة سريعة الطيران بعد أخذ العينات.

٢- تسجيل أعداد الحشرات أو الإصابات الحشرية التى يمكن ملاحظتها على النبات الواحد خلال فترة زمنية محددة وثابتة.

٣- تسجيل أعداد الحشرات التى تسقط فى صينية يتم وضعها أسفل النمو النباتى الذى يتم طريقة عدد ثابت من المرات بعصاة قصيرة.

٤- تسجيل أعداد المخلفات البرازية التى تسقط على الأرض عند قاعدة النبات من الديدان التى تعيش على النمو الخضرية، وذلك بعد جمعها فى أوعية خاصة توضع أسفل النبات لهذا الغرض.

٥- استعمال الجاذبات فى مصائد خاصة .. وهى تفيد خاصة مع الفراشات والخنافس، كما أن فيرمونات الجنس تجذب إليها الذكور.

وتتعين مراقبة نشاط الأعداء الحيوية من المفترسات والمتطفلات أثناء مراقبة التواجد الحشري، على أن يؤخذ ذلك الأمر فى الاعتبار عند اتخاذ قرار المكافحة؛ فإذا كان نشاط الأعداء الحيوية كبيراً يؤجل ذلك القرار خاصة إن كانت أعداد الأعداء الحيوية فى تزايد مع حدوث تناقص فى أعداد الحشرات، أما إن كان كلاهما فى تزايد فإنه يتعين قصر المكافحة على البقع الشديدة الإصابة.

وتجدر الإشارة إلى أن النمل يتغذى على الإفرازات العسلية لحشرات مثل المن، ويقوم

بحمايتها من المفترسات والمتطفلات، وفي هذه الحالة تجب مكافحة النمل؛ الأمر الذى يتحقق فى حالة الأشجار برش جذوعها بالمبيدات.

ثانياً: التنبؤ:

تستعمل بيانات الأرصاد الجوية فى التنبؤ بالإصابات المرضية disease forecasting وكذلك الحشرية insect forecasting. وتتوفر برامج حاسوب لكل مرض أو آفة على حدة، ولكنها - غالباً - ما تكون مناسبة للمناطق التى طورت فيها تلك البرامج فقط. ويتوصل بيانات الأرصاد الجوية إلى كمبيوتر يتوفر فيه برنامج الحاسوب الخاص بالتنبؤ المرضى فإن الكمبيوتر يعطى التعليمات الخاصة بتوقيت عملية مكافحة بالمبيدات.

ثالثاً: الحدود الحرجة:

تستعمل الحدود الحرجة thresholds لتحديد الوقت الذى يُصبح فيه تواجد الآفة بالمستوى الذى يمكن أن تُحدث معه أضراراً اقتصادية. وقد تم بالفعل تحديد الحدود الحرجة لعدد من الآفات. واتباع هذا الأسلوب يمكن الحد كثيراً من عمليات الرش بالمبيدات.

رابعاً: وسائل إدارة المكافحة:

تتضمن التكتيكات المناسبة لإدارة المكافحة (management tactics) وسائل المكافحة الحيوية، والفيزيائية، والكيميائية كلما دعت الحاجة إليها، مع استعمال بدائل المبيدات قدر المستطاع.

خامساً: تسجيل البيانات:

من الضروري الاحتفاظ بسجلات سنوية للتواجد الحشرى ووسائل المكافحة المتبعة (عن Integrated Pest Management - جامعة كورنيل Cornell - الإنترنت - ٢٠٠٨).

وسائل المكافحة المتكاملة

لكى يصاب النبات بأى مسبب مرضى يتعين توفر عدة شروط، هى: وجود عائل قابل للإصابة، ووجود مسبب مرضى، وتوفر وسيلة لانتشار ذلك المسبب المرضى، وتوفر الظروف البيئية المناسبة لبقاء المسبب المرضى، وإحداثه للإصابة، وتطورها داخل النسيج النباتى.

ويتوقف اختيار الوسيلة المناسبة لمكافحة المرض على توفر المعلومات الدقيقة عن المسبب المرضي، ودورة حياته، ووقت إحدائه الإصابة، والجزء النباتي الذي يستهدفه بالإصابة، ووسيلة انتشاره، والظروف البيئية السابقة للإصابة والمرافقة لها والتالية لحدوثها.

ويتعين في كل الأحوال التمييز بين الأمراض التي تحدثها مختلف المسببات المرضية، والعيوب الفسيولوجية التي تظهر عند تعرض النباتات لظروف بيئية قاسية. وغالباً ما تتطلب الآفات التي تكون متوطنة endemic في منطقة الإنتاج الرش بالمبيدات، إلا أن اتباع مختلف الوسائل الأخرى للمكافحة يحد كثيراً من اللجوء إلى المبيدات.

ومن بين تلك الوسائل ما يلي،

١- زراعة الأصناف المقاومة متى توفرت.

٢- مكافحة بالوسائل الزراعية والفيزيائية، والتي تتضمن ما يلي:

أ- اتباع دورة زراعية، وهي تفيد - خاصة - مع الآفات التي تعيش مسباتها في التربة.

ب- إزالة المخلفات الزراعية، والنباتات من بذور تخلفت في الحقل من محصول سابق، وكذلك العوائل البديلة للآفة مثل الحشائش.

ج- اتباع الأساليب التي تعرض الآفة للأعداء الطبيعية كالحراثة العميقة، وتلك التي تجعل النباتات أقل تعرضاً للإصابة بالآفة.

د- تعديل موعد الزراعة لتجنب المواعيد التي يكثر فيها تواجد الآفة.

هـ- استخدام بذور وشتلات خالية من الإصابة في الزراعة.

و- توفير الخدمة التي تساعد النبات على النمو القوي، وتجنبه كل حالات الشد التي تحد من نموه.

ز- تجنب توقيتات الري التي يمكن أن تزيد من الرطوبة النسبية حول النباتات.

ح- تجنب زراعة الأصناف الحساسة للآفة إذا عرف مقدماً تواجدتها خلال موسم الزراعة بكثافة عالية.

ط- إقامة خطوط الزراعة بحيث تكون فى اتجاه الرياح السائدة، لتحقيق أفضل تهوية ممكنة.

٣- مكافحة البيولوجية:

تحقيق المقاومة البيولوجية من خلال ما يلى،

أ- المحافظة على الأعداء الطبيعية لمختلف الآفات بعدم استعمال المبيدات إلا عند الضرورة.

ب- المعاملة بمختلف الكائنات الدقيقة المضادة للآفات والمسببات المرضية، والحاشية للمقاومة الجهازية.

ج- إطلاق المفترسات والمتطفلات المفيدة فى مكافحة الآفات المتواجدة كلما كان ذلك ممكناً.

٤- مكافحة الكيمائية:

يراعى بشأن ذلك ما يلى:

أ- لا تُستخدم المبيدات إلا إذا بينت عمليات الرصد والاستكشاف والحد الحرج أو بيانات التنبؤ ضرورتها.

ب- يتم اختيار المبيدات حسب كفاءتها، وجدوى استعمالها سابقاً، وعدم وجود مقاومة لها، ومدى تأثيرها على البيئة والأعداء الطبيعية.

ج- إجراء الرش الذى يوفر تغطية كاملة للنموات الخضرية، وبالمعدلات الموصى بها.

د- عدم إجراء الرش بالمبيدات عند زيادة سرعة الرياح عن ٨ كم/ساعة لعدم إعطاء أى فرصة لوصول محلول الرش لأماكن لا يُراد رشها.

ولعل أهم ما تجب مراعاته بشأن مختلف أشكال المقاومة المتكاملة فى الزراعات الحقلية ما يلى،

أولاً: بالنسبة لموقع الزراعة:

١- التعرف على أنواع الحشائش الهامة التى كانت متواجدة فى موسم الزراعة السابق لتحديد استراتيجية مكافحتها.

٢- تطبيق دورة زراعية للحد من أخطار الإصابات المرضية والحشرية التي تتواجد مسبباتها في التربة. تكفى عادة دورة ثنائية أو ثلاثية، ولكن الدورات الأطول قد تكون مطلوبة أحياناً.

٣- إجراء اختبارات للتربة مرة واحدة على الأقل كل ثلاثة سنوات للتعرف على مدى خصوبة التربة، مع تحديد برنامج التسميد تبعاً لذلك.

٤- تكون إضافة الأسمدة العضوية قبل الزراعة مع قلبها جيداً في التربة.

٥- الاعتماد على الري بالتنقيط مع الرسمة كلما كان ذلك ممكناً.

ثانياً: بالنسبة للشتلات:

١- ضرورة تعقيم صوانى الشتلات ومختلف المواد والأدوات المستعملة فى إنتاج الشتلات.

٢- لا تستعمل سوى البذور الخالية من مسببات الأمراض.

٣- معاملة الشتلات بالمبيدات البكتيرية إذا كانت لتلك الأمراض أهمية فى منطقة الزراعة.

٤- تستعمل المصائد الصفراء اللاصقة لمتابعة مدى تواجد الحشرات فى الصوبة.

٥- فى حالة شراء الشتلات من مشاتل تجارية يُراعى التأكد من تطبيق الإجراءات الأربعة أعلاه مع فحص الشتلات للتأكد من خلوها من الأمراض والحشرات قبل استلامها.

ثالثاً: بالنسبة للزراعة

١- تستعمل فى الزراعة الأصناف المقاومة للأمراض كلما كان ذلك ممكناً.

٢- تفضل الزراعة بالتربية الرأسية كلما كان ذلك ممكناً.

٣- يفضل استعمال أغطية التربة.

رابعاً: بالنسبة لعمليات مكافحة:

١- تجنب معايرة الرشاشات مرة واحدة - على الأقل - فى بداية كل موسم زراعى، وكذلك فى كل مرة تغير فيها بشابير الرش.

٢- التعرف على اتساع مساحة الرش بالرشاشات بتجربة الرش على ورق ماص للماء.

- ٣- رش حواف الحقل فى حالة وجود إصابات حشرية بها.
 - ٤- حفر خنادق تستعمل كمصائد حول الحقل لمكافحة الديدان.
 - ٥- زراعة نباتات صائدة لبعض الحشرات.
 - ٦- مكافحة الحشائش التى تجد فيها الحشرات مأوى لها، وذلك بالعزيق مرة واحدة على الأقل، أو باستعمال المبيدات.
 - ٧- المرور فى الحقل أسبوعياً لمتابعة حالة الإصابات المرضية والحشرية، وقد تلزم المتابعة مرتان أسبوعياً فى بعض الحالات مثل مرض الندوة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس.
 - ٨- الاعتماد على برامج التنبؤات المرضية لتوجيه برنامج الرش بالمبيدات الفطرية.
 - ٩- لا تُستعمل المبيدات النحاسية إلا إذا كان هناك خطورة من حدوث إصابات بكتيرية.
 - ١٠- لا يُجرى الرش بالمبيدات الحشرية إلا بعد وصول أعداد الحشرات إلى الحد الحرج، وهو عدد معين من أفراد الحشرة/نبات، ويختلف هذا الرقم من حشرة لأخرى ومن محصول لآخر.
 - ١١- يكفى رش أجزاء الحقل المصابة بالآفات الحشرية (spot treatment).
 - ١٢- إذا ما تم الاستغناء عن الحقل بسبب شدة إصابته بمرض أو آفة ما .. يتعين قتل النباتات والتخلص منها بقلبها فى التربة فى خلال ٥ أيام لمنع تكوين الجراثيم وانتشارها.
- خامساً: بالنسبة للإجراءات التى تتبع بعد الانتهاء من الحصاد:
- ١- إذا ما تم غسيل المحصول بالماء فإنه يجب استعمال الماء المكثور مع متابعة مستوى الكلورين على فترات.
 - ٢- ضرورة قلب بقايا النباتات فى التربة (عن Elements of IPM for Fresh Market Tomatoes in NY State - الإنترنت - ٢٠٠٨).

الأسس العامة للمكافحة المتكاملة للأمراض الفطرية والبكتيرية

أن من أهم أسس المكافحة المتكاملة للأمراض الفطرية والبكتيرية، ما يلي:

- ١- التحكم فى الأساليب الزراعية المتبعة بما يتناسب مع المكافحة، مثل:
أ- الزراعة باستعمال بذور وشتلات "نظيفة"؛ أى خالية من أى مسببات مرضية سواء أكان ذلك فى صورة تلوث سطحى لها، أم إصابة فعلية بها.
- ب- مراعاة إجراءات النظافة العامة sanitation، مع اختيار الحقول الجيدة الصرف للزراعة.
- ج- اتباع دورة زراعية مناسبة، مع تقليل الكثافة النباتية، والزراعة على مصاطب مرتفعة.
- د- استعمال الأغذية البلاستيكية للتربة فى الزراعة؛ لتجنب انتشار المسببات المرضية بالترشيش أو بملامسة الثمار للتربة.
- هـ- تخيير اتجاه الخطوط والمصاطب المناسب، لزيادة حركة الهواء وتقليل فترة ابتلال الأوراق بالندى.

و- إدارة عملية الري بإحكام من حيث المعدلات والتوقيت.

ز- تخير موعد الزراعة المناسب.

ح- تجنب الإضرار بالجذور وتجريح النموات الخضرية.

٢- إجراء المعاملات المناسبة للبذور، والتي منها ما يلي:

أ- تخمير لب الثمار أو معاملتها بالأحماض، وهما عمليتان تخفضان من تواجد المسببات المرضية، ولكنهما قد لا تكونا كافيتين.

ب- المعاملة بالكلوروكس لأجل التطهير السطحى. تجرى المعاملة بغمر البذور فى محلول كلوراكس بتركيز ٢٠٪ لمدة خمس دقائق فى حرارة الغرفة، ثم تشطف البذور فى ماء جارٍ لمدة ١٥ دقيقة، ثم تنشر لتجف تماماً، وقد تُعامل بعد ذلك بالمطهرات الفطرية.

ج- المعاملة بالماء الساخن لأجل التخلص من التلوث السطحى والإصابات الداخلية بمسببات الأمراض. تجرى المعاملة بالتدفئة المسبقة للبذور لمدة ١٠ دقائق فى الماء على حرارة ٣٨ م° وهى فى أكياس قطنية ليست دقيقة الغزل، مع جعلها نصف ممتلئة

البذور. يلى ذلك وضع البذور على حرارة ثابتة فى حمام مائى لمدة دقيقة لا تتعداها ولا تقل عنها حسب النوع المحصولى، فهى على سبيل المثال:

● ٢٥ دقيقة على حرارة ٥٠°م لبذور الكرنب وكرنب بروكسل والطماطم والباذنجان والسبانخ.

● ٢٠ دقيقة على حرارة ٥٠°م لبذور القنبيط والبروكولى والكيل والكولارد واللفت والروتاباجا والخيار والجزر.

● ١٥ دقيقة على حرارة ٥٠°م لبذور المسترد والكرسون والفجل.

● ٣٠ دقيقة على حرارة ٥٢°م لبذور الفلفل.

● ٣٠ دقيقة على حرارة ٤٨°م لبذور الخس والكرفس والسيليرياك.

ويلى ذلك مباشرة غمر كيس البذور فى ماء بارد، ثم نشرها لتجف.

د- المعاملة بالمبيدات الفطرية للحماية من الذبول الطرى وأمراض أخرى

وبرامجى فى جميع معاملات البذور ما يلى:

أ- تستعمل لأجل ذلك بذور جديدة عالية الجودة.

ب- تُعامل عند استلام البذور عينة صغيرة منها ويختبر إنبتها قبل معاملتها.

ج- لا تعامل كل كمية البذور إلا قرب استعمالها فى الزراعة بأسابيع قليلة.

د- لا تعامل البذور إلا مرة واحدة.

٣- إنتاج شتلات "نظيفة" خالية من الإصابات المرضية:

يتم ذلك بمراعاة ما يلى:

أ- تخير الموقع المناسب لمرقد البذور بحيث يكون خالياً من المشاكل المرضية، ولا

يتعرض لمياه الرشح من الأراضي المجاورة بما قد تحمله من مسببات الأمراض.

ب- مراعاة جوانب النظافة العامة بالتخلص من أى بادرآت مصابة بالأمراض.

ج- مراقبة البادرآت لاكتشاف أى إصابات مرضية أو حشرية.

د- مكافحة الحشائش والحشرات.

هـ- مراقبة الري والتسميد بعناية.

كما يراعى بالنسبة للشتلات التي تُنتج من السوبات، ما يلي،

أ- استخدام صوانى شتلات جديدة أو معقمة ومخاليط زراعة خالية من مسببات المرضية.

ب- تفضل الأرضيات المبلطة التي يمكن غسلها.

ج- ترفع صوانى الشتلات عن مستوى الأرضيات.

د- الحد من حركة الأفراد والمعدات بين صوبة وأخرى، وتقليل تداول الشتلات قدر المستطاع.

هـ- مراعاة نظافة البنشات (المناضد)، والمعدات.

و- مراقبة درجة الحرارة والرطوبة النسبية والرطوبة الأرضية والتسميد بعناية.

٤- مراعاة إجراءات النظافة العامة لمنع الأمراض:

إن من أهم وسائل وآليات مراعاة النظافة العامة لمنع تفشى الأمراض، ما يلي:

أ- التخلص من النباتات بعد انتهاء موسم الحصاد، وهى التى تعد مصدراً للإصابات المرضية.

ب- إزالة النباتات والحشائش المصابة أثناء موسم الزراعة، وخاصة بالنسبة لأمراض اللفحات والأمراض البكتيرية.

ج- تعقيم الأوتاد والسنادات النباتية stakes بين الزراعات.

د- تنظيف الأدوات والمعدات بصورة دائمة.

هـ- بسترة التربة بالتشميس soil solarization.

٥- اتباع دورة زراعية مناسبة، وهى التى يراعى بشتاتها ما يلي:

أ- كسر دورة حياة مسببات المرضية بعدم زراعة محاصيل من نفس العائلة فى نفس الأرض لمدة لا تقل عن ثلاث سنوات.

ب- تضمين الدورة محاصيل يمكن أن تُسهم فى زيادة المادة العضوية فى التربة.

٦- زراعة الأصناف المقاومة كلما أمكن ذلك.

٧- تنشيط الكائنات الدقيقة المفيدة فى التربة عن طريق:

أ- قلب الأسمدة الخضراء فى التربة، وهى مازالت بحالة غضة.

ب- إضافة كمبوست المخلفات النباتية مع المخلفات الحيوانية شريطة أن تتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين - قبل الكمر - بين ١:٢٥، و ١:٤٠، وأن تتراوح الحرارة أثناء الكمر بين ٥٥، و ٧٧ م لمدة تزيد عن ١٥ يوماً.
ج- إضافة الأسمدة الحيوانية.

٨- الاستفادة من مكافحة البيولوجية باستعمال:

أ- الفطريات المضادة، مثل: *Trichoderma spp.*، و *Gloeocladium sp.*، و *Coniothyrium minitans*.

ب- البكتيريا المضادة، مثل: *Bacillus spp.*، و *Pseudomonas spp.*

٩- اللجوء إلى مكافحة الكيمائية عند الضرورة، وهي التي قد تكون بإحدى الوسائل التالية:

أ- تعقيم التربة.

ب- استعمال المبيدات الفطرية سواء أكانت للحماية، أم للعلاج، وسواء أكانت جهازية أم غير جهازية.

ج- استعمال المركبات النحاسية والكبريتية، علماً بأن:

- معظم المركبات النحاسية تفيد في مكافحة الأمراض البكتيرية وتوفر حماية من الإصابة بالندوة المتأخرة في البطاطس، ولكنها تعد مبيدات فطرية ضعيفة.
- يعد الكبريت مبيد فطري ضعيف، وهو يدخل - في صورة كبريتات النحاس - مع الجير المطفى في تكوين مخلوط بوردو.

١٠- استعمال بدائل المبيدات، مثل:

أ- المستخلصات النباتية مثل تلك المتحصل عليها من النيم والنبات *Equisetum arvense*.

ب- أملاح بيكربونات البوتاسيوم، والزيوت المعدنية.

وختتاماً على .. نقدم - فيما يلي - بياناً بنوعية الإجراءات الزراعية التي يمكن اتباعها لأجل المكافحة المتكاملة لأحد الأمراض وهو لفحة فيتوثتورا في الطماطم.

تتنوع الإجراءات الزراعية التي يمكن اتخاذها ضمن برنامج مكافحة التكاملة للفة

فيتوفثورا *phytophthora blight* فى الفلفل - التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici* - وذلك بناء على الظروف التى تناسب انتشار المرض وكيفية مواجهتها، كما يلى:
أولاً: تكون الإصابة بلفحة فيتوفثورا شديدة تحت ظروف الرطوبة الأرضية العالية:

تكون مواجهة المشكلة بمراعاة ما يلى:

١- اختيار موقع الزراعة فى أرض جيدة الصرف، ولا تكون فى مكان منخفض تتجمع فيه المياه، حيث أن تلك الأماكن تكون - غالباً - البؤر التى يبدأ منها الوباء. ويمكن تجنب تلك المشاكل بعمل نظام جيد للصرف وبتسوية الحقل جيداً قبل الزراعة، وبحراثة تحت التربة لتقطيع الطبقات الصماء التى قد تعوق عملية الصرف.

٢- تحضير مصاطب الزراعة والشتل:

يجب شتل الفلفل على مصاطب بارتفاع لا يقل عن ٢٥ سم وتكون منحدره نحو الجانبين لتجنب أى تراكم زائد للرطوبة عند قاعدة النباتات. يجب أن تقام المصاطب قبل الشتل؛ ذلك لأن الشتل فى أرض مسطحة ثم إقامة المصاطب بالعزيق أو بالحراثة بعد الشتل قد يؤدي إلى تراكم الماء عند تيجان النباتات؛ مما يؤدي إلى تفاقم المشكلة. وقد يتطلب الأمر إعادة بناء المصاطب التى تنهدم أثناء موسم الزراعة. وتزداد الحاجة إلى أن تكون المصاطب مائلة نحو الجانبين عند استعمال أغشية بلاستيكية للتربة.

ويجب تعديل آلات الشتل بحيث لا تكون هناك أماكن منخفضة من المصاطب حول الشتلات بعد شتلها، وهى المواقع التى يمكن أن تتراكم فيها المياه سواء أكانت من الرى أم من الأمطار.

٣- تزداد شدة المرض - عادة - بعد حالات الرى الغزير بالتنقيط، أو بعد نوبات الأمطار الغزيرة، وخاصة إذا حدث ذلك فى بداية موسم النمو، حيث تزداد فرصة تطور المرض بحالة وبائية. ولذا .. فإن الرى الغزير، والرى على فترات متقاربة، والرى بالتنقيط الذى يساعد على زيادة الرطوبة عند قاعدة سيقان النباتات كلها عوامل تزيد من شدة الإصابة بالمرض.

تقل الإصابة بالمرض في حالة الري تحت السطحي بالتنقيط على عمق ١٥ سم، وكذلك عندما تكون النقاطات - في الري السطحي بالتنقيط - بعيدة عن قاعدة سيقان النباتات. هذا مع العلم بأن زيادة الرطوبة الأرضية عند سطح التربة تحفز خروج الجراثيم السابحة من الأكياس الجرثومية sporangi؛ الأمر الذي لا يحدث في حالة الري تحت السطحي.

ومن الأهمية بمكان عدم استعمال مياه تحتوي على المسبب المرضي في الري بالتنقيط أو بالرش؛ الأمر الذي قد يحدث عند الاعتماد على مياه البرك التي تتجمع فيها الأمطار، مع ما قد ينتقل إليها من جراثيم فطرية. وتحل هذه المشكلة إما بترشيح مياه البرك المستعملة في الري، وإما بالاعتماد على مياه الآبار في الري.

ثانياً: ينتشر الفطر من التربة إلى النموات الخضرية مع رذاذ الماء:

تواجه هذه المشكلة باستعمال غطاء للتربة من قش الأرز، أو بالاعتماد على غطاء نباتي سابق لزراعة الفلفل.

ثالثاً: يعيش الفطر في التربة لفترات طويلة:

تواجه هذه المشكلة بمراعاة ما يلي:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية لا تزرع خلالها المحاصيل التي تُصاب بالفطر وأهمها - غير الفلفل - الباذنجان والطماطم والقرعيات؛ ذلك لأن الجراثيم البيضية للفطر يمكنها أن تبقى ساكنة لفترة طويلة وإن كانت تبدأ في التدهور بعد حوالي ستة شهور.

٢- بستر التربة بالتشميس solarization، إلا أن كفاءة التشميس في التخلص من الفطر المسبب للمرض تنخفض كثيراً عند أعماق تزيد عن ١٠ سم.

رابعاً: سرعة تطوير الفطر لسلاسل مقاومة للميتالاكسيل metalaxyl:

حدث ذلك بالنسبة للمبيد Ridomil الذي يحتوى على الميتالاكسيل، كما حدث بالنسبة للمبيد ريدوميل جولد الذي يحتوى على ميفينوكسام mefenoxam، وهو مكون نشط للميتالاكسيل. وتواجه هذه المشكلة بتبادل المعاملة بأيهما مع أحد المبيدات النحاسية (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

الأسس العامة لمكافحة المتكاملة للحشرات أولاً: الممارسات الزراعية:

يستفاد من بعض الممارسات الزراعية في تجنب حدوث بعض الإصابات الحشرية من الأساس، وخفض حدة الإصابة بها عن طريق إحداث خلل في دورة حياتها، أو بتوفير ظروف بيئية أفضل لازدهار أعدائها الطبيعية.

ويعتبر دور الممارسات الزراعية في مكافحة الحشرات دوراً غير مباشر؛ الأمر الذي يجعل من الصعب تقييمه. وغالباً ما تكون مستويات المكافحة التي تؤمنها الممارسات الزراعية أقل من تلك التي توفرها الطرق الأخرى، وخاصة المكافحة بالمبيدات؛ الأمر الذي دفع كثيراً من منتجي الخضر إلى إهمال دور الممارسات الزراعية والاعتماد شبه الكلي على المبيدات. ولكن — مع تكشف الآثار السلبية للمبيدات على صحة الإنسان، والبيئة، والحياة البرية — عاد الاهتمام بالممارسات الزراعية — من جديد — كوسيلة هامة لمكافحة الحشرات.

ومن أهم الممارسات الزراعية التي تفيد في مكافحة الحشرات ما يلي، ١- الدورة الزراعية:

يعتمد مبدأ الدورة الزراعية في مكافحة الآفات على تبادل زراعة الأنواع المقاومة للآفات مع الأنواع غير المقاومة لها. ويوجه الاهتمام — عادة — إلى آفة واحدة أو اثنتين من أخطر الآفات وأكثرها انتشاراً في منطقة الزراعة.

وبالنسبة للحشرات .. فإن دور الدورة الزراعية كوسيلة فعّالة في المقاومة يقتصر على الأنواع الحشرية التي تعيش في التربة، والتي يكون مداها العائلي محدوداً، وتكمل دورة حياتها في سنة كاملة على الأقل.

ومن أمثلة الحشرات التي تفيد الدورة الزراعية في مكافحتها: ديدان جذور الذرة التي تتطلب عوائل خاصة لوضع بيضها وتغذيتها، والديدان السلكية واليرقانات البيضاء white grubs التي تتطلب عدة مواسم لكي تزدهر أعدادها.

٢- اختيار الموعد المناسب للزراعة والحصاد:

تشتد الإصابات الحشرية — غالباً — في مواسم معينة؛ ومن أمثلة ذلك إصابة

البطاطس بفراشة درنات البطاطس فى العروة الصيفية، وإصابة الطماطم بالذبابة البيضاء، والفاصوليا بذبابة الفاصوليا فى العروة الخريفية. وبالرغم من أن أسعار المنتجات الزراعية تكون - غالباً - مرتفعة فى المواسم التى تشتد فيها الإصابات المرضية والحشرية، إلا أنه يتعين على المنتج - الذى لا يمكنه السيطرة على عملية مكافحة - تجنب الزراعة فى المواعيد التى تشتد فيها الإصابة.

ويفيد عدم إجراء الحصاد لكل المساحة المزروعة خلال فترة وجيزة (والحديث عن المساحات الشاسعة) فى تجنب القضاء على الأعداء الطبيعية للآفات الزراعية.

٣- زراعة المحاصيل الصائدة:

تفيد المحاصيل الصائدة trap crops فى جذب الحشرات إليها وبقائها عليها؛ فلا تنتقل إلى المحصول الأساسى المزروع. ومن أمثلة ذلك زراعة خط من الخيار كل خطين من الطماطم؛ لجذب حشرة الذبابة البيضاء إلى الخيار الذى تفضله الذبابة عن الطماطم.

٤- تنوع المحاصيل المزروعة:

يفيد تنوع المحاصيل المزروعة فى ازدهار الأعداء الطبيعية؛ بحيث يحدُّ توازن بينها وبين الآفات الزراعية؛ الأمر الذى يمنع انتشار الآفات بصورة وبائية.

٥- القضاء على العوائل البديلة:

تزدهر كثير من الحشرات - مثل المن - على عوائل أخرى غير المحصول الأساسى تكون قريبة منه، ويفيد القضاء على هذه العوائل فى ازدهار الآفة قبل انتقالها إلى المحصول الأساسى.

٦- التعزيق

يفيد التعزيق فى مكافحة الحشرات التى تقضى جزءاً من دورة حياتها فى التربة؛ مثل: الدودة القارضة، واليرقانات البيضاء، والنطاطات. وتعتمد فاعلية التعزيق فى مكافحة على طبيعة التربة.

٧- الحرق :

يفيد حرق بقايا النباتات في التخلص مما قد يوجد بها من آفات ومسببات أمراض، إلا أن هذه الطريقة لا يوصى بها؛ بسبب ما تحدثه من تلوث بيئي.

٨- حرث بقايا النباتات في التربة :

يفيد هذا الإجراء في التخلص من بعض الأنواع الحشرية؛ مثل حفار ساق الذرة الأوروبي.

٩- الري :

من المعلوم أن الرطوبة الزائدة ضارة بالعنكبوت الأحمر. كما أفاد الري بالرش في خفض حدة الإصابة ببعض أنواع الأكاروس؛ مثل *Tetranychus medanieli* في التفاح. ويعتقد أن تأثير الرش في هذه الحالة فيزيائي، إلا أنه قد يحوّر كذلك من البيئة النباتية.

١٠- طريقة الحصاد :

قد يفيد الحشّ المبكر لبعض النباتات في التخلص من الأطوار غير الناضجة لبعض الحشرات.

١١- ترك الأرض بدون زراعة لفترة محدودة :

قد يفيد ترك الأرض بدون زراعة (بوراً) لفترة محدودة في مكافحة بعض الحشرات؛ مثل الدودة القارضة، والديدان السلوكية، ولكن يشترط لذلك حراثة الأرض جيداً، وأن تكون خالية من أية نموات نباتية.

١٢- مكافحة الحشائش :

توفر الحشائش مأوى للحشرات، وتعمل على ازدهارها قبل المواسم الزراعية وبعدها، وتكون هي - غالباً - المصدر الذي تأتي منه الإصابة الأولى للمحصول المزروع؛ ولذا .. فإن مكافحة الحشائش تفيد كثيراً في الحد من تكاثر الآفة بالقرب من المحصول المزروع.

وتجدر الإشارة إلى أن عديدًا من الأعداء الطبيعية للحشرات - سواء أكانت متطفلات، أم مفترسات - يحتاج بقاؤها وازدهارها إلى بعض الأنواع النباتية التي تنمو بصورة طبيعية (والتي تعد من الحشائش)؛ حيث تحتوى بها خلال فصل الشتاء، ويمكن أن تستفيد منها كمصدر مؤقت للغذاء، أو تعيش على ما يصيبها من حشرات أخرى؛ ولذا .. فإن الزراعة النظيفة تمامًا من أية نموات نباتية غير المحصول المزروع ليست أمرًا مرغوبًا فيه، وخاصة عند زراعة مساحات شاسعة بمحصول واحد (عن Bishop وآخرين ١٩٨٥ بتصرف).

ثانيًا: الكافحة البيولوجية:

يستخدم في الكافحة البيولوجية للحشرات عديدًا من المفترسات والمتطفلات.

ثالثًا: بدائل المبيدات:

من بين بدائل المبيدات الهامة: الزيوت بأنواعها والصابون السائل والمستخلصات النباتية.

رابعًا: المبيدات:

تعد المبيدات هي الاختيار الأخير في الكافحة المتكاملة.