أسس المكافحة(نظري)

شعبة الوقاية –سنة رابعة – فصل أول

الأستاذ الدكتور فوزي سمارة
الدكتور محمد جمال الحجار أستاذ
الدكتور زكريا الناصر أستاذ

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المقدمة

يعد الأمن الغذائي مشكلة جوهرية تأخذ أبعادها في الوقت الراهن، وبشكل خاص في الدول النامية حيث الزراعة البدائية، وانخفاض الإنتاج، والبطء في التنمية الاقتصادية، والبشرية، وقلة المياه، والمساحات الشاسعة من الصحارى.

استخدم الإنسان معطيات العلم الحديث لزيادة الإنتاج، وتحسينه بهدف تأمين الغذاء، فقد عرف العالم ابتداءً من منتصف الثمانينيات أمناً غذائياً نسبياً بسبب تزايد استخدام الكيميائيات في الزراعة الحديثة بشكل رئيس. وأعطت المبيدات الزراعية نتائج كبيرة في زيادة الإنتاج كماً ونوعاً. تستخدم المبيدات الزراعية في البيئيات الزراعية المفتوحة، وبالتالي تصل هذه المبيدات إلى الغلاف الجوي عن طريق التطاير، والانجراف وكذلك إلى المياه الجوفية نتيجة التسّرب، ويمكن أن تصل إلى الكائنات الحية المختلفة نتيجة وجودها في مخلفات المحاصيل أو نتيجة الانتقال والتراكم في مكونات السلاسل الغذائية .فظهرت آثارها السلبية الكبيرة على الطبيعة والإنسان. وبدأ التساؤل حول هذه الأضرار؟ والوسائل التي يمكن أن تحد من خطورتها؟. ومن أهم هذه الآثار على الإنسان وصحته الحالات الكثيرة الناجمة عن تسّمم المواد الغذائية نتيجة استخدام المبيدات إضافة إلى التأثيرات السرطانية على الإنسان، ولها أيضاً تأثيرات جانبية تحدث التشوهات الخلقية والأورام الناجمة عن تراكم المبيدات بكميات قليلة خلال فترات طويلة. هذا وقد بدأ الحديث عن طرق جديدة لزيادة الإنتاجيةأكثر أماناً لصحة الإنسان كالزراعة البديلة أو الزراعة العضوية. وتّعرف الزراعة العضوية بأنها نظام إنتاجي يستبعد إلى حد كبير المخصبات المركبة صناعياً، والمبيدات الكيميائية، ومنظمات النمو، وإضافات العلف الحيواني. وتعتمد نظم الزراعة العضوية إلى أقصى حد ممكن على نظام الدورات الزراعية، ومخلفات المحاصيل والسماد الحيواني، والبقول، والأسمدة الخضراء، والمخلفات العضوية للمزرعة، والأساليب الحيوية –كمكافحة الآفات– للمحافظة على إنتاجية التربة الزراعية، وطبيعتها وتوفير العناصر الغذائية للنبات ومكافحة الحشرات والآفات الأخرى.

غير أنه تجب الإشارة إلى أن الكفّ عن استخدام الكيمياويات بشكل نهائي يؤدي إلى أثار سلبية على الإنتاجية الزراعية كماً ونوعاً. فعلى مستوى الإنتاجية تبين بعض الدراسات أن الإنتاجية الزراعية تتراجع بنسبة 24% عند استخدام الزراعة العضوية بدلاً من الزراعة التقليدية المعتمدة بالأساس علىالمخصبات المركبة صناعياً ومكافحة الآفات بالمبيدات الزراعية. أما فيما يتعلق بالمنتَج الغذائي فإن الزراعة العضوية تعتبر أقل احتواء على المبيدات الحيوية والنترات من الزراعة التقليدية.

ويشكل الأمن الغذائي في العالم أحد أهم أهداف منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، وتعمل هذه المنظمة على خفض أعداد الناس التي تعاني نقصاً بالغذاء في العالم إلى النصف بحلول عام 2010 إذ تقدر هذه المنظمة (الفاو) عددهم بـ (852) مليون شخص يعانون من انعدام الأمن الغذائي.

ولذلك ظهر مفهوم جديد في المكافحة هو المكافحة المتكاملة للآفات. وتعني الدراسة الدقيقة لجميع الأساليب الفنية المتاحة لمكافحة الآفات، ثم التكامل بين التدابير الملائمة التي من شأنها تثبيط نمو أعداد الآفات وإبقاء استخدام المبيدات، وغير ذلك من التدخلات عند مستويات مبررة من الناحية الاقتصادية مع خفض، أو تقليل مستوى الأخطار التي تتعرض لها صحة الإنسان والبيئة إلى أدنى حد، وتركز المكافحة المتكاملة للآفات على نمو المحاصيل السليمة مع أقل إخلال ممكن بالنظم البيئيّة الزراعية وبذلك تشجع على استخدام آليات المكافحة الطبيعية للآفات. هذا المفهوم للمكافحة لا يعتمد على عدم استخدام المبيدات الزراعية بشكل مطلق، بل يعني الترشيد في استخدام الكيمائيات الزراعية بشكل عقلاني ومدروس وتجنب الاستخدام المباشر والروتيني للكيميائيات الجاهزة، وعندما يكون استخدام هذه المركبات والمواد ضروريا فإنه يلزم استخدام أقل المعدلات ضرراً بالبيئة.

قدم مؤلّفو هذا الكتاب تاريخ مكافحة الآفات، والطرق المختلفة للمكافحة (التقليدية، والحيوية، والزراعية، والحديثة لمكافحة الآفات بما فيها طرق التحوير الوراثي)، وعلاقتها بعضها ببعض . بأسلوب سهل وسلس بحيث يسمح للدارس فهم الطرق المختلفة للمكافحة، ودور كل منها في مكافحة الآفات الزراعية.

تغطي محتويات هذا الكتاب مقرر أسس المكافحة، المعد لطلاب السنة الرابعة – شعبة وقاية النبات بكلية الزراعة بجامعة دمشق.

يقع الكتاب في سبعة فصول يهتم **الفصل الأول** بالأهمية الاقتصادية للآفات، وأضرار الآفات، والعتبة الاقتصادية للآفات. بينما يستعرض **الفصل الثاني** طرق المكافحة الوقائية الزراعية ، كالحجر الزراعي، والمكافحة البيئية، واستخدام الحواجز. أما **الفصل الثالث** فيستعرض طرق المكافحة العلاجية غير الكيميائية، مثل: المكافحة الميكانيكية، والوراثية، واستخدام الأصناف المقاومة، والمكافحة الحيوية. أما **الفصل الرابع** فيتطرق إلى طرق المكافحة العلاجية ، مثل الإعقام بالمواد الكيميائية، واستخدام المواد الجاذبة والمواد الطاردة، ومانعات التغذية ومانعات وضع البيض، واستخدام الهرمونات في المكافحة. وجاء **الفصل الخامس** ليشرح دور المكافحة الكيميائية في تخفيض تعداد الآفات دون العتبة الاقتصادية. وتم التعريف بالمبيدات الكيميائية، ومراحل إنتاج المبيدات الزراعية وتطّورها، وأشكال مستحضرات المبيدات، طرائق الاستخدام الآمن للمبيدات، وزيوت الرش في مكافحة الآفات. بينما اهتم **الفصل السادس** بالأسس الحديثة للمكافحة المتكاملة، واستخدام الاستشعار عن بعد في مكافحة الآفات. وأخيراً تم شرح استخدام النباتات المعدلة وراثياً في مكافحة الآفات في **الفصل السابع**، وذلك بدراسة مبدأ استخدام النباتات المعدلة وراثيا في مكافحة الآفات، وتقانات التعديل الوراثي.

ويتقدم المؤلفون بالشكر إلى الزملاء في قسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة دمشق، لتشجيعهم على إخراج هذا الكتاب، الذي نتمنى أن يكون حجر الأساس في إعداد طلاب شعبة الوقاية، وأن يكون مرجعاً مهّماً للمهندس الزراعي ، وكل المهتمين في هذا المجال.

المؤلفون

المحتويات

الفصل الأول

الأهمية الاقتصادية للآفات

أولاً– مقدمة وتعريفات.

ثانياً– أضرار الآفات.

ثالثاً– العتبة الاقتصادية للآفات.

رابعاً– طرق مكافحة الآفات.

الفصل الثاني

طرق المكافحة الوقائية الزراعية

أولاً– طرق المكافحة الوقائية الزراعية.

ثانياً– طرق المكافحة الوقائية غير الزراعية.

1. الحجر الزراعي.
2. المكافحة البيئية.
3. استخدام الحواجز.

الفصل الثالث

طرق المكافحة العلاجية غير الكيميائية

تعريفات

أولاً– المكافحة الميكانيكية (الزراعية).

ثانياً– المكافحة الفيزيائية.

ثالثاً– المكافحة الذاتية.

أ– المكافحة الوراثية.

ب– إعقام الحشرات بالإشعاع.

رابعاً– استخدام الأصناف المقاومة.

خامساً– المكافحة الحيوية.

الفصل الرابع
طرق المكافحة العلاجية

أولاً– الإعقام بالمواد الكيميائية.
ثانياً– المواد الجاذبة والمواد الطاردة.
ثالثاً– مانعات التغذية ومانعات وضع البيض.
رابعاً– استخدام الهرمونات في المكافحة.
خامساً– استخدام مضادات الانسلاخ.
سادساً– الفرمونات واستخدامها في المكافحة.

الفصل الخامس
المكافحة الكيميائية

تعريفات
أولاً– المبيدات الكيميائية.
1. مراحل إنتاج وتطور المبيدات الزراعية.
2. تسمية المبيدات وتصنيفها.
3. أشكال مستحضرات المبيدات.
4. طرائق الاستخدام الآمن للمبيدات.

ثانياً– زيوت الرش الزراعي.

الفصل السادس

المكافحة المتكاملة

تعريفات

أولاً– الأسس الحديثة للمكافحة المتكاملة.

ثانياً– التنبؤ بمواعيد ظهور الآفات الاقتصادية.

ثالثاً– استخدام الاستشعار عن بعد في مكافحة الآفات.

رابعاً– أمثلة تطبيقية عن المكافحة المتكاملة.

الفصل السابع

استخدام النباتات المعدلة وراثيا في مكافحة الآفات

تعريفات

أولاً– مبدأ استخدام النباتات المعدلة وراثياً في مكافحة الآفات.

ثانياً– تقانات التعديل الوراثي في مكافحة الآفات.

ثالثاً– المحاصيل المعدلة وراثيا .

رابعاً–فوائد وسلبيات النباتات المعدلة وراثياً .

خامساً– أمثلة ناجحة عن استخدام المحاصيل المعدلة وراثيا في مكافحة الآفات.

سادساً– قوانين استخدام وانتاج واستهلاك النباتات المعدلة وراثيا.

الفصل الأول

الأهمية الاقتصادية للآفات

أولاً – مقدمة وتعريفات:

يعبر مصطلح الآفة **Pest** عن كل كائن حي يسبب ضرراً اقتصادياً مباشراً أو غير مباشر للإنسان وممتلكاته النباتية والحيوانية، ويشمل ذلك الكائنات الحية الضارة التابعة للمملكتين الحيوانية والنباتية بدءاً من الفيروسات والبكتريا حتى الثدييات العليا الضارة. غير أن بعض المراجع تحدد هذا المصطلح ليشمل جميع الكائنات الحية الضارة عدا الأحياء الدقيقة كالفيروسات والبكتريا والفطر، إلا أننا سنعتمد في دراستنا لمقرر أسس المكافحة التعريف الأول الشامل لجميع الكائنات الحية الضارة بما فيها الأحياء الدقيقة. ولكن السؤال الذي يطرح نفسه هو: كيف يتحول الكائن الحي من الشكل غير الضار إلى الشكل الضار الذي يستدعي إدراجه في مجاميع الآفات الضارة ويتوجب علينا مكافحته.

يعيش على سطح كوكبنا (الأرض) بضعة ملايين من الكائنات الحية، بينما لا يزيد عدد الآفات الضارة منها على بضعة آلاف. ويشار إلى أن الكثير من أنواع الكائنات الحية الضارة حالياً لم تكن ضارة قبل بضعة عقود من الزمن، كما أن البعض منها يظهر ويصل إلى أعداد ضارة في بقعة ما في حين تبقى أعدادها في الحدود غير الضارة في بقعة أخرى. لقد أشار العالمان **إدوارد وهيث** إلى عوامل طويلة الأجل وأخرى قصيرة تحكمت في انتقال بعض الكائنات الحية وتحولها من شكلها غير الضار إلى شكلها الضار الحالي، وقد عبر هؤلاء عن العوامل الطويلة بالضغط التطوري الذي حوّل مجتمع الكائن الحي إلى شكل، وأعداد تؤثر، وتستهلك عوائلها بفاعلية عالية ، وذلك نتيجة التفاعل بين الطفرات، والانتخاب الطبيعي خلال فترة طويلة من الزمن. أما العوامل القصيرة فهي تغيرات المقاومة البيئية (الحيوية وغير الحيوية) التي يتفاعل بعضها مع البعض خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً لتؤثر في أعداد الكائنات الحية انخفاضاً أو ازدياداً في تكاثرها ونموّ مجتمعاتها وبالتالي تحول بعضها من الشكل غير الضار إلى الشكل الضار.

أهم العوامل القصيرة التي يمكن اعتبارها سبباً في هذه التحولات ودور الإنسان المهّم غير المتعمد في تنفيذها:

1- إن الحاجة إلى توفير الغذاء للإنسان وتنامي هذه الحاجة مع الزيادة العددية للسكان وارتفاع مستوى المعيشة، دفعت الإنسان إلى التوسع في المساحات المزروعة للحصول على كميات أكبر وتخزين الفائض عن استهلاكه المباشر. فساعد ذلك على تكاثر ونمو بعض أنواع الكائنات الحية (بسبب زيادة كمية الغذاء وتنوعه)، ووصولها إلى أعداد ضارة تتوجب مكافحتها.

2- يختار الإنسان دائماً ويسعى إلى زراعة النباتات والأصناف والسلالات ذات الإنتاج العالي والنوعية الجيدة والتي غالباً ما تكون مناسبة ومفضلة بصفتها مصدراً غذائياً لكائنات حية أخرى وبهذا تتم زراعة النباتات الحساسة لكثير من الآفات التي تتكاثر وتنمو لتصل إلى أعداد وبائية.

3- إن عمليات الحراثة والخدمة الزراعية الجيدة واستخدام المكننة الزراعية للحصول على إنتاج عالٍ من النباتات الاقتصادية المنتخبة قد هيأت أيضاً البيئة المناسبة لنمو الأعشاب الضارة التي تفوق في كثير من الحالات المحصول الأساسي المزروع وتنافسه على احتياجاته الغذائية.

4- يعمل المزارع الحديث على الاستغلال الأقصى للأراضي فيحرص على عدم ترك أي جزء من أرضه بدون زراعة حتى أطراف الحقل، والأسيجة وجوانب النهر والسواقي التي يقوم بتنظيفها من الأعشاب الضارة واستغلالها في زراعات مفيدة. ولكن ذلك دمر الاحتياجات الغذائية لكثير من الأعداء الحيوية (المفترسات والمتطفلات)، وقضى على العوائل البديلة أو أماكن الراحة والتشتية لها .فأحدث ذلك خللاً في الاتزان الحيوي في الطبيعة بين الآفات وأعدائها الحيوية فتنامت أعداد الآفات إلى أرقام وبائية عالية، وعلى سبيل المثال لا الحصر فإن كثيراً من الأطوار الكاملة للدبابير (المستخدمة في المكافحة الحيوية) تعتمد في غذائها على النباتات الخيمية والأزهار البرية المتواجدة في أطراف الحقول والأسيجة. ويشار هنا إلى أن أنماط المزارع الإنكليزية القديمة والتي تعتمد على تقسيم الحقول إلى قطع صغيرة بينها طرقات، وأسيجة تكون أقل إصابة بالآفات المختلفة من تلك الحقول الواسعة النظيفة.

5- قاد اكتشاف واستثمار القارات الجديدة مثل أمريكا وأستراليا إلى استقدام نباتات دخيلة إلى هذه البيئات الجديدة فوجدت الكائنات الحية المحلية في هذه النباتات الجديدة بيئة وغذاء مناسباً جداً لتكاثرها ونموها فقد كانت حشرة البق الدقيقي الأسترالي ***Icerya purchasi*** تستخدم الشجيرات الأسترالية المحلية بوصفها عوامل ولم تصل أعدادها إلى حد وبائي حتى استقدم الأمريكيون الزراعات والأشجار المثمرة الأوروبية والآسيوية وخاصة الحمضيات التي كانت العائل المفضل لهذه الحشرة فتكاثرت ونمت وتحولت إلى أعداد وبائية.

كما بقيت خنفساء الكولورادو حتى عام 1850 حشرة غير مهّمة اقتصادياً وتعيش على إحدى نباتات الفصيلة الباذنجانية ***Solanum sp.*** في منطقة جبال روكي بأمريكا، إلى أن زرع المواطنون هناك البطاطا التي وجدت بها هذه الحشرة عائلها المفضل فتحولت عليها إلى أعداد وبائية ضارة. ثم ظهرت في ألمانيا عام 1874 وتم استئصالها ولكنها عادت إلى غزو أوروبا منذ عام 1920 وحتى الآن.

6- أسهم التقدم المذهل في وسائط النقل البري والبحري والجوي في تسهيل نقل الكائنات الحية من بلد إلى آخر، فالذبابة المنزلية تعيش ملازمة للإنسان وتنتقل معه أثناء أسفاره وتجواله من مكان إلى آخر، كما أن القوارض بأنواعها المختلفة انتشرت في كافة بقاع العالم متنقلة براً وبحراً وجواً .

7- تخضع الكائنات الحية " في معظم الحالات" في مواطنها الأصلية إلى اتزان حيوي مع أعدائها الحيوية، لكن انتقالها منفردة أو مع عوائلها النباتية (بذار، ثمار، غراس.....الخ) إلى مواطن جديدة تتحقق فيها الظروف المناخية المناسبة لها وفي غياب أعدائها الحيوية تتكاثر وتنمو إلى حدود وبائية ضارة.

8- أدت التغيرات البيئية الواسعة كإزالة الحراج وتنظيم المدن وإقامة مشاريع الري الكبيرة (السدود والبحيرات) إلى إحداث تغيرات بيئية وحيوية كبيرة. فقد ازدادت مواقع تربية القواقع الحاملة لمسبب مرض البلهارسيا بعد بناء السد العالي في مصر، كما ازدادت

أعداد البعوض في مناطق الري الجديدة وما تخلفه من مستنقعات مناسبة لتربية اليرقات.

كما أن المباني السكنية وما تخلفه من القمامة تعتبر مكاناً أميناً ،ومصدراً مهماً لكثير من الآفات كالذباب والقوارض وبالتالي انتشار الأمراض التي تنقلها هذه الآفات كالكوليرا والطاعون وغيرهما.

9- إن الاستخدام الجائر وغير المنظم للمبيدات في أواسط القرن العشرين كان السبب الأساسي في تحول الكثير من الكائنات الحية إلى آفات ضارة، فقد دمرت هذه المواد السامة الاتزان الحيوي المستقر خلال عشرات ومئات السنين بين الكائنات الحية المختلفة حيث أبادت الكثير من الأعداد الحيوية (كالمفترسات والمتطفلات) التي كانت تشكل كابحاً لأعداد الآفات الضارة وإبقائها دون الحد الضار.

لم تكن الأكاروسات معروفة قبل قرن من الزمان لدى المزارعين، ولكنها تعتبر الآن من أهم آفات البساتين في معظم بقاع العالم فقد كان استخدام الزيوت الشتوية والمبيدات الكلورية على أشجار الفاكهة السبب في تحول العناكب الحمراء من كائنات حية لا يحسب لها أي حساب إلى آفات ضارة خاصة بعد أن اكتسب معظم أنواعها صفة المقاومة لكثير من المبيدات.

10- من ناحية أخرى، فقد انحصرت (ولا نقول اختفت) الكثير من الآفات في هذه الأيام نتيجة ارتفاع مستوى المعيشة والنظافة وطرق البناء والطب.....الخ. مثل القمل وبق الفراش في معظم بلدان العالم.

تعريفات :

1- التوازن الطبيعي **Natural balance** والتوازن الحيوي **Biological balance** :

يتحقق التوازن الطبيعي في بقعة ما بتفاعل عوامل المقاومة البيئية **Factors of Environmental Resistance** من العوامل المناخية غير الحيوية (حرارة، رطوبة، ضوء، ورياح، وتربة ....الخ) والعوامل الحيوية (المفترسات، المتطفلات، والعوامل

الممرضة). أما الاتزان الحيوي فيعبر عن حالة الاتزان بين أنواع الكائنات الحية (نباتية أو حيوانية) تحت ظروف بيئية واحدة بحيث لا يطغى أحد الأنواع على الأنواع الأخرى، وتبقى أعداد كل نوع في حدود معينة.

إن اختلال أي من العوامل السابقة الحيوية أو غير الحيوية سيؤدي إلى النقص، أو الزيادة في أعداد الأنواع، وبالتالي اندثار أو سيادة هذا النوع أو بشكل أدق انخفاض أعداد النوع إلى أدنى حد ممكن، أو ازديادها إلى أعلى حد بحيث يتحول هذا الكائن الحي إلى آفة ضارة بالإنسان وممتلكاته. وكما شرحنا فيما سبق فإن تدخل الإنسان في كثير من البيئات لتحويرها إلى الشكل الذي يراه مناسباً له قد أسهم في تدمير هذا الاتزان وحوّل الكثير من الكائنات الحية الموجودة بأعداد غير ضارة اقتصادياً إلى أعداد ضارة يتوجب مكافحتها.

2-العائل : Host،Victum:

تعبر كلمة **Host** عن الكائنات الحية التي تهاجمها الآفات الضارة، بينما يصبح مصطلح **Victum** أكثر شمولاً ويستخدم للتعبير عن المواد الحية وغير الحية التي تهاجمها الآفات الضارة مسببة نقصاً في كميتها أو تغيراً في شكلها أو انخفاضاً في جودتها.

3-**العدو الحيوي : Biological enemy:**

يعبر هذا المصطلح عن كل كائن حي يفترس، أو يتطفل على كائن حي آخر (لآفة غالباً) فينتج عنه موت أو منع تكاثر أو إبعاد الأخير عن عائله المضيف (النبات أو الحيوان المتضرر بالآفة) ووقف أضراره.

ذكرت الكثير من المراجع المصطلح **Natural enemies** (الأعداء الطبيعية) للتعبير عن الكائنات الحية المفترسة والمتطفلة على كائنات حية أخرى، وإننا نعتقد أن المصطلح **Biological enemy** يبدو أكثر دقة للدلالة على هذه الكائنات الحية لأن المصطلح الأول (الأعداء الطبيعية) قد يشير أيضاً إلى العوامل الطبيعية الأخرى كالحرارة والرطوبة والرياح...الخ.

ثانياً – أضرار الآفات

يتفاوت الضرر الذي تحدثه الآفات بين أضرار طفيفة غير ملحوظة وخسائر كبيرة قد تودي بالمحصول كاملاً. وسنحاول –بإيجاز شديد–ذكر أعراض الإصابة بالآفات الرئيسة وحجم الأضرار الناتجة عنها للإنسان والحيوان والنبات.

أ– أضرار الحشرات :

تسبب الحشرات بأنواعها المختلفة أضراراً متعددة للإنسان والحيوان والنبات ورغم تقدم أساليب مكافحتها وتنوعها فلا تزال تشكل خطراً وأضراراً جسيمة في أغلب بقاع العالم حتى عصرنا الحاضر، وسنحاول تقسيم الأضرار التي تسببها الحشرات حسب نوع المادة المتضررة ونوع الحشرة وطبيعة الضرر الذي تحدثه إلى ما يلي :

1–أضرار الحشرات للنبات :

1–1– أضرار الحشرات القارضة من الخارج :

تقرض أنواع كثيرة من الحشرات الأوراق أو البراعم أو الأزهار أو الثمار أو القلف أو الساق أو الجذر، ومن النادر أن يخلو نبات ما من مهاجمة هذه الأنواع، كما أنه من المستحيل مشاهدة شجرة واحدة أوراقها سليمة تماماً من تلك القرضات وعلى سبيل المثال لا الحصر نذكر:

(1) توجد خنفساء الكولورادو ***Leptinotarsa decemlineata*** في جميع زراعات البطاطا في الولايات المتحدة الأمريكية وقد تجرد النباتات تماماً من أوراقه.

(2) تهاجم أنواع الجراد المختلفة بصورة إفرادية أو جماعية أنواعاً مختلفة من المحاصيل حيث تظلل وتغطى المنطقة التي تحط بها وتأتي فيها على كل نبات أخضر، ففي ولاية مونتانا الأمريكية أطاح الجراد الرحال ***Locusta migratoria*** بجميع المحاصيل الموجودة فيها عام 1923 وأدى ذلك إلى هجرة سكان هذه الولاية مع مواشيهم نهائياً ، إلى مناطق أخرى. كذلك أغار الجراد الرحال على أراضي مصر العربية في الأعوام 1891–1905–15–27–28–29–30–31–32–37–45–

1961 محيلاً الأراضي الخضراء إلى أراضٍ جرداء قاحلة. غير أن الجهود المحلية والدولية التي تضافرت لمكافحة هذه الآفة أدت إلى الإقلال من أخطارها إلى حد بعيد بحيث تبدأ مكافحتها في أماكن توالد الجراد وتجمعه فتمنعه من تشكيل الأسراب المهاجرة التي تهاجم مناطق أخرى بعيدة جداً عن مناطق توالده وتكاثره.

(3) تهاجم دودة ورق القطن ***Spodoptera littoralis*** محاصيل شتى مثل القطن والبرسيم والذرة الصفراء والبندورة والخضار بأنواعها المختلفة وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة، ففي سنوات الإصابة الشديدة تجرد هذه الحشرة نبات القطن من أوراقه وتتلف براعمه ولوزاته ثم تنتقل إلى محاصيل أخرى، وتصل أرقام الخسائر (في مصر مثلاً) إلى عشرات أو مئات الملايين من الجنيهات سنوياً رغم استخدام كلّ الطرق لمكافحتها.

1-2- أضرار الحشرات القارضة من الداخل (الحافرة):

تعد هذه الأنواع من الحشرات من أخطر الآفات على النبات، إذ يدخل أحد أطوارها أو أكثر إلى داخل الجذور أو السوق أو الأفرع أو الأوراق أو البراعم والثمار فتتغذى على المحتويات الداخلية من الأنسجة والعصارات محدثة أضراراً قد تودي غالباً بحياة النبات، ناهيك عن انخفاض جدوى مكافحتها لاختفائها داخل النبات وصعوبة وصول مواد المكافحة إليها. وتسهيلاً لدراسة هذه الأنواع وأضرارها سنقسمها حسب منطقة الإصابة وطبيعة الضرر الناتج من وجودها إلى المجموعات الأربع التالية :

المجموعة الأولى:حفارات الساق والقلف والبراعم

حشرات تحفر أنفاقاً في الخشب أو النخاع أو البراعم لتربية وتغذية صغارها نذكر منها:

(1) حفار ساق التفاح ***Zeuzera Pyrina*** وهو من الحشرات المهمة اقتصادياً في سوريا وفي كثير من بقاع العالم وحفار ساق الذرة الأوروبي ***Ostrinia nubilalis*** تحفر هاتان الحشرتان أنفاقاً طولية في الساق مؤدية إلى تفريغ الساق من الداخل، وقد

قدرت الإصابة الإجمالية الناجمة عن الإصابة بحفار ساق الذرة الأوروبي لمحصول الذرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1949 بحدود 350 مليون دولار.

(2) تهاجم خنافس القلف التابعة لفصيلة **Scolytidae** أشجار اللوزيات والتفاحيات وبعض أشجار الزينة مسببة أضراراً قد تنهي حياة الشجرة.

(3) كما أن الكثير من يرقات فراشات البراعم **Bud moths** تتغذى على الأنسجة العصيرية الداخلية للبراعم المتكونة على الأشجار مؤدية إلى عدم عقدها وتساقطها.

المجموعة الثانية : حفارات الثمار أو الجوزات أو البذور

حشرات تحفر في الثمار أو الجوزات (اللوزات) أو البذور ومنها :

(1) ذبابة فاكهة البحر المتوسط ***Ceratitis capitata*** التي تحفر يرقاتها أنفاقاً في لب الكثير من ثمار الفاكهة (المشمش،الدراق، الخوخ، التفاح، الحمضيات.....الخ) وتؤدي إلى تلف الثمار وتعفنها وخفض قيمتها الكمية والنوعية.

(2) تعد دودة اللوز القرنفلية ***Pectineophora gossypiella*** من الآفات الخطرة على القطن في العالم وقد تبلغ نسبة الإصابة بها 90–100% من المحصول بسبب تغذيتها على أعضاء التذكير في البراعم الزهرية فتسبب جفافها ومن ثم تساقطها، كما أنها تدخل إلى اللوزات الصغيرة فتوقف نموها فتجف وتسقط.

وتؤدي إصابة اللوزات الكبيرة إلى تكتل أليافها وتلوثها بالعفن الأسود بحيث تنعدم قيمتها التجارية.

(3) تعد سوسة لوز القطن ***Anthonomus grandis*** من أخطر الآفات في الولايات المتحدة الأمريكية فقد دخلت تلك البلاد عام 1880 وما إن حل عام 1890 حتى قضت على محصول القطن بأكمله في شرق ولاية تكساس فأرغم الأهالي على الهجرة النهائية من تلك المنطقة. وقد بلغت أضرارها أرقاماً خيالية في بعض السنوات وتكلف حالياً 3 دولارات فدان قطن في تلك البلاد.

(4) أما ناخرات البذور فكثيرة جداً وتسبب خسائر سنوية كبيرة في الحقل والمخزن، فيهاجم سوس المخازن الأرز والقمح والذرة وبذور البقوليات في المخازن مسببة نقصاً في قيمة المحصول الكمية والنوعية.

المجموعة الثالثة : حفارات الأوراق Leaf miners

حشرات تحفر أنفاقاً دقيقة في الأوراق النباتية بين طبقتي البشرة، يرقاتها صغيرة جداً وتجد المأوى المريح والطعام الوفير في النسيج الكائن بين البشرتين العليا، والسفلى مؤدية إلى جفاف الورق وسقوطها وقد تعم الإصابة أوراق النبات بكامله وتؤدّي إلى موته.

المجموعة الرابعة :صانعات الأورام أو العفصات Gall makers

تفرز بعض الحشرات مواد مهيجة في داخل الأنسجة النباتية محدثة أوراماً وانتفاخاً تسكن فيها وتتغذى بداخلها، وغالباً ما يرتبط حجم وشكل هذه الأورام بنوع الحشرة المسببة وتسمى هذه الحشرات صانعات الأورام أو العفصات **Gall makers** وقد تكون بعض هذه الأنواع ضارة جداً بالنباتات المصابة فتعد فيللوكسرا العنب ***Viteus vitifolii*** من أخطر آفات العنب في أمريكا ومعظم دول العالم حيث تسبب عقداً وأوراماً وتشوهات على أوراق وجذور العنب فتؤدي إلى اصفرار الأوراق وسقوطها وضعف الشجرة وموتها عند إصابتها إصابة شديدة في منطقة الجذر. وقد أتلفت هذه الحشرة أكثر من مليون هكتار مزروعة بالعنب عند دخولها إلى فرنسا عام 1860.

1-3- أضرار الحشرات الثاقبة الماصّة :

تتغذى هذه الأنواع بغرز أجزاء فمها المدببة الطرف في بشرة النباتات فتثقبها وتمتص عصارة النبات الجاهزة وبذلك تشارك النبات غذاؤه وتضعفه، وبالرغم من صغر حجم هذه الحشرات إلا أن عاداتها الغذائية وكثرة أعدادها وأجيالها في العام تجعل ضررها كبيراً وقد تودي بحياة أشجار ضخمة عند إهمال مكافحتها .

ويبدو ضررها غالباً على شكل بقع بألوان مختلفة على الأغصان، أو الأوراق أو الثمار أو البراعم أو على شكل تجّعد وتشوّه في الأوراق والثمار أو تبدو على شكل تورمات وانتفاخات، وقد يؤدي ذلك إلى ذبول النبات بالكامل وموته.

(1) لا تترك أنواع المنّ **Aphids** المختلفة نباتاً أخضر دون أن تزوره وتمتص عصارته، فالمنّ ***Brachysouolus amygdalinus*** الذي يسبب تجعد أوراق اللوز يمتص عصارة الأوراق والبراعم في الدراق ويؤدي إلى ضعف الأشجار وتجعد أوراقها وعدم عقدها وخلوها من الثمار في حالة الإصابة الشديدة.

يهاجم منّ التفاح القطني (الزغبي) ***Eriosoma lanigerum*** الأفرع والساق والجذور في أشجار التفاح والأجاص مسبباً أوراماً وتشوهات نتيجة الإفرازات السامة التي تبثها الحشرة داخل أنسجة النبات. هذا بالإضافة إلى المفرزات السكرية التي تفرزها كلّ أنواع المن تقريباً والتي تؤدي تقريباً إلى توارد حشرات أخرى كالنمل وكذلك نمو فطر العفن الأسود الذي يغطي الأوراق والثمار ومناطق الإصابة بلونه الأسود فيخفض قيمة الثمار التجارية.

(2) وليس بخاف علينا ما تسببه الحشرات القشرية **Scale insects** من أضرار بالغة للنبات وفي شتى بقاع العالم بامتصاصها عصارة النبات من الساق أو الأفرع أو الثمار أو الأوراق.

تهاجم حشرة الدفلة القشرية ***Aspidiotus hedrae*** في سوريا أوراق وثمار التفاح والزيتون، والدفلة والحمضيات مفرزة مواد سامة تسبب جفاف الأفرع الصغيرة وخفض قيمة الثمار التجارية. وتهاجم الحشرة القشرية السوداء ***Chrysomphales ficess*** أكثر من 100 نوعا نباتي وتسبب خسائر سنوية لا تقل عن 10% في محصول الحمضيات بمصر إضافة للجهود والأموال المبذولة لمكافحتها . كما قضت حشرة سان جوزيه القشرية ***A. Perniciosus*** على آلاف الهكتارات من بساتين الفاكهة في الولايات المتحدة منذ دخولها البلاد عام 1886.

(3) تنتشر أنواع التربس الماصّة **Thrips** في جميع أصقاع العالم ففي مصر مثلاً يهاجم تربس القطن أكثر من 129نوعاً نباتياً ويشكل في بعض السنوات خطراً حقيقياً على بادرات القطن الصغيرة ويسبب موت معظمها واضطرار المزارعين إلى

ترقيع وإعادة زراعة القطن فيتأخر نضجها وتتعرض مرة أخرى للإصابة بديدان اللوز في نهاية الموسم.

(4) يعد بق الحمضيات الدقيقي ***Planococcus citri*** من الحشرات المهّمة التي تهاجم ثمار الحمضيات والعنب وتؤدي إلى فقدان حلاوتها وتغطيتها بفطر العفن الأسود الذي ينمو على الندوة العسلية التي تفرزها الحشرة.

1-4- أضرار حشرات التربة :

يطلق تعبير " حشرات التربة " على الحشرات التي تعيش بعض أو كل أطوارها تحت سطح التربة، من هذه الأنواع أنواع قارضة أو ماصة للعصارة أو حافرة للجذور أو مسببة للأورام، وقد ذُكرت أضرار بعضها فيما سبق.

تتغذى يرقات خنافس فصيلة **Elateridae** المعروفة بالديدان السلكية **Wire worms** على الدرنات والجذور تحت سطح التربة لبضع سنوات وتسبب أضراراً كبيرة في كثير من بقاع العالم للمحاصيل الدرنية وتؤدي إلى تلفها وعدم تسويقها. كما تتغذى حوريات منّ التفاح القطني (الزغبي) ***Eriosoma lanigerum*** بامتصاص العصارة من جذور أشجار التفاح مسببة انتفاخات وتضخمات ثم تعفناً للجذور، وقد كانت الإصابة الشديدة بها تؤدي بالبستان كله قبل استخدام الصنف المنيع **Northern spy** أصلاً لبقية الأصناف.

1-5- أضرار وضع بيض الحشرات في النبات :

تضع الحشرات بيضها في المكان الذي تتاح فيه مستقبلاً البيئة الملائمة والغذاء الوفير لليرقات الفاقسة، وقد يؤدي ذلك إلى إحداث الضرر أثناء وضع البيض أو بعد فقسه حيث تتغذى اليرقات على أنسجة النبات أو عصارته، فتضع حشرة السيكادا الدورية ***Magicidada Septendecium*** بيضها في الأغصان البالغ عمرها عاماً واحداً من أشجار الفاكهة والغابات، فتشق الفرع بعنف ويؤدي ذلك إلى موته فوق منطقة الإصابة. وتتلف كثير من الحشرات الثمار عند وخزها لوضع البيض وتكمل يرقاتها

الضرر بالتغذية على لبها ومثال ذلك ما تحدثه سوسة ثمار الخوخ ***Contachelia nenuphar***.

1-6- أضرار الحشرات الناتجة من استخدام النباتات في صنع الأعشاش:

تعمد أنواع النحل القاطع للأوراق **Leaf cutter bees** إلى قرض قطع منتظمة الاستدارة من أوراق الورد والفل وبتلات بعض الأزهار وجمعها لتصنع أعشاشاً لصغارها إلا أن ضررها ليس كبيراً للنباتات المصابة.

1-7- الأضرار الناتجة من حشرات ترعى حشرات أخرى:

ترعى حشرات النمل حشرات المن بأنواعه المختلفة لإفرازه المواد السكرية التي يتغذى عليها النمل ويحافظ النمل على حشرة المن ويدافع عنها وعن صغارها، كما يسهم بنقل الإصابة من منطقة إلى أخرى لقاء تغذيته على هذه الإفرازات التي ينتجها المن الذي يتغذى بامتصاص عصارة لنبات مسبباً ضرراً فادحاً له، وأكبر مثال على ذلك علاقة المنفعة المتبادلة بين نمل حقول الذرة ***Lasives alinus*** مع منّ جذور الذرة *Anuraphis maidiadicis*.

1-8- الحشرات الناقلات للأمراض النباتية :

تقوم الحشرات بدور أساسي ومهّم في انتقال الكثير من الأمراض النباتية الفطرية والبكتيرية والفيروسية وانتشارها وذلك بحمل المسبب المرضي على أجسامها أو بداخلها بإحدى الطرق التالية:

1) أثناء التغذية أو الوخز أو وضع البيض.

2) على أجزاء الجسم الخارجية كالأرجل وقرون الاستشعار منتقلة إلى جزء حساس من نبات سليم كالزهرة أو جرح على النبات.

3) قد تحمل الحشرة المسبب المرضي في جسمها أثناء الظروف البيئية الحرجة وغير الملائمة لحياة الطفيل.

4) قد تكون الحشرة في بعض الأحيان ضرورية لحياة الطفيل بصفتها عائلاً ثانوياً فلا بد للمسبب المرضي من قضاء فترة حضانة داخل جسم الحشرة لكي يكمل دورة حياته ويبلغ الطور الضار. ومن هذه الأمراض المهمة اقتصادياً :

(1) ينتقل الفطر ***Sclertinia fructicola*** المسبب لمرض التعفن البني في التفاح والخوخ والكرز بواسطة سوسة ثمار الخوخ ***Contrachelia nenuphar***.

(2) تنتقل أنواع مختلفة من المن وأهمها من الدراق الأخضر **Myzus persicae** الفيروس المسبب لالتفاف أوراق البطاطا ***Corium solani***.

(3) تنقل الخنفساء ***Acalymma vittata*** وتنشر البكتريا المسببة لمرض ذبول القرعيات Cucarbit wilt وهي ***Erwinia tracheiphila***.

2- أضرار الحشرات بالإنسان والحيوان :

يمكن تقسيم هذه الحشرات حسب الطريقة والمكان الذي تحدث فيه هذه الحشرات الضرر إلى :

أ- حشرات تتطفل خارجياً :

تهاجم هذه الأنواع الإنسان والحيوان من الخارج وقد تشمل رتباً كاملة تعيش متطفلة على جلد الحيوان أو ريشه كرتبة القمل القارض **Mallophoga** التي تتغذى على قشور الجلد أو الريش والشعر والدماء المتجلطة بعد الجروح وتؤدي بالتالي إلى تهيج الحيوان وقلقه وضعفه. ومن ناحية أخرى فإن رتبتي القمل الماص **Anoplura** والبراغيث **Siphonaptera** وكثير من الأنواع التابعة لرتبة ثنائية الأجنحة **Diptera** ولرتبة نصفية الأجنحة **Hemiptera** (بق الفراش) تعيش وتتغذى على امتصاص دم الإنسان والحيوان فيهزل ويضعف ويكون سبباً للإصابة بأمراض أخرى.

ب-حشرات تتطفل داخلياً :

يتطفل أحد أو كل أطوار بعض الحشرات رتبة ثنائية الأجنحة داخلياً فتسبب أضراراً للحيوان قد تودي بحياته بعد أن يهزل ويضعف، فتسكن يرقات ذبابة نغف المعدة التابعة للجنس **Gasterophilus** في معدة الخيل والحمير والجمال معيقة مرور الغذاء من المعدة إلى الأمعاء مسببة تهيّج والتهاب جدار المعدة نتيجة تعلق اليرقة به بواسطة أشواكها ، كما أن يرقات ذبابة نغف جلد المواشي ***Hypoderma bovis*** تقيم وتتغذى تحت الجلد محدثة ثقوباً بهذا الجلد عند خروجها للتعذر في التربة وينتج عن ذلك نقص في كمية اللبن، ومعدل نمو الحيوان، وانخفاض قيمة اللحم والجلد التجارية، وعدم صلاحيتها للتصنيع، وتصل الأضرار الناتجة من إصابة المواشي بهذه الحشرة إلى نحو 160 مليون دولار سنوياً في الولايات المتحدة الأمريكية.

ومن الجدير بالذكر أن يرقات ذبابة نغف الإنسان ***Dermatoia hominis*** تهاجم الأهالي في أمريكا الجنوبية كما تنجذب ذبابة الدودة البريمية **Screw worm** إلى لحم الإنسان والخيول والحيوانات الأخرى لوضع البيض بخاصّة عند وجود جروح ناتجة عن مسببات أخرى.

ج- حشرات تنقل أمراضاً للإنسان والحيوان :

تعدّ بعض أنواع الحشرات نواقل أساسية لكثير من الأمراض الوبائية، والتاريخ حافل بأخبار الأوبئة التي تنقلها وتنشرها حشرات معينة مسببة كوارث للإنسان وحيواناته المستأنسة، فغالباً ما تكون مسببات هذه الأمراض أحياء دقيقة رهيفة لا تتحمل العوامل البيئية المحيطة ولا تستطيع الانتشار من مكان إلى آخر إلا بواسطة الحشرات التي تكون حاملة أو حامياً لها من التعرض لهذه الظروف ومن هذه الأحياء الدقيقة مسببات أمراض التيفوس والملاريا والحمى الصفراء والكوليرا والطاعون ومرض النوم الإفريقي.....الخ.

1) يقوم أكثر من 85 نوعاً من البعوض (جنس **Anopheles**) بنقل البروتوزوا الجرثومية التابعة لجنس **Plasmodium** والمسببة لحمى الملاريا **Malaria fever** وذلك بنقل المسبب المرضي من دم إنسان إلى دم إنسان آخر سليم أثناء عملية التغذية وامتصاص الدم، وقد ذكر أن أكثر من 2.5 مليون شخص يلقون حتفهم و200 مليون يزورون العيادات الطبية بسبب هذا الوباء كل عام، وقد كان هذا المرض سبباً في تعذر تعمير كثير من بقاع العالم (حوض نهر الأمازون).
2) تنقل ذبابة التسي تسي التي تتبع الجنس **Glossina** البروتوزوا السوطية (جنس **Typanozoma**) المسببة لمرض النوم الإفريقي والذي كان سبباً في منع استعمار مساحات كبيرة في غرب إفريقيا.
3) نعلم جيداً أهمية الذبابة المنزلية ***Musca domestica*** التي تعايشنا باستمرار وإصرار وتنقل جرثومة مرض الكوليرا من مناطق موبوءة إلى مناطق سليمة.
4) ينقل البعوض ***Aedes aegypti*** الفيروس **Choron evagatus** المسبب لمرضى الحمى الصفراء **Yellow fever**.

3-أضرار الحشرات بالمخازن والمواد المخزونة ومواد أخرى:

تنشأ الأضرار التي تسببها الحشرات لمقتنيات الإنسان ذات الأصل النباتي والحيواني عند تغذية هذه الأفراد على هذه المواد بدافع الجوع أو لتربية صغارها أو بناء بيوتها، ويمكن تقسيم هذه الأضرار حسب نوعية المواد التي تهاجمها إلى :

3-1-أضرار الحشرات للحبوب المخزونة ومنتجاتها:

تهاجم الحشرات الحبوب المخزونة ومنتجاتها في الصوامع أو المطاحن أو المخابز أو المراكب ...الخ وتسبب لها خسائر جسيمة في مختلف أنحاء العالم.

تسبب خنافس فصائل **Dermistidae & Bruchidae** أضراراً بالغة للحبوب والبقوليات في الحقل وتستمر الإصابة بها في المخزن. كما تقلل ديدان فراشات **Pyalidae** وخنافس **Tenebrionidae** من القيمة الكمية والنوعية للحبوب المجروشة والنخالة والدقيق والبسكويت.

3-2- أضرار الحشرات للأغذية المجففة المخزونة :

تعيش خنافس ثمار التين التابعة للجنس **Carpophilus** على الفواكه المجففة والمتخمرة ومخلفاتها ، كما تسبب خنفساء (السجاير)ضرراً كبيراً للتبغ ومنتجاته، والأسماك والحشرات المجففة والمنسوجات الحريرية وأنواع المخمل.

3-3- أضرار الحشرات للأثاث والأخشاب :

يتلف النمل الأبيض **Termites Or White Ants** الخشب بأنواعه المختلفة (خشب الصناديق والمساكن والأشجار والمكتبات وأعمدة الهاتف والورق المقوى).

وبما أن الحشرة تعيش في باطن التربة فلا يمكن ملاحظتها إلا بعد أن يستفحل ضررها داخل الخشب الذي تدخله من أماكن ملامسته للتربة. وكمثال على ذلك نذكر الدمار الذي سببه أحد أنواع هذا النمل واسمه***Acanthotermes ochraceus*** لقرية برسوق في محافظة البحيرة في جمهورية مصر العربية عام 1938 فقد أتى النمل على القرية بكاملها مما حدا بالمسؤولين هناك إلى بناء قرية جديدة بجانب الأولى تحت إشراف الفنيين مع استعمال مواد بناء جديدة لا يستطيع النمل مهاجمتها.

4-أضرار الحشرات المنزلية :

تتلف حشرات السمك الفضي ***Lepisma saccharina*** أغلفة الكتب وورق الجدران والصور الفوتوغرافية والملبوسات المعاملة بالنشا، وليس بخافٍ علينا ما تحدثه فراشات الملابس مثل دودة الملابس الناسجة ودودة الملابس ذات الكيس ***Tinea Pallionella*** (المعروفتين بعثة الملابس) بالملابس الصوفية والسجاد فتأكل قطعاً كبيرة متناثرة تؤدي إلى عدم نفعها واستعمالها . وكذلك تعدّ الأنواع المختلفة من الصراصير مصدراً للروائح

الكريهة والمناظر المنفرة وواسطة لنقل الجراثيم والقاذورات أثناء مرورها على الأطعمة المكشوفة.

ب-أضرار الأكاروسات (الحلم والعناكب والقراد) Acarina:

توجد الأكاروسات في جميع الأوساط البيئية الصالحة للحياة، تتغذى في التربة على المواد العضوية أو تفترس وتتطفل على الأكاروسات والحشرات الصغيرة، توجد على النبات وتمتص عصارته وتشوه منظره، وتقلل من قيمته الكمية والنوعية، تتعلق بالحيوانات الزراعية لامتصاص دمها وتوجد في مياه البرك والمستنقعات والأنهار والبحار والمواد الغذائية المخزونة والحبوب .الخ، وقد أدى الاستعمال الجائر للمبيدات الحشرية إلى :

1-قتل الأعداء الحيوية للأكاروسات وبالتالي زيادة أعداد هذه الحيوانات الضارة وارتفاع أرقام الخسائر والأضرار التي تسببها للمحاصيل وبخاصة الرئيسة منها مثل القطن وأشجار الفاكهة.

2-ظهور صفة مقاومة الأكاروسات للمبيدات الحشرية المستخدمة وبخاصة الكلورية منها، حيث أصبح من الصعب مكافحتها بنفس المواد المستخدمة لمكافحة الحشرات.

- **أضرار الأكاروسات للنبات :**

تهاجم بعض أنواع الأكاروسات النبات وتحدث أضراراً مباشرة بامتصاص العصارة النباتية أو بإحداث تشوهات في الأوراق والبراعم والثمار أو على الجذور، وأضراراً غير مباشرة بنقلها الأنواع من المسببات المرضية (فطر، بكتريا، فيروس) محدثة أضراراً بليغة للنبات المصاب.

1-تتغذى الأنواع التابعة لفصيلة **Tetranychidae** بامتصاص العصارة من الأوراق وتؤدي إلى ظهور بقع صفر أو حمر تنتهي بسقوطها وقد تصاب الثمار.

تغزل أفراد هذه الفصيلة شباكاً حول القمم النامية أو على الأوراق وتؤدي إلى تراكم الأتربة فتوقف عملية التمثيل الضوئي، فيسبب العنكبوت الأحمر العادي ***T. uticae*** اصفرار الأوراق وتراكم الأتربة عليها ثم تساقطها عند إصابته للقطن.

2-تهاجم أفراد فصيلة **Tetranychidae** (العنكبوت الأحمر الكاذب) الأوراق وخاصّة السطح السفلي والأفرع والبراعم والأزهار والثمار وتتلخص أضرارها بـ: ضعف الأوراق وتساقطها ، وتساقط الأزهار وقلة العقد، تشوه الثمار وظهور بقع صدئية عليها وعدم صلاحيتها للتسويق.

3- يطلق على أكاروسات فصيلة الحلم الدودي **Eriophyidae** حلم الانتفاخات **Gall mites** أو حلم الصدأ **Blister mites** أو حلم البثرات **Rust mites**، وتدل هذه الأسماء على نوعية الضرر الذي تحدثه أفراد هذه الفصيلة ويمكن إيجازه بالتالي :

- **على الأوراق** : تكون أوراماً- نمو شعيرات زغبية- تكون بثرات فيصبح نسيج الورقة إسفنجياً- التواء حواف الأوراق عرضياً وطولياً- توقف نمو الأوراق.
- **على الثمار** : توقف نموها -تشوهها - تغير لونها.
- **عقم الأزهار وعدم عقدها** :

من هذه الفصيلة أكاروس أو حلم أوراق العنب ***Eriophyes vitis*** الذي يهاجم الأوراق والثمار وأكاروس براعم المانجو ***Aceia mangiferae*** الذي يسبب موت البراعم الزهرية فتنمو البراعم الجانبية ثم تصاب وتموت مما يؤدي إلى تكدس البراعم وبالتالي جفاف النورة بكاملها أو بعضها ويتكون ما يسميه الفلاحون " بالشمعدان".

يصاب المجموع الجذري بالعديد من الأكاروسات التي تؤدي في النهاية إلى ذبول النبات.

- **أضرار الأكاروسات للإنسان والحيوان :**

1. تتطفل بعض أنواع الأكاروسات على حيوانات المزرعة فيسبب القراد قلقاً وهياجاً لهذه الحيوانات فتضطر إلى حك جسمها في جدران الحظيرة، أو الأرض عند امتصاص دمها فتهزل وقد ينتج عن ذلك فقر دم للحيوان، وتسبب لدغات أنواع القراد شللاً للعائل سواءكان إنساناً أو حيواناً .
2. ينقل القراد بعض مسببات الأمراض من الحيوانات الأولية من عائل مصاب إلى آخر سليم وعلى سبيل المثال لا الحصر:

ينقل القراد **Boophilus** الحيوان الأولي **Bubesine** المسبب لحمى البول الدموي في الماشية **Taxes cattle fever** كما أنه من الثابت قطعاً أن القراد يقوم بدور الوسيط في نقل الأمراض الآتية للإنسان:

حمى جبال روكي	**Rocky mountain spotted**
حمى تيفوس كينيا	**Kenya Typhus**
حمى لدغ القراد في جنوب إفريقيا	**South Africa ticks bite**

وتهاجم بعض أنواع جنس **Dermanyssus** الدجاج والفئران. وعند اشتداد الإصابة أو عدم وجود العائل تمتص دم الإنسان وتقلصه وقد تنقل له بعض الأمراض المعدية. تعدّ أنواع الجرب التابعة لفصيلة **Sarcoptidae** ضارة جداً للإنسان والحيوان فيصيب النوع ***Sarcoptes scabiei*** الإنسان والكلاب والماشية والخنازير، والأغنام والماعز والجمال والأرانب.

- **أضرار الأكاروسات للمواد المخزونة :**

تتغذى بعض أنواع الأكاروسات على المواد الغذائية المخزونة محدثة أضراراً بالغة فيهاجم النوع ***Acarus sira*** الجبنة والبسطرمة والحبوب والدقيق والفواكه والخضروات المجففة ويوجد النوع ***Tyrophagus entomophagus*** مصاحباً للحشرات المعدة للدراسة في المجموعات الحشرية ويتغذى على اللحوم والخضروات، ويسبب تغير المحتوى المائي بها ونمو الطحالب عليها.

تتعرض أبصال نباتات الزينة المخزونة والمصدرة ببواخر الشحن، كالنرجس والتيوليب والجلاد يوليس للإصابة بحلم الأبصال ***Rhizoglyphus echinopus*** وقد يصل ضرره بالإضافة إلى مسببات أخرى إلى 15–20% من حمولة تلك البواخر.

ج-الأضرار التي تسببّ ها الديدان الخيطية (النيماتودا) Nematodes:

تم التعرف إلى أول "نيماتودا" متطفلة على النبات عام 1743 بواسطة العالم **Needham** باكتشافه للنيماتودا التي تصيب القمح والتابعة للنوع ***Anguina* sp.** ثم توالت بعد ذلك الاكتشافات كما عرفت وحددت الأنواع الأخرى منها. فقد تسبب هذا النوع

من الآفات بنقص في 16 محصولاً في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1965 قدر بحدود 370مليون دولار وقدرت الخسارة هناك بنحو 2000 مليون دولار في الإنتاج الزراعي كله. وتتضخم أضرار هذه الآفات في البلدان النامية نظراً لملائمة البيئة لمعيشتها، كأنظمة الري المستخدمة وكثافة الزراعة الملائمة لانتشارها والنقص في الأيدي العاملة الفنية والمدربة، وقلّة إجراءات الوقاية والحجر الزراعي.

تفتك أنواع النيماتودا الضارة غالباً ، بالمجموع الجذري للنبات مسببة ذبول النباتات أثناء النهار– خاصّة عند ارتفاع الحرارة–ثم يسترد النبات حالته الطبيعية ليلاً ، ويعود هذا المظهر إلى أن المجموع الجذري الذي أنهكته الديدان الخيطية يصبح غير قادر على تعويض الماء المفقود بالنتح والبخر. ومن دلائل إصابة الحقل بها وجود بقع متفرقة في الحقل، نباتاتها صفر هزيلة وذابلة. ومن الأعراض المهّمة والواضحة على المجموع الجذري المصاب:

1– تعقد الجذور الذي تسببه الديدان الخيطية التابعة للجنس **Meloidogyne**.

2– تقرح الجذور الذي تسببه الديدان الخيطية التابعة للجنس ***Pratylenchus*** ويظهر على شكل بقع بنّ ية اللون على سطح الجذور.

3– تقصف الجذور وخشونتها وتسببه أنواع الجنس ***Trichoderus* sp.**.

4– التعفن بالفطر والبكتريا التي تدخل الجذر عن طريق الجروح التي تحدثها النيماتودا.

5– موت البراعم: ويسببه جنس ***Aphelenchoides***.

6– تكوين ثآليل: وتسببه ***Anguina* sp.** التي تهاجم مبادئ الأزهار وتضع البيض في مبايض الزهرة (ثآليل هي حبة قمح مليئة بآلاف اليرقات).

7– تجّعد الأوراق: تسبب بعض أنواع جنس **Anguina** التواء وتجّعداً في أوراق البادرات.

ولا بد أن نتذكر أن الديدان الخيطية لا تتحرك إلا في حدود بضعة ملليمترات في الساعة، فهي تعتمد على عوامل خارجية لانتقالها وانتشارها من مكان إلى آخر وأهم هذه الطرق:

1–ماء الري وماء الصرف.

2-أثناء الحرث والعزيق.
3-بواسطة الآلات الزراعية والسماد البلدي.
4-مع التربة العالقة بالشتلات.
5-مع الشتلات والأبصال المصابة (على مستوى الأقاليم).
6-أكياس الخيش التي تشحن بها البطاطا من دولة إلى أخرى.

د-الأضرار الناتجة من الأمراض الفطرية والبكترية والفيروسية :

تسبب هذه الكائنات الحية الدقيقة أضراراً جسيمة للنباتات والمواد الأخرى التي يتغذى عليها الإنسان والحيوان، فمحاصيل الحقل، ونباتات الخضر، وأشجار الفاكهة والغابات، والمواد المخزونة من أغذية وحبوب ، وحيوانات المزرعة جميعها معرضة لهجوم هذه الكائنات الحية الدقيقة التي تبعث بها، فتقلل كميتها وتخفض من نوعيتها.

1-فقد كان الفطر ***Hemileia vestatux*** سبباً في حصر زراعة البنّ في سيلان في أواخر القرن التاسع عشر، وقد أدى مرض اللفحة المتأخر في البطاطا المتسبب عن الفطر ***Phytophthora infestans*** إلى إحداث مجاعة عام 1895 في إيرلندا وتسبب في موت ربع مليون شخص وهجرة مليون ونصف مليون آخرين.

وفي القطر العربي السوري تصاعدت مشكلة مرض الذبول في القطن إلى حد التأثير في مستوى الإنتاج، ويتصدى له الفنيون بكل وسائل الوقاية والمكافحة للإقلال من أضراره والحد من انتشاره. ويعدّ مرض الجرب على التفاحيات والمتسبب عن الفطر ***Venturia* sp.** إحدى مشكلات زراعة هذه الأشجار فهو يهاجم الأوراق والأزهار والثمار. ونعلم جيداً أن ظهور مرض البياض الزغبي المتسبب عن الفطر ***Prenospora viticola*** قد هدّد زراعة العنب في فرنسا بالدمار في أواخر القرن التاسع عشر إلا أن العلماء آنذاك قاموا بدراسة هذا المرض وتم اكتشاف مزيج بوردو الذي استخدم بنجاح لمكافحة هذا المرض وحماية مزارع العنب.

2- من الأمراض البكترية المهّمة مرض سل الزيتون المنتشر حالياً في زراعات الزيتون في سوريا والمتسبب عن البكتريا ***Pseudomonas savastanai*** وكذلك مرض التدرن التاجي المتسبب عن البكتريا ***Anobacterium tumifocina*** الذي ينتشر في مشاتل أشجار الفاكهة.

3-ومن الأمراض الفيروسية، مرض تورد القمة في الموز والقوباء في الحمضيات **Poorosis** وموزاييك الدخان والبندورة.

و-الأضرار الناتجة من الأعشاب :

تنمو الأعشاب الضارة بين نباتات الحقل، في حدائق أشجار الفاكهة ، في قنوات الري وعلى حوافها، على الطرق العامة، السكك الحديدية، في الأراضي غير المزروعة وتختلط بذورها ببذور الحبوب المعدّة للبذار وتتدرج أشكالها وأحجامها من أعشاب برية إلى نباتات مائية إلى شجيرات وأشجار.

تمتاز الأعشاب الضارة بمقدرة فائقة على غزو بقاع جديدة وتحمل ظروفاً بيئية مختلفة كما تستطيع النمو في أنواع متباينة من الأراضي منتجة كميات كبيرة من البذور التي تنتقل وتنتشر من مكان إلى آخر بواسطة الرياح أو المياه الجارية أو براز الحيوانات. ولكثير من هذه البذور القدرة على الاحتفاظ بحيويتها مدداً طويلة بالإضافة إلى أن الكثير منها يتكاثر بالريزومات (الساق الأرضية) على أعماق مختلفة من التربة.

تسبب الأعشاب الضارة بأنواعها أضراراً كبيرة للنبات والحيوان:

1-تنافس النبات على احتياجاته الغذائية والمائية والضوئية.

2-تخفض من المواصفات الكمية والنوعية للمحصول.

3-تزيد تكاليف العمليات الزراعية.

4-تعمل أحياناً بصفتها عوامل أساسية أو ثانوية لكثير من الحشرات والأمراض الخطيرة.

5-يفرز بعضها موادّ سامة للإنسان والحيوان.

وقد قدرت الخسائر الناجمة عن الأعشاب بين مختلف أنواع المحاصيل في الولايات المتحدة الأمريكية (منذ عشرين عاماً) بنحو 3مليارات دولار سنوياً.

ن-الأضرار الناتجة عن القوارض:

تعدّ الجرذان **Rats** والفئران **Mices** من أهم آفات القوارض التي تسبب أضراراً للإنسان وممتلكاته، وقد يتحول الخلد (الفئران العميان **Moles**) والأرانب **Rabbits** تحت بعض الظروف الخاصة إلى آفات لا يستهان بها ويجب آنذاك مكافحتها.

تهاجم القوارض محتويات المساكن والمخازن بأنواعها والحبوب والبقول والمواد الغذائية المخزونة فتستهلك كميات كبيرة منها، بالإضافة إلى الإقلال من نوعية المواد المتبقية بما يختلط بها من براز ومخلفات وأوساخ تلك الحيوانات. قد يشتد ضرر فئران الحقل وتصل إلى حد الوباء بحيث تأتي على الغالبية العظمى من محاصيل الحبوب في الحقل قبل حصادها وتؤدي إلى حدوث مجاعات محققة في المناطق التي تبتليها إلا أن أساليب المكافحة الحديثة جعلتنا قادرين على التحكم في أعدادها والحد من ضررها بحيث تبقى على المستوى غير الضار للغلال في الحقل.

لقد اجتاحت قطعان الأرانب البرية مساحات شاسعة من الأراضي المزروعة في أستراليا مما حدا بالدولة إلى مكافحتها برشّ المواد الكيميائية السامة بالطائرات.

ولا يفوتنا أن بعضاً من أنواع الفئران تنقل أمراضاً وبائية خطيرة مثل الطاعون وحمّى التيفوس ومرض اليرقان المعدي وداء الكلب إلى الإنسان.

هـ-الأضرار الناتجة من الرخويات (القواقع) Mollusca:

تتبع الرخويات شعبة (قبيلة) الرخويات **phylum mollusca** وتتميز بأنها قليلة الأنواع كثيرة الأفراد وتسبب للنبات أضراراً يختلف مداها وتتعلق بعوامل شتى أهمها:

1-أعداد هذه الحيوانات.

2-نوع المحصول.

3-الظروف البيئية السائدة.

وغالباً ما ينشأ الضرر من عاداتها في التغذية فهي ليست طفيليات حقيقية بل حيوانات عشبية توجد في الحقول والمراعي والحدائق والتلقيح فيها خلطي تضع بيضها في التربة المرتفعة الرطوبة وتتزايد أعداد أفرادها بسرعة فتسبب أضراراً بالغة لأشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية وبعض أنواع الخضار كما تتعرض النباتات الدرنية والبادرات بأنواعها لأضرار هذه الآفات. وفي الشجرة الواحدة يتعرض الجذع والأوراق والثمار لضرر هذه الآفات وقد تغطي القواقع معظم النباتات.

وينتج الضرر أيضاً من ترك الإفرازات المخاطية على النبات فتجعل رائحته غير مقبولة بالإضافة إلى تشويه ثماره.

والرخويات نوعان:

1-البزاقات العارية **Slugs** ليس لها صدفة.

2-الحلزونيات **Snails** ولها صدفة.

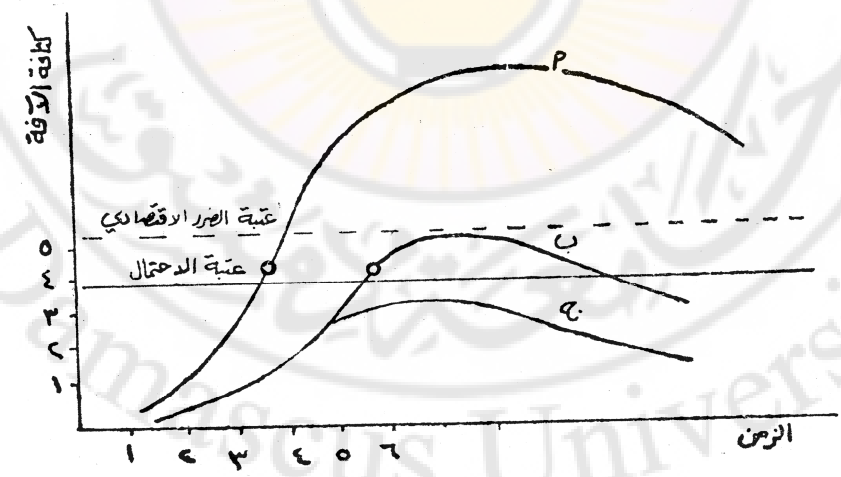
ثالثاً-العتبة الاقتصادية للآفات:

يكون مجتمع الآفة عادة في بداية فصل النمو بحدوده الدنيا، ولكن مع نمو النبات وتزايد حجمه فإنه يترافق مع زيادة في أعداد الآفة في الحقل.

انتشار الآفة والمدى الموجودة عليه عند ملاحظتها للمرة الأولى في الحقل خلال موسم النمو ومعدل نمو وازدياد أعدادها بالحقل. هذا الأمر يتطلب وبشكل حاسم إجراء عملية تقييم لمعدل الانخفاض بغلة المحصول الذي يمكن أن تسببه هذه الآفة وبكثافتها العددية المختلفة المترافقة مع مراحل نمو المحصول في الحقل والمرتبطة بعوامل بيئية وحيوية مختلفة، مثل الحرارة، والضوء، والرطوبة، ومرحلة نمو المحصول. فمثلاً عندما يكون معدل الإصابة بحشرة المنّ في الحقل من 1-100 حشرة في الهكتار فإن الضرر الذي

يمكن أن تسببه الحشرة ليس بالضرر ذي الأهمية المعنوية التي تستدعي المكافحة. ولكن إذا كان عدد حشرات المنّ قد تزايد مع نمو المحصول وتوفر العوامل البيئية المساعدة لنموه وأصبحت كثافته العددية تتراوح من 1–100 حشرة/النبات ، بهذه الحالة سيكون هناك خسارة كبيرة في المحصول وبالغلة، ولتجنب الوصل بعدد الآفة إلى الحد الذي يمكن، يسبب ضرراً اقتصادياً كبيراً بالمحصول من الصعب تجنبه. فقد اتفق العلماء على تحديد معيار مهّم يجنب مثل هذه الخسارة سمي **حدّ التحمل العظمى Maximum Tolerance Levels**. بحيث عندما يزيد عدد الآفة عن هذه العتبة فإن الانخفاض الممكن حدوثه في غلة المحصول أصبح غير مقبول وغير مبرر.

وهنا لا بد من التمييز ما بين حدود التحمل العظمى وعتبة الضرر الاقتصادي **Damage Threshold** والتي تعُّرف على أنها الحد الأدنى من كثافة الآفة على محصول ما بحيث يمكن أن تسبب ضرراً للمحصول مقبولاً ومبّرراً اقتصادياً. الشكل البياني (1) يبين العلاقة بين فترة النمو وكثافة الآفة على محصول ما.



الشكل (1): يبين العلاقة بين فترة النمو وكثافة الآفة على محصول ما.

(أ) منحنى كثافة الآفة عند غياب الأعداد الطبيعية، (ب) منحنى كثافة الآفة عند وجود أعداء طبيعية ذات فعالية غير كافية، (ج) منحنى كثافة الآفة عند وجود أعداء طبيعية فعّالة وكامنة .

ومن الشكل نجد أن عتبة الضرر الاقتصادي وبالكثير من الأحيان عند التدخل غير المدروس وغير المسبوق بالإجراءات الزراعية الوقائية المناسبة يمكن تتجاوزها أعداد الآفة على المحصول المزروع وذلك قبل موعد حصاد المحصول مما يستدعي التدخل المدروس لتجنب الخسارة الاقتصادية في المحصول.

ففي المنحني (آ) ترتفع أعداد الآفة وبسرعة تتخطى عتبة التحمل ويجب البدء بالمكافحة في اليوم الثالث أو الأسبوع الثالث مثلاً. أما المنحني (ب)الذي يمثل ازدياد أعداد الآفة مع وجود أعدائها الطبيعية القليلة العدد والكفاءة ولكن رغم ذلك فإنها تؤجل البدء بالمكافحة يومين أو أسبوعين كما هو واضح. ويمثل المنحنى (ج) تكاثر أعداد الآفة عند وجود الأعداء الطبيعية بكمية كافية وكفاءة عالية بحيث تبقى أعداد الآفة تحت عتبة التحمل ولا لزوم لتنفيذ المكافحة.

لذلك يجب تحديد عتبة التحمل لكل آفة وعلى كل محصول وفي كل بيئة، وحتى نستطيع ذلك يتوجب علينا :

(1) تحديد الآفات الضارة في المنطقة المدروسة، وأعدائها الطبيعية الموجدة معها.

(2) تقويم كثافة الآفات وكذلك كثافة وكفاءة أعدائها الطبيعية.

(3) تحديد عتبات التحمل لكل آفة، والتي يتوجب علينا– بعد تخطيها البدء بالمكافحة الكيميائية المناسبة.

تختلف عتبات التحمل وعتبات الضرر الاقتصادي بين آفة وأخرى وبين محصول وآخر وبين بيئة وأخرى.

إن تحديد مستوى عتبة الضرر الاقتصادي يعتمد على عدة عوامل أهمها:

- المحصول أو النبات المزروع.

- الآفة من حيث عدد أجيالها بموسم النمو، طريقة تغذيتها وغيرها من العوامل البيولوجية الأخرى.
- موقع الآفة على النبات.
- الفترة الزمنية التي ظهرت بها الآفة على المحصول خلال موسم نموه.

فمثلاً الأضرار التي تسببها الآفة على الأوراق تسبب بشكل عام ضرراً بسيطاً على المحصول، بينما الإصابة على ساق النبات يمكن أن تسبب موت النبات بالكامل.

على أية حال هناك قاعدة تتبع عالمياً في تحديد عتبة الضرر الاقتصادي وهي أن الخسارة التي تزيد عن 10% في إنتاج المحصول هي خسارة فوق عتبة التحمل وغير مقبولة اقتصادياً . وبحال كان تقدير الضرر الذي ستحدثه الآفة على المحصول بكثافتها العددية الموجودة خلال فترة من موسم النمو أكثر من 10% الغلة فإنه يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة وبشكل جدي لمكافحة هذه الآفة وإيقاف الضرر الذي يمكن أن تسببه.

وقاية النبات وعلاقته بعتبة الضرر الاقتصادي:

إن الهدف من وقاية النبات هو إبقاء الآفة في مستوى دون عتبة الضرر الاقتصادي. ولذلك لا بد من إتباع مجموعة من الاستراتيجيات الفاعلة في مجال المكافحة لهذه الآفات سواءً أكانت وقائية أو علاجية.

تتلخص هذه الاستراتيجيات بما يلي:

1- **الإستراتيجية الأولى:** النظافة وهي تعني اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة للتأكد من عدم دخول أو منع دخول الآفة إلى الحقل أو دخول أعداد قليلة منها للحقل بحيث لا تسبب أي ضرر مهّم على المحصول المزروع وهذه الإجراءات يجب أن تتخذ قبل وعند بداية موسم النمو للمحصول المزروع وتشمل العديد من الإجراءات الزراعية كالحراثة وإزالة الأعشاب، والتخلص من بقايا المحصول السابق بالطرق الصحية كأن يحول إلى كومبست، والبذار المزروع سليم وغير مصاب، واستخدام التعقيم الشمسي للتربة قبل الزراعة في البيوت البلاستيكية، وغيرها من الإجراءات الزراعية. والوقاية المهّمة التي

يجب اتخاذها بالبداية وحسب نوع المحصول وطريقة الزراعة المتبعة لمنع وصول أو انتشار الآفة . أن وجود الآفة في الحقل بأعدادها الدنيا لن يسمح لها خلال فترة النمو للوصول إلى كثافة عددية تتجاوز عتبة الضرر الاقتصادي قبل جني المحصول.

إن نظافة الحقل قبل وأثناء الزراعة من الآفات هي عامل مهّم إذ اتخذ منذ بداية المحصول لبعض الآفات والأعشاب فمثلاً عند الإصابة حتى لو كانت بحدودها الدنيا ببعض الآفات وخاصة المرضية منها أو بعض الحشرات فإن هذا لن يمنع وقوع إصابة وخسارة كبيرة بالمحصول أثناء فترة النمو وخاصة في الظروف البيئية المناسبة لنمو هذه الآفات من حرارة ورطوبة ، مثل المناطق المدارية.

2- **الاستراتيجي الثانية:** تتلخص باستخدام الإجراءات المناسبة لتخفيض معدل تكاثر الآفة ونموها:

وهناك العديد من الإجراءات الزراعية المهّمة التي تؤثر عل معدل النمو وتكاثر الآفة من أهمها التسميد الجيد للنبات، يعطي نباتاً قوياً مقاوماً للإصابة مقارنة بالنباتات التي لم تسمد بشكل متوازن، كما أن الآفة تتكاثر وتنمو بدرجة أقل على الأصناف المقاومة، ومن العمليات المهّمة المؤثرة في معدل نمو الآفة هي المسافات الزراعية بين النباتات المزروعة فمثلاً زيادة المسافة بين شتول الأرز المزروعة أثّرت سلباً على معدل نمو وازدياد الكثافة العددية لحشرة النطاطات البنية. لكنها أدت إلى تفاقم مشكلة الأعشاب بين النباتات المزروعة.

ويعتبر نشر واطلاق الأعداء الحيوية من أهم الأساليب المتبعة والتي تؤثر سلباً على معدل تكاثر الآفة. بينما ، في بعض الحالات المرضية الناتجة عن إصابات فطرية فإن المكافحة الكيميائية الوقائية المدروسة تعتبر من الأساليب المهّمة التي تؤدي إلى خفض معدل نمو وانتشار الآفة .

3-**الاستراتيجية الثالثة:** هي قتل الآفة وهذا القتل مهما كان الأسلوب فهو جزئي وليس كاملاً . وهذه الإستراتيجية تتُبَع عندما تتزايد الكثافة العددية للآفة للحد الذي يمكن أن يتجاوز عتبة الضرر الاقتصادي ومن هذه الأساليب المكافحة الميكانيكي وخاصة

للأعشاب واستخدام المبيدات الكيميائية في المكافحة العلاجية للحشرات، والأعشاب ، أو الأمراض الفطريةوعادةً رشّة واحدة غير كافية لمكافحة الآفة حيثذإّ ها يمكن أن تتطّور وتتكاثر ويزداد تعدادها مرة أخرى بمجرد انخفاض تركيز المبيد على النبات وتحلله.

وهنا يجب تباّ اع أسلوب ترشيد استخدام المبيدات مراعياً بها المعيار **(GAP)** التطبيق الصحيح للزراعة بحيث يكون المبيد الحل الأخير واستخدام المبيدات الأقل ضرراً للإنسان وبيئته، مع مراعاة التوقيت المناسب بالنسبة لفترة الأمان وبمعدل الاستخدام الأدنى الموصى به الذي يحقق الفاعلية المطلوبة.

واستخدام الأعداء الحيوية يعد من الطرق العلاجية أيضا في مكافحة الآفة وذلك بعد استخدام المكافحة الكيميائية أسلوباّ سريعاّ لقتل الآفة وتخفيض أعدادها بالحقل فإنه يلجأ إلى نشر الأعداء الحيوية لتحقيق التوازن وكبح نمو الآفة وتطورها إلى حدود عتبة الضرر الاقتصادي.

رابعاً- طرق مكافحة الآفات:

أ- تاريخ مكافحة الآفات:

بدأ نضال الإنسان ضد الآفات المختلفة قبل أن يشرق فجر المدنية واستمر حتى الآن ولن ينتهي طالما بقي الجنس البشري محتاجاً إلى نفس المواد التي تحتاجها الآفات في سبيل توفير الغذاء والكساء والمسكن لكل منهم.

وبالرغم من اتساع معرفة الإنسان واستخدامه لأحدث الأساليب العلمية والتكنولوجية وزعمه السيطرة على الطبيعة وقهرها وتسخيرها لصالحه، فإنه لم يستطع حتى الآن أن يستأصل نوعاً واحداً، من الحشرات أو المسببات الممرضة، الضارة به أو بحيواناته أو محاصيله.

استخدم الإنسان في كفاحه ضد هذه الكائنات الحية الضارة الأساليب، والطرائق المختلفة وقد قسم محمود زيد (1964) قصة الكفاح حسب الأساليب المتبعة بها إلى فترات ثلاث هي :

- **الفترة الأولى (منذ بداية الخليقة حتى عام 1867) :**

استخدم الإنسان طرائق مختلفة لمكافحة الآفات (وخاصة الآفات الحشرية) بدءاً من السحر والشعوذة والخرافات لطرد هذا البلاء الناتج عن غضب الآلهة لدرجة أنهم جعلوا لمرض صدأ القمح إلهاً سموه إله الصدأ يتوسلون إليه بالقرابين والصلاة عند اشتداد الإصابة بمرض الصدأ على القمح، محصولهم الأساسي.

ثم استخدم الإنسان بعض المواد التي كان يعافها وينفر منها، ولا تتفق مع ذوقه كالروث والرماد والبول في مكافحة الآفات.

وفي نهاية هذه الفترة استخدم الكبريت قبل القرن الثامن عشر، كما استخدم المحلول المائي للتبغ أو مسحوق التبغ في أوروبا منذ عام 1800م ويشار إلى الاستعمالات المتباعدة المختلفة لكل من الروتينون والبيرثرم والزيت قبل نهاية هذه الفترة.

- **الفترة الثانية (1868–1939) :**

في نهاية الفترة السابقة انتشرت حشرة خنفساء الكولورادو على البطاطا في أمريكا وهددت هذه الزراعة الهامة هناك، فكثفت البحوث لإيجاد مبيد فعال ضد هذه الآفة الخطيرة منذ 1850م حتى 1868م، حيث تم اكتشاف مادة أخضر باريس (خلاتوزرنيخيت النحاس) التي بها تمت حماية هذا المحصول الهام من هذه الآفة. حدث بعد ذلك تقدم ملحوظ في اكتشاف واختيار مبيدات حشرية ومبيدات فطرية مع تحديد أفضل الطرق لاستخدامها ضد الحشرات والأمراض الرئيسة آنذاك.

استخدمت مادة **أخضر باريس** عام 1868م وبنجاح ضد دودة ثمار التفاح ***C. pomonella*** عام 1878م.

ظهرت مادة **أرجواني لندن** (زرنيخت الكالسيوم) في نهاية القرن التاسع عشر (1890–1900م) واستخدمت بنجاح ضد آفات البساتين في إنكلترا ، ومن 1920–1945 كانت المادة الرئيسية لمكافحة آفات القطن الحشرية.

اكتشفت مادة **زرنيخات الرصاص** عام 1892، واستخدمت تجارياً عام 1903، وكانت المبيد الحشري الوحيد في بساتين الخضار والفواكه حتى عام 1931.

انتقل مرض البياض الزغبي من أمريكا إلى مزارع العنب في فرنسا في منتصف القرن التاسع عشر وهدد زراعات العنب بالدمار، ولم ينجح الكبريت في مكافحة هذا المرض حتى عام 1882م حين لاحظ **ميلاردت** الأستاذ في جامعة بوردو بفرنسا أن نباتات العنب المعاملة بمخلوط **كبريتات النحاس والكلس** لإبعاد اللصوص عنها قد نجحت من تخفيض الإصابة بهذا المرض، فعاد إلى مخبره وحضر هذا المزيج وسّماه **مزيج بوردو** الذي أنقذ هذه الزراعة في فرنسا من الاندثار. تتالت بعد ذلك التحضيرات، والأشكال المختلفة لهذا المزيج ونجح في مكافحة الأمراض الفطرية على الخضار إلى أن استبدله تدريجياً بالمبيدات الفطرية النحاسية الحديثة الأقل ضرراً على النباتات.

أما **الكبريت** فقد كان معروفاً عند القدماء، وهو المادة الوحيدة المستعملة رشّاً منذ أكثر من 200عام ولا تزال قيد الاستخدام إلى يومنا هذا. وظهرت منه المستحضرات المختلفة والمستخدمة تعفيراً، أو رشاً ضد الكثير من الأمراض الفطرية، والأكاروسات.

تم استخدام **الزيوت رشاً** على النبات منذ عام 1762. كما نصح باستخدامها ضد الحشرات القشرية في بريطانيا عام 1800، وفي عام 1868 حُضّر واُستخدم في أمريكا أول مستحلب من الكيروسين والصابون والماء ضد الحشرات القشرية تتالت بعدها التحضيرات، والاستخدامات المختلفة للزيوت وظهرت الزيوت الصيفية في بداية هذا القرن وحتى يومنا هذا.

استعمل **منقوع التبغ** رشاً عام 1690 ضد حشرات الكمثرى وفي عام 1773 ضد المنّ والحلم الأكاروسي في إنكلترا و 1793 ضد المن في فرنسا. في أمريكا استخدم هذا المنقوع لأول مرة 1814 وظهر أول مستخلص للنيكوتين عام 1885، وفي عام 1908 ظهرت مركبات النيكوتين الثابتة مثل **سلفات النيكوتين**. استخدمت الجذور المهروسة لنباتات جنس **Derris** لصيد الأسماك منذ أمد بعيد. وفي عام 1902 تم التعرف على مادة **الروتينون** الفعالة وتسميتها بواسطة الإنكليز. واستعمل **البيريثرم** (مسحوق أزهار نباتات يتبع جنس **Chrysanthemum**) ضد الحشرات في يوغسلافيا لعدة سنين، كما يشار إلى استعماله في آسيا الصغرى قبل القرن التاسع عشر. واستوردته أمريكا عام

1860 واستعمل بكميات هائلة ضد الحشرات المنزلية والبيطرية لارتفاع ثمنه. اكتشفت مركبات **الداينيترو** Dinitro عام 1892 ثم تتالى بعد ذلك اكتشاف مشابهاتها وأملاحها، واستخدمت ضد الأطوار الساكنة للحشرات والعناكب وكمبيدات للأعشاب الضارة.

أشير عام 1934 إلى الأثر المطهر لمشتقات حامض الدايثوكربامك ، ثم ظهرت بعدها مبيدات فطرية حديثة من مركبات الدايثو كربامات مثل مركب الثيرام ومشتقاته.

أما مواد التدخين فاستخدمت لأول مرة في كاليفورنيا بأمريكا عام 1886 عندما استخدم سيانيد البوتاسيوم، وحامض الكبريت المخفف وتصاعد غاز حمض سيان الهيدروجين بطريقة القدور تحت الأشجار المغطاة بالخيام ضد الحشرات القشرية على الحمضيات . ثم اكتشفت مادة الباراديكلوربنزين، ومادة الكلوربكرين 1918، وبروميد الميثيل، وكلوريد الإيثيلين 1941.....الخ.

أما بالنسبة لأجهزة وأدوات الرش فقد ظهرت المرشات الظهرية ما بين 1870-1880 بعد اكتشاف مادة أخضر باريس. وفي عام 1883 ظهرت أول مضخة تدار باليد، وظهر في 1887 أول جرار استخدم في عمليات الرش، وفي عام 1894 ظهرت محركات الرش المختلفة القوي والضغوط. وفي عام 1900ظهرت المحركات التي تدار بالمازوت واكتشفت منظمات الضغط عام 1911، ومسدسات الرش المستخدمة لرش أشجار الفاكهة عام 1914. ظهرت المحركات الكبيرة المستخدمة في الرش والتعفير عام 1925 وما بعدها.

استخدمت أول طائرة لتعفير مسحوق **زرنيخات الرصاص** عام 1921 ولرش المبيدات عام 1947 وتحتل الآن مكانة هامة في مجال رش المبيدات خاصة في المساحات الواسعة والوعرة والجبال.

إن دور الأصناف المقاومة للآفات قديم جداً قدم النبات والآفات. وفي عام 1860 عندما دخلت حشرة الفيللوكسرا إلى فرنسا، وهددت مزارع العنب وجدوا أن الحل الوحيد لمكافحتها هو استيراد الأصول الأمريكية المنيعة ضد هذه الآفة ولا يزال ذلك متبعاً حتى الآن في معظم بقاع العالم وفي القطر العربي السوري . أما الأصناف المقاومة للأمراض فتاريخها

قديم ومجالها واسع وتحتل الصدارة في طرق المكافحة المأمونة حتى الآن لولا الوقت الطويل والجهد والمال والخبرة العالية التي يحتاجها تنفيذ هذه الطريقة.

تاريخ المكافحة الحيوية قديم وهي موجودة منذ أن وجدت الكائنات الحية المختلفة(المكافحة الطبيعية والاتزان الحيوي)، إلا أن التطبيقات العملية لهذه الطرق بدأ بعد نجاح مكافحة حشرة البق الدقيقي الأسترالي في أمريكا بواسطة خنافس الفيداليا المفترسة المستوردة من أستراليا عام 1889.

- **الفترة الثالثة (1939- حتى أواسط الستينات) :**

اكتشف بول ميللر الأثر الإبادي لمركب **D D T** في سويسرا وخاصة ضد الحشرات الصحية (ذباب، بعوض، قمل...الخ)، وضد الآفات الزراعية وقد منح السيد ميللر جائزة نوبل عام 1948 لاكتشافه الأثر الإبادي لهذا المركب . تتالت بعد ذلك البحوث والاكتشافات المتتابعة للمركبات العضوية المصنعة لتحل محل المبيدات السابقة ذات التركيب غير العضوي السام جداً للإنسان والبيئة فخلقت الآلاف من المبيدات العضوية الفوسفورية ومبيدات الكرابامات ومبيدات البيرثرويدات والمبيدات الفطرية الجهازية ومضادات تخثر الدم ضد القوارض....الخ.

- **الفترة الرابعة: بداية أواسط الستينات –حتى الآن:**

أدى التوسع المذهل وغير المبرمج لاستخدام مبيدات الفترة السابقة إلى تلوث البيئة والقضاء على الاتزان الحيوي بين الكائنات الحية وظهور آفات جديدة وسلالات مقاومة للمبيدات وفشل الكثير من المبيدات في تحقيق مكافحة فعالة.

لذلك اتجه العلماء والباحثون في هذه الفترة إلى:

(1) العودة إلى المركبات ذات المنشأ النباتي، ومنخفضة السمية لذوات الدم الحار ونجحوا في تخليق مشابهاتها المصنعة فظهرت مركبات البيروثرويدات بأشكالها وأنواعها المختلفة .

(2) العودة إلى الطرق القديمة المأمونة والعمل على تطوير استخدامها في المكافحة كالمواد الطاردة والمواد الجاذبة.

(3) الاتجاه إلى إنتاج مبيدات متخصصة بآفات معينة دون غيرها وقليلة السمية للإنسان والبيئة المحيطة فاكتشفت الهرمونات الحشرية، ومضادات الانسلاخ الخ ودخلت هذه المواد في حيز التطبيق العملي.

(4) السير بخُطًى سريعة لاستخدام المكافحة الحيوية، وإعادة الاتزان الحيوي واستخدام طرق المكافحة الذاتية.

(5) تبني برامج المكافحة المتكاملة التي تعتمد على استخدام الطرق الوقائية أساسا ثم العلاجية، واستخدام المبيدات الزراعية عند الضرورة بدون الضرر بالبيئة.

يبين الجدول رقم 1 التطور التاريخي لاستخدام المبيدات في مكافحة الآفات.

جدول (1): التطور التاريخي لاستخدام المبيدات في مكافحة الآفات

السنة	المركب الكيميائي ومكان ظهوره	السنة	المركب الكيميائي ومكان ظهوره

900	الزرنيخيت في الصين	1934	دايثيوكاربراميت (الثيرام)الفطرية
1609	الدخان في أوربا	1939	اكتشاف موللر خواص **DDT**
1787	الصابون في أوروبا	1940	الدرين–ديلدرين –اندرين امريكا
1800	البيرثرينات في القوقاز	1941	تخليق **2,4D** في امريكا ومركب **BHC** فرنسا وانكلترا
1845	المركبات الفسفورية غير العضوية في ألمانيا	1944	الباراثيون في المانيا (شرادار)
1848	مسحوق جذور الدريس في الهمالايا	1945	الكلوردين في المانيا وامريكا
1854	ثاني كبريتور الكربون فرنسا	1947	تطور الكاربامات في سويسرا
1874	تخليق ال **DDT** بواسطة زيدلر	1950	تطوير **EPN** امريكا
1877	غاز حمض الهيدروسيانيك	1952	الملاثيون
1880	الكلس والكبريت في أمريكا	1958	السيفين امريكا
1883	مزيج بوردو في فرنسا	1964	بنزيمادازول مبيدات فطرية
1886	المواد الراتنجية لمكافحة	1967	اول مادة هرمونية في امريكا
1892	زرنيخات الرصاص في أمريكا	1975 1980	البيرثرينات المخلقة
1918	الكلوروبيكرين في فرنسا	1991	النيكوتينات الصنعية الحديثة
1922	بروميد الميثيل في فرنسا	1996	ميفانوكسام مبيد فطري
1925	مركبات الداينيترو	2001	cyazofamid
1932	الثيوسيانات	2005	mandipropamid

ب–تصنيف طرق مكافحة الآفات :

وضع علماء وقاية النبات عدة تقسيمات لطرق مكافحة الآفات معتمدين في ذلك أسساً مختلفة هادفين إلى تسهيل دراستها وفهمها وتطبيقها وسنحاول –آخذين في الاعتبار هذه التقسيمات المختلفة– تقسيم هذه الطرق منطلقين من القواعد التالية:

1–إمكانية تدخل الإنسان في هذه الطرق.

2–توقيت إجراء المكافحة (قبل ظهور الإصابة أو بعده).

3–الأدوات والمواد المستخدمة في المكافحة.

فحسب القاعدة الأولى تقسم طرق المكافحة إلى مجموعتين:

آ–**طرق المكافحة الطبيعية.Natural Control Methods**

ب–**طرق المكافحة التطبيقية Applied Control Methods**

وتبحث طرق المكافحة الطبيعية في تأثير العوامل الطبيعية الحيوية، وغير الحيوية في زيادة أعداد الآفات وانتشارها، و تناقصه وانحساره في بيئة ما. يستنتج مما تقدم عدم وجود أي تأثير للإنسان في هذا النوع من طرق المكافحة، وعدم تمكنه من التدخل في ذلك، إذ يرتبط تأثيرها– إن صح التعبير– في مجتمع الآفة على مدى تغيرها من موسم إلى آخر ومن منطقة إلى أخرى. وأهم هذه العوامل هي : الحرارة، الرطوبة، الرياح، الضوء، الغذاء، نوع التربة، العوامل الطبوغرافية المختلفة كسلاسل الجبال والمحيطات والبحار والصحارى.....الخ.

تحدد هذه العوامل –أساساً– وجود أو عدم وجود الآفة في بقعة ما. أما العوامل الحيوية فتشمل المفترسات والمتطفلات والمسببات الممرضة المتواجدة في البيئة وتأثيرها في خفض أعداد الآفة (الاتزان الحيوي الطبيعي) دون تدخل الإنسان. أما طرق المكافحة التطبيقية فتشمل المحاولات العديدة التي يقوم بها الإنسان في كفاحه المستمر ضد الآفات المختلفة وهذه تقسم حسب القاعدة الثانية، وهي توقيت إجراء المكافحة إلى المجموعات الثلاث التالية:

آ–طرق المكافحة الوقائية .**Preventive Cont. Meths** .

وتنفذ هذه الطرق قبل ظهور الآفة وحصول الضرر.

ب–طرق المكافحة العلاجية **.Curative Cont. Meths**.

وتنفذ هذه الطرق بعد ظهور الآفة وحصول الضرر.

جـ –طرق المكافحة المتكاملة **.Integrated Cont. Meths**.

وتنفذ قبل وبعد ظهور الآفة.

وحسب القاعدة الثالثة وهي الأدوات والمواد المستخدمة في المكافحة تقسم الطرق الثلاث السابقة كما يلي :

(أ) طرق المكافحة الوقائية الزراعية .Cultural Cont. Meths **وتشمل:**

- اختيار التربة المناسبة.
- اختيار التقاوي المناسبة.
- اتباع طرق زراعية مناسبة.
- اتباع دورة زراعية مناسبة.
- اتباع مواعيد الزراعة المناسبة.
- الحراثة الجيدة.
- تنظيم التسميد.
- ترتيب الزراعة في البساتين.
- استعمال مصائد نباتية.
- النظافة العامة.
- تبوير الأرض.
- تطويف التربة.
- تباع طرق صحيحة في جمع المحصول وتخزينه.

(ب) طرق المكافحة الوقائية غير الزراعية .Non Cultural C.M.

وهذه تشمل :

- المكافحة بالوسائل التشريعية (الحجر الزراعي) **.legal Cont**
- المكافحة البيئية **.Ecological Cont**

- استخدام الحواجز.

(ج) طرق المكافحة العلاجية غير الكيميائية وتشمل:

- طرق المكافحة الميكانيكية والفيزيائية.
- طرق المكافحة الذاتية.
- طرق المكافحة الحيوية.
- استخدام الأصناف المقاومة.

(د) طرق المكافحة العلاجية الكيميائية وتشمل:

- المواد الطاردة والجاذبة.
- الهرمونات الحشرية ومضادات الانسلاخ.
- مانعات التغذية ، ووضع البيض.
- المعقمات الكيميائية.
- الفرمونات.
- مبيدات الآفات.
- زيوت الرش.

(هـ) المكافحة المتكاملة:

وتشمل استخدام طرق المكافحة الوقائية والعلاجية المناسبة لإنتاج الحد الأمثل للتأثير في الآفة وبدون ضرر للبيئة والإنسان.

(و) المكافحة باستخدام النباتات المعدلة وراثياً: وهي من الطرق الحديثة في مجال مكافحة الآفات وسيتم شرحها بالتفصيل بالفصل السابع.

الفصل الثاني

طرق المكافحة الوقائية الزراعية

يبحث هذا الفصل شرح الأسس العامة لطرق المكافحة الهادفة إلى اتقاء الضرر والوقاية منه قبل حدوثه وبمعنى آخر حماية العائل من الآفة ومنعها من الوصول إليه باتخاذ إجراءات وقائية مسبقة لتغيير الظروف المحيطة وجعلها مناسبة لنمو المحصول وغير مناسبة لتكاثر الآفة ونموها. لذلك تطلق بعض المراجع على مجموع هذه الإجراءات " بطرق المكافحة غير المباشرة " و طرق المكافحة الزراعية "تجاوزاً ".

تقسم طرق المكافحة الوقائية حسب القاعدة الثالثة في تقسيم طرق المكافحة إلى قسمين رئيسيين هما :

1–طرق المكافحة الوقائية الزراعية :

Preventive and Cultural Control Methods

2–طرق المكافحة الوقائية غير الزراعية

Non Preventive and Cultural Control Methods

وتشمل :

المكافحة التشريعية أو الحجر الزراعي.

المكافحة البيئية

استخدام الحواجز.

أولاً – طرق المكافحة الوقائية الزراعية:

Preventive and Cultural Control Methods

تنفذ العمليات الزراعية المختلفة لخدمة النبات والمحصول على كميات وفيرة ونوعيات جيدة من الإنتاج، وقد لاحظ المزارعون منذ زمن بعيد أن بعض هذه الخدمات تخفف– إن لم تمنع– الإصابة بالآفات ويعتمد ذلك على طريقة الخدمة المتبعة ووقت تنفيذها ونوع المحصول والآفة.

تتصدر طرق المكافحة الزراعية كافة طرق المكافحة لسهولة تنفيذها بالنسبة للمزارع وقلة تكاليفها، وارتفاع مردودها إذا أحسن تطبيقها في كثير من الحالات مع انعدام الأضرار البيئية الناتجة عنها.

وتجدر الإشارة في هذا المجال إلى إمكانية إدراج الخدمات الزراعية تحت المكافحات الوقائية لأن تنفيذها يحمي المحصول اللاحق في الموسم القادم من الإصابة (كما سنرى في الفقرات التالية). كما يمكن إدراج الكثير منها تحت المكافحات العلاجية لأنها تنفذ في وجود الآفة وتعمل على قتلها ولا يمكن الحسم في الموضوع نهائياً ويبقى الهدف من دراستها هو فهم الطرق والإجراءات الزراعية التي تسهم في خفض الإصابة والأضرار الناتجة عنها إلى أدنى حد ممكن.

أهم طرق المكافحة الوقائية الزراعية:

1-اختيار التربة المناسبة :

إن اختيار تربة مناسبة لزراعة محصول ما تمليها حاجات المحصول الغذائية بحيث تتوفر البيئة المناسبة لنمو المحصول وغير المناسبة لتكاثر ونمو الآفة، فتفضل :

1-زراعة البطاطا في تربة حامضية تقيها من الإصابة بمرض الجرب المسحوقي.

2-كما أن التربة المتعادلة أو القلوية تمنع الإصابة بمرض تدرن الجذور في نباتات العائلة الصليبية.

2-اختيار التقاوي السليمة الخالية من الإصابة :

إن زراعة البذور أو الشتل أو الغراس أو العقل أو الدرنات أو الأبصال .....الخ السليمة الخالية من الإصابات تعتبر الخطوة الأولى في المكافحة الأولى في المكافحات الوقائية، وتنتج نباتات قوية خالية من الآفات التي تنتقل من موسم إلى آخر أو من حقل إلى آخر، أو من الحقل إلى المخزن، وإلى الحقل ثانية. مثال : توجد بذور نبات الحامول المتطفل مع بذور البرسيم، تنتقل فطريات التفحم مع بذور القمح والشعير، تنقل تقاوي البطاطا بعض الممرضات الفيروسية والبكترية من عام إلى العام التالي.

3-اتباع طرق زراعية مناسبة :

بحيث تتهيأ الظروف الملائمة لنمو المحصول وغير الملائمة لنمو الآفات، فإن :

1-إحاطة وتغطية بذور القطن بالرمل يحفظها من الإصابة بمرض الخناق ***Rhizoctonia solani*** فتسهل التربة الخفيفة نمو البادرة ولا تحفظ برطوبة مناسبة لنمو الفطر.

2-كما أن زراعة درنات البطاطا على عمق مناسب مع التغطية الكاملة لها تعمل على حمايتها من الإصابة بفراشة درنات البطاطا التي تضع بيضها على الأجزاء المكشوفة من الدرنة.

3-كذلك فإن الزراعة السطحية للقمح تقي القمح من الإصابة بالديدان السلكية التي تلجأ إلى العمق في الطبقات الأكثر رطوبة.

4-مواعيد الزراعة المناسبة :

يساعد اختيار الموعد المناسب للزراعة على تهيئة الظروف المناخية المناسبة لنمو المحصول، وغير المناسبة لنمو الآفة.

1-فالتبكير في زراعة القمح يكون غير ملائم (بسبب الحرارة المرتفعة نسبياً) لإنبات الأبواغ التيليتية لفطريات التفحم المغطى.

2-غير أن التبكير في زراعة القطن (حرارة منخفضة نسبياً) يعد ملائماً للإصابة بمرض الخناق. ومن ناحية أخرى فإن التبكير في زراعة القطن ينتج نباتات قوية قادرة على تحمل الإصابة بالتربس، وإن النضج المبكر للمحصول يخفف كثيراً الإصابة بديدان اللوز في نهاية الموسم.

3-كما أن التأخير في زراعة الذرة يعرضها للإصابة الشديدة بالثاقبات.

وتجدر الإشارة إلى أن الآفة الأهم في منطقة الزراعة المعينة هي التي تؤخذ بالاعتبار عند تحديد الموعد المناسب للزراعة "تبكيراً أو تأخيراً ".

5- اتباع دورة زراعية مناسبة :

تعتبر الدورة الزراعية من ضرورات العمل الزراعي للمحافظة على خصوبة التربة، كما أنها عامل هام في خفض الإصابة بالآفات المختلفة وتكون حاسمة في :

1-مكافحة الآفات وحيدة العائل (التفحم اللوائي في القمح) التي لا تستطيع التطفل على نباتات أو عوائل أخرى عند غياب المحصول خاصة الآفات المتميزة بنموها البطيء وعجزها عن الهجرة والانتشار.

2-لذلك تنظم الدورة الزراعية بحيث تتعاقب فيها المحاصيل النجيلية بعد البقوليات كما يلجأ إلى زراعات محاصيل منيعة أو مقاومة للإصابة بالتبادل مع المحاصيل الحساسة، وقد توقف زراعة محصول معين في منطقة ما لعدة سنوات.

3-كما يحدث في إيرلندا حيث تزرع البطاطا مرة واحدة كل ثلاث سنوات في الأرض نفسها لمكافحة الديدان الخيطية "النيمانودا ".

وتجدر الإشارة إلى انخفاض فعالية هذه الطريقة عند انتقال المسبب المرضي وسهولة انتشاره بواسطة الرياح، كما تحتفظ بذور الهالوك والأجسام الحجرية للعفن الأبيض في البصل ***Sclerotium cepivorum*** بحيويتها في التربة لمدد طويلة.

6-الحراثة الجيدة :

تؤثر هذه العملية على أطوار الآفات الساكنة في التربة بطريقة مباشرة حيث يتم قتلها ميكانيكياً أو بشكل غير مباشر حيث يتم تعريضها للأعداء الحيوية من :

1-المفترسات والمتطفلات أو للعوامل الجوية القاسية كالحرارة والبرودة والرياح وأشعة الشمس المباشرة.....الخ.

2-وليس بخاف على أحد أن عملية الحراثة تعتبر حلاً مقبولاً وحاسماً في كثير من مكافحات الأعشاب الضارة والمنافسة للمحصول، أو بصورة غير مباشرة عندما تشكل العوائل الثانوية البديلة للكثير من الآفات الحشرية والفطرية عند غياب المحصول الأساسي.

7-تنظيم التسميد :

يساعد التسميد الجيد في تقوية النبات وجعله أكثر تحملاً للإصابة بالآفات مثل :

1-النباتات الضعيفة فلا تهاجم حفارات الساق وبخاصة سوس القلف ***F. scolytidae*** سوى الأشجار الضعيفة والعطشى.

2-كما أن التسميد العضوي في الأراضي الرملية يقي المحاصيل من الديدان السلكية. غير أن المغالاة في التسميد ونوعية السماد المستخدم قد يؤدي إلى عكس ما نريد، فقد وجد أن زيادة الأسمدة الآزوتية للقطن تشجع النمو الخضري وتكسب الأوراق القوام الغض الذي تفضله الحشرات مثل ديدان الورق والنطاطات، ويسبب أيضاً تأخير النضج وتعريض النباتات للإصابة الشديدة بديدان اللوز في نهاية الموسم. ويشار إلى التسميد بالسوبر فوسفات الذي يؤدي إلى زيادة حموضة العصارة النباتية وبالتالي طرد أو إبعاد الكثير من الآفات.

3-ويلزم الحذر عند استعمال السماد البلدي الذي قد يحوي الكثير من بذور الأعشاب والأطوار الساكنة للحشرات والفطريات لذلك يجب التأكيد من اكتمال تخمر السماد البلدي قبل استعماله.

8-ترتيب الزراعة في البساتين :

يقصد بذلك عدم زراعة أشجار متتابعة النضج، ومعرضة للإصابة بآفة واحدة في بستان واحد، فزراعة اللوزيات والتفاحيات والجوافة والحمضيات في بستان واحد يهيئ العوائل " ثمار هذه الأشجار " للإصابة المتتابعة بذبابة فاكهة البحر المتوسط ***Ceratitis capitata*** طوال العام فتتفاقم الإصابة عاماً بعد عام.

9-استعمال مصايد نباتية لحماية المحصول الأساسي :

تستسيغ بعض الآفات محاصيل دون محاصيل أخرى، فتعتبر نباتات الذرة العائل المفضل لثاقبات الساق فزراعة نباتات الذرة بترتيب معين في حقول القصب ينجم عنه تجميع الإصابة بالثاقبات على نباتات الذرة التي يتم جمعها واتلافها قبل انتقالها إلى المحصول الأساسي.

10-زراعة أصناف مقاومة للإصابة بالآفات :

تكون– في بعض الحالات– زراعة الأصناف المقاومة ضرورة حتمية للوقاية من الإصابة بآفة معينة، فقد أتلفت حشرة فيللوكسرا العنب مزارع واسعة في فرنسا وكادت تنهي هذا المحصول الرئيسي في تلك البلاد لولا استخدام أصول العنب الأمريكي المقاوم والمتحمل للإصابة بهذه الحشرة. وقد اتسع استخدام هذه الطريقة للوقاية من الإصابة بالأمراض النباتية ولكنها لا تزال محدودة الاستخدام بالنسبة للآفات الحشرية.

11–النظافة العامة والتخلص من مصادر العدوى :

تتميز الكثير من الآفات الحشرية والمرضية والعشبية بامتداد فعاليتها بعد حصول المحصول بحيث تتكاثر طوال العام وتنتقل إلى المحصول اللاحق لذلك فإن التخلص من بقايا المحاصيل المصابة وجمع الثمار المتساقطة وحرقها يعتبر أمراً ضرورياً للتخلص من الأطوار الساكنة أو المتحركة. وعلى سبيل المثال لا الحصر ، فإن حرق مخلفات الذرة والقصب قبل الربيع ضرورة ملحة للقضاء على الأطوار الساكنة لديدان الذرة والقصب ولنفس الغرض يجب حرق مخلفات القطن والباميا قبل الربيع للقضاء على الأطوار الساكنة لديدان اللوز.

12–تبوير الأرض :

استخدمت هذه الطريقة في المكافحات الوقائية للديدان الخيطية (النيماتودا) وهي تعتمد على تجويع الديدان وتعريضها للشمس والحرارة والهواء وذلك بترك الأرض بوراً بدون زراعة لفترات تصل إلى عدة سنوات أحياناً وتزداد فعالية هذه الطريقة في المناطق المرتفعة الحرارة القليلة الأمطار إلا أنها مكلفة جداً وغير عملية في وقتنا الحاضر.

13–تطويف أو تغريق التربة :

وُيلجأ إلى هذه الطريقة في المساحات الصغيرة وتوفر المياه المطلوبة لمكافحة الديدان الخيطية بحيث يطوف الماء لمدة تصل إلى 12–20 شهراً فيوقف ذلك نمو المحاصيل المعيلة للديدان فتموت جوعاً ، أو لنقص الأوكسجين اللازم لتنفسها أو لظهور بعض المواد السامة مثل حمض البروبيونيك أو البيوتريك أو كبريت الهيدروجين. إلا أنه يعاب على هذه الطريقة أمور عدة منها: صعوبة توفر الماء اللازم في أغلب الحالات – تغيير التركيب الميكانيكي والكيميائي للتربة وبالتالي درجة خصوبتها وقد ينتج عنها ظهور آفات جديدة أخطر من الآفة المستهدفة.

14–اتباع طرق صحيحة في جمع المحصول وتخزينه :

وأهم هذه الطرق:

أ– جمع المحصول في الموعد المناسب من حيث النضج ودرجة الرطوبة.

ب– عدم إحداث جرح أو خدش في الثمار أو البذور.

ت– تجفيف المحصول إلى درجة رطوبة مناسبة قبل تخزينه.

ث– التخزين تحت ظروف مناسبة من الرطوبة والحرارة.

ج– غسل الأجزاء النباتية وتنظيفها وإزالة الأتربة عنها.

ثانياً–طرق المكافحة الوقائية غير الزراعية:

وتشمل :

1– الحجر الزراعي Plant Quarantine

تعني كلمة **Quarantine** باللغة الايطالية 40، وقد استخدمت هذه الكلمة في العصور الوسطى للدلالة على المدة التي يقضيها المسافرون القادمون من بلاد أخرى على حدود البلد المضيف وقدرها 40 يوماً ، وذلك للتأكد من سلامتهم أو حجرهم حتى يتم شفاؤهم الكامل، أو منعهم من دخول البلد المضيف . خاصة القادمون من بلاد موبوءة بالأمراض مثل الطاعون والكوليرا وغيرها. وبالتالي استخدمت هذه الكلمة للدلالة على مجموعة الأنظمة، والقوانين، والإجراءات التنفيذية التي تتبع لفحص الإرساليات الزراعية بكلّ

أشكالها وأنواعها وأهداف استيرادها وإدخال السليم الخالي من الآفات المصابة ومنع المصاب أو المريضة من الدخول إلى البلاد حفاظاً على الزراعات المختلفة في البلد المستورد.

تعريف الحجر الصحي الزراعي :

هو مجموعة القوانين والتشريعات المفروضة على حركة السلع الزراعية بهدف منع أو تأخير دخول الآفات النباتية إلى مناطق خالية منها واستقرارها فيها.

أو هو جميع الأنشطة الرامية إلى منع دخول/أو انتشار أفات خاضعة للحجر الزراعي، أو إلى خضوعها للمكافحة الرسمية(منظمة الأغذية والزراعة 1990، وتعديله 1995).

أهداف الحجر الصحي الزراعي في سوريا Plant Quarantine

* منع دخول نوع غريب من الآفات واستقراره .
* استئصال أو مكافحة أو تأخير انتشار الآفة .
* تحقيق الانسيابية لحركة السلع الزراعية في التجارة الدولية.

أهمية الحجر الصحي الزراعي

هو نظام دفاع ثلاثي :

1-الغربلة.

2-برامج حصر وكشف منظمة وموجهة وأدوات متخصصة للاصطياد والمسح والجمع ووسائل انتقال وتسهيلات مخبرية واختصاصيون .

3- برامج استئصال الآفة التي تمكنت من الاستيطان، أو احتوائها ، أو مكافحتها.

لقد كان للتقدم الهائل في وسائط النقل، والمواصلات البرية والبحرية والجوية وضخامة التبادل التجاري والزراعي بين الدول الدور الأكبر في انتقال الآفات من موطنها الأصلي إلى مواطن جديدة وعل سبيل المثال نذكر مايلي:

انتقلت **حشرة سوسة القمح *Sitophillus granarium*** مع الحبوب من موطنها الأصلي الهند إلى أغلب دول العالم رغم أنها غير قادرة على الطيران.

دخلت **حشرة فيللوكسرا العنب *Phylloxera vitifolia*** إلى فرنسا من الولايات المتحدة الأمريكية عام 1960. وقد تسببت في كوارث حقيقية لمزارعي العنب في فرنسا وقدرت بأكثر من عشرة مليارات فرنك فرنسي.

انتقلت **خنفساء الكولورادو *Liptinotarsa Decemlineata*** من الولايات المتحدة الأمريكية إلى فرنسا وباقي دول أوربا خلال الحرب العالمية الأولى وهيتسبّ ب خسائر كبيرة حتى الآن.

وانتقل **مرض البياض الدقيقي *Uncinula necator*** من أمريكا إلى أوربا عام 1845.

وانتقل **مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا *Phytophthora infestans*** من أمريكا إلى أوربا عام 1830 .

مراكز الحجر الصحي الزراعي في سوريا:

يوجد في سوريا **27** مركز حجر زراعي حدودي وداخلي:

قوانين الحجر الزراعي في سوريا:

- صدر أول قانون للحجر الزراعي في سوريا عام 1952 –**IPPC** .
- تم تعديله بالقانون رقم 237 لعام 1960.
- القرار 21/ت لعام 1991 .
- القانون 26 لعام 2007 الذي جعل الحجر الصحي النباتي في سورية متوافقاً مع المتطلبات الدولية المحددة في اتفاقية **IPPC** و **SPS**.

الجداول الملحقة بالقرار التنفيذي للقانون 26:

1- الآفات غير الموجودة في سوريا والممنوع دخولها بأي نسبة.

2- الآفات الموجودة في سوريا والممنوع دخولها بأي نسبة نظراً لوجودها في بقع محددة في القطر واتخذ إجراءات لاحتوائها و مكافحتها.

3- الآفات الموجودة في سوريا ويسمح بدخولها على الإرساليات الزراعية

المخابر المعتمدة في سوريا

1- مخبر صحة البذور في حلب.

2- مخبر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

3- مخبر النيماتودا في حماه.

4- مخبر الأراضي.

5- مخابر التموين.

مهام الحجر الصحي الزراعي في سوريا

1- فحص المستوردات.

أ- الوثائق.

ب- الكشف الظاهري 1-10 % معدة للاستهلاك.

ت- الكشف الظاهري + عينات – معدة للزراعة.

ث- صحبة مسافر.

2- **فحص الصادرات.**

3- العابر:

فحص العابر إذا كان غير محكم الإغلاق وعدم فتح الحاويات العابرة إذا كانت محكمة الإغلاق والتدقيق بالشهادات والوثائق المرفقة مع الشحنة.

الاتفاقية الدولية لوقاية النبات:

(IPP) International Plant Protection Convention

الأهداف:

- ضمان العمل المشترك والفعال لمنع انتشار ودخول الآفات التي تصيب النباتات والمنتجات الزراعية.
- تتمتع الدول الأعضاء وعددها /118/ عضواً بسلطة سيادية في استخدام تدابير الصحة النباتية لتنظيم دخول النباتات.
- أصبحت سوريا عضواً في **IPPC – 5/11/2003**.

1 – مبادئ الحجر الصحي الزراعي وفقاً للاتفاقية الدولية لوقاية النبات IPPC :

1- السيادة .
2- الضرورة .
3- أدنى قدر من التأثير .
4- التعديل .
5- الشفافية .
6- التوافق.
7- التساوي .
8- تسوية المنازعات .
9- التعاون .
10- السلطة الفنية .
11- تحليل المخاطر.
12- مواجهة المخاطر.
13- المناطق الخالية من الآفات .
14- إجراءات الطوارئ .
15- الأخطار بعدم الامتثال.
16- عدم التمييز .

2- خطوط توجيهية لتحليل مخاطر الآفات :

يحدد إذا كانت الآفة حجرية أم لا وبيان إمكانية معالجتها أم لا

3- المكافحة الحيوية :

- إدخال الأعداء الحيوية في نظام كل دولة .
- مسؤولية الدولة والمصدرين والمستوردين .
- سلامة المستوردات من عوامل المكافحة البيولوجية

4- متطلبات المناطق الخالية من الآفات :

هي مناطق لا توجد بها آفة معينة كما يستدل من الشواهد العلمية ويجري فيها الحفاظ عند الاقتضاء على هذا الوضع بصورة رسمية ، ولها ثلاثة أنواع :

1- بلد بأكمله .

2- جزء غير مصاب من بلد توجد فيه منطقة محدودة مصابة .

3- جزء غير مصاب من بلد يقع داخل منطقة مصابة بشكل عام.

5- قائمة مصطلحات الصحة النباتية :

الغرض منها مساعدة المنظمات الوطنية لوقاية النباتات على تبادل المعلومات وإضفاء التناسق على المفردات المتعلقة بقوانين الحجر الزراعي وهي من المعايير الدولية المستخدمة في الاتفاقية الدولية لوقاية النبات .

6- دليل عن مراقبة الآفات :

تجميع البيانات عن وجود أو عدم وجود الآفة من خلال عمليات المسح والمراقبة التي تتضمن :

أ- إنشاء المناطق الخالية من الآفات .

ب- تحليل مخاطر الآفات .

ت- إعداد قوائم الآفات .

ث- جمع المعلومات عن آفة معينة .

7- نظام إصدار شهادات الصحة النباتية :

تمنح من قبل سلطات وقاية النبات المحلية وتكون وفق النموذج الدولي المعتمد في الاتفاقية الدولية لوقاية النبات وذلك بعد التأكد من سلامة الإرسالية الواردة.

8- تحديد وضع الآفة في منطقة ما :

- الوجود .
- الغياب .
- عدم الاستقرار .

9- برامج استئصال الآفات :

- تدابير المراقبة .
- الاحتواء .
- المكافحة .

10- متطلبات إنشاء مواقع خالية من الآفات :

يجب أن يكون :

- غياب الآفة موثق علميا .
- الحفاظ على هذا الوضع رسميا لفترة محددة .

11- تحليل مخاطر الآفات الحجرية :

تحديد الأهمية الاقتصادية المحتملة وإمكانية اتخاذ تدابير مكافحة رسمية في المنطقة المهددة بسبب وجود هذه الآفة.

12- خطوط توجيهية لإصدار شهادات إعادة التصدير :

- لها صيغة موحدة وشكل موحد وفق الاتفاقية الدولية لوقاية النبات .
- تصدر عن سلطات وقاية النبات في بلد إعادة التصدير .

13- الإبلاغ عن حالات عدم الامتثال :

- الإبلاغ عن أي حالة طارئة .
- الإجراءات المتخذة .

14- مواد التعبئة الخشبية :

يتم فحص هذه المواد والتأكد من سلامتها وإجراء عملية التعقيم عليها وفق المعيار الدولي رقم 15 .

الاتفاقية الدولية لوقاية النبات IPPC:

الأساليب الحديثة للسفر والتجارة والاتصالات قد غيرت العالم فأتاحت زيادة هائلة في الحركة العالمية للسكان والسلع، ووسائل النقل خلال القرن الماضي . وأن الحدود الطبيعية والوطنية التي كانت في الماضي حواجز منيعة أمام انتشار ودخول الكائنات الحية، تتعرض الآن للضغط الناجم عن حجم النقل الدولي، ونتيجة لذلك استحدث المجتمع العالمي آلية تعاون لحماية الإنسان والحيوان والنبات من الآفات والأوبئة التي قد تسبب الخسائر إذا انتشرت، أو دخلت بفعل الأنشطة البشرية .

الآليات دولية حكومية رئيسية :

هناك ثلاث آليات دولية وحكومية، ورئيسة تحدد معايير صحة الإنسان والحيوان والنبات (الأخوات الثلاث) خاصة من الآثار غير المرغوب فيها ، فهناك :

IPPC: الاتفاقية الدولية لوقاية النبات : التي توفر المعايير الدولية للصحة النباتية

CODEX: الدستور الغذائي الذي يحدد المعايير الصحية والفنية لسلامة الغذاء وحدود الآثار المتبقية للمبيدات ، ومعايير الملوثات والمواد المضافة إلى الغذاء .

OIE: المكتب الدولي للأوبئة الحيوانية .

السمات الرئيسة للأخوات الثلاث :

أ- وقاية البيئة و صحة الإنسان مع تسهيل التبادل التجاري الدولي .

ب- تحقيق الشفافية و التنسيق في مجال التبادل التجاري الدولي .

ت- إزالة الحواجز المصطنعة وغيرها من أسباب المنازعات التجارية بين البلدان

ث- وضعت على أساس أفضل المعارف العلمية في ذلك الوقت .

ج- تقوم المنظمات الدولية بتيسير المناقشات الدولية بشأن الجوانب المتعلقة بالصحة النباتية و الحيوانية وسلامة الأغذية

ما هي الاتفاقية الدولية لوقاية النبات :

هي معاهدة دولية تتعلق بالصحة النباتية .

- بلغ عدد أطرافها المتعاقدة 117 حكومة في عام 2001 .
- أودعت الاتفاقية لدى المدير العام لمنظمة الأغذية، والزراعة للأمم المتحدة منذ أن اعتمدها مؤتمر المنظمة في دورته السادسة المنعقدة في عام 1951 .

أهداف الاتفاقية:

1-ضمان العمل المشترك و الفعال لمنع دخول وانتشار الآفات التي تصيب النباتات و المنتجات النباتية وترويج التدابير الملائمة لمكافحتها .

2- توفر الاتفاقية إطارا و منتدى للتعاون الدولي والتنسيق والتبادل الفني بين الأطراف المتعاقدة الملتزمة بهذه الأهداف، وينطوي تنفيذها على التعاون بين المنظمات القطرية لوقاية النبات **NPPOs** ، وهي الجهات الرسمية التي تنشئها الحكومات لتطبيق المهام التي حددتها الاتفاقية.

تاريخ الاتفاقية

- 1951 – مؤتمر المنظمة يعتمد في دورته السادسة، الاتفاقية الدولية لوقاية النبات .
- 1952 – سريان الاتفاقية .
- 1976 – إدخال أول تعديلات على الاتفاقية .
- 1979 – اعتماد نص معدل للاتفاقية المعدلة
- 1991 – سريان تعديلات سنة 1979 .
- 1992 – إنشاء أمانة الاتفاقية والبدء في برنامج تحديد المعايير .
- 1993 – اعتماد مؤتمر المنظمة لأول معيار دولي لتدابير الصحة النباتية .

- 1995 – تطبيق اتفاقية الصحة والصحة النباتية في إطار منظمة التجارة العالمية .
- 1996 – مشاورات الخبراء بشأن الاتفاقية تضع المشروع الأول لنص معدل جديد للاتفاقية .
- 1997 – اعتماد النص المعدل الجديد مع تطبيق تدابير مؤقتة .
- 1998 – الاجتماع الأول للهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية .
- 2001 – إنشاء لجنة المعايير .
- 2001 – إنشاء إجراءات تسوية المنازعات الخاصة بالاتفاقية .

المبادئ الرئيسية للاتفاقية:

- تتضمن الاتفاقية إضافة إلى وقاية النباتات المزروعة ، إلى وقاية النباتات البرية والمنتجات النباتية من الآفات المباشرة وغير المباشرة على حد سواء (الأعشاب الضارة) .
- تشمل أحكام الاتفاقية وسائل النقل، الحاويات ، أماكن التخزين، التربة ، وغيرها من المواد التي يمكن أن تأوي الآفات النباتية .
- لدى الموافقة على الحقوق والالتزامات المترتبة على الاتفاقية تقبل الأطراف المتعاقدة مبادئ معينة لتدابير الصحة النباتية .

تعاون الأطراف المتعاقدة:

1. توافق الأطراف المتعاقدة على نشر تدابير الصحة النباتية .
2. توفر الأطراف المتعاقدة معلومات بشأن تحليل مخاطر الآفات عند الطلب .
3. توافق الأطراف المتعاقدة على تبادل المعلومات بشأن آفات النباتات ، وخاصة الإبلاغ عن تفشي أو انتشار الآفات .
4. تتعهد الأطراف المتعاقدة بالتعاون في إنشاء منظمات إقليمية لوقاية النباتات ، والتي تتعاون بدورها مع أمانة الاتفاقية والهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية .

التعديلات الأخيرة:

تم التعديل الأخير للاتفاقية في عام 1997 الذي يحقق مايلي :

- توفير آلية لوضع واعتماد معايير دولية لتدابير الصحة النباتية .
- يحقق التعديل الانسجام بين الاتفاقية وبين اتفاقية الصحة والصحة النباتية لمنظمة التجارة العالمية .

يهدف النص المعدل الجديد لعام 1997 إلى :

1. التشديد على التعاون وتبادل المعلومات
2. تنسيق تدابير الصحة النباتية قدر الإمكان في كل أرجاء العالم على أساس المعايير الدولية .
3. يعرض إطار هيئة لتدابير الصحة النباتية تقوم بوضع معايير دولية للصحة النباتية وتروج لاستخدامها .
4. يضفي الصفة الرسمية على أمانة الاتفاقية وعلى إجراءات وضع المعايير .
5. يضع التعديل مسؤولية إضافية على الأطراف المتعاقدة تتمثل في موافقتها على ترويج تقديم المساعدة الفنية إلى الأطراف المتعاقدة الأخرى خاصة من الدول النامية .
6. يدخل النص الجديد أساليب حديثة لوقاية النباتات مثل تحليل المخاطر لدعم تدابير الصحة النباتية وتعيين مناطق خالية من الآفات.

التجارة الدولية:

قامت الاتفاقية منذ استهلالها بدور هام في التجارة الدولية للنباتات والمنتجات النباتية. وتعمل الأطراف المتعاقدة جاهدة على ضمان ألا تكون صادراتها وسيلة لإدخال آفات جديدة إلى أراضى شركائها التجاريين، وأن يكون للتدابير التى تضعها لوقاية النباتات ما يبررها من الناحية الفنية. كما تمكن الاتفاقية الأطراف المتعاقدة من الاطمئنان عن طريق شهادات الصحة النباتية، إلى أن وارداتها ليست وسيلة لدخول آفات جديدة على أراضيها.

والاتفاقية هي اتفاق دولي ملزم قانونا ، لكن المعايير التي وضعتها الاتفاقية واعتمدتها ليست ملزمة قانونا بموجب الاتفاقية .إلا أن أعضاء منظمة التجارة العالمية مطالبون بأن يتخذوا تدابير الصحة النباتية على أساس المعايير الدولية التي وضعت في إطار الاتفاقية.

- يفترض في تدابير الصحة النباتية المطابقة للمعايير الدولية للصحة النباتية أن تكون متسقة مع الأحكام ذات الصلة من الاتفاق بشان تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية
- تتضمن الاتفاقية أحكاما لتسوية المنازعات في حالات الاعتراض على تدابير الصحة النباتية كحواجز لا مبرر لها أمام التجارة .

الحقوق والالتزامات:

- تقبل الأطراف المتعاقدة في الاتفاقية الحقوق والالتزامات على السواء .ويبين النص المعدل لسنة 1997 الحقوق والالتزامات بصورة أكثر وضوحا من النصوص السابقة للاتفاقية.
- وتسلم الاتفاقية بأن البلدان تتمتع بسلطة سيادية في استخدام تدابير الصحة النباتية لتنظيم دخول النباتات و المنتجات النباتية والمواد الأخرى التي يمكن أن تأوي أفات.

المنظمات الرئيسة التي تدير الاتفاقية:

- الهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية.
- منظمة الأغذية والزراعة .
- المنظمات القطرية لوقاية النبات.
- المنظمات الإقليمية لوقاية النبات.

مهام الهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية:

تنعقد الهيئة سنويا وتقوم بما يلي :

1. استعراض الاحتياجات العالمية لوقاية النبات.

2. وضع واعتماد معايير دولية لتدابير الصحة النباتية.
3. وضع إجراءات لتسوية المنازعات.
4. تقديم المساعدة الفنية للأطراف المتعاقدة في مجال الصحة النباتية.
5. التعاون مع المنظمات الإقليمية لوقاية النباتات بشأن المسائل المتعلقة بالاتفاقية.

أمانة الاتفاقية:

أنشئت عام 1992 وتقوم بما يلي :

- تنفيذ سياسات وأنشطة الهيئة المؤقتة.
- نشر المعلومات المتعلقة بالاتفاقية .
- تيسير تبادل المعلومات بين الأطراف المتعاقدة في الاتفاقية.
- وضع المعايير الدولية لتدابير الصحة النباتية بالتعاون مع المنظمات القطرية لوقاية النبات.

المنظمات القطرية لوقاية النبات:

هي الأجهزة الحكومية الخاصة بوقاية النبات وتقوم بالمهام التالية :

- إصدار شهادات الصحة النباتية.
- مراقبة تفشي الآفات ومكافحتها .
- فحص شحنات النباتات والمنتجات النباتية وتعقيمها عند الضرورة.
- ضمان سلامة الشحنات اعتباراً من إصدار الشهادات وحتى التصدير.
- إنشاء المناطق الخالية من الآفات ووقايتها.
- تحليل مخاطر الآفات .

2- طرق المكافحة البيئية Ecological Control Methods

وتشمل كلّ التعديلات والتحورات التي يمكن تنفيذها في البيئة لتصبح غير ملائمة لنمو وتكاثر الآفة، ولا تعتبر هذه الإجراءات من الأعمال الزراعية الدورية كالحراثة، والتعشيب، والتسميد.....الخ كما أن تأثيرها على الآفة يكون غير مباشر .

وقد تتداخل هذه الطريقة مع غيرها من الطرق جزئياً أو كليا، فتشجع نمو وتكاثر واستمرار وجود الأعداء الحيوية كالمتطفلات والمفترسات والممرضات الموجودة أصلاً في بيئة الآفة، أو المستوردة خصيصاً لهذا الغرض ،يعتبر تحويراً وتدخلاً في بيئة الآفة وهو العمود الفقري في المكافحة الحيوية وبرامج المكافحة المتكاملة. ونورد فيما يلي بعض التعديلات الممكن تنفيذها في بيئة الآفة والتي تحقق مكافحة جزئية أو كلية في بعض الحالات:

1- 2 توفير النباتات الزهرية بصفتها مصدراً للرحيق والطلع ومأوى للعوامل البديلة:

تكمن أهمية وجود النباتات الزهرية النامية إلى جوار المحاصيل في كونها مصدراً غذائياً إضافياً للأعداء الحيوية،ومصدراً أساسياً للرحيق والطلع اللازم لكثير من الأطوار البالغة لبعض المفترسات في غياب فرائسها، أو قد تساعد في استمرار وجود تجمعات المنّ الضروريّة لإنتاج الندوة العسلية اللازمة كغذاء بديل لهذه المفترسات.

أ- لقد وجد أن الرحيق والندوة العسلية ضروريان للمحافظة على وجود الطفيل ***Tiphia popilliavora*** المستخدم في مكافحة الخنفساء اليابانية في الولايات المتحدة الأمريكية، غير أنه من المسلم به، أن هذه النباتات الزهرية قد تشكل بؤرة للإصابة بالآفات والأمراض الأخرى. وقد ذكر كثيرون الحاجة إلى النباتات الرحيقية في المكافحة الحيوية لآفات قصب السكر لتكون مصدراً غذائياً للأطوار البالغة للطفيليات.

ب-وجد أيضاً ، أن الطلع مادة ضرورية وأساسية لنمو البيض في الأنواع المفترسة من ذباب السرفيد **Syrphids** ، لذلك تحتاج هذه المفترسات إلى تواجد الأنواع المختلفة من النباتات الزهرية لتوفير الطلع اللازم لنموها وتكاثر أعدادها في البيئة

المستهدفة وإلا فإنها تبتعد عن المناطق الفقيرة بهذه النباتات خاصة، وأنها تتمتع بقدرة عالية على الطيران لمسافات بعيدة.

وتزرع النباتات الزهرية المشار إليها سابقاً على أطراف الحقول، وقنوات الري والطرق الزراعية ويعتبر ذلك أمراً سهلاً نسبياً في بساتين الأشجار، إلا أن الأمر يتعقد كثيراً عند تنفيذ ذلك في حقول المحاصيل الواسعة ، ويذكر أن المزارعين الروس نجحوا في زراعة القرع مع الذرة لتشجيع تكاثر ونمو المتطفلات على حفارات ساق الذرة.

2-2 تأمين العوائل البديلة للآفة :

ويقصد هنا بالعائل البديل للآفة هو الكائن الحي الآخر الذي يتطفل عليه طفيل الآفة وهي الفريسة البديلة لمفترس الآفة عند غياب الآفة لسبب ما.

إن وجود العوائل البديلة للآفة أو توفير استمرار وجودها أمر ضروري ولازم لاستمرار وجود الأعداء الحيوية للآفة بشرط أن تكون الآفة المستهدفة هي العائل المفضل لهذه الأعداء الحيوية، فعند ظهور الإصابة بالآفة تنتقل هذه المفترسات والمتطفلات، إلى الآفة فوراً باعتبارها الغذاء المفضل لها ويبرز هنا دور التزامن بين ظهور الآفة والطور المتطفل أو المفترس له.

وتجدر الإشارة إلى ضرورة استخدام بعض العوائل البديلة للآفة وقليلة الضرر بالمحاصيل. ويلجأ أحياناً إلى إجراء العدوى الصناعية بنفس الآفة في بداية الموسم وقبل أن يصبح الجو ملائماً لازدياد أعدادها الطبيعية أو بعد انتهاء الإصابة الرئيسة بالآفة وذلك لتوفير الغذاء المستمر للأعداء الحيوية ولستمرار تزامن وجودهما معاً .

يساعد توفير العوائل البديلة للآفة على المحافظة على الاتزان الحيوي بينها وبين أعدائها الحيوية وتخفيف التقلب الشديد في تعداد مجتمعيهما خاصة عند انخفاض أعداد الآفة خلال فصل الشتاء أو عند عدم زراعة المحصول المضيف للآفة .

ونورد على سبيل المثال ما يلي :

(1) ذكر **Piece** 1912 الكثير من النباتات التي تصلح مضيفات للمتطفلات على سوسة جوز القطن ***Anthonomus grandis*** وأشار إلى إمكانية تحول هذه الطفيليات

وفي الوقت المناسب إلى الآفة على القطن، فقد وجد في بعض التجارب المحدودة تزايد التطفل على سوسة جوز القطن بواسطة طفيليات ***Eurytoma* sp.** عن إزالة نباتات ***Ambrosia tifida*** التي تحمل العائل البديل ***Lixus tylodermatus*** .

(2) يهاجم الطفيل ***Anagus epos*** بيض نطاط أوراق العنب في كاليفورنيا ويظهر كفاءة عالية في مكافحة هذه الشجرة خلال موسم النمو،غير أن هذا الطفيل ينتقل في فصل الشتاء إلى لتطفّل على بيض نطاط أوراق أخر غير ضار بالعنب وإنما يهاجم نبات العليق الأسود.

وفي بداية الموسم اللاحق تظهر أضرار نطاط أوراق العنب في كروم العنب لكن الإصابة سرعان ما تخفّ وتختفي عند تحرك وانتقال الطفيل من عائله الشتوي–العليق الأسود–إلى عائله المفضل وهو نطاط أوراق العنب.

لذلك يلجأ المزارعون إلى زراعة العليق الأسود بجوار كروم العنب عند عدم توفره بشكل طبيعي كي يلجأ إليه الطفيل في فصل الشتاء .

3–2 إيجاد المكان المناسب لأعداد الآفة :

تمتاز دبابير الجنس **Polisyes** بكفاءة عالية في افتراس ديدان حرشفية الأجنحة في معظم بقاع العالم، غير أن قدرتها على الطيران محدود ببضعة مئات من الأمتار لذلك تجهز الأماكن المناسبة لصناعة أعشاش هذه الدبابير في الحقل أو تجهز الأعشاش صناعياً للمحافظة عليها في المنطقة المستهدفة. ففي كارولينا الجنوبية تفترس هذه الدبابير ديدان القرون التابعة للجنس ***Monduca* sp.** وعند غياب هذه الدبابير يصنع المزارعون صناديق صغيرة ترفع على أعمدة في أطراف الحقل لتستعملها الدبابير أعشاشاً لها، وقد أعطت هذه التعديلات الطفيفة في البيئة نتائج محسوسة وصلت إلى افتراس 50%من هذه الديدان خفّض على أثرها استخدام المبيدات في المكافحة . وفي جزر الهند الغربية لم تستخدم المبيدات مطلقاً ولمدة عشر سنوات حيث استخدم المفترس ***P. annularis*** ضد أنواع ديدان ورق القطن ***Alaboma Agillaccae*.**

2-4 إزالة النباتات المائية على أطراف البرك والمستنقعات :

تكافح-حيوياً – يرقات البعوض بالسمك الآكل للحشرات، وقد رفعت كفاءة هذه الطريقة بإزالة النباتات المائية والنامية على أطراف البرك والمستنقعات والتي تغطي اليرقات، كما ينصح بتعميق أطراف البحيرات الصناعية حتى لا تنبت وتثبت هذه الأعشاب والنباتات التي تحمي يرقات البعوض من وصول الأسماك إليها.

2-5 تعديل الظروف الحرارية في بيئة الآفة :

يظهر تعديل الظروف البيئية الحرارية جلياً في بيئة الآفة في مكافحة آفات المواد المخزونة أكثر منه في المكافحات الزراعية المنفذة في الحقول نظراً لإمكانية التحكم في بيئة المواد المخزونة المحددة في المستودع أو المخزن فقط .

أ- يهدف التحريك والتقليب الدوري في صوامع الحبوب والنقل من صومعة إلى أخرى إلى بعثرة بؤر الإصابة وبالتالي تغيير البيئة المناسبة لنمو وتكاثر الآفات. تظهر الإصابة بآفات لحبوب-غالباً – في مجاميع صغيرة أو بؤر متناثرة داخل الصومعة أو المخزن. ويسبب النشاط الحيوي البطيءلهذه الآفات ارتفاعاً نسبياً في درجة حرارة البقعة أو البؤرة، وهذا يزيد من معدل نشاط وتكاثر الآفة فتتسع البؤرة لتعم الإصابة كامل الصومعة أو المخزن. لذلك فإن تقليب وتحريك المحتويات يؤدي إلى تفتيت هذه الكتل أو البؤر وبالتالي إزالة الظروف الحرارية المناسبة لنمو وتكاثر الآفة وتثبيط أو وقف الإصابة كلياً أو جزئياً . ونشير إلى الأهمية في تنفيذ عمليات التقليب بصورة دورية وفي جو بارد ضد الآفات المحبة للحرارة، لذلك يلجأ إلى تهوية الحبوب وفتح الصوامع خلال فترات البرد القاسية.

ب-يعتبر تخزين الثمار بالبرادات إجراءاً وقائياً ضد التلف والفساد والتعفن ولكنه يؤمن ويوفر وقاية جدية ضد الإصابة بمختلف الآفات الحشرية والأكاروسية. وتقوم الولايات المتحدة الأمريكية بتبريد جميع الفواكه المستوردة في مراكز الحجر الزراعي

كإجراء وقائي ومنع عودة الإصابة بذبابة فاكهة البحر المتوسط ***C. capitata*** إلى أراضيها.

2-6 التحكم في رطوبة البيئة :

يسبب النمل الأبيض الكثير من المشاكل تحت الأبنية ومخازن الحبوب وخاصة الخشبية منها، وتؤدي الرطوبة دوراً هاماً في وصول الإصابة وتفاقمها. لذلك يعمد إلى تجفيف الحبوب والمواد المخزونة إلى رطوبة أقل من 12% قبل تخزينها وتستمر المحافظة على هذه النسبة التي توقف نمو وتكاثر الحشرات والعناكب والأعفان.

2-7 التعديلات البيئية المقترحة والمنفذة لمكافحة ذباب التسي تسي *Glossina* sp.:

تحتل التعديلات البيئية أهمية كبرى في محاولات مكافحة ذباب التسي تسي الناقلة لكثير من أمراض الإنسان والحيوان.

تضع أنثى هذه الأنواع من الذباب عدداً قليلاً من اليرقات التي تدفن نفسها سريعاً في التربة للتعذر، كما أن كثافة الذباب البالغ في المناطق الموبوءة قليلة نسبياً لذلك تبدو المكافحة الكيميائية رشاً بالمبيدات غير مجدية.

وقد وجد بعد دراسات مستفيضة للاحتياجات البيئية والسلوكية لهذه الحشرات أنها تحتاج- بالإضافة إلى الظروف الحرارية والرطوبة المناسبة- إلى أنواع معينة من الأشجار والشجيرات مناسبة لاستراحة الذباب البالغ خلال الليل وبين وجبات الدم الممتصة، وإلى توفر الغذاء المناسب وعلى مسافات مناسبة تقع ضمن مجال طيران هذه الحشرات، لذلك فقد اقترح ونفذ ما يلي :

(1) كان استئصال الأشجار والشجيرات في مساحات واسعة من المناطق الموبوءة إجراءاً فعالاً لتحوير البيئة وحرمان الذباب من المكان المناسب للراحة غير أنه إجراء قاسٍ وغير قابل للتنفيذ في كافة المساحات الموبوءة كما أن بعض سلالات الذباب أبدت

تحولاً في سلوكها وتغلبت على هذه الإجراءات وانتقلت إلى قضاء فترة الراحة على أشجار أخرى ولم تعد هذه الطريقة مجدية التطبيق، غير أنها قد تكون ذات أثر فعال نسبياً في برامج المكافحة المتكاملة.

(2) من المعروف أن الفرائس البرية هي مصدر هام لغذاء الذباب البالغ وأن هذه الفرائس تحمل الطفيليات الممرضة للإنسان والحيوان. لذلك فإن تنظيف المنطقة الموبوءة وإزالة هذه الفرائس يعني إزالة المصدر الهام والأساسي لتغذية هذه الحشرات وبالتالي مصدر الإصابة وانتقال العدوى وقد جرت عدة محاولات لتنفيذ ذلك في المناطق الموبوءة في إفريقيا لكن الأمر ليس سهلاً كما يبدو.

3-**استخدام الحواجز** : Barriers

وهي تعبر عن استخدام الحواجز والأسلاك بأنواعها المختلفة والتي تمنع وصول الآفة إلى المحصول أو الحيوان الزراعي سواء كان ذلك في الحقل أو المخزن.

وتشمل هذه الطرق مجموعة الإجراءات الوقائية التي تحقق هذا الهدف وقد نفذها الإنسان منذ زمن بعيد لحماية ممتلكاته الزراعية والحيوانية ونورد على سبيل المثال بعضاً منها:

1-كان **توماس أوستن** أول راع في أستراليا استخدم الأسلاك عام 1868 لمنع الأرانب من الدخول إلى ممتلكاته وتبعه في ذلك آخرون. وفي عام 1883 بلغ طول احد هذه الأسوار حوالي 225 ميلاً ثم وصلت في نهاية القرن الماضي إلى آلاف الأميال من الأسيجة. بيد أن ذلك لم يدم طويلاً حيث غطت الرمال الكثير من هذه الأسوار وفتحت بذلك ممرات سهلة للأرانب إلى داخل المزارع وخف استخدام هذه الطريقة التي لم تعد تحقق الغرض المنشود. ويقال أنّ هذه الحواجز قد نجحت في منع **كلب الدنجو** الأسترالي الضار، غير أن اصطيادها بواسطة كلاب الصيد كان أكثر فعالية من ذلك.

2-ويشار هنا إلى استخدام الأسلاك الشبكية والمناخل على الأبواب والشبابيك لمنع الذباب والبعوض من الدخول وإيذاء الساكنين وتحتل هذه الطريقة إلى الآن أهمية خاصة في كثير من مناطق العالم ويحسب حساب ذلك عند بناء المساكن وتدعم أيضاً بحواجز أخرى داخلية هي الناموسيات التي ترفع فوق أسرة النوم والتي تمنع الذباب أو البعوض الذي اجتاز الحاجز الأول من الوصول إلى الأشخاص أثناء نومهم.

3-يلحظ كثيراً في تصميم الأبنية خاصة المخازن والمستودعات موضوع إحاطتها بالأسوار العالية التي تعيق دخول القوارض.

4-كما تستخدم الحواجز المعدنية المؤلفة من قماش معدني يصل إلى مسافات بعيدة تحت سطح الأتربة لمنع أنواع النمل من الدخول إلى الأبنية خاصة الخشبية منها والذي يسبب تلفها التام قبل أن ينتبه إليه الإنسان ونذكر هنا ما حل في قرية برسوق في محافظة البحيرة في جمهورية مصر العربية عام 1938 فقد أتى النمل الأبيض على القرية بكاملها مما حدا بالمسؤولين إلى بناء قرية جديدة مجاورة للأولى وباستخدام مواد بناء جديدة لا يستطيع النمل مهاجمتها.

5-ويشار أيضاً في هذا المجال إلى التعليب أو اللف أو التعبئة لكثير من المواد والمنتجات لحمايتها من دخول الحشرات، أو الآفات الأخرى. وتستخدم في هذا المجال المواد البلاستيكية والرقائق المعدنية المختومة بأنواعها وأشكالها المختلفة والتي تجنب المنتج والمصنع الكثير من المشكلات التي تسببها آفات المخازن كالقوارض والحشرات والأكاروسات وغيرها.

كما تلف الكثير من الفواكه بالورق المشرب بالبيريثروم أو بعض المبيدات الفطرية الواقية والحامية مثل مبيد الثيابندازول لهذه المنتجات من وصول الآفات الضارة إليها.

6-كما يشار هنا إلى الحواجز المكهربة التي نجحت في منع سمك اللمبرز من الدخول إلى منطقة التفريخ في البحيرة العظمى في أمريكا الشمالية . وهناك الكثير من

العمليات المنفذة والتي تمنع وصول الآفة إلى المنتجات الزراعية أو الحيوانية والتي تختلف من منطقة إلى أخرى ومن بيئة إلى أخرى.

7-وتستعمل الحواجز لمنع مرور الحشرات وانتقالها من حقل مصاب إلى آخر سليم وتزداد فائدة هذه الطريقة في مكافحة يرقات حرشفية الأجنحة التي تهاجر جرياً وبأعداد كبيرة وفي وقت قصير . فبعد أن تأتي يرقات دودة ورق القطن نهائياً على حقل القطن تتركه وتهاجر بأعداد كبيرة إلى الحقل المجاور والذي يحاط بهذه الحالة بمجرى يملأ بالماء ويغطى بزيت البترول ويوضع الكلس الحي على ضفة القناة المجاورة للحقل السليم فإذا تمكنت بعض اليرقات من عبور مجرى الماء تموت مجرد ملامستها للكلس الحي.

8-ولمنع تسلق النمل ووصوله إلى مواد الطعام في النمليات في المنازل تغمر أرجل النملية في أوان مملوءة بالماء وزيت البترول ويضاف أحياناً إليها المبيدات وبنفس الطريقة تدهن جذوع الأشجار بمواد لزجة لمنع النمل والحشرات الأخرى من تسلقها.

الفصل الثالث

طرق المكافحة العلاجية غير الكيميائية

أولاً – طرق المكافحة الميكانيكية .Mechanical Control Methods

استخدم الإنسان الطرق الميكانيكية منذ أقدم العصور، فهي أسهل الطرق وأبسطها فقد لجأ الإنسان القديم بما له من تفكير بدائي إلى استعماله أصابعه في التقاط القمل والبراغيث من جسمه ولباسه وقتلها. وقد تنوعت هذه الطرق حسب نوع الآفة والبيئة التي تعيش فيها وتطورت أساليب تنفيذها، ولا تزال حتى الآن تحتل- في بعض الحالات- مكانة هامة بين طرق المكافحة القديمة والحديثة، نذكر منها على سبيل المثال ما يلي :

1-القتل المباشر للآفة :

وذلك باستخدام أدوات بسيطة يتم بها قتل الآفة والتخلص منها كما هو الحال في قتل الذباب والصراصير والجرذان والفئران. ويمكن اعتبار طريقة استخدام الأسلاك في قتل واخراج يرقات حفار ساق التفاح من أنفاقها إحدى الطرق العملية الناجحة في كثير من البساتين المحدودة المساحة وعند توفر اليد العاملة لذلك.

2-الجمع باليد :

تستخدم هذه الطريقة في مكافحة الآفات الحشرية القليلة العدد وفي المساحات الصغيرة وتوفر الأيدي العاملة. فتجمع ديدان فصيلة **Sphingidae** باليد ويتم إتلافها والتخلص منها قبل أن تتحول إلى فراشات. وتجمع حشرات الجراد بوصفه طعاماً معروفاً في كثير من دول إفريقيا، كما يتم جمع أكياس بيض الجراد وإعدامها كإحدى الطرق المساعدة لمكافحة هذه الآفة في أماكن هبوطها.

ويعتبر جمع لطع بيض دودة ورق الطن في جمهورية مصر العربية من الطرق المعتمدة والفعالة لمكافحة هذه الحشرة ويتم فيها استنفار طلاب المدارس والجامعات والمعاهد العليا للقيام بهذه العملية وبصورة منظمة ودقيقة حيث يتم جمع هذه اللطع وحرقها وتخفيض الإصابة بنسب عالية ومؤثرة.

3-التعشيب :

منذ أن استقر الإنسان في الأرض وبدأ بزراعتها بمحاصيل محددة لجأ إلى استعمال يده في قلع النباتات الغريبة والضارة بالمحصول المزروع، وتحتل هذه الطريقة-حتى يومنا هذا- مكانة هامة في مكافحة الأعشاب الضارة سواء بقلعها باليد أو بالأدوات البسيطة كالفأس ، أو بالآلات المطورة التي يجرها أو يدفعها الإنسان أو التي يجرها الجرار أو العربة. ثم يتم جمعها وحرقها أو استخدامها في تغذية الحيوانات الأهلية.

4-الفصل الميكانيكي بالغرابيل :

ويتم ذلك باستخدام الغرابيل والمناخل المختلفة الفتحات لفصل الكثير من الديدان الثعبانية ، و الأطوار المختلفة من الحشرات التي تهاجم الحبوب وبذور النباتات أو لفصل بذور الأعشاب الضارة على بذور المحاصيل المختلفة.

5-الجمع بالآلات:

صمم الكثير من الآلات الزراعية لاستعمالها في جمع الآفات وسحقها ، فقد استخدمت المداحل الثقيلة لهذا الغرض، واستعمل المزارعون في أمريكا الشمالية في نهاية القرن التاسع عشر والثلث الأول من القرن العشرين آلات تشبه العربات وتجرها الأحصنة عرفت باسم " تراكتور النطاط" استخدمت لجمع نطاطات الأعشاب من أراضيهم وتهيئتها كعلف للدواجن. كما يشار هنا إلى النماذج المختلفة من آلات التعشيب والركش التي تنظف الأرض من الأعشاب الضارة ثم يتم جمعها وحرقها قبل أن تنتج بذورها.

6-استخدام المصائد :

عرف استخدام المصائد بأنواعها المختلفة منذ زمن بعيد، ومنها ما يعتمد على المواد الجاذبة الفيزيائية أو الكيميائية والتي سنرجئ الحديث عنها إلى فصل لاحق في هذا الكتاب. وسنتكلم فقط عن بعض النماذج الأخرى التالية.

يتم اصطياد الفئران والجرذان بالمصائد المعروفة والتي تحوي طعوماً غير سامة لجذب الحيوان إلى داخل المصيدة وقفلها عليه. كما تستخدم المصائد المفخخة لاصطياد العصافير والطيور بأنواعها المختلفة بغرض أكلها أو التخلص منها عند وصول أعدادها إلى حد ضار بالزراعة والبذور.

ويشار هنا إلى استخدام المصائد اللاصقة كتلك التي استخدمت في البيوت ضد الذباب والحشرات الطائرة والقوارض، وقد انحصر استخدامها الآن في غرف تربية الحشرات ومخابر المبيدات التي لا يمكن استخدام المبيدات فيها.

ولحماية الأشجار من بعض فراشات عديمة الأجنحة والتي تزحف إناثها ، وتتسلق الجذع والساق لوضع البيض على الأفرع أو الأوراق، يحاط جذع شجرة التفاح برباط لاصق لحمايتها من الإصابة بدودة التفاح حيث يمنع الفراشات من التسلق والصعود فتتعرض للافتراس أو الموت قبل أن تتمكن من الوصول إلى الهدف ووضع البيض.

ثانياً–طرق المكافحة الفيزيائية .Physical Cont.Meths.

تشير المكافحة الفيزيائية إلى استعمال بعض العوامل أو المؤثرات الفيزيائية في خفض تعداد الآفات أو استئصالها نهائياً من المواد المعالجة، وتبدو في كثير من الحالات :

1–عالية الكفاءة.

2–خفيفة الضرر على عناصر البيئة المختلفة إذا أحسن تنفيذها.

3–وليس هناك مشكلة التسممات الحادة أو المزمنة أو تراكم الآثار السامة الناتجة عن استخدام الكثير من مبيدات الآفات. ويؤخذ على المكافحات الفيزيائية الحاجة إلى : خبراء متخصصين في إجراءها وتقنيات ودقة عالية في تنفيذها، و في معظم الحالات تستخدم في مكافحة آفات المواد المخزونة النباتية والحيوانية وكذلك في حماية ومعالجة المواد النباتية المعدة للزراعة.

لقد درس ونفذ استخدام الإشعاعات المختلفة في تعقيم الحشرات أو كجاذبات أو طاردات لها، ونعني هنا بدراسة التأثير المباشر " القاتل" للمؤثرات الفيزيائية على الآفات المختلفة والتي سنوجزها فيما يلي :

1–Radio Frequency range (RF):

تقع أصغر طاقة إشعاعية مستخدمة في مكافحة الحشرات في مجال تردد أو ذبذبات الراديو **RF** عالية التردد بسبب سهولة الحصول عليها ورواج استخدامها في الاتصالات اللاسلكية والملاحية والرادار أما الترددات المنخفضة جداً فيصعب الحصول عليها واستخدامها بسهولة.

تعتمد التأثيرات المميتة للترددات المستخدمة في هذا المجال على الحرارة المنبثقة منها، وقد درست إمكانية الاستفادة من الطنين الناتج عنها في مكافحة الحشرات فلم يعط نتائج مرضية ولم يطبق عملياً حتى الآن، لذلك يعود التأثير القاتل للـ**RF** إلى التسخين الناتج عن امتصاص المواد المعالجة لهذه الطاقة الحرارية المنبعثة منها وقد وجد أن الطاقة الحرارية التي تمتصها المواد المعالجة تعتمد على خواصها الكهربائية وبشكل خاص درجة توصيلها للكهرباء فقد تمتص الحشرات الطاقة الحرارية بدرجة أكبر من امتصاص المواد المصابة بها. فعند معالجة الحبوب بالـ**RF** وصلت حرارتها إلى 38 م° وهذه الدرجة كافية لقتل سوسة الرز ***Sitophilus* sp.** خلال ثوان وقد تحملت الحبوب المعاملة هذه الدرجة لعدة ساعات دون حدوث أية أضرار لها. كما أبيدت خنافس ***Lyctus bunneus*** في الأخشاب المعاملة بالـ **RF** ولكن حرارة الخشب وصلت إلى درجات عالية جداً وضارة.

لقد اقترحت هذه الطريقة لمكافحة الحشرات والعناكب في المنتجات المخزونة وخنافس الأنفاق في الأخشاب المقطوعة المعدة للصناعة وللمحافظة بشكل خاص على تلاحمهما وارتباطها بمواد الغراء.

وقد تبيّن أن الأطوار البالغة لآفات المواد المخزونة أكثر حساسية وتأثراً بهذه الطريقة من الطور اليرقي وعلل ذلك بالحساسية العالية لأرجل الأطوار البالغة أو لتواجد اليرقات في نواة الحبة.

يعاب على المعالمة بالـ **RF** أنها أكثر كلفة من التدخين **Fumigation** بالغازات السامة وتحتاج إلى دقة في تنفيذها وتواجهها صعوبات هندسية يجب حلها عند استخدامها على نطاق واسع في المرافئ والمطارات.

2-الأشعة تحت الحمراء (Infra-Red Radiation (IR:

استخدمت الحرارة الناتجة عن الأشعة تحت الحمراء **(IR)** لتسخين الحبوب وقتل الإصابات الحشرية بها. فقد استعمل نيلسون سنة 1967 أنفاقاً مجهزة بلمبات تصدر

الأشعة تحت الحمراء **IR** ومرر بهذه الأنفاق طبقات رقيقة من الحبوب وقد بلغت كلفة البوشل(35 ليتراً تقريباً) الواحد حوالي نصف سنت وبلغت الكلفة أكثر من ذلك في بعض التجارب لتكون المكافحة مرضية وفعالة .

كما استخدمت الألواح الخزفية المسخنة بالأشعة تحت الحمراء وكانت هذه الطريقة أكثر فعالية وكفاءة من استخدام اللمبات المولدة للـ**(IR)** . فقد أبيدت الأطوار غير الكاملة لسوسة الرز عند وصول حرارة الحبوب إلى 68 م° (وكانت رطوبة الحبوب حوالي 12%)، غير أن الأطوار غير الكاملة احتاجت إلى حرارة أعلى من ذلك.

وتجدر الإشارة إلى أهمية الرطوبة في معاملات **RF** و **IR** ، فإذا انخفضت رطوبة الحبوب عن 12% فإن الجرعات المذكورة لإبادة الحشرات تؤثر سلبياً على إنبات الحبوب المعاملة، بينما لم يتأثر إنبات بذور القطن في المعاملات السابقة وتمت إبادة ديدان اللوز القرنفلية ***Pectinophora gossypiella*** داخل هذه البذور.

3-الأشعة المرئية Visible Radiation:

يعتمد السكون الشتوي لكثير من الآفات الحشرية على قصر فترة الإضاءة (النهار) خلال موسم الشتاء ،فإذا استخدمت الأشعة المرئية المنتجة صناعياً وأطيلت فترة الإضاءة (في الدفيئات الزجاجية أو البلاستيكية مثلاً) أثناء سكون الحشرات. فإن ذلك يدفع هذه الأطوار الساكنة إلى الطور النشط فيسهل بذلك إبادته باستخدام طرق المكافحة الأخرى أو يسبب كسر طور السكون اللازم لبعض هذه الأنواع، كما أن التعرض لموجات طويلة قد يشّوه التطور الطبيعي العادي لبعض الأنواع.

4-الإشعاعات المتأينة Ionizing Radiation:

تسبب الإشعاعات المتأينة عقماً في مفصليات الأرجل، غير أن الجرعات العالية تسبب القتل الفوري . لذلك تحتل هذه الإشعاعات مكانة هامة في مكافحة حشرات المواد المخزونة والأخشاب والحجر الزراعي. فقد وجد أن معاملة المواد المخزونة بجرعات

تتراوح بين 200–500 غراد كافية لقتل الأطوار الكاملة لمعظم أنواع مفصليات الأرجل في بضعة أيام، وإن استخدم 100 جراد يحتاج إلى فترة تتراوح بين أسبوع إلى أسبوعين لإحداث نفس الأثر. وتعتبر الجرعات السابقة أقل كثيراً من تلك المستخدمة في التعقيم البكتيري للمواد الغذائية. وقد أشارت وزارة الصحة البريطانية سنة 1964 إلى أن الجرعات بين 4000–6000غراد وعلى درجة حرارة الغرفة كافية لتعقيم اللحوم وإبادة أنواع الأحياء الدقيقة بهاكافّة وخاصة الخطرة منها، وإن 500–1000 غراد كافية لمنع التسمم بالسلامونيلا.

يواجه تطبيق هذه الطريقة بعض الصعوبات وينتج عن استخدامها بعض الآثار الضارة أهمها:

(1) ظهور بعض الآثار الضارة على عناصر الغذاء الأساسية.

(2) تلف بعض الفيتامينات الذائبة بالدهون.

(3) لوحظ تحول طفيف في طعم ونكهة المواد المعاملة.

(4) احتمال ظهور بعض النظائر المشعة التي تتفاعل مع الأغذية.

(5) عدم سهولة إنتاج هذه الإشعاعات وضرورة توفر وحدات التشعيع الخاصة وتوفر الخبرة العالية في استخدامها. لذلك تعقد وكالة الطاقة الذرية الدولية المؤتمرات والندوات والدورات التدريبية التي تبحث في استخدام النظائر المشعة في مجال مكافحة الحشرات وتعقيم الأغذية.

5–استخدام الحرارة من مصادرها العادية :

استخدمت الحرارة بأشكالها الأخرى كحرارة الشمس وحرارة الهواء أو البخار أو الماء الساخن في مكافحة الحشرات.

فقد أشير إلى تعريض الحبوب لحرارة الشمس المباشرة لكسر دورة حياة الحشرات وإبادتها . وقد استخدم الهواء الساخن لمكافحة الحشرات في المطاحن حيث يتم تسخينها بإمرار البخار أو الماء الساخن في أنابيب خاصة بالمطاحن وبعد أن يتم تفريغها من

محتوياتها بحيث يحافظ على درجة حرارة بين 49- 50 م° (120-130 ف) لمدة 10-12 ساعة، وقد قدرت تكاليف تعقيم 100م^3 بهذه الطريقة بحوالي 25 سنتاً . يعاب على هذه الطريقة تعطيل المطحنة عن العمل لمدة يوم أو يومين، كما استخدم الهواء الساخن في تعقيم المستشفيات لقتل البكتريا والطفيليات وأيضاً في تعقيم الملابس غير أن المعالجات الكيميائية كانت أكثر فعالية وبقاء من التعقيم الحراري.

في مجال تعقيم التربة من النيماتودا والأمراض لنباتية، استعملت الحرارة الجافة وصممت لذلك آلات خاصة غير أن الحرارة الجافة أتلفت المادة العضوية بالتربة وغيرت تركيبها في كثير من الحالات:

أما الحرارة الرطبة (البخار والماء الساخن) فقد استعملت في مجالات متعددة . فقد عقمت التربة بعد تقسيمها إلى أجزاء محددة وتخليتها من الماء وكانت النتائج مرضية خاصة إذا ثبتت الحرارة تحت100م° فلا يؤثر على المادة العضوية وقد وجد عند تنفيذ هذه الطريقة ما يلي :

(1) صعوبة ودقة تنفيذها.

(2) قد تصبح التربة سامة لبعض النباتات ولبعض الوقت.

(3) أن البخار أكثر فعالية من الماء الساخن لارتفاع محتوياته الحرارية.

(4) إن إضافة الفورمالين للبخار أو الماء الساخن يعزز ويرفع من كفاءة هذه الطريقة.

وقد أشير إلى غمر الأجزاء النباتية بالماء الساخن لقتل الآفات الحشرية والمرضية ويحدد درجة حرارة الماء والمدة اللازمة للغمر نوع النبات ونوع الآفة، وذكر أن غمر النباتات بالماء البارد أولاً لإعادة إنعاش النيماتودا وإخراجها من طور السكون ثم المعاملة بالماء الساخن يزيد من فعالية هذه الطريقة.

تقضي الحرارة الناتجة عن عمليات التخمر الطبيعية، وخاصة تلك التي تجري للسماد العضوي، على كثير من الحشرات والنيماتودا وبذور الأعشاب الضارة، لذلك يشار

إلى عدم استعمال السماد العضوي قبل اكتمال تخمره على أنه ناحية وقائية بالإضافة إلى الناحية الغذائية.

ثالثاً- المكافحة الذاتية:

تعبر هذه الطرق عن استخدام بعض أفراد النوع الحاملة لصفات خاصة للقضاء على بقية أفراد النوع نفسه عند إطلاقها في الطبيعة وهي على درجة عالية من التخصص وتسهم في خفض أعداد الآفة المستهدفة فقط دون التأثير في غيرها من الكائنات الحية وتشمل طريقتين أساسيتين هما:

أ- المكافحة الوراثية.

ب- إعقام الحشرات بالإشعاع.

أ- المكافحة الوراثية:

اتفقت لجنت علماء الوراثة ومقاومة المبيدات في منظمة الصحة العالمية على تعريف موحد لهذه الطريقة كالتالي: تعبر المكافحة الوراثية عن استخدام الصفات أو الحالات التي تخفض الكفاءة التكاثرية للآفات الضارة وذلك بتغير أو استبدال المادة الوراثية. فهي تعتمد على اختيار أفراد حاملة لصفات مميتة لا تضر الآفة تحت الظروف المخبرية إلا أنها قاتلة لها في الطبيعة، فتربى الآفة بأعداد كبيرة في المخبر ثم تطلق في مرحلة معينة لتعيش فترة كافية في الحقل ولتتمكن من التقابل والتزاوج مع الأفراد الطبيعية فتنقل الصفة المميتة إلى الجيل التالي.

يعود حمل الصفة المميت هاو الضارة إلى واحد من الأسباب التالية:

1-الانتقال الكرومزومي.

2-عدم التوافق السيتوبلازمي.

3-عقم الهجين أو الهجن العقيمة.

4-مشوهات النسبة الجنسية.

5-المورثات المشوهة أو الميته.

تنتج التبدلات الوراثية السابقة صفات ضارة وقاتلة للآفة في الحقل، نذكر منها على سبيل المثال:

1-تشوهاً في الأطوار غير الكاملة أو نقصها مثل قصر الأرجل أو طولها أو عدم وجودها نهائياً في الطور اليرقي.

2-إنتاج سلالة حاملة لصفة عدم القدرة على الدخول في البيات الشتوي.

وبالتالي لنجاح هذه الطريقة يجب استخدام المبيدات قبل تنفيذ هذه الطريقة وإطلاق الحشرات في الحقل وذلك لخفض أعداد الآفة في الحقل إلى أدنى حد ممكن لتكون المنافسة لصالح الحشرات المطلقة الحاملة للصفات المميته.

ب- إعقام الحشرات بالإشعاع:

تقوم هذه الطريقة على تربية أعداد هائلة من الحشرة المستهدفة في المخبر ثم يتم إعقامها – غالباً – في طور العذراء بالإشعاع مع احتفاظها بدرجة عالية من النشاط والحيوية تماثل تلك الحشرات الموجودة بالحقل. يلي ذلك إطلاق الحشرات العقيمة في الحقل لتنافس الحشرات الطبيعية في الطيران والانتشار والتقابل والتلقيح، وبذلك تمتنع الإناث الطبيعية الملقحة من ذكور عقيمة عن وضع البيض أو تضع بيضاً غير قادر على الفقس. أو تلقح الذكور الطبيعية إناثاً مطلقة عقيمة لم يتشكل فيها البيض أصلاً.

ينتج عن هذا الإطلاق المستمر للحشرات العقيمة تناقص تدريجي –جيلاً بعد جيل– في أعداد الآفة في الحقل حتى يصل هذا التعداد نظرياً إلى الصفر. وبالتالي كلما ازداد عدد الأفراد العقيمة المطلقة بالنسبة للأفراد الخصبة الموجودة في الطبيعة وبالتالي تخفيض تعداد الآفة بشكل أسرع.

ولزيادة فاعلية هذه الطريقة لابد من إجراء مايلي:

1- **استخدام المبيدات الزراعية أولاً** لخفض تعداد الآفة إلى أدنى حد لتكون المنافسة لصالح الحشرات العقيمة المطلقة.

2- يفضل تنفيذ هذه الطريقة في **مناطق جغرافية معزولة** حتى لا تكون المناطق المجاورة مصدراً للأفراد الطبيعية للآفة.

3- تفضل هذه الطريقة لمكافحة الآفات **التي تلقح إناثها مرة واحدة** طوال حياتها.

4- يتم اختيار هذه الطريقة للآفات التي **لا يؤثر طورها البالغ في المحاصيل** لأن الإعقام يتم في طور العذارء الساكنة.

5- تستخدم الطريقة في مكافحة الحشرات **السهلة التربية في المخبر**، لإنتاج أعداد كبيرة عقيمة وبشكل مستمر وبتكاليف بسيطة.

رابعاً- استخدام الأصناف المقاومة:

يعدّ النبات مقاوماً لآفة ما إذا كان أقل حساسية **Less Susceptible** أو أكثر تحملاً **More tolerant** أو مقاوماً **Resistant** للإصابة بهذه الآفة من غيره من النباتات التابعة لنفس النوع. عرفت هذه الطريقة في مكافحة الآفات الفطرية والبكترية والفيروسية منذ القديم ولا تزال في مقدمة طرق مكافحة هذه الآفات. وقد شجع ذلك المختصين في وقاية النبات لإدراج هذه الطريقة واعتمادها أيضاً في مكافحات مفصليات الأرجل الضارة (الحشرات والأكاروسات) فانتخبت أصناف القمح المبكرة النضج لتخفيض الإصابة بالذبابة ***Phytophaga desfuctor*** وتتالت الأبحاث في هذا المجال حتى بلغ عدد الأنواع النباتية التي انتخبت منها أصناف مقاومة للحشرات أكثر من مئة نوع تقريباً .

يتم في الطبيعة الانتخاب الطبيعي للأصناف القادرة على تحمل الإصابة أو مقاومتها وهذه حال النباتات البرية، بيد أن تدخل الإنسان لانتخاب وتربية الأصناف المرغوبة اقتصادياً أفقد هذه النباتات المقاومة التي اكتسبتها من قبل. ويجري الآن انتخاب وتربية الأصناف الحاملة لصفتي المقاومة للآفات والجودة بإحدى الطرق التالية :

1-انتخاب نباتات مقاومة لحشرة معينة وتربيتها ثم انتخاب النباتات الحاملة لصفة الجودة من بينها.

2-إجراء التهجينات بين الأصناف المقاومة والأصناف الجيدة اقتصادياً .

3-تطعيم الأصناف المرغوبة الصفات على أصناف مقاومة للآفات مثل تطعيم أصناف العنب الشديدة الإصابة بفيللوكسرا العنب على أصول من العنب الأمريكي المقاوم للإصابة بهذه الحشرة.

تعزى مقاومة النبات لمفصليات الأرجل إلى واحد أو أكثر من العوامل التالية:

1-**عوامل طبيعية :**

وهذه تعود إلى **الصفات الشكلية** (المورفولوجية) للصنف النباتي مثل **طول الشعيرات أو كثرة أعدادها على النبات أو البذور، سمك غلاف البذرة أو** الثمرة، فتقاوم أصناف الحمضيات سميكة القشرة الإصابة بالبقة الخضراء ***Nezara viridula*** بينما تصاب الأصناف الرقيقة القشرة بشدة بهذه الحشرة في فلوريدا.

2-**عوامل كيميائية :**

تؤثر مكونات النبات الكيميائية (زيوت طيارة وغير طيارة، صموغ، صبغات، رائحة، طعم، حموضة....الخ) في مقاومة النباتات للآفات، فيموت بيض ذبابة فاكهة البحر المتوسط ***C. capitata*** الموضوع في قشرة بعض أصناف الحمضيات نتيجة وجود مواد زيتية سامة له.

3-عوامل فسيولوجية :

مثل سرعة التئام الجروح، النضج المبكر، قدرة النبت على التأقلم مع الوضع الجديد، حالات التصمغ التي تشاهد على بعض الأصناف دفاعاً عن النفس، كذلك تقاوم الأشجار القوية الإصابة بسوس القلف وتصاب الأشجار العطشى والضعيفة بشدة بهذه الحشرات.

لا تخلو هذه الطريقة من طرق المكافحة من صعوبات جوهرية أهمها :

1–تحتاج إلى خبرة عالية في علوم الوراثة وتربية النبات والحشرات و.....الخ.

2–تحتاج إلى وقت طويل لاستنباط وإكثار أصناف تمتاز بالمقاومة والجودة والإنتاج الوفير.

3–وقد يظهر الصنف الجديد حساسية عالية لسلالة أخرى من نفس النوع عند نقله من منطقة إلى أخرى.

4–قد يظهر الصنف الجديد حساسية عالية لآفة أخرى لم تكن بالحسبان فتضيع الجهود المبذولة ويبدأ العمل من جديد.

وتجدر الإشارة إلى بعض الأنواع النباتية التي تستخدم لقتل الحشرات ويطلق عليه آكلة الحشرات **Insectivorous Plants** فيقتل النبات الواحد المسمى ***Utricularia vulgrais*** 1800 يرقة صغيرة من يرقات البعوض وتعد زراعته في الحدائق مكافحة ناجحة لهذه الحشرة.

خامساً– المكافحة الحيويةBiological Control:

إن الأسس العلمية لأنماط المكافحة الحيوية للآفات أمر معقد جداً ويتلازم تطوير هذه الأسس مع اتساع وتقدم المعرفة العلمية التي تستغل وفقاً لحاجات الإنسان الاقتصادية والاجتماعية. وقد استخدمت الأعداء الحيوية خلال القرون الماضية في مكافحة الآفات الضارة، لكنها بقيتأمثلةً فردية ولم تعتمد أسساً علمية دقيقة حتى أواخر القرن التاسع عشر وذلك يعود إلى :

(1) نشوء مفاهيم علمية جديدة كالعلاقة بين الأنواع (نشوئها وتطورها).

(2) ضغط السكان والصراع من أجل البقاء.

(3) الحاجة الملحة إلى إيجاد الحلول العاجلة للمشكلات الخطيرة المتمثلة بالآفات المحلية أو المنقولة من أجزاء العالم المتباعد.

(4) تطور علم الحشرات بفروعه المختلفة في القرن التاسع عشر والتعرف على أهمية الطفيليات والمفترسات والممرضات في تحجيم أعداد الحشرات.

(5) النجاح الهائل والسيطرة التامة على حشرة البق الدقيقي الأسترالي على الحمضيات في كاليفورنيا عن طريق إدخال حشرة الفيداليا المفترسة لهذه الآفة في أواخر القرن التاسع عشر والذي تبعه عدة محاولات لاستخدام الأعداء الحيوية في تنظيم وضبط أعداد الآفات والسيطرة عليها.

ومع ذلك فقد استمرت الشكوك آنذاك في إمكانية اعتماد هذه الطريقة وتعميمها في مجال مكافحة الآفات، غير أن النجاحات الحديثة لهذه الطريقة قد دفعت هذه الشكوك واحتلت المكافحة الحيوية مكاناً هاماً بين طرق المكافحة وركناً أساسياً في برامج المكافحة المتكاملة.

تعريف :

كان **Smith** 1919 أول من استخدم مصطلح المكافحة الحيوية **Biological Control** ليعبر عن استخدام الأعداء الطبيعية **Natural enemies** "بأية طريقة كانت" للسيطرة والتحكم في أعداد الآفات الحشرية دون المستوى الذي تحدث عنده أضراراً اقتصادية. غير أن بعضهم توسع في تفسير هذا المصطلح ليشمل كلّ طرق المكافحة غير الكيميائية والتي تعتمد أساساً على عنصر حيوي أو إحدى مفرزاته كاستخدام السلالات النباتية المقاومة، إطلاق الحشرات العقيمة المكافحة الوراثية، استخدام الفرمونات والهرمونات..الخ وقد تطرف البعض واعتبروا التعديل في عمليات الخدمة الزراعية المساعدة لنمو المحصول والمعيقة لنمو وتكاثر الآفة ضرباً من ضروب المكافحة الحيوية.

إن هذا الشمول في تفسير التعريف السابق يبعدنا عن المعنى الأساسي للمكافحة الحيوية والتي تعني مكافحة الآفات الضارة بكائنات حية أخرى غير ضارة ويقربنا كثيراً من المكافحة المتكاملة **Integrated Control** والتي تهدف إلى استخدام طرق

المكافحة الوقائية والعلاجية كافّة. لذلك حدد **Doutt** هذا المعنى **ليشمل فقط بحث دور الأعداء الحيوية Biological enemies** (مفترسات، متطفلات، أحياء دقيقة ممرضة للآفة) التي تسهم في التحكم والسيطرة على أعداد الآفة في منطقة ما وتظهر كحلاً مقبولاً لمكافحة نوع معين أو عدة أنواع من الآفات متقاربة تصنيفاً وعلى محصول واحد.

وقد اتفق معظم العلماء واعتمدوا التعريف التالي : " تعبر المكافحة الحيوية **Biological Control** عن استخدام المواد الحية " عدا الأصناف والسلالات المقاومة من العوائل" الموجودة في، أو المستوردة إلى بيئة الآفة لتسهم في خفض أعدادها وأضرارها" ويقصد بالأعداد الحيوية في هذا التعريف كلّ الأحياء الأخرى التي تفترس الآفة أو تتطفل عليها أو تسبب لها أمراضاً قاتلة بحيث تخفض أعدادها إلى الحد غير الضار اقتصادياً . وتستخدم هذه الأعداء الحيوية من المفترسات أو الطفيليات أو مسببات الأمراض (فيروس، بكتريا، فطر، نيماتودا، وحيدات الخلية...الخ) الموجودة في بيئة الآفة أو المستوردة إليها بحيث تربى في المخبر بأعداد كبيرة لتطلق في المواعيد المناسبة في بيئة الآفة.

وتتميز المكافحة الحيوية بما يلي :

1-الاستغناء كلياً أو جزئياً عن استخدام المبيدات الكيميائية وتلافي الأضرار الناتجة عنها (تلوث البيئة-اختلال الاتزان الحيوي وظهور آفات جديدة- ظهور سلالات مقاومة للمبيدات).

2- قلة تكاليفها النهائية.

3- سهولة تنفيذها بالنسبة للمزارع.

4- عدم تعارضها مع الطرق الأخرى.

5- تخصصها المطلق في كثير من الحالات.

ويعيق استخدامها :

1-الحاجة **إلى خبرة عالية** بعلوم الحياة والتصنيف والبيئة والتربة والوراثة....الخ.

2-**تكاليفها عالية جداً في البداية** ولا يستطيع المزارع إجراءها ويقتصر ذلك على المنظمات الحكومية والدولية.

3-تحتاج إلى **مدة طويلة لتحديد العدو** الحيوي المناسب وللحصول على أعداد كافية لنشرها في بيئة الآفة وهذا ما لا يرغبه المزارع الذي يفضل الحصول على نتائج فورية وسريعة.

4-قد **يسيء نشر بعض الأعداء الحيوية** للإنسان والحيوان والمحاصيل الأخرى.

5-**التأثير الضار في بعض الحالات على** النظام البيئي الزراعي **Agro-ecosystem**.

تاريخ المكافحة الحيوية History of Biological Control:

لا نستطيع تحديد بداية زمنية للمكافحة الحيوية فهي قديمة قدم الوجود وما التوازن الحيوي **Biological Balance** إلا مظهر من مظاهرها بحيث تتناقص أو تتزايد أعداد كائن حي ما بتفاعلها مع الكائنات الحية الأخرى في بيئة محددة حتى تصل إلى حالة من الاتزان تبقى عندها أعداد كل منها في حدود معينة، ويتحكم بذلك عوامل طبيعية وحيوية طويلة وقصيرة الأمد حتى تصل إلى حالة من الاتزان والاستقرار الحيوي. إلا أن اختلال هذا الاتزان نتيجة تدخل الإنسان بشكل ما (مبيدات، نقل، تغيير ظروف بيئية، نقص أو زيادة غذاء معين) يؤدي إلى ظهور أو تحول بعض هذه الكائنات إلى آفات خطيرة تهاجم حيواناته ومحصوله وتدفعه إلى التدخل مساعداً بعضها ضد الأخرى ليعيد حالة الاتزان السابقة وتحجيم كل منها عد الحد غير الضار اقتصادياً .

وإذا عدنا إلى الماضي فإننا نتمكن من تمييز فترات ثلاث مرّت بها المكافحة الحيوية التطبيقية بصفتها طريقة للسيطرة على الآفات الضارة وكبح جماحها والإقلال من أضرارها.

آ-**الفترة المبكرة.....حتى عام 1888:**

ذكرت المراجع استخدام الصينيين لنملة الفراعنة **Mono-Morium Pharaonis (L.)** فقد أدخلوا أعشاشها في مخازن الحبوب لمكافحة حشرات الحبوب المخزونة. تذكر هذه الحادثة تاريخياً رغم عدم معرفة القدماء بعلوم الحشرات والتصنيف.

أدخل **Thomas Raffles** (1762) النمل **Formica omnivore** من كوبا إلى جاميكا لمكافحة الحشرات والطيور والطفيليات الضارة الأخرى.

واستقدم النمس **Mungos birmanicus** من كالكوتا إلى ترينيداد سنة 1872 وبعض جزر الهند الغربية لمكافحة الجرذان فأنقذ السكر من خسائر قدرت آنذاك بمبلغ 45.000 جنيه إسترليني. إلا أن أعداد هذا العدو الحيوي ازدادت وأصبحت تشكل تهديداً آخر على الدواجن والطيور.

ذكر **Steyh** أن حشرة ***Coccinella undecim punctata*** نقلت من انكلترا إلى نيوزلندة لمكافحة حشرة المنّ. بالإضافة لما سبق هناك الكثير من الأمثلة على استخدام الأعداء الحيوية في مكافحة الآفات في فترات مبكرة والتي كانت تعطي نتائج إيجابية أحياناً وسلبية أحياناً أخرى إذ لم تتوفر آنذاك القاعدة العلمية الدقيقة للاختيار والاختبار وتقويم النتائج، وكان الهدف المباشر الوصول إلى نتيجة سريعة نسبياً لخفض أعداد الآفة والتي غالباً ما يتحول فيها الكائن الحي المستورد إلى آفة تهاجم مواد أخرى.

ب-الفترة المتوسطة 1888-الخمسينات:

بالرغم من بعض المحاولات الناجحة قبل عام 1888 فقد بقيت هذه المحاولات محدودة إلى أواخر القرن التاسع عشر حيث ظهرت فكرة المكافحة الحيوية للآفات الضارة بصفتها طريقة علمية تطبيقية يمكن الاعتماد عليها في هذا المجال ولعل ذلك يعود إلى الأسباب التالية :

1-تطور علوم الحشرات في القرن التاسع عشر واتضاح علاقات التطفل والافتراس وأثرها على تعداد الآفات.

2-ظهور مفاهيم جديدة تتعلق بالتوازن الحيوي بين الأنواع والصراع من أجل البقاء وتزايد السكان والحاجة إلى الغذاء.

3-ظهور بعض الآفات في مناطق جديدة لم تعرف بها من قبل نتيجة التقدم في وسائط النقل المختلفة في العالم.

4-النجاح المذهل لبعض التطبيقات الحقلية للمكافحة الحيوية ونخص بالذكر مكافحة البق الدقيقي الأسترالي (الآفة المنقولة إلى موطن جديد) باستيراد عدوها الحيوي خنفساء الفيداليا من الموطن الأصلي، وقد نبه ذلك علماء الزراعة والحشرات إلى دراسة هذه الطريقة بشكل أوسع واعتمادها لتكون إحدى طرق مكافحة الآفات الضارة.

وسنحاول ذكر بعض الأمثلة الناجحة للمكافحة الحيوية في هذه الفترة :

1 -مكافحة البق الدقيقي الأسترالي *Icerya Purchasi*:

وصل البق الدقيقي الأسترالي صدفة من أستراليا إلى كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1860، وكانت الظروف البيئية ملائمة جداً لتكاثر هذه الحشرة وبغياب أعدائها الحيوية (التي لم تنقل معها) أصبحت خلال مدة وجيزة آفة خطيرة تهدد زراعة الحمضيات هناك وأخرجت الكثيرين من مزارعي الحمضيات من هذا الميدان رغم استعمالها أساليب المكافحة الأخرى المعروفة آنذاك.

اقترح **Riley** 1872 المكافحة الحيوية حلاً أمثل ضد هذه الحشرة ، إلا أن اقتراحه هذا لم يلق سوى الدعم المعنوي حتى عام 1888 حيث بدأ فعلاً في دراسة الأعداء الحيوية لهذه الآفة في موطنها الأصلي وأرسل **A. Koeble** إلى أستراليا لتحقيق هذا الهدف. اكتشف كوبل في أستراليا العدوين الحيويين لهذه الآفة فوجد أن الذبابة ***Crytochaetum icerye*** تتطفل على هذه الحشرة في اديليد **Adelaide** وأن يرقات خنافس الفيداليا **Vedalia beetle** والمسماة ***Rodolia Cordinalis*** تفترس هذه الحشرة، فأرسل أعداداً بسيطة من هذين النوعين لاختبارها في أمريكا ضد البق الدقيقي الأسترالي وأطلقت هذه الخنافس في كانون أول 1888 وكذلك في كانون الثاني 1889 على

الأشجار المصابة والمغطاة بالخيام وفي نيسان اللاحق نظفت الأشجار من البق الدقيقي الأسترالي . وقد كانت 129 حشرة أرسلت في الرسالة الأولى و 400 حشرة أرسلت في الرسالة الثانية من خنافس الفيداليا كافية لخفض الإصابة في بساتين الحمضيات إلى حد جعلها حشرة عادية غير ضارة اقتصادياً . وتجدر الإشارة هنا إلى استمرار الاعتماد على هذه الطريقة لمدة 75 عاماً وبكفاءة ممتازة لولا استخدام المبيدات (في السنوات الأخيرة) لمكافحة آفات أخرى على الحمضيات قضت في طريقها على خنفساء الفيداليا واضطر مجدداً إلى استعمال المبيدات الحديثة لمكافحة البق الدقيقي الأسترالي.

2-**المكافحة الحيوية للآفات الحشرية في هاواي:**

قدم المزارعون ساعة ذهبية للسيد كوبل بعد النجاح الباهر الذي حققه مع مساعديه في مكافحة البق الدقيقي الأسترالي كما قدموا لزوجته حلقات ذهبية ثم استدعي إلى هاواي لدراسة الآفات الحشرية التي تهاجم قصب السكر (المحصول الرئيسي هناك) والعمل على مكافحتها بنفس الطريقة، فاستخدم دبور الكالسيد **Chalcid Wasp** في 1905 و 1906 لمكافحة نطاط الأوراق ***Perkinsiella Saccharicida*** الناقل للأمراض الفيروسية وقوِم هذا الدبور عدّواً حيوياً مع غيره من الأعداء الحيوية الأخرى. ووجد أن ذبابة التاكينا ***Ceomasia Sphenophori*** **(Tachnid fly)** تتطفل بنجاح على سوسة قصب السكر ***Rhabd oscelus obscurus*** إلا أن الرطوبة العالية والأمطار الغزيرة حالت دون تنفيذ مكافحة فعالة بهذه الذبابة لتلك السوسة.

وهناك الكثير من الأمثلة الناجحة للمكافحة الحيوية في هاواي بما فيها الأعشاب الضارة فقد أسهمت البحوث في هاواي بشكل ملموس في التطور العملي للمكافحة الحيوية حتى كان تاريخ علم الحشرات في هاواي مكافحة حيوية.

3-**المكافحة الحيوية لأجاص بريكلي** Pickly Pear **في أستراليا** :

وصل الأسطول الأول إلى أستراليا عام 1788 ورسا على الشاطئ في منطقة سدني (الآن)، وبدأ الحاكم هناك بجمع نباتات الصبار الأمريكي (أجاص بريكلي) الجنوبي

بهدف تربية حشرة البقة المبقرشة ***Dactylopius coccus*** التي تتغذى على هذا النبات (يستخلص من هذه الحشرة صبغة حمراء قرمزية ثابتة تستعمل في الصناعة) وأيضاً لاستخدام نباتات الصبار المختلفة لأغراض الزينة. وما إن حل عام 1900 حتى غطت نباتات الصبار مساحة 40.500 كم^2 من الأراضي الزراعية متزايدة بحدود 10.000 كم^2 سنوياً. اتسعت الأراضي الزراعية المغطاة بالصبار إلى 243.000 كم^2 وتوقف نمو الأعشاب ونباتات الرعي في هذه المناطق ناهيك عن عدم استطاعة الأغنام دخول هذه المناطق وانخفاض جودة الصوف الناتج عنها. فكّر المسئولون هناك بطريقة لمكافحة هذا النبات الذي تحول إلى آفة تهدد القارة بأكملها بدا بمكافحتها بالطرق الميكانيكية والكيميائية فلم تجد نفعاً لضخامة المساحة الموبوءة وصعوبة الوصول إلى المرتفعات والوديان.

عندئذ، اتجهت الأنظار إلى المكافحة الحيوية وبدأ عمل البيولوجيين لاختبار العديد من مفصليات الأرجل التي تهاجم هذا النبات واختيار أفضلها للفتك بهذه الآفة النباتية دون الإضرار بالنباتات الاقتصادية الأخرى فتم نقل أكثر من 60 نوعاً من الحشرات والعناكب إلى أستراليا من بلاد العالم المختلفة حتى عام 1925 عندما وصلت رسالة من الأرجنتين تحوي 2750 بيضة من بيوض الفراشة الأمريكية الجنوبية ***Cactoblastis cactorum*** التي كانت كافية لمكافحة هذا النبات.

تستطيع إناث هذه الفراشة الطيران لمسافة ميل كل ليلة وتضع بيضها في صفوف منتظمة على وسائد الصبار اللحمية **Cactus Pods** ويحتوي كل صف على 75 بيضة تقريباً. يفقس البيض معطياً يرقات معيشة جماعية وتسير بشكل قطعان وتتغذى على وسائد الصبار تاركة وراءها هذه الوسائد عرضة للتلف والفساد بواسطة الفطر والبكتريا ثم تسقط في التربة لتعذر هناك وتعيد دورة حياتها من جديد. كانت الـ 2750 بيضة كافية للبدء بها كمزرعة أولية أعطت 2.225.000 بيضة بعد جيلين وزعت على 20 موقعاً من المساحات المصابة ثم جمع من الحقل فيما بين 1927–1929 بحدود 3.000 مليار بيضة أعيد نشرها في المساحات الأخرى وما إن حل عام 1930 حتى كانت يرقات هذه

الفراشة قد دمرت نباتات الصبار في أستراليا كلها ولم يعد الصبار الموجود كافياً لتغذية اليرقات فانخفضت أعدادها وعادت نباتات الصبار للنمو ثانية فتصدت لها الحشرات الباقية حتى عام 1935 حيث زال الخطر نهائياً وتحقق هناك شبه اتزان حيوي بين الحشرة والنباتات التي أصبحت محصورة فقط في الحدائق للزينة التي تكفي للإبقاء على الأعداد المطلوبة من الحشرة.

ولحسن الحظ، لا تهاجم هذه الحشرة سوى نباتات الصبار ولا تتغذى على غيرها من المحاصيل الاقتصادية وهذه صفة أساسية من صفات العدو الحيوي الأمثل.

جـ-الفترة الحديثة وتشمل الثلاثين سنة الماضية :

رغم النجاحات الممتازة للتطبيقات الحقلية للمكافحة الحيوية في الفترة السابقة فقد تعثر تطوير هذه الطريقة على أسس علمية دقيقة في النصف الأول من هذا القرن وتعددت الآراء التي تمتدحها وتظهر إيجابياتها بالبراهين التطبيقية والآراء الأخرى التي تظهر عيوبها، ولعل أبرز أسباب عدم تطورها ما يلي:

1- ساهمت الحرب العالمية الأولى والثانية في تثبيط التقدم والأبحاث وتبادل المعلومات في هذا الموضوع وصعوبة استيراد الأعداء الحيوية من مواطنها الأصلية.

2- إن اكتشاف المبيدات العضوية الصناعية وسرعة أدائها في مجال المكافحة أبعد الأنظار لفترة غير قصيرة عن التفكير بطرق مكافحة أخرى.

3- يحتاج تطبيقها إلى تكاليف باهظة في البداية فلا يستطيع المزارع حمل هذه الأعباء كما لا تقامر الشركات العاملة في هذا المجال في السير بهذا الاتجاه وانتظار نتائج نسبية النجاح ولمدد طويلة.

4-الانتقادات المتواصلة لهذه الطريقة عند استخدام الأعداء الحيوية ذات التغذية النباتية والتخوف من تحولها إلى آفات على المحاصيل الاقتصادية الأخرى أو انتقالها إلى الإنسان والحيوان (فيروسياً وبكترياً).

للأسباب السابقة فقد تباطأ البحث والدراسة في هذه الطريقة حتى بداية النصف الثاني من هذا القرن عندما أعيد النظر في طرق المكافحة المختلفة ودراسة ميزات وعيوب كل منها فكان نصيب المكافحة الحيوية كبيراً في **هذا المضمار للأسباب التالية:**

1- ساعد التقدم المذهل في وسائط النقل على انتقال كائنات حية بين مناطق العالم المختلفة وظهور آفات جديدة في بلدان كثيرة لم تعرف بها من قبل.

2- إن استخدام التكنولوجيا الحديثة في الزراعة بكلّ أشكالها واستنباط أصناف جديدة من المحاصيل الوفيرة في كميتها والمرتفعة في جودتها قد ساعد على تكاثر الآفات بشكل غير عادي وتحول الكثير منها إلى آفات اقتصادية.

3- أدى الاستخدام الواسع للمبيدات العضوية الصناعية **إلى النتائج التالية :**

أ- الإخلال بالتوازن الحيوي في مناطق كثيرة وتحول بعض كائناتها الحية إلى آفات ضارة.

ب- ظهور صفة مقاومة الآفات للمبيدات وفشل مكافحتها.

جـ- تلوث البيئة ببقايا المواد السامة.

لهذا كان الدافع كبيراً للتفكير الجدي بإدراج المكافحة الحيوية في برامج مكافحة الآفات الضارة.

4- ظهور **المنظمات المحلية والدولية** التي تتصدّى لتخطيط البرامج وتنفيذها دون النظر لتكاليفها العالية نسبياً في بداية الأمر.

5- ظهور مفهوم **المكافحة المتكاملة** إلى حيز البحث والتطبيق والتي تعتمد المكافحة الحيوية أساساً لها مع الطرق الوقائية الأخرى التي تجنبنا الضرر قبل حدوثه.

وتُلخص الكلمات التالية رأي الكثير من العلماء المعاصرين:

" لقد كانت البرامج الحيوية للمكافحة متوافقة تماماً مع إدراك المختصين بأن عصر الاعتماد الوحيد على المبيدات كان خطأً فادحاً، وذلك بسبب المشكلات الناتجة عن هذا الاستخدام والتي أبرزها ظهور آفات جديدة، وظهور سلالات مقاومة، وتلوث لبيئة، وكلفة إنتاج مواد جديدة ، وقتل الكائنات الحية النافعة واختلال التوازن الحيوي في الطبيعة ".

حلل **Debach** عام 1971 محاولات المكافحة الحيوية المنفذة ما بين 1888-1969 ضد 223 نوعاً من الآفات ووجد ما يلي :

1-تمت مكافحة 42 نوعاً من هذه الآفات بشكل نهائي ولم يلزم اتخاذ أي إجراء آخر ضدها إلا في بعض الظروف الخاصة.

2-تمت مكافحة 48 نوعاً من الآفات بمستوى أقل من المكافحة الفعلية الكاملة ولعل ذلك يعود لأسباب عديدة أهمها قلة أهمية النبات المضيف (المحصول) للآفة، أو أن الاضطرار لاستعمال المبيدات الكيميائية قد أضعف فعالية الأعداء الحيوية.

3-تحققت المكافحة الحيوية جزئياً ضد 30 نوعاً واستخدمت المبيدات الكيميائية بشكل منظم.

وعند وضع الربح أو التمويل لأعمال المكافحة الحيوية على المدى الطويل بالمقارنة مع المكافحة الكيميائية وجد أن مردود المكافحة الحيوية كان 30 وحدة ربح لكل وحدة تمويل واحدة في حين أن مردود المكافحة الكيميائية كان 5 وحدات ربح لكل وحدة تمويل واحدة.

التطفل : Parasitism:

يعبر التطفل **Parasitism** عن العلاقة بين الكائنات الحية والتي يستفيد فيها أحدهما أو أكثر (الطفيل **Parasite**) على حساب الكائن الحي الآخر (العائل **Host**) بصور مؤقتة أو دائمة دون أن يسبب الموت لهذا العائل.

فالطفيل بحاجة إلى الإبقاء على حياة العائل باستمرار للمحافظة على مصدر غذاء دائم لاستكمال دورة حياته أو لاستخدامه كوسيلة للانتشار أو الانتقال من منطقة إلى أخرى أو من وقت إلى آخر.

انطلاقاً من التعريف السابق فإن الطفيل الحقيقي هو الذي تتطفل كلّ أطواره وتتغذى على عوائل ولا تستطيع العيش من دونه ولا تسبب له الموت مثل تطفل القمل والبراغيث على الإنسان والحيوان. بينما تتطفل بعض الطفيليات في أحد أطوارها فقط وتحصل على

غذائها من دم العائل وجسمه وتسبب له الموت في نهاية الطور المتطفل " غالباً اليرقي" حيث يجهز الطفيل على العائل, ويستخدم ما تبقى من جسمه للتحول إلى طور العذراء وهذه حال الطفيليات التابعة لرتبتين غشائية الأجنحة وثنائية الأجنحة التي يستخدم أغلبها في المكافحة الحيوية.

يكون التطفل خارجياً **Exoparasitism** عندما يوضع البيض على جسم العائل من الخارج, ثم يفقس هذا البيض إلى يرقات تتغذى على العائل من الخارج فتقتله كما في تطفل حشرة البمبلا ***Bimpla Robirator*** على يرقات ديدان اللوز القرنفلية والشوكية. وقد يكون التطفل داخلياً **Endopaasitism** كما في تطفل ذبابة التاكنيا ***Tachina larvarum*** على يرقات دودة ورق القطن حيث تضع الذبابة البيض على اليرقات من الخارج، يفقس هذا البيض وتخترق اليرقات الصغيرة جلد يرقة العائل وتتغذى من الداخل على الدم والأحشاء دون أن تميت يرقة العائل. وفي نهاية الأمر تتحول يرقة الطفيل إلى عذراء خارج جسم العائل في التربة بعد أن تميت عذراء العائل قبل أن تكمل دورة حياتها.

يكون التطفل مؤقتاً **Transitory P.** عندما يمضي الطفيل أحد أطواره "أو أكثر" على أو في جسم العائل وينتقل ليكمل دورة حياته بعيداً عن العائل كما في المثال السابق وكما في تطفل نغف الخيل. بينما يكون التطفل دائماً **Permanent P.** عندما يقضي الطفيل جميع أطواره على العائل كما في أنواع القمل الماص.

يكون التطفل إجبارياً **Obligatory p.** عندما يقضي الطفيل جميع أطواره على عائل واحد فقط ويرتبط به ارتباطاً وثيقاً فإذا مات العائل مات معه الطفيل كما في بعض أنواع القمل القارض. وفي التطفل الاختياري **Faculative p.** يعيش الطفيل على أكثر من عائل واحد فإذا مات العائل أو انفصل عنه الطفيل لسبب ما فإنه ينتقل إلى عائل آخر كأنواع البراغيث.

1-فرط التطفل Hyper parasitism:

ويطلق على ظاهرة تطفل طفيل على طفيل آخر من نفس النوع أو من نوع آخر وفي هذه الحالة يطلق على المحصول المتضرر من الآفة بالعائل المضيف ويطلق على

الآفة اسم العائل ويطلق على الطفيل المتطفل على الآفة اسم الطفيل الأولي ويطلق على الطفيل المتطفل على الطفيل الأولي بالطفيل الثانوي.

تعتبر الظواهر الثلاث السابقة مثبطة وسلبية في برامج المكافحة الحيوية ويجب مراعاتها ودراستها عند تخطيطها وتنفيذها.

2-**التطفل التوأمي Adelphoparasitism:**

وقد لاحظ **Flanders** سنة 1937 في فصيلة **Aphelinidae** التابعة للكالسيدات **Chalcidoids** ويطلق عليه بعضهم التطفل الذاتي **Auto parasitism** . تضع إناث بعض الأنواع بيضاً غير ملقح قبلالالتقاء بالذكر ينتج ذكوراً فقط ثم تضع بيضاً ملقحاً بعد التقائها بالذكر ينتج إناثاً فقط.تتطفل هذه الإناث على عائل ما تطفلاً أولياً ثم تتطفل الذكور الناتجة من الأنثى نفسها (الأم)على هذه الإناث تطفلاً ثانوياً , أي أن الذكور الناتجة من بيض غير ملقح تطورت كطفيل ثانوي مفرط التطفل على الإناث المتطفلة أولياً والناتجة من الأم نفسها لذلك سمي هذا النوع بالتطفل التوأمي .

وقد أكد علماء آخرون هذه الظاهرة وأثبتوا التبدل في نتاج بعض الطفيليات من البيض الموضوع قبل وبعد الالتقاء .وأشاروا أيضاً إلى أن الاختلاف ليس في طريقة وضع البيض المذكر والبيض المؤنث وانما يتركّز هذا الاختلاف في تطور وفقس كل منها حيث تتطور الأنثى إلى طفيل أولي مباشرة بينما لا يفقس البيض المذكر حتى يتوفر العائل المناسب (الطفيل الأولي).

3-**التزامن مع العائل Synchronization with host:**

يتوقف نجاح علاقة التطفل على التوافق الزماني والمكاني بين الطفيل والعائل. فيجب مثلاً وجود بيض الطفيل مع يرقات العائل في نفس المكان والزمان ليتم التطفل ونجد غالباً أن البيئة المناخية المناسبة للعائل تكون مناسبة للطفيل أيضاً وأن توفر التوافق الزماني والمكاني بين العائل والطفيل يحدد دوام واستمرار علاقة التطفل وبالتالي كفاءة المكافحة الحيوية وهذا يتوقف على :

(1) عدد الأجيال في العام الواحد والذي يختلف من جيل واحد في العام **Univoltine** إلى جيلين **Bivoltine** أو أكثر **Multivoltine** .

(2) التواقيت في مرحلة البيات **Diapous:**

تواجه مفصليات الأرجل المختلفة الظروف غير المناسبة للحياة بالتوقف عن النشاط جزئياً أو كلياً وعلى هيئة أطوار كاملة أو غير كاملة لذلك يكون التواقت في البيات أو السكون بين العائل والطفيل ضرورياً وفي الغالب تكون العوامل البيئية وغير البيئية التي تدفع للبيات في العائل والطفيل متشابهة.

(3) وجود العائل البديل عند عدم وجود العائل الأساسي لضمان استمرار وجود الطفيل في البيئة كما ذكرنا سابقاً في المكافحة البيئية لنطاط أوراق العنب الذي يوجب توفر العليق الأسود الذي يعيش عليه العائل البديل وهو نطاط يهاجم أوراق العليق شتاء.

الافتراس Predatism:

يعبر الافتراس **Predatism** عن هجوم كائن حيّ–هو المفترس **Predator**–على كائن حي آخر– هو الفريسة **Prey**–فيتغلب عليه ويلتهمه جزئياً أو كلياً تاركاً إياه ميتاً أو مشرفاً على الموت**K** لذلك تعتبر علاقة الافتراس علاقة مؤقتة بين كائن حي قوي وآخر ضعيف ، يتسلح المفترس بوسائل الافتراس (أرجل وفكوك ومخالب قوية وكذلك أعضاء حس متقدمة تكون عوناً له في اقتناص الفريسة) ويستطيع مهاجمة أكثر من فريسة واحدة خلال حياته.

أما ظاهرة افتراس الكائن الحي لأفراد من نفس النوع فيطلق عليها **Canibalism** كما هو الحال في افتراس يرقات الدودة القارضة بعضها لبعض.

حتى عام 1963 ، نجح 15نوعاً حشرياً مفترساً في مكافحة الآفات الحشرية في حين زادت الأنواع الطفيلية المستخدمة في المكافحة الحيوية على 115 نوعاً حتى ذلك التاريخ. وقد كانت أغلب الأنواع المكافحة بالافتراس تنتمي إلى الحشرات القشرية والبق

الدقيقي وبيض نطاطات الأوراق والتي تتميز بحركتها البطيئة أو عدم القدرة على الحركة نهائياً ولا تدخل في فترة بيات حقيقية كما أنها تهاجم النباتات دائمة الخضرة في الغالب .

اختيار وتحديد العدو الحيوي المناسب :

الطريقة الأولى : استعمال الأنواع المحلية :

يتواجد في كل بيئة أنواع مختلفة من المفترسات والمتطفلات على الآفات الضارة التي استقر بها المطاف إلى حالة من التوازن الحيوي بينها وبين تلك الآفات.

غير أنه ولسبب ما قد يختل هذا التوازن في بقعة مناخية محددة فيزداد أعداد الآفات دون أن يوازيها ازدياد أعداد المفترسات والمتطفلات عليها فتنتقل إلى الشكل الوبائي ويُتبّع حيال ذلك طريقتان:

آ–تجمع أعداد كبيرة من الأعداء الحيوية من المناطق المجاورة في نفس البيئة وتطلق في أماكن وجود الآفة المراد مكافحتها، إلا أن هذه الطريقة غير عملية ، صعبة التنفيذ، عالية التكاليف ومحدودة المردود.

ب–تجمع أعداد كبيرة من الأعداء الحيوية المحلية والموجودة في نفس البيئة أو في المناطق المجاورة له، وتربى في المخبر بأعداد كبيرة **Mass Rearing** تطلق في الوقت المناسب (عند اشتداد الإصابة أو في بدايتها) في الحقول المصابة.

ولعل هذا الحلمقبول علمياً وعملياً رغم الصعوبات التي تواجه الفنيين عند تهيئة وتجهيز البيئات الصناعية وإنتاج الأعداد الضخمة والكافية لإطلاقها مع المحافظة على حيويتها ونشاطها . فقد استخدمت حشرة البمبلا ***Pimpla roboator*** المتطفلة داخلياً والموجودة في البيئة المصرية لمكافحة ديدان اللوز ودودة الذرة الأوروبية بهذه الطريقة في مصر.

الطريقة الثانية: استيراد الأعداء الحيوية:

يعتقد الآن، أن نصف الآفات الضارة (أو أكثر) الموجودة في معظم بقاع العالم قد انتقلت إليها من موطن أصلي غير ذلك الذي تحدث فيه الضرر الآن. فهي توجد في مواطنها الأصلية في ظل حالة الاتزان الطبيعي **Natural Balance** "الحيوي وغير الحيوي " تثبت خلاله أعدادها تحت المستوى الضار، إلا أن انتقالها إلى الموطن الجديد– بطريقة ما– دون انتقال أعدائها الحيوية مع موافقة الظروف المناخية في البيئة الجديدة يرفع أعدادها إلى المستوى الضار الموجب لمكافحتها .

لذلك اتجهت أنظار المختصين إلى تحديد المواطن الأصلية للآفات الضارة ثم دراسة الكائنات الحية الموجودة معها والعمل على تحديد الأعداء الحيوية المفترسة والمتطفلة على الآفة واستيراد أفضلها وأسرعها تكيفاً مع البيئة الجديدة.

إن تحديد واختيار العدد الحيوي المناسب في المواطن الأصلية، ليس بالأمر السهل، فهو يحتاج إلى العديد من المختصين بعلوم مختلفة وبذل الجهد والمال والوقت حتى يتم الحكم على مدى صلاحية وكفاءة العدو الحيوي الفعال لمكافحة الآفة في الموطن الجديد. ونوجز أهم الصعوبات التي تعترض هذه الدراسات بما يلي :

1–الحاجة **إلى الخبرة الفنية العالية** في علوم الحياة والبيئة والتصنيف.....الخ.

2–الحاجة إلى **سنين طويلة والجهد والمال قبل** التوصل إلى نتائج مرضية.

3–يتم اختبار **أكثر من عدد حيوي واحد** للآفة الواحدة حتى يتم اختيار أفضلها.

4–قد لا يتأقلم **العدو الحيوي جيداً مع العيش في البيئة الجديدة** التي تكون مناسبة جداً لنمو وتكاثر الآفة المراد مكافحتها.

5–ضرورة إيجاد **العائل البديل** إلى جانب العائل الأصلي لضمان استمرار وجود وتكاثر العدو الحيوي يلزم لذلك دراسات خاصة أخرى.

6–قد يؤدي **التنافس بين الأعداء الحيوية** المستوردة والمحلية إلى الحد من كفاءتها وفشلهاكلاً أو جزءاً في تحقيق مكافحة فعالة.

7–قد يحدث **تهجين بين الأعداء الحيوية المستوردة والمستوطنة وينتج عن ذلك نسل جديد غير قادر أو عاجز** عن القيام بنفس العمل الذي يقوم به العدو الحيوي المستورد في بيئته الأصلية.

وتجدر الإشارة إلى إيجاز المراحل التي تمر بها دراسة العدو الحيوي المناسب بما يلي :

1–تحديد الموطن الأصلي للآفة.

2–البحث عن الأعداء الحيوية للآفة في موطنها الأصلي.

3–إجراء الدراسات المخبرية على الأعداء الحيوية في الموطن الأصلي.

4–إجراء الدراسات المخبرية على الأعداء الحيوية في الموطن الجديد.

5–التوسع في إجراء الدراسات في الزراعات المحمية والتجارب المحدودة.

6–إجراء التجارب الواسعة تحت الظروف الحقلية.

7–تربية العدو الحيوي بأعداد كبيرة في المخبر وإطلاقها في المنطقة بأكملها في الوقت المناسب.

8–الحذر الشديد من استخدام المبيدات، وإن اضطُّر إلى ذلك فتستخدم المبيدات المتخصصة وبحساب دقيق وبالوقت المناسب بحيث نضمن عدم الضرر بالعدو الحيوي الجديد.

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الرابع
طرق المكافحة العلاجية

أولاً – الإعقام بالمواد الكيميائية Sterilization by Chemicals:

عرف **Smith and Brecque** عام 1960 المعقم الكيميائي **Chemosterilant** بأنه المادة التي تخفض القدرة التكاثرية لحيوان ما بصورة جزئية أو كلية ولفترة مؤقتة أو دائمة ولأحد الجنسين أو كليهما.

كان **Auerbach** عام 1947 أول من اكتشف أن غاز الخردل **$(Cl\ CH_2\ CH_2)_2\ S$** يسبب طفرات في الخلايا الجرثومية ثم تبعه **Bird** الذي اكتشف قدرة المركبات الناقلة للالكيل **Alkylating agents** على إحداث العقم.

تصل هذه المواد إلى جسم الآفة مع الغذاء وذلك بإضافتها إلى غذاء الحشرة أو بملامستها جسم الحشرة أو بالطريقتين معاً لذلك تستخدم هذه المواد في إعقام الذكور أو الإناث أو الجنسين معاً في المخبر ثم تطلق في الحقل لمنافسة الأفراد الطبيعية في عمليات التزاوج أو أنها تضاف إلى المصائد الفرمونية لإحداث العقم للإفراد في الطبيعية وفي كلتا الحالتين لا يخشى من أثارها على البيئية.

أ- طرق تأثير المعقمات الكيميائية:

1- فشل الحشرة في إنتاج الحيوانات المنوية أو البيوض.

2- موت الحيوانات المنوية أو البويضة بعد تكوينها.

3- ضمور المبايض في الإناث والخصيتين في الذكور.

4- إنتاج طفرات وراثية قاتلة أو تغيير المادة الوراثية في الحيوان المنوي أو البويضة.

ب- أنواع المعقمات الكيميائية:

تنتمي المعقمات الكيميائية إلى ثلاث مجموعات رئيسة:

المجموعة الأولى: المركبات المضيفة للالكيل **Alkylating Compounds:**

تقوم مركبات هذه المجموعة بتحريك مجموعة ألكيل $-C_2H_5, CH_3$ الخ، بين الجزيئات العضوية داخل جسم الكائن الحي، فتقوم مثلا باستبدال جذر الكيل بذرة هيدروجين أو إضافة جذر الكيل في المادة الوراثية الأساسية (لا يظهر الـ **DNA** في بيض الذبابة المنزلية التي عقمت بـ **Apholate**) فيحدث نتيجة لذلك تغيرات في انقسام الخلايا بخاصة في الأنسجة سريعة النمو.

تعقم المواد المضيفة لكلا الجنسين وتشبه في تأثيرها الإشعاع وتمتص خلال الجلد وتعد من مولدات الطفرات **Mutagenic** لذلك فهي خطيرة على الأجنة والثديات واستعمالها محدود بالمخابر. من مركباتها نذكر:

- **مشتقات الازيريدنييل Aziridinyl:**

من مركباتها **Tepa** و **Apholate** و **Tretamine** تمتاز هذه المركبات بقدرتها على الالتصاق بالأسطح المعالجة، حيث تدخل جسم الحشرة عن طريق الأرجل، أثناء الحركة.

- **المشتقات الأزوتية لغاز الخردل Nitrogen Mustards:**

وأهمها الخردل الأزوتي وتستخدم ي علاج السرطان كمضادات للسرطان وهي توقف تشكل البيض في مبيض الحشرة، إلا أن استخدامها نادراً. ومن مركباتها ايضاً كلور امبوسيل.

- **استرات حمض السلفونيك Sulfonic Acid Esters**

من مركباتها **Buslfan** و مشتقه الميثيلي **Dimethyl myleran**

2-المجموعة الثانية: مضادت الأيض Antimetabolites :

وهي مواد غير متجانسة تعمل بآليات مختلفة لمنع تكون البيض في المبايض لذلك تعد معقمات إناث. تشبه في تركيبها نواتج التمثيل الحيوي اللازمة للدخول في تفاعلات حيوية هامة مثل تكوين الخلايا فتدخل هذه التفاعلات بدلا من المادة الأساسية اللازمة فتعطي مركبات مختلفة فتظهر أعراض نقص نواتج التمثيل وبذلك يكون إعقامها مؤقتاً يزول بزوال المادة الأساسية اللازمة لهذه التفاعلات والتخلص من المادة المعقمة.

من مركباتها:

المواد الامينوبتيرين Aminopterin الذي أوقف نسبياً نمو المبايض في الذباب المنزلي وذبابة الخل.

المجموعة الثالثة: مركبات مختلفة لا تتبع المجموعتين السابقتين:

1-مركبات القصدير ثلاثي الفينول:

لهذه المركبات نشاط حيوي كبير تُستخدم مبيداتٍ فطرية ومضادات تغذية لمكافحة الحشرات. تحدث عقم مؤقت في إناث الحشرات يزول بإبعاد المادة عنها. وتسبب عقم للذكور ولكن بجرعات اكبر بكثير من تلك المستخدمة للإناث. تعرقل هذه المركبات الفسفرة التأكسدية وتثبط عمل ATP نذكر منها مركب **Batasan** و **Tinestan** .

2-مشتقات اليوريا والثيوريا:

تسبب مركبات هذه المجموعة عقماً للإناث وتُستخدم مضاداتٍ للسرطان وللوقاية من التأثير الضار للأشعة .

أهم مركباتها: **2-Imidazolidinethione** و **2-Imidazolidinone**

3-نظائر الازيريدينات:

معقمات للذكور وهي معقمات قوية استخدمت في تعقيم ذكور الذباب المنزلي وهي غير مضيفة أو ناقلة للالكيلات وتمتاز بسميتها المنخفضة لذوات الدم الحار منها: **Hemel** و **Hempa** .

4-مشتقات البنزيل والسينامايل:

وهي مركبات تستخدم في تعقيم ذكور وإناث الذبابة المنزلية منذ 1979 عن طريق إضافتها للغذاء بتركيز 0.025 % وفي عام 1980 تم ملاحظة أن ذكور الذبابة تحتاج إلى جرعات كبيرة مقارنة مع الجرعات اللازمة للإناث.

من مركباتها: (AI-70691) و (AI - 53060).

ثانياً- المواد الجاذبة والطاردة:

- **المواد الجاذبة** Attractants:

تقسم المواد الجاذبة إلى مواد جاذبة كيميائية ومواد جاذبة فيزيائية:

أ- **المواد الجاذبة الكيميائية Chemical Att.**

وهي مواد كيميائية متطايرة تصل إلى الآفة فتنبهها وتدفعها للتوجه إلى مكان وجود هذه المادة حيث يتم جمع الآفة وقتلها وتكون هذه المواد:

1-**مواد جاذبة جنسية Sex Attr. Sex Pheromones :**

تتميز هذه المواد بالتأثير في جنس واحد – دون الآخر – فيجذب بعضها الذكور ويجذب بعضها الآخر الإناث وتطلق عليها معظم المراجع الحديثة مصطلح الفرمونات الجنسية وهي طبيعية مستخلصة من الذكور لجذب الإناث أو مستخلصة من الإناث لجذب الذكور أو مصنعة لها خواص المواد السابقة وقد ذكرت سابقاً .

2-**مواد جاذبة غذائية Food Attr. :**

وهي **مواد غير متخصصة بجنس واحد فتجذب الذكور والإناث** ومعظمها كالمحاليل السكرية أو البروتينات المتحللة. تستخدم هذه المواد لجذب الأطوار الكاملة للحشرات منفردة أو بعد خلطها بالمبيدات لتحضير الطعوم السامة أو للحصول على المعلومات

الخاصة بأعداد الحشرة وبدء الإصابة وتتبع شدتها وتحديد الوقت المناسب لمكافحتها. وتستخدم لأغراض البحث العلمي لدراسة عادات وسلوك الحشرات.....الخ. ومنها مادة البروتين المتحلل **Protein hydrolyzate**

مثلا تنجذب إناث البعوض البالغ الملقح إلى الإنسان بواسطة الأحماض الأمينيّة والمواد الخاصة المفرزة من الجسم وأيضا عند ازدياد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في التجمعات السكنية والى درجة حرارة الجسم.

ويعتبر الرش الجزئي إحدى أهم الطرق التطبيقية العملية المستخدمة في مكافحة الآفات وذلك عند مزج المادة الغذائية الجاذبة مع المبيد السام ورش أجزاء محددة من الشجرة أو الحقل. كأن يرش صف من الأشجار وتترك عدة صفوف، أو ترش أشجار محددة وعلى إبعاد طولية أو قطرية متساوية في الحقل.

3- **مواد جاذبة لوضع البيض Oviposition lures :**

تنجذب إناث بعض الحشرات إلى مواد محددة غالباً ما تكون لازمة لتغذية اليرقات الناتجة من البيض، فقد وجد أن رائحة الامونيوم تنبه الذبابة المنزلية لوضع البيض ووجد أن حشرة التفاح ***Rhagoletis pomonella*** تنجذب إلى رائحة البروتين المتحلل وأن 83% من الحشرات المنجذبة كانت إناثا وذلك يفسر أن هذا الانجذاب كان لوضع البيض وليس للتغذية.

ب – المواد الجاذبة الفيزيائية: .Physical Attr:

استخدمت المصائد الضوئية لجمع الكثير من الأنواع الحشرية لأغراض الحصر والمكافحة لكن هذه الطريقة لم تف بالغرض وكان استخدام المبيدات ضرورياً. تختلف الأنواع الحشرية في انجذابها للضوء حسب طول الموجة الضوئية وكمية الطاقة المنبعثة وشدة الضوء وسطوعه. عموماً تنجذب الحشرات المحبة للضوء Photopositive insects ما بين الأشعة فوق البنفسجية والأشعة المرئية وتبتعد الحشرات الأخرى عن هذه الأشعة الضوئية **Photonegative insects** . وقد نجحت مكافحة دودة التبغ

Protoparce sexta ودودة البندورة على محصول التبغ في ولايتي انديانا وكليفورنيا عند وضع مصباح ضوئي من نوع **Trap5- WBL** / 4 دنم. كذلك تتجذب البعوضة المصرية ***Aedes aegypt*** إلى الأشعة تحت الحمراء.

- **المواد الطاردة Repellents:**

هي مواد كيميائية ضعيفة أو عديمة السمية تؤدي بصورتها الغازية إلى نفور الآفات وإبعادها عن أماكن وجودها. وقد استخدمت هذه المواد في حماية الإنسان والحيوان من الحشرات الضارة كالبعوض والذباب لكنها لم تستخدم في مجال المكافحة الزراعية. يستخدم الدخان المنبعث من حرق بعض النباتات لإبعاد الحشرات عن الإنسان والحيوان. ومن المواد الحديثة زيت السيترونيلا(**Citronella Oil**)، وروح الكافور (**Spirit of camphor**) وثاني ميثيل فثالات **Dimethyl phthalate** ، والاندولون **(Indalone)** لإبعاد الحشرات عن تجمعات الجنود في الحرب العالمية الثانية. واستخدم النفثالين **(Nephthalene**) ، والبارادای كلوروبنزين(**Paradi-chlorobenzene)** لطرد الحشرات عن الملابس الصوفية والسجاد.

ونظراً لاستخدامها في دهن الإنسان والحيوان يجب أن تتميز هذه المواد بمايلي:

1- لا تهيج الجلد ولا تتلف الملابس.
2- أن تقي الفرد لمدة كافية وبأقل كمية ممكنة.
3- ليس لها رائحة منفرة للفرد المعامل.
4- أن تكون معاملة بقع من السطح كافية لحماية السطح كله.
5- سهولة الحصول عليها وبأسعار رخيصة.

من المواد الطاردة الفيزيائية الضوء الأصفر يطرد كثير من الحشرات. ويستخدم الموجات فوق الصوتية لمكافحة دودة اللوز الأوربية وفراشة الليل.

ويستخدم الضجيج والطرق على الصفيح لإبعاد الطيور عن بذور المحاصيل الزراعية.

ثالثاً- مانعات التغذية ومانعات وضع البيض:

أ- **مانعات التغذية Anti-feedants :**

أطلق قديماً على هذه المواد مصطلح **Repellents** ، وفي عام 1960 تم اعتبار المصطلح **Feeding deterrent** مناسباً للدلالة على هذه المواد. وقد أصبح من الشائع بين المختصين مصطلح **Anti-feedant** . ويعبر عن المواد والمركبات التي تمنع نوعاً معيناً من الكائنات الحية من التغذية على المواد المعاملة بها دون طرد هذه الكائنات أو قتلها.

مميزات استخدام مانعات التغذية في المكافحة:

- تمنع هذه المواد الآفة من التغذية على العائل المعامل بها فتتحول للبحث عن الغذاء فتتعرض للمفترسات والطفيليات أثناء ذلك أو تموت جوعاً.
- تمنع هذه المواد الآفة عن التغذية فوراً لذلك يتوقف الضرر فور رشّها.
- عديمة **أو ضعيفة السمية لذوات** الدم الحار في حدود التركيزات المستخدمة بالمكافحة.
- تمتاز بالتخصص في تأثيرها في نوع معين من الحشرات دون الأنواع الأخرى فلا تؤثر في الأعداء الحيوية كالمفترسات والمتطفلات وهذا يجعل مانعات التغذية عنصراً مهّماً في برامج المكافحة.
- نجحت هذه المواد في مكافحة الحشرات القارضة خارجياً ولم تنجح في مكافحة الحشرات القارضة من الداخل مثل حفارات الساق والبراعم وكذلك الحشرات الثاقبة الماصة. وألية فعل هذه المركبات تتلخص بتأثير هذه المواد في المستقبلات الحسية **Sensory receptors** الخاصة بالذوق في منطقة الفم كما تفقد الحشرة التأثير المعدي المنبه لاستمرار التغذية وقد يكون التأثير الحسي لهذه المواد مثبطا لعملية البلع والهضم.

وأهّم مركبات هذه المواد **Eulan New** و **Mitin FF** لمنع تغذية حشرات الملابس الصوفية والسجاد.

ومركبات القصدير ثلاثي الفينيل ضد ورق القطن وخنفساء الكولورادو على البطاطا ، ومستخلص البيرثرم ضد حشرات الجلوسينا .
مركب **Baygon** ضد سوسة اللوز.

ب- مانعات وضع البيض أو مثبطاته : Oviposition Inhibitors

وجد أن إناث سوسة لوز القطن تضع بيضها في البراعم الثمرية، ثم تقفل هذه الثقوب بمفرزات خاصة تمنع الإناث الأخرى من وضع البيض في الحفرة نفسها . فإذا أمكن عزل مثل هذه المواد وتعريفها وإنتاجها ورشها على النباتات القطن فقد تكون فعالة في منع إناث هذه الحشرة من وضع البيض فتضر الحشرة إلى التخلص من البيض ووضعه في أماكن غير مناسبة للفقس .

رابعاً- استخدام الهرمونات في المكافحة

- **الهرمونات الحشرية :**

إن التوسع غير المعقول في استخدام المبيدات في مكافحة الآفات أدى إلى نتائج سلبية تعدد ذكرها وهي :

(1) الإخلال بالتوازن الحيوي في الطبيعة وقتل المفترسات والمتطفلات وتحول الكثير من الكائنات الحية غير الضارة إلى آفات خطيرة.

(2) السمية المرتفعة لمعظم هذه المواد للإنسان والحيوان وتراكم الكثير منها في البيئة وتلوث كلّ عناصرها (التربة، الماء، الهواء، الغذاء....الخ).

(3) إن تكرار استخدام هذه المواد أدى إلى ظهور سلالات مقاومة لها وفشل المبيدات في مكافحتها والحاجة الدائمة إلى تخليق وإنتاج مبيدات جديدة وهكذا.

لذلك اتجهت البحوث إلى الطرق الأخرى الزراعية والفيزيائية والميكانيكية والحيوية، غير أن الحاجة إلى استخدام مواد كيميائية في كثير من الحالات تبدو ملحة وضرورية مثل حالات الظهور المفاجئ للآفات، المكافحة في مناطق واسعة....الخ لذلك تتجه الأنظار

إلى اكتشاف مواد كيميائية غير سامة ومتخصصة لتلبية هذه الحاجة وعدم الاعتماد على المواد الكيميائية السامة.

لكل ما سبق، توجه العلماء إلى البحث في استخدام المواد التي تتحكم في نمو وتطور الحشرات وإمكانية استخدامها في تشويش وعرقلة هذه الوظائف فكانت هرمونات الحداثة **Juvenile Homones** محققة لرغباتهم في إجراء مكافحات مأمونة ومتخصصة لنوع واحد من الآفات دون الإضرار بالكائنات الحية الأخرى فأطلق عليها بعض العلماء مصطلح الجيل الثالث للمبيدات**Third generation of Pesticides** على اعتبار أن الجيل الأول هو جيل المبيدات غير العضوية والتي استخدمت قبل عام 1939، ويمتد الجيل الثاني منذ اكتشاف الـ **D D T** عام 1939 وحتى نهاية الستينات حيث استخدمت خلالها كميات هائلة تقدر بمئات الألوف من أطنان المبيدات العضوية الصناعية (الكلورية والفوسفورية والكربامات).

أ-**اكتشاف الهرمونات الحشرية :**

1- نبه **Kopec** عام 1922 إلى أن عملية الانسلاخ في الحشرات تتحكم بها هرمونات محددة.

2- أيده بعد ذلك **Wiggleworth** عام 1934 حيث أثبت أن عملية الانسلاخ تحتاج إلى هرمون معين وأن هذا الهرمون يأتي من رأس الحشرة وأنه استطاع إيقاف انسلاخ الحشرة بهذا الهرمون المستخلص من غدة الـ **Corpora allata**.

3- تتالت البحوث بعد ذلك وأثبت **Williams** عام 1956 و 1960 هذه النتائج واستخلص هذا الهرمون من بطن ذكور فراشات ***Cecropia silkworm*** وأنه يفرز من الـ**Corpora allata** ويتراكم في أنسجة جسم الحشرة وأسموه هرمون الحداثة **(J H) Juvenile Hormone**.

4- وفي عام 1961 أثبت **Lawrence** أن هذا الهرمون موجود في البيض واليرقات ولكنه يختفي قبل انسلاخ وتحول العذراء إلى حشرة كاملة.

5- وفي عام 1967 استخلص **Williams** هذا الهرمون من ذكور ***Cynthia cercropia*** , وحدد بنفس العام **Roller** ورفاقه التركيب الكيميائي لهذا الهرمون المستخلص من بطن ذكور فراشة الحرير ***Hyallophora cercropia*** وكميته الضئيلة البالغة 1.6 ميكرو غرام وهي أغنى حشرة بهذا الهرمون.

ب-وظيفة هرمونات الحداثة : J. H. Function:

تؤدي هرمونات الحداثة دوراً مهّماً ومؤكداً في تشكل جسم الحشرة ونموه وتبدله من عمر إلى عمر ومن طور إلى طور. ويمكن إيجاز أهم وظائفها بما يلي :

1- يمنع هرمون الحداثة بارتباطه بهرمون الانسلاخ **Ecdysone** انسلاخ الأطوار غير الكاملة في الحشرات محاولاً تثبيتها على حالتها واحتفاظها بالخصائص اليرقية أو منعها من الانتقال والتطور إلى عمر أو طور متقدم.

2- في كثير من الرتب الحشرية، يحفز هذا الهرمون غدداً أخرى فهو ضروري لتشكيل مح البيض في الإناث وله تأثير كبير في الغدد الإضافية في الذكور.

3- يؤثر في تمثيل البروتين اللازم لنضج البويضة وتطورها في المبايض كما يحفز على تخليق الليبدات في المبيض عند تشكل البيض.

4- يؤثر في غدد الصدر الأمامية **Peothoracic glands** ويدفعها إلى العمل والإفراز لأن التجارب أثبتت فشله في التأثير عند غياب هذه الغدد.

5- يعتقد أنه ينظم شدة التحكم الحركي للحشرة بتأثيره المباشر على الجهاز العصبي المركزي **(C.N.S)**.

6- تشير الأدلة أيضاً إلى أن الغدد المفرزة لهذا الهرمون تحفز معدل تخليق **RNA** في غدد الانسلاخ.

ت-تفاعل الهرمونات الحشرية :

أوضح **Roller and Dhom** عام 1968 تفاعل الهرمونات الحشرية التي تتحكم في نمو وتطور الحشرات كالتالي :

(1) هرمون المخ : Bain hormone: تفرزه مجموعة من الخلايا العصبية المفرزة في المخ ويصل إلى الدم عن طريق غدة **Corpus cardiaca** الموجودة في رأس الحشرة وبواسطة الدم يصل إلى غدد الانسلاخ.

(2) هرمون الانسلاخ : Moulting or Ecdysone H.: تتجه غدد الانسلاخ وهي نوع من الغدد العصبية في الصدر الأمامي وتسمى **Prothoracic glands** بعد أن يحفزها على ذلك هرمون المخ. لذلك يكون هرمون المخ محفزاً لهذه الغدد لإنتاج هرمون الانسلاخ الذي يتحكم مباشرة في عمليات الانسلاخ.

(3) هرمون الحداثة Juvenile H.: تفرزه غدد الـ**Corpora allata** الموجودة في رأس الحشرة والذي يثبط الانسلاخ وتشكل الحشرات الكاملة ويبقى على **خصائص** الطور اليرقي لذلك يمكن تسميته بهرمون ثبات الحالة فهو يحاول تثبيت حالة الحشرة وعدم السماح لها بالانسلاخ والتطور إلى طور متقدم.

ث–مبدأ استخدام هرمون الحداثة في مكافحة الآفات :

يستنتج مما سبق، أنه لكي تتم عملية الانسلاخ أو التحول من طور اليرقة إلى طور العذراء أو من طور العذراء إلى الحشرة الكاملة يجب أن يكون تركيز الهرمونين " هرمون المخ المحفز وهرمون الانسلاخ المؤثر مباشرة في عملية الانسلاخ "عالياً ، أما تركيز هرمون الحداثة فيجب أن يكون أقل ما يمكن أو أن يختفي تقريباً . وبذلك تتم عملية الانسلاخ والتحول من طور إلى طور أكبر.

لكن إذا تدخلنا بطريقة ما ورفعنا تركيز هرمون الحداثة في جسم الحشرة وقبل الانسلاخ مباشرة فستكون النتيجة هي وقف عملية الإنسان وإبقاء الحشرة على حالها وعدم السماح لها بتغيير الكيوتيكل بآخر أكبر والمحافظة على نفس الطور رغم نمو الحشرة, وينتج عن ذلك حشرات مشوهة بدءاً من اليرقات الميتة إلى اليرقة–العذراء (نصفها يرقة ونصفها عذراء) والعذراء–الحشرة الكاملة (نصفها عذراء ونصفها حشرة كاملة) إلى الحشرات الكاملة السليمة المظهر والمشوهة من الداخل (ضمور المبايض أو عدم وجودها....الخ).

لذلك فإن تركيز هذا الهرمون في دم الحشرة وفي أوقات معينة يحدد وصول أو عدم وصول الحشرة إلى الطور الكامل وإن أي خلل في تركيز هذا الهرمون أو في توقيت وجوده سيؤدي إلى تشوهات في أطوار الحشرة معظمها يؤدي إلى موتها أو على الأقل عقمها وبالتالي خفض أعدادها.

ومن مزايا استخدام هذه المواد في مكافحة الآفات ما يلي :

(1) تتحكم هذه الهرمونات بعمليات التطور والتي ليس لهاما يماثلها في الفقاريات فهي عديمة أو قليلة السمية للإنسان ولحيوان في حدود التركيز الضئيلة جداً والمستخدمة في مكافحة الآفات.

(2) تخصصها في التأثير في نوع معين من الحشرات دون الأنواع الأخرى لذلك فلن تؤذي الحشرات النافعة كالنحل والأعداء الحيوية من طفيليات ومفترسات لذلك يوصي باستخدامها في برامج المكافحة المتكاملة.

(3) تستخدم وتؤثر هذه المواد بتركيزات منخفضة جداً إذا قورنت بتركيزات المبيدات في المكافحة، كما أنها تتحلل بسرعة لذلك فإنها لا تتراكم ولا تلوث البيئة.

(4) باعتبارها مواد موجودة أصلاً في الحشرات فيعتقد عدم أو بطء تشكل سلالات مقاومة لها.

(5) يعتبر طور العذراء أكثر الأطوار حساسية لهذه المواد، وتعذر معظم رتب الحشرات في التربة فإن استخدامها خلطاً مع التربة وبتركيزاتها الضئيلة مع سرعة تحللها وعدم تراكمها وبعدها عن الأجزاء الخضرية والثمار المعدة للاستهلاك يجعلها مفضلة في المكافحة على غيرها من المواد الكيميائية الأخرى.

ولا يخلو استخدام هذه المواد في المكافحة من عيوب نذكر أهمها:

(1) سرعة تحلل هذه المواد في الطبيعة وبالتالي قصر فترة المكافحة التي يحققها استخدام هذه المواد وقد أمكن التغلب على هذا العيب بالنسبة لمادة الميثوبرين المستخدمة ضد البعوض في مياه شرب المواشي بتغليف حبيبات المبيد المتناهية الصغر بمواد بلاستيكية من البولي فينيل كلوريد **Polyvinyl chloride** أو غيره (على شكل كبسولات

Encapsulation) والتي تتحطم أو تذوب تدريجياً في الماء فتنطلق المادة منه تدريجياً أيضاً فتطول مدة وجودها في الماء أو التربة.

(2) قصر فترة حساسية الحشرة لهذه المواد، والتي غالباً ما تكون عند انتقال الحشرة من طور العذراء إلى طور الحشرة الكاملة. فلا تتأثر جميع الحشرات لأنها موجودة في الطبيعة بأطوار مختلفة وتجعل إيقاف الضرر فوراً أمراً صعباً في كثير من الحالات.

ج-الأثر الأبادي لهرمونات الحداثة:

1-التأثير في البيض :

يعتبر طور البيضة الأكثر تحملاً للمبيدات من الأطوار الحشرية الأخرى لذلك تظهر أهمية اكتشاف هرمونات الحداثة الطبيعية المستخلصة من الحشرات **(J H)** **Juvenil hormone** وشبيهاتها المصنعة **J.H. Analogues (JHAS)** في وقف أو تثبيط النمو فالبيض وبمراحل مبكرة وهذه حقيقة أثبتها الكثير من العلماء بأبحاثهم المخبرية والتطبيقية منذ عام 1966 حتى 1986 في حرشفية وغمدية ونصفية الأجنحة وذات الجناحين. وكان أهم ما وجده هؤلاء في هذا المجال هو :

-كان البيض حساساً جداً للهرمونات في الخمس ساعات الأولى بعد الوضع.

- ذبابة الإسطبلات **S.calcitrans** ويرقات ذبابة القرون فكانت هذه المركبات فعالة جداً وكانت التشوهات مماثلة لما سبق.

3-التأثير في طور العذراء :

يعتبر هذا الطور هو الأكثر حساسية للهرمونات الطبيعية المستخلصة من الحشرات ومشابهاتها الصنعية من الأطوار الأخرى وأعطت معظم المعاملات الأشكال الوسطية بين العذراء والطور الكامل أو حشرات كاملة عقيمة عقماً تاماً أو على الأقل، أقل خصوبة من الحشرات غير المعاملة.

ويشار هنا إلى :

(1) الأهمية الكبرى لتوقيت المعاملة وتأثيرها الكبير في النتائج.

(2) العلاقة الطردية بين التركيز ودرجة العقم.

ح-التأثير الإعقامي لهرمونات الحداثة :

تعتبر هذه المواد معقمات كيميائية مثالية تسبب العقم الدائم للإناث أو على الأقل تخفض خصوبتها.

(1) أحدث استخدام المشابهات الصنعية لهرمون الحداثة على قمل الجسم عقماً في معظم الإناث المعاملة كما انخفضت نسبة الفقس في البيض الملامس لهذه المواد **(Vinson and Williams, 1967).**

(2)سجل آخرون عقماً دائماً في إناث حشرة ***P. apterus*** عند معاملتها من الخارج بالمشابهات الصنعية للهرمون خلال فترة النشاط التكاثري ثم أيدت هذا النتائج عام 1970.

(3) عندما غذيت حشرات ***Epilachna varisvistis*** على نباتات معاملة بالهرمونات الصنعية، لم تتأثر كمية البيض الموضوعة ولكنه لم يفقس، غير أن نسبة الفقس عادت طبيعة بعد التغذية على نباتات غير معاملة.

- **هرمونات الحداثة الصنعية المستخدمة في مكافحة الآفات :**

نظراً لضآلة كمية هرمونات الحداثة في أجسام الحشرات والصعوبة الفائقة في استخلاصها وتنقيتها , فإن إمكانية استخدام هذه الهرمونات تبدو مستحيلة، لذلك اتجه العلماء إلى تخليق المشابهات الصنعية لهذه المواد بعد تحديد وتعريف تركيبها الكيميائي ومن ثم العمل على إنتاجها بكميات مقبولة عملياً واقتصادياً .

وسنحاول فيما يلي إلقاء الضوء على بعض هذه المشابهات الصنعية التي دخلت حيز التطبيق الواسع.

(1)-ميثوبرين : Methoprene (Altosid) (Z R-515).

سجل هذا المركب رسمياً لمكافحة الحشرات في أمريكا عام 1973, سائل عنبري اللون، يذوب في الماء بنسبة 1.39 جزء بالمليون ويذوب في المذيبات العضوية، غير سام

(L D_{50} > 34.000 orally) للفئران يستخدم ضد مجموعة كبيرة من الحشرات كالبعوض والذباب والفراشات والنطاطات والخنافس والسوس والقمل، في أمريكا يضاف هذا المركب إلى الماء لمكافحة يرقات البعوض، وإلى العلف والماء لمكافحة الذباب كما يرش كالمبيدات على روث الماشية لمنع نمو اليرقات. كما يوضع مع الحبوب المخزونة والسجاير والملابس لوقايتها من الحشرات أثناء التخزين. لا تقبل هذه المادة المزج مع المبيدات الحشرية.

2-هيدروبرين : Hydroprene (Z R-512 Altozar):

سجل في أمريكا رسمياً عام 1973 لمكافحة حشرات يرقات حرشفية الأجنحة والبق الدقيقي والحشرات القشرية والنمل الأبيض.

سائل عنبري اللون أيضاً , يذوب بالماء بنسبة 0.54 جزء بالمليون، يذوب في المذيبات العضوية، غير سام **(LD_{50} > 34.000 orally)** .

أجرى سمارة دراسة لتأثير خمس من المشابهات الصنعية لهرمون الحداثة وقد كان من بينها هذا المركب على الأطوار المختلفة لذبابة فاكهة البحر المتوسط ***Ceatitis capitata*** ما بين 1974-1977 في مخابر كلية الزراعة بجامعة القاهرة وكانت أهم النتائج المتحصل عليها ما يلي :

1- لم تتأثر نسبة فقس البيض المغمور بهذه المواد لمدة 20 ثانية كما أن اليرقات الفاقسة كانت طبيعية وأنتجت ذباباً خصباً .

2- لم تتأثر يرقات العمر الثالث المرباة في بيئة صناعية معاملة بالهرمونات الخمسة وأنتجت ذبلباً خصباً حتى تركيز 10 أجزاء بالمليون. غير أن التركيز العالي (100 جزء بالمليون) كان ساماً لليرقات وفشلت أكثر من 90% من اليرقات في التحول إلى عذارى،ولكن هذا التركيز يعتبر مرتفعاً جداً من الناحية العملية والاقتصادية.

3- أظهر طور ما قبل العذراء **Prepupae** حساسية عالية لمادتين هما **Z R: 512** و **Ro- 10: 3108** وبتركيزات لم تتعدى 3 جزء بالمليون في التربة بينما كان تأثير المواد الثلاث الباقية طفيفاً في حدود هذه التركيزات.

4- تأكد شدة حساسية العذراء الحديثة التكوين لنفس المادتين السابقتين عند معاملتها موضعياً وبأقل من 1 ميكرو جرام / عذراء.

5- بمعاملة العذارى حديثة التكوين موضعياً بالجرعات السابقة ومتابعة النتائج على الحشرات الكاملة الخارجة طبيعياً من هذه العذارى وجد ما يلي:

(1)- قصر عمر الذكور إلى النصف وعمر الإناث إلى الربع تقريباً في الحشرات الطبيعية المظهر.

(2)- نقص عدد البيض الموضوع في الإناث المعاملة والملقحة بذكور معاملة بينما لم يتأثر وضع البيض في الإناث غير المعاملة والملقحة بذكور معاملة.

(3)- انخفاض نسبة الفقس في البيض الموضوع من إناث معاملة وملقحة بذكور معاملة بمعدل 40%تقريباً .

(4)-تبين من تشريح الإناث المشوهة قليلاً وغير المشوهة أن فريعات المبيض قد شوّهت بنسبة 90% ولم تضع بيضاً حتى اليوم الخامس عشر من عمر الأنثى.

(5)-تبين أيضاً استمرار فعالية المادة **Z R:512** مؤثرة حتى 8 أسابيع وبحدود 70% ثم ينخفض هذا التأثير تدريجياً لينتهي بعد 24 أسبوعاً بينما احتفظت المادة **R O-10: 3108** بفاعليتها كاملة لمدة أربعة أسابيع ثم اختفت بحدة في الأسبوع الثامن.

3-كينوبرين: Kinoprene (Z R-777 Enstar):

صنع في أمريكا عام 1975, سائل عنبري اللون, سميته منخفضة (LD_{50}= **5000mg/ kg**) يمتاز بالأثر الشديد ضد متشابهة الأجنحة, يؤدي إلى قتل بيض الحشرات وإعقام الأطوار الكاملة بحدود التركيزات المستخدمة.

كما أن الرش المنتظم كل أسبوعين يثبط مجتمع هذه الحشرات إلى دون الحد الضار. وتستخدم التركيزات الأعلى لمكافحة الإصابات الشديدة بالذبابات البيضاء والمن ويوصي باستعمال هذا المركب في البيوت البلاستيكية على نباتات الخضار والزينة.

وتجري البحوث الآن على الكثير من المواد المميزة بأثرها الهرموني والتي تدخل حيز التطبيق الفعلي تباعاً .

خامساً – استخدام مضادات الانسلاخ :

اكتشف الأثر الإبادي لهذه المواد عام 1973 وعرفت بأنها سموم معدية ليرقات الحشرات حيث تتدخل في تكوين الكيوتيكل الجديد عند الانسلاخ وتجعل الكيوتيل الداخلي ضعيفاً جداً ومنفصلاً عن طبقة البشرة الداخلية وممزقاً. فلا تنسلخ اليرقات وتفشل في التحول إلى عذارى وتستهلك الدهون المخزنة في جسمها وتجوع حتى الموت. والتركيزات اللازمة من هذه المواد منخفضة جداً فيجب أن تتلقى ليرقات جزءاً بالمليون من وزن جسمها ليحدث التأثير.

ومن أهم مركبات هذه المجموعة هي:

- **الاسم العام: Diflubenzuron**

مبيد حشري من منظمات النمو غير جهازي، تأثيره بالملامسة ومعدي يسمى أحياناً (Dimilin). يؤثر عند موعد انسلاخ الحشرة أو عند فقس البيوض، يستخدم لمكافحة طيف واسع من الحشرات التي تتغذى على الأوراق في الغابات، والحراج وبساتين الفاكهة فهو يمنع تكوين الكيتين وكذلك يتدخل في تشكيل كيوتيكل الحشرة وكذلك العمليات البيوكيميائية المرتبطة بهما والاصطناع الحيوي لحمض hyaluronic acid.

يكافح العديد من الحشرات الرئيسة على القطن، وفول الصويا، والحمضيات، والشاي، والخضار. ويكافح أيضاً يرقات الذباب والبعوض، والنطاطات، والجراد المهاجر. ونظراَ للانتقائية العالية التي يتمتع بها هذا المبيد، وتحلله السريع في التربة والمياه وكونه يمتلك تأثيراَ طفيفاَ على الأعداء الحيوية للعديد من الآفات الحشرية، فإن هذه الخصائص جعلته مناسباً للإدخال في برامج المكافحة المتكاملة.

- **الاسم العام: Lufenuron**

مبيد حشري أكاروسي من منظمات النمو يثبط اصطناع الكيتين، ويؤثر غالباً عن طريق الهضم، وتصبح اليرقات عاجزة عن الانسلاخ ويسبب توقف التغذية ويستخدم لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة، وغمدية الأجنحة.

- **الاسم العام: Fenoxycarb**

مبيد حشري من منظمات النمو، مثبط لهرمون الشباب (الحداثة) عند الحشرات مبيد حشري لا يملك تأثيراً على الجهاز العصبي وهو منظم نمو مع تأثير عن طريق الملامسة والهضم يثبط عمل هرمون الحداثة ويمنع الانسلاخ لطور الحشرة الكاملة ويتدخل في انسلاخ الأطوار اليرقية الأولى. يستخدم لمكافحة حرشفيات الأجنحة والحشرات القشرية والحشرات الماصة على الثمار بما فيها الحمضيات والزيتون والكرمة ونباتات الزينة وكذلك الحشرات غمدية الأجنحة وحرشفية الأجنحة في المخازن.

- **الاسم العام : Pyriproxyfen**

منظم نمو حشري مانع لتطور البيوض الفاقسة، ومثبط لعملية الانسلاخ، ومانع لعملية التزاوج. يستخدم لمكافحة الحشرات الصحية مثل الذباب والبعوض والسوس والبراغيث ويستخدم في أماكن تكاثرها كالمستنقعات والمواشي والإسطبلات.. وكذلك يستخدم لمكافحة حشرة الذبابة البيضاء والتربس.

- **الاسم العام: Teflubenzuron**

مبيد حشري منظم نمو يثبط اصطناع الكيتين ويؤثر على الانسلاخ.

يستخدم لمكافحة يرقات حرشفيات الأجنحة، وغمدية الأجنحة، ونصفية الأجنحة، وثنائية الأجنحة، وفصائل Aleyrodidae، Psyllidae, على الكرمة ، وثمار

الاسم العام : Cyromazine

مبيد حشري منظم نمو يثبط اصطناع الكيتين يؤثر بالملامسة ويتدخل في عملية الانسلاخ والتعذر. عندما يستخدم على النباتات يكون التأثير جهازياً عندما يرش ورقياً

فإنه يظهر تأثيراً انتقالي كبير وعند استخدامه عن طريق التربة يظهر تأثيرا تصاعدياً داخل النبات من الأسفل إلى الأعلى.

سادساً- الفرمونات واستخدامها في المكافحة

الفرمونات هي مركبات تطلق كإشارة بواسطة أحد أفراد النوع وهذه المواد بعد أن تؤخذ أو تستقبل بواسطة أحد أفراد أو مجموعة من النوع نفسه، فتؤدي إلى تغيير فيزيولوجي أو سلوكي في الأفراد المستقبلين.

والفرمونات هي:

1- **فرمونات جنسية Sex Phermons:** ينتج هذه الفرمونات عادة أحد الجنسين ليؤثر على الجنس الأخر لذلك تعرف هذه المواد كمواد جاذبة جنسية **Sex attractants** وهي منتشرة بكثرة في حشرات حرشفيات الأجنحة، كما أنها موجودة في الرتب الحشرية التالية:**Hymenoptera, Coleoptera, Dictyptera** وغيرها.

تفرز الإناث غالباً الفرمونات الجنسية لاجتذاب الذكور والحث على اللقاء الجنسي ويكون إفرازها عند الذكور بدرجة اقل لكنها أي الذكور تفرز غالباً المواد المثيرة للجنس **Aphrodisaiacs phermons** وهذه تؤثر على مسافة قصيرة وتعمل للحظات محددة عند استعراض الزفاف لتشجيع الزواج. ويتم ذلك عن طريق الشم كما في ذكور **Buttre flies** أو عن طريق حاسة الذوق كما في الصراصير.

2- **فرمونات التجميع Aggregation ph.:** تتجمع الحشرات لأسباب عديدة (تبادل الحماية والدفاع أو للتقابل أو للتغذية) وقد يكون التجمع مؤقتاً أو دائماً كما في الحشرات الاجتماعية فتلعب فرمونات التجمع دوراً أساسيا ومحثاً لهذا الحدث. وتتداخل اثأر هذه الفرمونات مع فرمونات الجنسية لان هدفها مشترك وهو تجميع الذكور والإناث في مكان واحد للتزاوج، وقد يكون التجمع في مكان البيات الشتوي أو الصيفي.

3- **فرمونات الإنذار Alerting ph.:**

تفرزها معظم الحشرات بخاصة الحشرات الاجتماعية فتؤثر في سلوك تابيعيها من النوع نفسه محذرة من خطر داهم للدفاع عن النفس.

ولفرمونات الإنذار عمل محدد بدقة، ومدة بقائها قصيرة نسبياً ، وتختلف طبيعة هذه الفرمونات حسب الحشرات، فتنتج غشائيات الأجنحة الأستون أو الدهيد من الغدد الفكية العلوية أو الغدد السامة، وينتج النمل الأبيض مركبات عطرية تفرزها الغدد الفمية.

4- فرمونات تعقب الأثر .Trail-marking ph:

وهي مواد تفرزها بعض الحشرات على صورة سائلة أو غازية فتستقبلها أفراد النوع الأخرى فتغير من سلوكها وتتجه متتبعة هذا الأثر لتحقيق هدف معين. تفرز معظم الحشرات الاجتماعية هذه الهرمونات كما النمل الأبيض وغشائيات الأجنحة . إذ تترك هذه الحشرات أثاراً على الطريق ما بين المصدر الغذائي والمستعمرة فيسهل إيجاد الغذاء لبقية أفرادها. واستمرار وجود هذه الآثار فيتعلق بعدد الأفراد التي تفرزها وبطبيعة الفرمون والظروف البيئية السائدة .

5- فرمونات التنبيه والتسكين (للشهوة الجنسية):

وهي فرمونات حديثة قيد الدراسة.

من بين هذه المجاميع المذكورة أعلاه لم يستعمل في مجال مكافحة الآفات الحشرية سوى نوعين من الفرمونات إلى الآن، وهي الجنسية وفرمونات التجمع.

ليست ظاهرة عمل الفرمونات ظاهرة جديدة وقد شرحت منذ فترة زمنية قصيرة، ولكن أضافت الاختبارات المخبرية حديثاً أشياء جديدة مهمة للسابقة، وذلك عن طريق استخراج هذا الفرمون من الحشرات ومن ثم تحليله كيميائياً ومعرفة تركيبه الكيميائي والفراغي والدقائق الأخرى بالتركيب ومن ثم تصنيع هذا المركب صناعياً، ومن ثم اختبار هذا المركب على الحشرات وتأثيره، وذلك باستخدام جهاز يراقب استجابة عمل قرون الاستشعار لهذه الفرمونات ويسجله.

وفيما يتعلق باستخدامات هذا الفرمون الجنسي، فقد استخدم قديماً لجذب الحشرات، وذلك بوضع المستخلص لهذا الفرمون في مصيدة أو وضع أنثى عذراء في مصيدة لجذب الذكور. وذلك بهدف تحديد حجم الإصابة وبشكل مبكر بهدف اتخاذ

الإجراءات لمنع حدوث أضرار عالية بسبب الحشرات. على أية حال هذه الهرمونات استخدمت بشكل رئيس بطريقتين:

- **استخدام الفرمون الجنسي فقط**، وذلك برشه أو بوضعه في أماكن متقاربة في الحقل بحيث تحدث إرباكا للذكر بسبب عدم قدرته على تحديد المكان المناسب والجاذب، وبالتالي عدم تلقيح الإناث وأحياناً تسبب طيران غير متناسق للحشرات نحو اتجاهات مختلفة مؤدية للموت في النهاية بسبب تأثيرها على الجملة العصبية.
- **استخدام الفرمونات مخلوطة مع المبيدات** ورش هذا الخليط في نقاط محددة أو خطوط محددة وعدم رش كل الحقل بحيث تجذب هذه الفرمونات الحشرات للمنطقة المعاملة وبالتالي موتها.

تتميز هذه الفرمونات بيئياً:

- منخفضة السمية لذوات الدم الحار.
- غير تراكمية، وتتحلل بسرعة أي حساسة لنظم الاستقلاب الحيوي.
- متخصصة بأنواع محددة وبالتالي تجذب الحشرة المراد مكافحتها وعدم جذب العدو الحيوي، والمحافظة عليه.

وبالنهاية يمكن أن نبين أن الفرمونات الجنسية أدت دوراً مهماً في مكافحة حشرات من رتبة حرشفية الأجنحة ويرقاتها.

فرمونات التجمع فكان لها أثر كبير في مكافحة حشرات المخازن وحشرات القطن وخاصة سوسة جوزات القطن **(Boll weevil)**.

أما بالنسبة لفاعلية هذه الفرمونات فقد أدت درجة النقاوة والثباتية دوراً هاماً في عمل وقوة فعل هذه المركبات وقوة فعلها وجد أن قلة النقاوة يمكن أن تنتج فرمونات غير ثابتة تحت الظروف الحقلية.

والمشكلة الأساسية في استخدام الفرمونات هو التركيز المطلوب لإحداث التأثير في الحشرة المستقبلة تحت الظروف الحقلية، حيث وجد أن الفرمون يكون جاذباً وذا تأثير

عند تركيز محدد، وبحال انخفاض التركيز فإنه لن يحدث الفعل المطلوب أو لا يحدث أية تأثير على الإطلاق، وجد أنه بحالة رفع التركيز أصبحت هذه المركبات مواد طاردة.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الخامس

المكافحة الكيميائية

تعريفات:

المكافحة الكيميائية Chemical control :

تُعرف المكافحة الكيمائية بأنها الوسيلة التي تستخدم فيها مواد كيمائية سامة تسمي مبيدات الآفات **Pesticides** ويلجأ إليها الإنسان عندما تفشل الطرق الطبيعية والتطبيقية الأخرى في مكافحة الآفات والحد من أضرارها . وتعتبر المكافحة الكيمائية وسيلة فعالة في حالة التكاثر المفاجئ للآفات .

مبيد الآفات **pesticide :** كلمة **Pesticide** معناها ، قاتل الآفة، وهذا المصطلح يتكون من مقطعين **Pest** (الآفة) و**Cide** (قاتل) : هو أي مادة كيميائية عضوية، أو لا عضوية، أو خليط من المواد الكيمائية تستخدم لمنع أو إبعاد ، أو تقليل، أو تثبيط أو قتل الآفات المستهدفة بغية لتقليل من الأضرار الاقتصادية التي تسببها، كذلك قد يستخدم لمكافحة الحشرات الناقلة للأمراض المختلفة للإنسان، والحيوان، والنبات.

أولاً – المبيدات الكيميائية:

بدأت أزمة الغذاء تتضح، وتتفاقم وخاصة في بلدان العالم الثالث مما يهدد بحصول أزمة غذاء خطيرة. وهذه الحقيقة تفرض على الأقطار النامية أن تجعل الاتجاه الطبيعي لسياستها الزراعية موجهة نحو معالجة العوامل التي تؤثر على زيادة الإنتاجية، والقيمة الغذائية، وفي مقدمتها تحسين الأصول النباتية ، والحيوانية ، وكذلك الحد من الإصابة بالحشرات، والأمراض النباتية، ونباتات الأعشاب، والآفات الأخرى، والتي يشكل ضررها 50% من الإنتاج الزراعي. وبالرغم من الاستعمال الواسع للمبيدات الكيميائية المختلفة فإن الخسائر التي تحدثها الآفات الزراعية في العالم ما تزال تزيد على ثلث الإنتاجية . وفي الوطن العربي تقدر نسبة الفقد بحوالي 20% من قيمة المحاصيل نتيجة للإصابة بالآفات الزراعية قبل الحصاد ويضاف إليها نسبة قد لا تقل عن 10% خلال التخزين الحاصل. تعد مكافحة الآفات باستخدام المواد الكيميائية في الوقت الحاضر وحتى الزمن

المنظور من أكفأ الطرق المستعملة لسرعة فعاليتها، وسهولة تطبيقها، وإمكانية استخدامها ضد مختلف الآفات الزراعية. إلا أن الإحصاءات في الدول المتقدمة تشير إلى أنها لم تقلل من كميات المبيدات الكيميائية، ونجد أن كثيراً من الدول النامية، و من ضمنها أقطار الوطن العربي مازالت تعاني من نقص كثير في المواد الغذائية وإن ما تستخدمه الآن من مبيدات لا يتناسب، والمساحات الزراعية، والمستغلة مما يدعو إلى مضاعفة كميات المبيدات المستخدمة في الزراعة إذا كانت هناك رغبة في المحافظة على نجاح الجهود المبذولة في التوسع الزراعي في الدول النامية، وبخاصة التوسع العمودي.

لقد أسهمت المبيدات الكيميائية اسهاماً فعّالاً في زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية عن طريق وقايتها من الآفات المختلفة. و أدّت دوراً متميزاً في مجال الصحة العامة بالحد من الأمراض التي تنتقل للإنسان بواسطة الحشرات. وقد أوضحت بعض الدراسات المعتمدة في أقطار مختلفة أنه من الصعب الحصول على إنتاج اقتصادي دون استخدام المبيدات في العملية الإنتاجية. فإنتاج التفاح غير المعامل بالمبيدات في كاليفورنيا مثلا يصاب بنسبة 40 – 80 % بدودة ثمار التفاح، وبنسبة 30 – 80 % بمرض جرب التفاح. وفي دراستين أجريتا من قبل وزارة الزراعة الأمريكية لفترات تراوحت من 20– 24 سنة وجد أن عدم استخدام المبيدات للوقاية من آفات القطن الحشرية، والفطرية أدى إلى خفض الإنتاجية بنسبة 25 – 41%. وأكدت بعض الدراسات في الدول العربية (العراق) أنه لا يمكن إنتاج الذرة الصفراء دون استخدام المبيدات الكيميائية بسبب إصابتها بحفار ساق الذرة . كما لا يمكن إنتاج الملفوف والقنبيطاقتصادياً دون مكافحة حشرة منّ الملفوف ، ولكن سهولة تطبيق المواد الكيميائية في المكافحة وسهولة الحصول عليها ونتائجها السريعة قد سببت إفراطا في استخدامها في الدول رافقه استخدام خاطئ لهذه المواد مما حمل الرأي العام في تلك البلدان للمطالبة للحد من استخدامها. وانعكس ذلك، وبشكل غير عقلاني على استخدام هذه المواد حتى في بعض الدول التي ما زالت تعاني من نقص كبير في المواد الغذائية، وعلى الرغم من ذلك فإن الإحصاءات تشير إلى أن الكميات المستخدمة من المواد الكيميائية في المكافحة لم تنخفض حتى في الدول

المتقدمة التي تؤكد الأضرار التي قد تنجم من استخدامها، وفي مقدمتها مسألة التلوث البيئي. لا يمكن في الحقيقة إهمال ما قدمته هذه المواد الكيميائية من فوائد كثيرة ، مثل: زيادة الكفاءة الإنتاجية لمختلف المحاصيل الزراعية عن طريق الحد من التلف الذي تسببه الآفات مما وفر المنتجات الزراعية بأسعار مناسبة ففي أمريكا مثلا يصرف المستهلك من 20–25 **%** من دخله على الغذاء في الوقت الحاضر في حين كان نسبة ما يصرفه قبل 25 سنة هو 60 **%.**

كما أن استخدام المكافحة الكيميائية بشكل مدروس تنتج محاصيل خالية من بقايا المبيدات وتقلل تلوث البيئة. كما أدت المبيدات الكيميائية في حقل الصحة العامة دوراً كبيراً في الحد من انتشار الحشرات الناقلة للأمراض التي تصيب الإنسان، والحيوان، ومن الأمثلة الواضحة على ذلك التخلص من مرض التيفوس في النيبال عام 1943 – 1944 م باستخدام مبيد **(DDT)** ، وذلك بالقضاء على حشرة القمل الناقلة للمرض عن طريق تعفير الملابس، و الأجسام بالمساحيق الحاوية على المبيدات .

من جهة أخرى ، فإن معظم الأضرار التي قد تنجم عن استعمال المبيدات الكيميائية تنحصر في حالات الاستعمالات الخاطئة في تطبيق تعليمات استعمالها. ففي حالات التسمم الشديد فإن الوفيات تقتصر على الأطفال في المنازل نتيجة لحفظ المبيدات في متناول أيديهم، وقد أوضحت بعض بيانات دائرة الخدمات الصحية الأمريكية أن 62% من حالات التسمم كانت لأطفال دون العاشرة من العمر نتيجة حفظ هذه المواد داخل المنزل. وهناك بعض الحالات التي يستخدم فيها المبيد على محصول لا ينصح باستخدامه عليه مما يؤدي إلى تغير في طعم، ونكهة المحصول ويقلل من القيمة التسويقية لها كاستخدام مبيد **BHC** (الجامكسان) على البطاطا أو استخدام المبيد على محصول ذو أوراق حساسة للمبيد كاستخدام مركب **(DDT)** على المحاصيل القرعية وخاصة على البطيخ، و استخدم مبيدات الأعشاب**((2,4-D)** بدل من المبيد الحشري **(DDT)** مما يؤدي إلى قتل المحصول. إن جميع هذه الاستخدامات الخاطئة للمبيدات الكيميائية سببها الإهمال، وقلة وعي العاملين في عملية المكافحة.

1-مراحل إنتاج وتطور المبيدات الزراعية:

يشير تاريخ مكافحة الآفات أن العرب استخدموا مبدأ المكافحة الحيوية قبل عام 1775م حين قام البدو بإدخال مستعمرات من النمل المفترس من المناطق الجبلية للحد من أعداد النمل المتوطن الذي ينتشر على النخيل في أقطار الوطن العربي. وقد عرف الإنسان قيمة نبات البايرثرم **(pyrethrum)** لمكافحة الحشرات منذ 1800م، كما استخدمت المبيدات اللاعضوية كأخضر باريس(خلات زرنيخيت النحاس) ضد خنفساء البطاطا الكلورادية، وضد ثمار التفاح في عام 1860م . و مادة أُرجواني لندن (زرنخيت الكالسيوم) وزرنيخات الرصاص ضد حشرات البساتين والقطن في نهاية القرن التاسع عشر. استخدمت مشتقات مركبات الداينترو **Dinitro** عام 1892 ضد الأطوار الساكنة للحشرات والعناكب والأعشاب الضارة. وقد أنقذ مزيج بوردو زراعات الكرمة في فرنسا عام 1882من مرض البياض الزغبي، وكذلك في مكافحة الأمراض الفطرية على الخضار. وفي عام 1934 اكتشف الأثر المطهر لمشتقات حامض الديثيوكربامك، واستخدمت كمبيدات فطرية.

كما طور استخدام السموم النباتية (النيكوتين، الروتينون، والبيرثرم) ولكنّ ذلك بقي محدوداً في مجال الزراعة، وحصر استخدامها في مكافحة الحشرات الصحية والبيطرية. أما مواد التدخين فقد استخدم غاز حمض سيان الهيدروجين **HCN** للمرة الأولى في كاليفورنيا بأمريكا ضد الحشرات القشرية على الحمضيات عام 1886 ، أعقب ذلك اكتشاف مواد التدخين الأخرى، مثل بروميد الميثل، والكلوروبكرين ..الخ.

إن الحصول على مركب جديد يستخدم في وقاية النبات يستلزم وقتا طويلاً، وتكاليف باهظة تبدأ باكتشاف بعض خواص الإبادة لعنصر معين تليها المراحل التالية:

1. دراسة جميع المركبات التي تحتوي على هذا العنصر حتى يمكن تحديد أنسبها وأكثرها فعالية ضد الآفة.
2. سهولة تحضير وتطوير هذه العناصر من الناحية التجارية .

3. اختبار المركب على مدى واسع من المحاصيل المزروعة في الأجواء المختلفة والبيئات المتباينة.
4. إجراء الدراسات المتعلقة بالسمية، و السلوك في البيئة، والمخلفات، والآثار الجانبية الضارة .
5. إنشاء مصنع صغير لإنتاج كميات محدودة ثم تطويره وزيادة طاقته عاماً بعد أخر تبعاً لنجاح المركب في الأسواق المختلفة.

يستغرق إنتاج المركب منذ تطويره على النطاق المخبري حتى تصنيعه، وتسويقه تجارياً فترة تتراوح من 10-15 عاماً بتكلفة أجماليه تصل إلى حوالي 30 مليون دولار على الأقل، وقد زادت في الفترة الأخيرة هذه القيمة بسبب تكاليف الاختبارات في الوقت الحاضر، ومن الأمور العسيرة في هذا الاستثمار أن الشركة المنتجة للمركب تسعى وراء تعوض ما أنفقته منذ مرحلة التسويق التجاري، لتحقق ربحاً مجزياً في فتره قصيرة تتراوح من 5- 7 سنوات(فترة الاحتكار). حيث يمكن لأي شركة صغيرة بعد ذلك، أن تقوم بتجهيز المركب ، وتصنيعه، وطرحه في الأسواق بأسعار منافسة. وقد يحدث ما ليس في الحسبان عند طرح المركب في الأسواق عند ظهور أثاره السلبية. كأن يثبت الباحثون والمزارعون فشل المركب في مكافحة الآفة محل الاعتبار. أو ظهور سلالات مقاومة لفعل المركب في زمن وجيز، وبعد مرات قليلة من استخدامه، أو تثبت الدراسات الخاصة بالسمية قدرة المركب على إحداث أضرار جسمية، و خلوية في الإنسان، أو الحيوان مما يؤدي إلى إيقاف إنتاجه وعدم استخدامه. لقد قلّ في الآونة الأخيرة فرص الحصول على مركب جديد بالرغم من التقدم الهائل في مجالات الكيمياء العضوية الصنعية، وغيرها من العلوم المختلفة، واعتمادها على النماذج الدقيقة. واستخدام الكومبيوتر بدلاً من الصدف العشوائية. وقد وصلت نسبة الحصول على مركب جديد في مجال مكافحة الآفات إلى 1/ 360.000 مركب مدروس حسب تقديرات عام 1969 . أما الآن فقد زادت هذه النسبة إلى 1 / 500.000 . ومعنى ذلك أن مركباً واحداً ينجح من بين نصف مليون مركب جديد ينزل إلى الأسواق. وهذا يلقي مسؤولية كبيرة على القائمين بالتطبيق الحقلي

لهذه المركبات . فيجب أن نستخدم المبيدات بأسلوب علمي مدروس حتى نحافظ عليها لأطول مدة ممكنة فعالة ضد الآفات المستهدفة.

ومما يزيد الأمور تعقيداً هو ضرورة إجراء اختبارات سمية، وبيئية على المركب قبل السماح باستخدامه على نطاق تجاري. وهذه الاختبارات تستغرق وقتاً طويلاً (عدة سنوات)، وتتطلب تكاليف باهظة تصل لحوالي 5 مليون دولار تسترجعه من مبيعات المركب. وتستمر الشركات في هذا النوع من الاستثمار الخطر طالما كان الأمل موجوداً في الحصول على مركب ناجح يغطي مصاريف المركبات الأخرى غير المناسبة للاستخدام في مجال مكافحة الآفات. وتواجه الجهود الكبيرة نحو المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة ،مثل القطن . حيث هناك متسع لاستخدام أكثر من مركب من خلال برنامج مكافحة مدروس. ومما يقلل من فرص نزول مركبات جديدة في الأسواق تزايد المنظمات الدولية المسئولة عن التصريح بتسجيل المركب في مجال مكافحة الآفات، خاصة فيما يتعلق بالسمية، والمخلفات. والسلوك في البيئة وتزداد هذه القيود والشروط عاماً بعد عام .

ومن الواضح أن الشركة المستثمرة لا تحقق أي عائد موجب (+) إلا بعد عشر سنوات من طرحه في الأسواق. ويستمر ذلك لفترة تتوقف على القوانين المنظمة لهذا النوع من الصناعات في الدولة المنتجة للمبيد. وفي العديد من الحالات لا يستمر المركب حتى هذه المرحلة. فقد يفشل، و يوقف إنتاجه بعد فترة قصيرة جداً كما سبق القول.

2-تسمية المبيدات وتصنيفها.

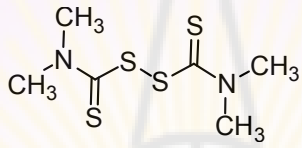
بعد ظهور عدد كبير من المبيدات في النصف الثاني من القرن الماضي . أصبح لابد من وضع قواعد لتسمية وتصنيف المبيدات وأهم خطوات تسمية المبيد:

- إعطاء رقم رمزي:عند تصنيع المركب الكيميائي لأول مرة .
- تحديد الاسم الكيميائي للمركب. **Chemical name**
- الاسم الدارج وهو الاسم العام عند إثبات فاعلية ونشاط حيوي له. **Comman name**، ويدل غالباً على المجموعة الكيميائية التابع لها مثل:

مركب**Pirimiphos-methyl** التابع للمركبات الفوسفورية العضوية ، يلاحظ المقطع **phos** . ويعطى للمركب اسم تجاري: **Trade Mark®** أو **Trade name** عند نجاحه بالاختبارات المطلوبة، وفي مثالنا السابق يسمى المستحضر التجاري**Actellic®** .

مثال:مبيد الثيرام **Thiram**:

- **Structural formula**



- **thiram**

- الاسم الكيميائي **Chemical name:** ويسمى الاسم الكيميائي وفقاً لمعايير الاتحاد الدولي للكيمياء النقية والتطبيقية:

(IUPAC) International Union of Pure and Applied Chemistry

tetramethylthiuram disulfide (الاسم الكيميائي للمبيد **thiram**)

ويعطى المركب الكيميائي اسم عام واحد، ويستخدم لمعرفة مواصفات المبيد، ومعرفة الآفات التي يستخدم عليها. و يدل غالباً على المجموعة الكيميائية التابع لها. وهو يستخدم عند كتابة البحوث العلمية. بينما يعطى المستحضر التجاري عدة أسماء تجارية، وتضعه أي شركة مصنعة للمركب الكيميائي بعد انتهاء فترة احتكار المركب.

أمثلة:

- **Dimethoate**

Roxion®, Rogor®, Dimethoate®,

- **Thiophanate-methyl**

Topsin-M®, Cercobin-methyle®

الجهات التي تقوم بتسمية المبيدات

- الجمعية الأمريكية للتوحيد القياسي:

(ASA) American Standard Association

- المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ومقرها جنيف:

(ISO) International organization for Standardization

- وجمعية التوحيد الكندية :

(CSA)Canadian Standard Association

قواعد وضع الاسم العام للمبيد

- لبلد المنشأ حق اقتراح الاسم العام.
- الاسم العام متماثل في جميع اللغات، ويمكن أن تختلف كتابة الاسم وفقا لطريقة النطق بين اللغات.
- يشتق الاسم العام إن أمكن من الاسم الكيميائي يتضمن مقطعاً، أو أكثر من الاسم الكيميائي للتذكير بالمجموعة الكيميائية.
- عندما يكون الاسم الكيميائي قصيراً يعتمد اسماً عاماً مثل: هيدروكسيد النحاس**Cu(OH)2**
- يجب أن يكون الاسم مّميزاً وقصيراً قدر الإمكان.
- يجب أن لا يكون الاسم العام عرضة للالتباس مع أسماء تجارية أو أسماء أغذية أو أدوية. يمكن اعتماد الاسم العلمي اسماً تجارياً بموافقة الشركة المخترعة للمركب.
- يجب تجنب استخدام الأحرف الأولى من الاسم الكيميائي لوضع الاسم العام إلا في بعض الحالات مثل **DDT**
- عند وجود أرقام، وأحرف توضع فواصل **2,4-D**

تقسيم مبيدات الآفات:Pesticide Classification

يمكن تقسيم مبيدات الآفات على أساس نوع الكائن المستهدف إلى الأقسام التالية:

- مبيدات الحشرات **Insecticides**
- مبيدات الفطريات **Fungicides**
- مبيدات الأعشاب **Herbicides**
- مبيدات القوارض **Rodenticides**
- مبيدات الحلم والعناكب **Acaricides**
- مبيدات الديدان الثعبانية **Nematocides**
- مبيدات البكتيريا **Bactericides**
- مبيدات لطحالب **Algicides**
- مبيدات الطيور **Avicides**
- مبيدات القواقع **Molluscicides**

- **حسب طريقة دخولها جسم الآفة Mode of entry:**

تقسيم المبيدات على هذا الأساس إلى :

1- **سموم معدية Stomach poisons:**

تدخل جسم الحشرة عن طريق الفم أثناء التغذية على الأجزاء النباتية المعاملة والمغطاة من الخارج بالمبيد. يمتص المبيد بالقناة الهضمية الوسطى للحشرات, أهم هذه المواد مركبات الزرنيخ والفلور والتوتياء والفوسفورية غير العضوية.

2- **سموم بالملامسة .Contact P:**

تمر هذه المواد خلال الكيوتيكل بشكل رئيس أو عبر الثغور التنفسية أثناء ملامسة المبيد لجسم الآفة, أهم هذه المواد مركبات الكلور والفوسفور العضوية الصناعية وتستخدم ضد الحشرات القارضة والماصة والثاقبة الماصة أحياناً .

3- **سموم بالتدخين Fumigants:**

تنفذ هذه المواد بشكل غاز أو بخار إلى جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية, أهم هذه المواد بروميد الميثيل، وحمض سيان الهيدروجين، والكلورو بكرين، وغيرها من المواد الغازية السامة التي تستخدم ضد الآفات المختلفة في الأماكن المغلقة مثل صوامع الحبوب والمستودعات والدفيئات الزجاجية وفي تدخين التربة لمكافحة ساكنات التربة والفطريات والأعشاب الضارة.

4- **سموم جهازية Systemic P.:**

وتعدّ من حيث دخولها جسم الآفة سموماً معدية.

تمتاز هذه المواد بسهولة ذوبانها وامتصاصها عن طريق الجذور أو الأوراق فتسري مع العصارة النباتية في الاتجاهات كافة محافظة على تأثيرها ونشاطها الحيوي لمدد مختلفة مع وصولها إلى الأجزاء المختفية التي لا يصلها المبيد أو إلى النموات الحديثة التي تظهر بعد الرش.

وفقاً لطريقة تأثيرها السام في الآفة Mode Of Action:

1- **سموم طبيعية Physical P.:**

تؤثر هذه المواد في الآفات بطريقة فيزيائية فقط, وقد يضاف إليها بعض المبيدات الكيميائية لزيادة فعاليتها في المكافحة، مثل: الزيوت المعدنية الثقيلة والقطرانية والتي تشكل غشاء رقيقاً حول الحشرات أو بيضها فتموت بالاختناق، كما تحتك بعض المساحيق الخاملة **Inert Dusts** بجسم الحشرة فتخرشه وتعرضها لفقد ماء الجسم مثل أكسيد الألمنيوم أو تمتص ماء الجسم مثل الفحم النباتي فتموت الحشرة بالجفاف.

2-سموم تنفسية .Respiratory P:

تؤثر هذه المواد في عمل الجهاز التنفسي فتعيق التنفس الخلوي والاستفادة من أكسجين الهواء بارتباطها بأنزيمات التنفس الحاوية على الحديد مثل السيتوكروم أوكسيديز وغيره. أهم هذه المواد حمص سيان الهيدروجين **HCN** وكبريتيد الهيدروجين SH_2 وأول أوكسيد الكربون **CO**.

3-سموم بروتوبلازمية .Protoplasmic P:

تعمل هذه المواد على ترسيب برتين الخلايا وخاصّة في الطبقة الطلائية المبطنة للمعدة الوسطى في حالة السموم المعدية وتكون هذه المواد في الغالب أملاحاً لمعادن ثقيلة مثل الزئبق، والنحاس والزرنيخ وبعض القلويات العضوية **DNOC** والفورمالدهيد وغيرها.

4-سموم عصبية .Nervous P:

تؤثر هذه المواد في الجهاز العصبي وتتميز بقدرتها على الذوبان والنفاذ إلى الأنسجة المغلفة للأعصاب (البروتينية الدهنية)، وتضم هذه المجموعة معظم المبيدات الحديثة مثل مركبات الكلور، ومركبات الفوسفور العضوية المصنعة ، والمبيدات ذات الأصل النباتي.

5-سموم عامة .General P:

تؤثر هذه المجموعة في الآفات بطرق مختلفة فيظهر تأثيرها في الجهاز العصبي العضلي أو العكس , أو تثبط النشاط وتخمده. وقد يتأثر ظهور أثرها في الآفات بعد مرور فترة من استعمالها كالتوكسافين، ومركبات السيكلودايين، والثيوسيانات العضوية.

حسب المصدر الذي أخذت منه وتركيبها الكيميائي :

تصنف مبيدات الآفات على هذا الأساس إلى :

1-مركبات غير عضوية :

وتشمل معظم السموم المعدنية كمركبات الزرنيخ والفلور والكلور غير العضوية والكلس وخلائطهما.

2-**مركبات عضوية من أصل نباتي:**

وتضم المركبات المستخلصة من النباتات مثل البيرثرنز والروتينون والنيكوتين وبصل العنصل وتؤثر في الآفات بطرق مختلفة.

3-مركبات عضوية صناعية:

وتشمل معظم المبيدات الحديثة وتؤثر بالملامسة أو في الجهاز العصبي أو التنفسي وتتبع مجموعات كيميائية مختلفة.

فمنها مركبات الكلور العضوية والداي نيترو والزيوت المعدنية.

الجرعة Dose **أو التركيز Concentration:**

وهي كمية المادة السامة (مغ/ كغ) أو تركيزها (بالمئة أو بالألف أو بالمليون) التي يتناولها الكائن الحي.

الجرعة أو التركيز المؤثر Effective Dose or Cone:

ويرمز بالرمز **E.D.** أو **E.C.** وهي أقل كمية أو تركيز من المادة السامة (مغ/ كغ أو **PPM**)التي تسبب تغييراً أو تأثيراً بسيطاً في النشاط الحيوي للكائن الحي ولكن سرعان ما تزول.

الجرعة تحت المميتة أو التركيز تحت المميت:

Sub-Lethal Dose orSub- Conc

ويرمز لها بالرمز **SLD** وهي أقل كمية أو تركيز من المادة السامة والتي تسبب تغيراً أو خللاً هاماً في جسم الكائن الحي ونشاطه الحيوي دون أن تؤدي إلى الموت.

الجرعة النصفية القاتلة(LD_{50}) Lethal dose (LD_{50}) :

يمكن تعريفها بالكمية من المادة السامة التي تقتل 50% من الكائنات المستخدمة في التجربة المختبرة وتكون محسوبة على أساس عدد الملغرامات من المادة السامة لكل كيلوغرام من وزن الكائن الحي. ويتم حسابها كالتالي: بمعاملة حيوانات التجربة بتراكيز مختلفة من المادة السامة لفترة معينة وبعدها تحسب نسبة الموت التي تسببها المادة السامة في كل تركيز ثم تمثل النتائج على ورق بياني حيث توضع الجرعة على المحور السينات والنسبة المئوية على المحور العينات. وتستخدم ج.ق50%لمقارنة سمية المبيدات المختلفة مع بعضها وذلك لان معظم الأفراد التي تتماثل أو تتقارب في حساسيتها للمبيد تتمحور حول التركيز الذي يقتل 50% من الأفراد.

3-أشكال مستحضرات المبيدات:

يقصد بمستحضرات المبيدات التجارية (**Commercial formulations**): وهي الأشكال، أو الصور التي توجد عليها المبيدات للاستخدام الحقلي المباشر، أو بعد التخفيف. وتتضمن أولاً تهيئة المادة الفعالة **Active Ingredient**، ثم تخفيفها بالمواد الحاملة أو المخففة **(Inert)** والتي تعمل على توزيع المادة الفعالة على النباتات أو المواد المراد معاملتها كما تتضمن عملية تشكيل المستحضرات التجارية، وإضافة مواد مساعدة **(Adjuvant)** لتحسن صفات المواد التقنية **Technical materials**، السامة والتي لا تصلح عملياً للتطبيق في مكافحة الآفات بالصورة التي توجد عليها وذلك من ناحية الأمان والتخزين، والتداول ، وسهولة الاستخدام، والفاعلية، ومواد أخرى تزيد من فاعليته: كالمواد الناشرة، واللاصقة والمستحلبة. وفي ما يلي استعراضاً لأنواع وأهمية المستحضرات التجارية للمبيدات

- **المستحضرات الجافة Dry formulations :**

1- **مساحيق التعفير Dusts** : في هذا النوع من المستحضرات تستخدم مساحيق المبيدات بصورة نقية، أو بعد تخفيفها بمساحيق التعفير **dusts (D)** أو أن المادة الفعالة تمتص على سطح حبيبات مادة حاملة وتسمى بالمحببات **granules** ، وتكون مساحيق التعفير على أنواع فمنها ما يحوي على المادة الفعالة بدون تخفيف كمسحوق الكبريت الذي يستخدم ضد الفطريات أو قد تكون المادة الفعالة مخففة بمواد مالئة غير سامة مثل مسحوق التلك الذي يحتوي على بودرة الـ **DDT** أو قد تخلط المبيدات مع بعضها، ويكون مسحوق التعفير حاوياً على عدد من المبيدات كمسحوق تعفير القطن الذي يحوي على مبيدات **DDT** ، و **BHC** (جامكسان) والكبريت . أما المحببات فيكون حجمها أكبر منها في حالة مسحوق التعفير حيث يتراوح حجم حبيباتها من 400 – 500 ميكرون، ويكون تركيز المادة الفعالة فيها منخفضة 2- 25 % ويتم تحضيرها عن طريق امتصاص المادة الفعالة على حبيبات مادة صلبة مثل مادة الاتوبولجيت **Attapulgite** ومن أمثلتها محببات الديازنون 10% التي تستخدم في مكافحة حفار ساق الذرة الصفراء. إن زيادة كتلة المحببات مقارنة بمساحيق التعفير يقلل الفقد منها بتأثير التيارات الهوائية لذلك فإنها تفُضَل على مساحيق التعفير في حالة وجود الرياح كذلك تكون مدة ثبات المبيد **Persistence**في المحببات أطول منها في حالة مساحيق التعفير وذلك لتسرب المبيد منها بالتدريج.

العوامل المحددة لنجاح عملية التعفير بالمبيدات :

- عدم تفاعل المادة الحاملة: مع تركيب المادة الفعالة للمبيد فالمواد القلوية مثل (اوكسيد الكالسيوم)لا تصلح لتخفيف المبيدات الحساسة للوسط القلوي.
- لا تزيد سرعة الرياح عند إجراء عملية التعفير عن**10** ميل (15 – 20 كم) /ساعة

- توفر كمية من الندى على النبات يعتبر من العوامل المهمة لنجاح عملية التعفير لذلك يفضل القيام بها في الصباح وقد ترش النباتات صناعياً قبل إجراء عملية التعفير.
- حجم وشكل وكثافة حبيبات مسحوق التعفير قد تؤثر على مدى نجاح العملية.

2- **مساحيق قابلة للابتلال بالماء Wettable Powder**

وهي مستحضرات جافة تحتوي على كميات عالية نسبياً من المبيد، تخلط قبل الاستخدام مع الماء للحصول على معلقات نتيجة لفعل المواد المبللة والمواد المساعدة. و تتراوح المادة الفعالة فيها بين 15 –90%.وتحتوي هذه المساحيق على مواد مساعدة كالمواد الناشرة، واللاصقة، ومن أمثلتها مسحوق السيفين 85% القابل للبلل. وهذه المستحضرات رخيصة الثمن، وسهلة التخزين والنقل، والتداول، والمعايرة. ويؤخذ عليها خطورتها الصحية اتجاه القائمين بالرش ولذلك بدا استبدالها بمستحضرات المحببات القابلة الانسياب بالماء.

3- **مساحيق الذوبان Soluble powders:**

تتماثل مساحيق الذوبان مع مساحيق الابتلال إلا أنها تعطي محلول حقيقي وليس معلقاً عند إضافتها إلى الماء كمادة مخففة، تشمل المبيدات القابلة للذوبان في الماء مثل سلفات النيكوتين، والديبتركس، والدايثين.

4- **محببات القابلة للانسياب في الماء Water dispersible granules:**

وهي مستحضرات على شكل محببات متماثلة الحجم ذات كثافة ثابتة، وقابلية عالية للانتشار والتعلق في الماء، بعد أن تتفكك حبيباتها فيه إلى مسحوق ميكروني، ينتشر بتجانس داخل الماء. وهذا النوع يحقق أمانا للقائمين على عمليات الرش. حيث لا يتصاعد غبار أثناء عملية المعايرة.

5- **طعوم المبيدات Pesticides baits :**

تتكون من مادة غذائية تخلط مع المبيد لتنجذب لها الآفة المراد مكافحتها وتتغذى عليها وبالتالي تحدث لها الموت.

- **المستحضرات السائلة للمبيدات:**

1-مركزات المبيدات القابلة للاستحلاب Emulsifiable Concentrate

وهي من أهم مستحضرات المبيدات الشائعة الاستعمال في الوقت الحاضر وتحضر بإذابة المادة الفعالة مع المواد المساعدة في مذيب عضوي في زيوت بترولية، وتكون قابلة للاستحلاب عند تخفيفها بالماء. وتتراوح نسبة المادة الفعالة في هذه المستحلبات من 1-10 % وتسمى سوائل التركيزات المنخفضة، وتستخدم غالباً في المنازل وأماكن تربية الدواجن والمواشي لمكافحة الحشرات الطائرة، مثل: الصراصير والذباب والبعوض. كما يوجد مبيدات مجهزة للاستخدام المباشر، وتركيزات عالية من 10 -80 % مادة فعالة وتسمى بسوائل التركيزات العالية. وتستخدم بعد تخفيفها في الماء لرش المحاصيل، والأشجار المثمرة.

2- **مركزات الحجم المتناهي في الدقة (Ultra Low Volume):** وهي مستحضرات محددة الاستخدام، وتكون المواد التقنية سائلة لا تخفف قبل التطبيق، وتكون فيها القطرات متناهية الدقة، وتستخدم بمعدلات منخفضة جداً، وهي تُفيد جداً في الرش بواسطة الطيران الزراعي في الرش الجوي.

3- **الموائع Flowables :**

تجهز بعض المبيدات الشديدة الخطورة على شكل معلق ثقيل القوام **Thick slurry** في مذيب مناسب. والمستحضر مائع يتم تداوله بأمن أكثر ويسهل قياس الكميات اللازمة منه ويستخدم بعد تخفيفه بالماء ليشكل معلق مائي.

- **المستحضرات الغازية Gas formulations:**

وتشمل المستحضرات التي تحدث تأثيرها السام وهي في الصورة الغازية عند امتصاصها أو استنشاقها، تستخدم هذه المستحضرات في عمليات التدخين العادي، والفراغي، ومعاملة المخازن، والمساكن للتخلص من الآفات الحشرية بشكل خاص، وكذلك القوارض، ويمكن أن تستخدم أيضا لمعاملة التربة الزراعية للتخلص من آفات التربة الحشرية، والفطرية ، والديدان الخيطية.

ويمكن تقسيم هذا النوع من المستحضرات إلى ما يأتي :

أ- **مواد التدخينFumigants:** وهي عبارة عن المواد التي تكون بحالة غاز على درجة حرارة، وضغط معينين، فتتخلل جزيئاتها بكفاءة المواد المراد معاملتها . ويمكن أن تقسم إلى المجوعات التالية :

- المواد السائلة وتكون في حالة سائلة داخل عبوات من الزجاج، أو المعدن، وتمتاز بدرجة غليان عالية مثل ثاني كبريتيد الكربون، ورابع كلوريد الكاربون.
- المواد الغازية وتكون بحالة غازية تحت الضغط الجوي، وتمتاز بدرجة غليان منخفضة، وتباع على شكل غاز سائل في اسطوانات حديدية تحت ضغط عالٍ تمتاز هذه المواد بدرجة غليان منخفضة ومن أمثلتها بروميد المثيل **(CH_3Br)** ، وسيانيد الهيدروجين**(HCN)**
- المواد الصلبة وتكون على هيئة مسحوق، أو أقراص، وينتج الغاز السام بعد تفاعل المادة الصلبة مع الرطوبة الجوية كإنتاج غاز سيانيد الهيدروجين من مسحوق سيانيد الكالسيوم، وإنتاج غاز الفوسفين من أقراص فوستوكسين

ب- **المعلقات الهوائيةAerosols:** وهي عبارة عن حبيبات من المبيدات بصورة سائلة، أو صلبة تنتشر في الهواء،بشكل ضباب، وتختلف عن مواد التدخين في أن قدرتها على التغلغل في المواد المعاملة معدومة حيث توضع جزيئاتها على الأسطح المعاملة فقط ، ومن ناحية أخرى تتميز طريقة المعلقات بأنها سريعة ويمكن تغطية مساحات واسعة باستخدام كميات صغيرة نسبيا من المادة الفعالة. وتكون المادة

المخففة في المعلقات الهوائية غازية كالهواء المضغوط، أو الدخان المولد بالتسخين، أو مع أبخرة سائل مذيب عالي التطاير تحت الضغط. ويمكن توليد ضباب المبيد بالطرق التالية :

- تعريض المبيد لسطح ساخن ثم تمرير تيار من الهواء ليحمل جزيئات المبيد المتبخرة على صورة ضباب. وتتوفر في الأسواق أنواع مختلفة من مولدات الضباب بالتسخين. وتستخدم في هذه الحالة المبيدات التي تقاوم التحلل بدرجات الحرارة العالية.
- استخدام الهواء المضغوط حيث يمرر تيار من الهواء ليختلط بمحلول مركز من المبيد ويخرج من فتحة الآلة على هيئة ضباب. وذلك دون استخدام الحرارة بما يضمن عدم تحلل المبيد .
- استخدام المذيبات السائلة وهي الطريقة الشائعة في تحضير العبوات المستخدمة في مكافحة البعوض والذباب في المنزل. ويتكون ضباب المبيد عن طريق انطلاق جزيئات المبيد المذابة في غاز سائل خلال أنبوبة شعرية تحت تأثير القوة الدافعة للضغط البخاري العالي للمذيب السائل ، ويكون المبيد والغاز السائل تحت الضغط في العبوة المعدنية، أو البلاستيكية التي يجب أن تتحمل ضغط الغاز السائل، وعند فتح فوهة العبوة ينطلق المحلول المركز للمبيد على هيئة قطرات صغيرة محمولة ببخار المذيب المندفع خلال الأنبوبة الشعرية. ومن الغازات الدافعة مركبات **Propellants** المستخدمة لتحضير عبوات المعلقات الهوائية غاز ثنائي فلور الميثان **(CCL_2F_2)** وثالث كلور فلور الميثان **(CCL_3F_2)** وثنائي فلور الايثان **(CH_3CHF_2)** وكلوريد المثيل **(CH_3CL)** . ويجب أن تكون نقاوة المبيد في هذه الحالة عالية حتى لا تسد الشوائب فتحة الأنبوبة الشعرية قد يستخدم اوكسيد البروبلين **Propaline Oxide** بنسبة 0.1% لمنع تآكل معدن العبوة.

- **المواد الإضافية في المستحضرات التجارية Adjutants:**

أ- **المواد المخففة والحاملةFillers and Inert Ingredient**

تستخدم المواد المخففة والحاملة لتحضير مساحيق التعفير، والمحببات بشكل أساس وتحوي معظم هذه المواد على سيليكات الألمنيوم، والمغنسيوم ، مثل:

- **مسحوق الدياتوم diatomite:** وهو عبارة عن المادة المتخلفة من تحلل الكائنات الحية ويتركب كيماويا من اوكسيد السيلكون والسيليكات.
- **اوكسيد الكالسيوم :CaO** وهو ذو تأثير قلوي ولا يستخدم لتخفيف المبيدات التي تتحلل في الوسط القاعدي، مثل: مجموعة الهيدروكاربونات المكلورة والعضوية الفسفورية والمبيدات النباتية .
- **كبريتات الكالسيوم المائية** $CaSo_4H_2O$ أو الجبس**Gypsum**
- **كربونات الكالسيوم** $Ca\ Co_3$ **أوالكالسيت Calcite**
- **ميتاسليكات المغنسيوم** $Mgo4\ Sio3\ .H_2o$ أو التالك**talc** .
- **البيروفليتPyrophyllite** وهو عبارة عن سيليكات الألمنيوم المائية $(Alo_3.4Sio2.H2o)$ يفضل استعمالها في تحضير مساحيق التعفير المخففة للمبيدات النباتية كالروتينون والبايرثرم لان تأثيرها قلوي.
- **البنتونيت Bentonite** وهو أحد المعادن الذي يدخل في تركيب الطين، ورمزه الكيميائي$(Al_4Si_8O_{10}(OH)4.nH2o)$ ويتميز المسحوق بانتفاخه عند مزجه بالماء .
- **اتوبولجيت Attapulgite** ورمزه الكيميائي $(Mg_5Si_7(OH)6.4H2o)$ ويستخدم بكثرة كمادة حاملة في تحضير المحببات.
- **الكبريت:** إضافة لما له من تأثير على الفطريات والحلم فإن مسحوقه يستخدم كمادة مخففه لبعض المبيدات وذلك لتوفره ورخص ثمنه.
- **مسحوق الأجزاء النباتية** ويستخدم بكثرة في المبيدات النباتية ومن أمثلتها دقيق الحنطة ودقيق فول الصويا ومسحوق أوراق التبغ ومسحوق أعلاف ثمرة جوز الهند .

ب – **المواد المبللة والناشرةSpreading and Wetting Agents:**

يساعد إضافة هذه المواد إلى المستحضر التجاري للمبيد على تبليل السطح المعامل، واستقرار القطرات فوقه. وتساعد على نشر القطرات لتغطي مساحة أكبر حيث تمتد القطرة على غشاء رقيق يدخل بعدها المبيد بكفاءة إلى داخل النسيج المعامل. وتعمل هذه المواد على خفض التوتر السطحي **Surface tension** للماء، وكذلك التوتر السطحي بين الماء والمذيب العضوي. وتعتبر مادة الصابون (وهي أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم للأحماض الدهنية) من المواد الناشرة التي استخدمت قديما في مستحضرات المبيدات حيث استعملت بكثرة مع كبريتات النيكوتين لمكافحة حشرة المنّ. ولكن من عيوبها كمادة ناشرة أنها تترسب بوجود أيونات الكالسيوم، والمغنسيوم المسؤولة عن عسرة الماء. كذلك تعد مادة الكازئين **Casein** المستخلصة من الحليب وهو فوسفوبروتين **Phosphoprotein** ذو خواص حامضية، وبالرغم من عدم قابليته للذوبان في الماء فهو قابل للانتشار بسرعة في المحاليل التي تميل الى القلوية، ولذلك يخلط مع الكلس ليعطي كازئينات الكالسيوم، ومن المواد الناشرة الجيدة استخدمت في مستحضرات المبيدات مواد ناشرة كالزيوت بصورة عامة ، ومادة الجلاتين، **Jelatin** ، ومادة السابونين **Saponins** يستخرج من الطبقات الداخلية لقلف الأشجار من نوع ***Quillaja saponaria*** وكذلك من بذور ثمار ***Sapindus utilis*** ، إلا أن تكاليف استخلاصها العالية حد من استخدامها على نطاق تجاري .

أما المواد الناشرة التي تستخدم بكثرة في مستحضرات المبيدات في الوقت الحاضر فيمكن تقسيمها إلى المجموعات التالية:

1. **مواد ناشرة أنيونية Anionic spreaders:** وهي عبارة عن مركبات عضوية تحتوي على سلسلة هيدروكاربونية، وتنهي بشحنة سالبة، وتكون قابلة للذوبان في الماء كونها تستخدم على صوره أملاح صوديوم، ويرجع نشاطها إلى الانيون الناتج ومن المواد الناشرة لهذه المجموعة والتي تستخدم بكثرة هي كبريتات لوريل الصوديوم **Sodium lauryl sulphate.**

2. **مواد ناشرة كاتيونية Cationic Spreaders:** يرجع النشاط في هذه المواد إلى الكاتيون الموجود بطرف السلسلة الهيدروكاربونية ومن أمثلتها أملاح الامونيوم الرباعية.

3. **مواد ناشرة غير أيونية Non aionic Spreaders :** وهي مركبات ثابتة تختفي المجموعة الطرفية القطبية المتأينة منها، وهي لا تتأثر بالماء العسر وتنتج هذه المواد بتحويل الحوامض الدهنية إلى أسترات حيث تختفي فيها مجموعة الكاربوكسيل **Carboxyl group** ، ومن أمثلتها الاثيلين ثنائي الاستر **Ethylene diester**

ت – **المواد اللاصقة Stickers:** تساعد هذه المواد على زيادة قدرة بقاء كمية المبيد فوق النموات الخضرية، أو المواد المعاملة، ويمكن استخدام الزيوت كزيت بذور القطن والطحين، والأصماغ كمواد لاصقة، و تستخدم في الوقت الحاضر المواد اللاصقة المحضرة صناعيا كالمواد الراتنجية، وخاصة من نوع الخلات عديدة الفنيل **Polyphenyl acetate**.

ث–المواد المفرقة Dispersing agents: تساعد هذه المواد على استمرار حبيبات المعلق طول فترة استخدام المبيد في الحقل، وتمنع ترسيب حبيباته بسبب زيادتها لزوجة سائل الرش، ويعود السبب لامتصاصها على سطح الحبيبات المعلقة مما يجعل كثافة الأخيرة مساوية لكثافة السائل المحيط بها، ومن المواد المستخدمة لهذا الغرض السليلوز ومشتقاته. ، مثل: **Methyl cellulose**.

ح–المواد المساعدة على الاستحلاب Emulsilfiers : تضمن هذه المواد الانتشار المتجانس للمبيد المذاب في مذيب عضوي في الماء وتستخدم المواد الناشرة وغير الأيونية التي مر ذكرها كمواد مستحلبة في مستحضرات المبيدات .

خ–المواد المنشطة Synergists: وهي المواد التي تزيد من فعالية المبيد الكيمائي عند إضافتها إلى المستحضر كزيت السمسم، ومادة الببرونيل بيوتوكساید **Piperonyl butoxide** .

- **أهمية المواد المنشطة في مستحضرات المبيدات :**

اتجهت مؤخراً جهود الباحثين لزيادة كفاءة المبيدات الكيمائية ، وخاصّة بعد ظهور حالات مقاومة لعدد كبير من الحشرات ضد مختلف المبيدات والى الاستفادة من ظاهرة التنشيط **Synergism** ، وذلك عن طريق خلط المبيدات مع بعضها، أو عن طريق إضافة مواد منشطة **Synergists** غير سامة يساعد وجودها على زيادة خاصية الإبادة للمادة السامة عن طريق منعها لتحلل المبيد داخل جسم الآفة، وزيادة سرعة نفاذه خلال جدار جسم الآفة، أو عن طريق إطالة فترة تأثيره على الآفة عن طريق منعها لتحلله بالعوامل البيئية المختلفة. ويمكن اعتبار حالة استعمال مادتين سامتين مع بعضهما تفوق مجموع السمية الناتجة عن كل منهما حالة تنشيط، وتعد حالة تضاد **Antagonism** إذا كانت السمية الكلية أقل من مجموع السمية في حالة استخدامها بشكل منفرد. تستخدم المواد المنشطة غير السامة في الوقت الحاضر، والتي تزيد من سمية المبيد عند خلطها معه بتركيز معين، ومن أمثلة هذه المواد ما يأتي:

Sesamine – piperonyl butoxide –propyl isome و مادة

. Ethyl phosphorothionate nitraphenyl (ENP). وينحصر عمل المادة المنشطة بشكل أساسي في تثبيط عمل الإنزيمات المسؤولة عن تحليل المادة السامة داخل جسم الحشرة، وبذلك تبقى الكمية الفعالة من المادة السامة تعمل مدّة طويلة داخل أنسجة الآفة، ومن الأمثلة المثبتة عملياً حول هذا الموضوع هو إعادة حساسية السلالات المكافحة من البعوض لمبيد الملاثيون، وذلك بإضافة المادة النشطة**EPN** سابقة الذكر والتي تعمل على تثبيط عمل أنزيم **Carboxylestrase** الذي يحول مادة الملاثيون السامة إلى مركبات غير سامة هي الملاثيون أحادي وثنائي الحامض. وتستخدم بعض المبيدات النباتية وخاصة مبيد البايرثرم مادّة منشطة لبعض المبيدات وخاصة للمبيدات التابعة لمجموعة المركبات الفسفورية العضوية لكي يساعد على حدوث صدمة عصبية

للآفة. وقد تضاف مادة منشطة غير سامة مثل مادة **Piperonyl butoxide** مادّةً منشطة لمبيد البايرثرم لمكافحة حشرات الصحة العامة.

- **أشكال المستحضرات والنظام الدولي للترميز:**

هناك عدة أشكال لمستحضرات المبيدات كما ذكرنا، وذلك يعود إلى تطور علم الكيمياء، وزيادة متطلبات السلامة البيئية لاستعمال المبيدات. وبالتالي دعت الحاجة إلى الاتفاق على تحديد أنواع وأشكال المستحضرات التجارية، وعلى توحيد الرموز التي تدل عليها. وقد صدر كتيب بالرموز والمصطلحات لكل مستحضرات المبيدات من قبل التجمع الدولي للاتحادات الوطنية لمصنعي الكيميائيات الزراعية **(GIFAP)** ، في بروكسيل (بلجيكا) ، بالتعاون مع المجموعة الألمانية للتوثيق مبينة في الجداول التالي:

جدول (2) مصطلحات المادة الفعالة ومركّزاتها:

Damascus University

الرمز	اسم المستحضر	تعريف المستحضر
AI	مادة فعالة Active Ingredient	الجزء من المستحضر الذي ترجع إليه الفاعلية كمبيد
TC	مادة خام Technical material	مادة تنتج في عمليات تصنيع المبيد وتحتوي على المادة الفعالة مع كمية من الشوائب.
TK	مركز خام Technical Concentrate	المادة الخام من المبيد وتكون إما في صورة محلول أو سائل أو مخففة بمواد أخرى إضافية صلبة، تستخدم في تحضير المستحضرات التجارية.
EC	مركز استحلاب Emulsifiable Concentrate	سائل متجانس، يتم تخفيفه بالماء، ليستخدم في صورة مستحلب.
EO	مستحلب زيتي (ماء في زيت) Emulsion(Water in Oil)	مستحضر سائل غير متجانس، مكون من انتشار قطيرات مائية دقيقة من المبيد في وسط سائل من مذيب عضوي.
EW	مستحلب مائي (زيت في ماء) Emulsion (Oil in Water)	مستحضر مكون من انتشار قطيرات زيتية دقيقة من المبيد في الماء.
SC	معلق مركز (موائع مركزة) Suspension Concentrate (Flowable C)	مستحضر سائل من المادة الفعالة يتم تخفيفه بالماء قبل الاستعمال.

جدول (3) : مصطلحات المركزات التي تخفف بالماء والمذيبات العضوية:

الرمز	اسم المستحضر	تعريف المستحضر
SL	مركز ذوبان Soluble Concentrate	مستحضر سائل متجانس يتم تطبيقه في صورة محلول حقيقي من المادة الفعالة بعد تخفيفه بالماء.
DP	مسحوق تعفير	مسحوق ناعم جداً يناسب تطبيقات
SP	مسحوق ذوبائي مائي Water Soluble Powder	مسحوق يتم استخدامه في صورة محلول حقيقي من المادة الفعالة بعد تخفيفه بالماء.
SG	محبب ذوبان مائي Water Soluble Granules	مستحضر في صورة حبيبات يتم تطبيقه كمحلول حقيقي من المادة الفعالة بعد إذابتهما بالماء.
WP	مسحوق ابتلال Wattable Powder	مستحضر في صورة مسحوق يتم تطبيقه في صورة معلق بعد تخفيفه بالماء.
WG	محببات تعلق مائي Water Dispersible Granules	مستحضر محبب، يتم تطبيقه في صورة معلق مائي بعد تخفيفه بالماء.
OL	سوائل امتزاج زيتية Oil Miscible Liquids	مستحضر سائل متجانس يتم تطبيقه في صورة سائل متجانس بعد تخفيفه بأحد المذيبات العضوية.
OF	مركز للموائع الزيتية Oil Miscible Flowable Concentrate	معلق ثابت من المادة الفعالة في سائل، مجهز للتخفيف بأحد المذيبات العضوية.
OP	مسحوق تعلق زيتي Oil Dispersible Poweder	مستحضر في صورة مسحوق يتم تطبيقه في صورة معلق بعد تخفيفه بمذيب عضوي مناسب.

جدول (4) :مصطلحات المستحضرات التي يتم تطبيقها بدون تخفيف:

	Dustable Powder	التعفير.
GP	مسحوق مائع	مسحوق شديد النعومة يتم تطبيقه تغفيراً بتيار هوائي في البيوت المحمية.
DS	مسحوق لمعاملة البذور بالطريقة الجافة	مسحوق يستخدم في الحالة الجافة، ويطبق على البذور مباشرة.
GR	محببات Granules	مستحضر حبيباته متماثلة الحجم إلى حد كبير، يستخدم مباشرة بدون تخفيف.
FG	محببات دقيقة Fine Granules	مسحوق محبب ، أحجام حبيباته بين 300– 2500 ميكرومتر.
CG	محببات حويصلية Encapsulated Granules	محببات محاطة بغشاء من طبقة واحدة محكوم الانسياب.
GG	محببات كبيرة Macro Granules	محببات تتراوح أحجامها بين 2000– 6000 ميكروميتر.
MG	محببات دقيقة Micro Granules	محببات تتراوح أحجامها بين 100–600 ميكروميتر
ED	سائل الكتروستاتيكي Electro chargeable Liquid	مستحضر سائل مخصص للرش الالكتروستاتيكي.
ULV	سائل الحجم المتناهي الدقة Ultra-Low Volume Liquids	سائل متجانس مجهز للاستخدام في رشاشات الحجم المتناهي الدقة.
SO	زيوت انتشار سطحي Spreading Oils	مستحضر يعطي طبقة سطحية من الزيت على المسطحات المائية.

جدول(5): مصطلحات المستحضرات التي تستخدم لمعاملة البذور:

	Powders For Dry Seed Treatments	
الرمز	**اسم المستحضر**	**تعريف المستحضر**
FS	موائع مركزة لمعاملة البذور Flowable Concentrates for Seed Treatment	معلق ثابت يتم تطبيقه على البذور مباشرة أو بعد تخفيفه.
BR	قوالب Briquettes	قوالب صلبة مصممة للانسياب المحكوم للمادة الفعالة Controlled Release يتم تطبيقه على البذور مباشرة أو بعد تخفيفه.
LS	محاليل لمعاملة البذور Solution for Seed Treatments	طعوم مركزة أو سائلة مجهزة للتخفيف قبل
WS	مسحوق تعلق مائي لمعاملة البذور Water Dispersible Powder For Seed Treatments	مسحوق يتم تخفيفه بالماء ليعطي معلق مركز ثقيل القوام قبل تطبيقه على البذور.
PS	بذار معاملة بالمبيدات Seed Coated with Pesticides	

جدول(6): مصطلحات المستحضرات التي تستخدم لمكافحة القوارض:

	Bait Concentrates	استخدامها كطعوم.
FT	أقراص تدخين	شكل مخصص من مولدات الدخان.
الرمز	**اسم المستحضر**	**تعريف المستحضر**
RB	طعوم جاهزة للاستخدام Bait Ready for Use	طعم مجهز بطريقة الاستخدام مباشرة في صورة دخان عند إشعاله.
TB	أقراص Tablets	مستحضر صلب في صورة قطع صغيرة مستوية.
FR	شمعة تدخين Smoke Candle	شكل مخصوص من مولدات الدخان
TP	مسحوق للممرات Tracking Powder	مسحوق لمبيد قوارض بالملامسة يوضع في ممرات ودروب القوارض.
PB	طعوم صفائحية Plate Baite	
AB	طعوم حبوب Grain Baits	
GB	طعوم محببة Granular Baits	
SB	طعوم مفتته Scrap Baits	

جدول (7) :مصطلحات مستحضرات متنوعة:

FP	خرطوشة تدخين Smoke Cartridge	شكل مخصوص من مولدات الدخان
KN	مركزات تضبيب على البارد Cold Fogging Concentrates	مستحضر يتم تطبيقه في صورة ضباب بأجهزة التضبيب غير الحرارية.
PA	عجينة Paste	مستحضر مائي يعطي غشاء رقيقاً عند الاستخدام
LA	طلاء Laquer	مستحضر يحوي مذيب عضوي يعطي غشاء رقيقاً عند الاستخدام
AE	عبوة ايرسول Aerosal Dispenser	عبوة تحوي المادة فعالة للمبيد مع مذيب عضوي وغاز مضغوط.

4-طرائق الاستخدام الآمن للمبيدات:

تستخدم المبيدات حديثاً بشكل مدروس، ومتوازن. وأصبح هناك اختلاف وفرق كبير بين استخدام المبيدات قديماً، واستخدامها في المكافحة الحديثة، من حيث طبيعة المبيدات المستخدمة وموعد استخدامها، ويمكن ملاحظة ذلك بما يلي:

1. لا يتم استخدام المبيدات إلا بعد عملية مراقبة ومتابعة واستكشاف طويلة يتم من خلالها التقدير الكمي أو العددي للآفات.

2. وصول هذا الكم إلى درجة الضرر الاقتصادي الحرج **Economic threshold** أو بمعنى أن القيمة النقدية الناتجة عن الخسارة في المحصول يكون أكبر من تكاليف المكافحة لهذه الآفة .
3. تحديد إستراتيجية المكافحة : باستعمال الوسائل المناسبة في مكافحة الآفات، وقد تدخل المبيدات عندها بسبب تأثيرها الفعال، وهي مناسبة لمعظم حالات الإصابة ، وثباتها في مواجهة التغيرات البيئية .
4. استخدام أجهزة ومعدات رش عالية الدقة، وفيها تقنيات تسمح بوصول سائل الرش إلى النبات، حيث يسمح بالتغطية الجيدة للنباتات لضمان حمايتها من الآفات.

النقاط الواجب مراعاتها حتى يكون استخدام المبيدات أمناً:

1. تحديد نوع الآفة المراد مكافحتها هو أول وأهم الاعتبارات حيث أن عدم معرفة الآفة بدقة قد يؤدي إلى نتائج مكافحة سلبية .
2. اختيار المبيد الأفضل والمناسب بناءً على التشخيص السليم للآفة، والمبيد الأفضل يتميز بالخصائص التالية :
   - الأقل كلفة من حيث نسبة الاستعمال .
   - الأكثر كفاءة في القضاء على الآفة .
   - الأكثر سرعة في التأثير على الآفة .
   - قصر فترة الأمان .
   - الأقل تأثيراً على الأعداء الحيوية .
   - قابل للتحلل إلى نواتج غير مضرة بالبيئة خلال فترة مناسبة .

جدول (8) : يوضح درجات السمية و الثبات للمبيدات وفقاً لمدى الزيادة في الضرر

الدرجة	السمية للثدييات	البط البحري	السمك	نحل العسل	الثبات البيئي

	LD_{50} مغ/ كغ				
1	> 1000	> 1000	< 1	<100	شهر واحد
2	200- 1000	1000-200	1-0.1	100-20	1-4 شهر
3	200-50	200-50	0.01- 0.1	20-5	4-12 شهر
4	50-10	50-10	0.001- 0.01	5-1	1-3 أعوام
5	أقل من10	أقل من10	أقل من 0.001	أقل من1	3-10 أعوام

3. توقيت عمليات رش المبيدات بحيث تتزامن مع طور الآفة الأكثر حساسية للمبيد، أو تتزامن مع الفترة الأكثر احتمالية لحدوث الإصابة إن كان الأمر يتعلق ببعض الأمراض الفطرية الخطيرة .
4. استخدام المبيدات في الحالات الحرجة، عندما تفشل جميع الوسائل الأخرى في تقليل أعداد الآفة، وعند وصول تعداد الآفة إلى أكثر من الحد الاقتصادي الحرج.
5. مراعاة استخدام المركبات الاختيارية العالية التخصص، والتي تحدث أقل ضررًا على البيئة، وعلى المناطق المصابة فقط .
6. استخدام مياه متوافقة من حيث درجة حموضتها مع المبيدات، ودرجة حموضة المياه المستخدمة في حدود **pH** 6-7 لأن معظم المبيدات تفقد جزءاً من فعاليتها إن أضيفت إليها مياه قلوية تزيد من الأس الهيدروجيني .
7. استخدام المواد اللاصقة، والناشرة بهدف زيادة كفاءة المبيد عند رش المبيدات الفطرية، والمبيدات الحشرية غير الجهازية .
8. استخدام مبعثرات رش مناسبة تعطي رذاذاً ناعماً عند رش المبيدات الفطرية، والحشرية غير الجهازية ، كي تسمح بتغطية جيدة للنباتات المعاملة.

9. مراعاة فترات الأمان للمبيدات بحيث تتوافق مع مواعيد القطف .
10. عدم المبالغة في استعمال المبيد لمنع الضرر الاقتصادي .
11. مراعاة استخدام الوسائل التي تستطيع تغيير نظام حياة الآفة لتقليل أعدادها إلى الحد الممكن تحمله (تحت الحد الاقتصادي الحرج) ويتم ذلك من الاستفادة من المعلومات المتاحة عن بيولوجية الآفة والتقنيات الممكنة لتحقيق هذا التغيير.
12. اختيار المبيدات الأقل سمية والأكثر أمانا للإنسان، والحيوانات الأليفة، وتجنب استخدام المبيدات ذات السمية العالية للإنسان والحيوان.
13. إتباع التعليمات والاحتياطات الخاصة بالأمان عند التعامل مع المبيدات.
16.تجنب الاستخدام المكثف للمبيدات من حيث التركيز، وعدد مرات الرش.
17. يجب الاستعانة بأفراد مدربين على استخدام المبيدات، والالتزام باستخدام الملابس المخصصة لعمليات المكافحة، وطبقا للمواصفات الصحية وعمل فحوصات دورية للعمال.
18. مراعاة التخزين الأمثل للفائض من المبيدات وأن يكون بعيدا عن متناول الأطفال.
19. تجنب المبيدات التي قد تؤدي إلى حدوث طفرات الوراثية، أو السرطانية، والتشوهات الخلقية أو التأثيرات العصبية المتأخرة. ووضع التشريعات التي تقيد استخدام هذه المبيدات .
20. مراعاة استخدام الطرق البديلة للمبيدات إذا كانت ستفي بالغرض.
21. مراعاة ارتداء العمال للملابس الواقية واتخاذ الاحتياطات المشددة لحماية الصحة العامة.
22. **اختيار المستحضر المناسب:** وعليه يجب اختيار المستحضر التجاري الأكثر أمانا للقائمين على التطبيق، وعلى البيئة، وتكون والأكثر فاعلية على الآفة المستهدفة. لذلك تم استبدال المساحيق قابلة للبلل بمستحضرات المحببات القابلة للانسياب. وتعتبر المحببات أكثر مستحضرات المبيدات أماناً من مواد الرش، ومساحيق التعفير ، لكونها أقل انجرافا بالرياح، وكذلك اقل سمية للقائمين على تطبيق المبيدات.

23. **اختيار آلة التطبيق:** تستخدم أنواع مختلفة من آلات تطبيق المبيدات مثل آلات الرش والعفارات والرش الجوي وغيرها. لذلك فإن اختيار آلة التطبيق من الأهمية بمكان لضمان إيصال المبيد بالتركيز المناسب إلى النبات، وتسمح بالتغطية الكاملة للنبات. ويتوقف اختيار آلة التطبيق على ظروف العمل، والمستحضر التجاري، والمساحة المراد معاملتها وحركة الرياح.....الخ.

24. **استخدام المبيدات المتخصصة Selective pesticides :**

إن معظم المبيدات الكيمائية المتوفرة في الوقت الحاضر ذات مدى سمي واسع ويسبب استخدامها إخلالا في التوازن البيئي حيث تتأثر معظم الكائنات الموجودة في منطقة المكافحة أما الاختلافات في سمية مواد المكافحة للإحياء فسببها اختلاف الأحياء في امتصاص المركب وطريقة تمثيله **(Metabolism)** وإمكانية التخلص منه وطرحه خارج الجسم أو خزنه في الأنسجة القليلة الحيوية كالأنسجة الدهنية وغيرها. وقد يكون سبب التفاوت في سمية مواد المكافحة الاختلاف في حساسية المادة الحيوية المتأثرة بالمبيد **Site of Action** وتعتمد عملية التخلص السمي لمبيد معين ضد نوع أو مجموعة من الكائنات الحية على تركيبة الكيميائي بالدرجة الرئيسية وكذلك على الجرعات المستخدمة منه وطريقة ووقت معاملته. وهذه الحقيقة تضع المختصين في مجال التصنيع العضوي وكيمياء التصنيع الحيوي أمام مسؤولياتهم في إيجاد، وتطوير مواد كيميائية متخصصة من المبيدات ،والهرمونات والفرمونات **Pheromones**والمواد الطاردة ومانعات التغذية والمعقمات الكيميائية وغيرها من مواد المكافحة. كما تقع مسؤولية إيجاد أنسب التراكيز والمواعيد وطرق المعاملة على المختصين بوقاية النبات، للتخلص من الآفة مع التقليل من تأثير المادة الكيمائية على الأحياء الأخرى قدر الإمكان. يمكن تقليل تأثير المبيدات على بعض الأنواع على أساس التخصص البيئي **Ecological selectivity** كالمبيدات الحشرية الجهازية التي تمتص من قبل النبات، وتنتقل إلى مختلف أجزائه في العصارة النباتية حيث تؤثر على الحشرات التي تتغذى على النبات خاصة الماصة للعصارة دون

التأثير على الأعداء الطبيعية من الطفيليات، ومفترسات خاصة إذا ما استخدمت بطريقة لا تعرض الأعداء الطبيعية لتأثيرها المباشر **Contact action** كما في حالة معاملة البذور، أو استخدامها عن طريق ماء الري وغيرها. وفي حالة رشها على النبات فإنها تحمي النموات الحديثة من الإصابة بالحشرة لفترة طويلة وهذا يقلل من عدد المعاملات الكيميائية وبالتالي يقلل من تعرض الحشرات النافعة للمبيد مقارنة بالمبيدات غير الجهازية. اختيار الظروف المثلى لاستخدام المبيد الكيميائي وتطبيق التعليمات الخاصة بالاستعمال. للحصول على نتائج مرضية ، ولتقليل الأضرار التي قد تنجم عن استخدام المبيد الكيمائي تدرس ظروف المنطقة التي سيستخدم فيها بشكل واف، ويحدد الوقت الملائم للمكافحة مع التقيد باستخدام الجرعات، والمستحضرات المناسبة.

ثانياً- زيوت الرش الزراعي:

مواصفات زيوت الرش :

يختلف تأثير الزيوت في الحشرات حسب طبيعة الزيت المستعمل الذي يسبب أيضاً أضراراً مختلفة للنبات المعالج، لذلك تؤخذ بالاعتبار المواصفات التالية:

1-مدى درجات التقطير Distillation range :

وهي درجة الحرارة التي يتقطر عندها 50% من الزيت أو الزيت بكامله، وتنفصل الزيوت المستخدمة في المكافحة بين الدرجتين 335-375ْ م.

2-الكثافة النوعية للزيت Specific gravity :

وهي وزن 1سم^3 من الزيت بالغرام على الدرجة 20ْ م. وتتراوح الكثافة النوعية للزيوت المستعملة في المكافحة بين 0.84-00.92 .

3-اللزوجة Viscosity :

تقدر بعدد الثواني اللازمة لمرور 60 سم^3 من الزيت على الدرجة 20 م° خلال فتحة جهاز قياس اللزوجة المسمى **Saybolt Viscosimeter** وتتراوح لزوجة الزيوت الصيفية بين 60-90 ثانية ولزوجة الشتوية بين 100-150 ثانية.

4-التطاير Volatillity :

يعبر عن نسبة الزيت المتطاير عند الدرجة 100ْ م خلال ساعة واحدة أو ساعتين أو عشر ساعات أو 24 ساعة, فالزيت السريع التطاير لا يبقى على النبات لمدة كافية فتنخفض كفاءته في قتل الحشرات والزيت البطيء المتطاير تزداد فعاليته على الآفة ولكنه قد يضر بالنسيج النباتي لذلك يتم اختيار زيوت ذات درجة تطاير مناسبة تحقق فعالية عالية ضد الحشرات دون الإضرار بالنبات.

5-نسبة المواد المشبعة غير المكبرتة Unsulfonated Residues :

يعبر هذا الاختبار عن درجة نقاوة الزيت وخلوه من المركبات غير المشبعة المسؤولة عن الأضرار بالنباتات المعاملة. لذلك تعامل الزيوت بحمض الكبريت المركز مع التسخين ليتفاعل مع الفحوم الهيدروجينية غير المشبعة مكوناً راسباً يسمى المتبقيات المكبرتة ويمثل الرائق الزيوت المشبعة غير المكبرتة والتي يجب أن تكون نسبتها أكثر من 92% في الزيوت المستخدمة على النموات الخضرية صيفاً وتسمى الزيوت الصيفية

Summer oils، أمـا الزيـوت الشـتوية **Winter oils** المسـتخدمة لـرش الأشـجار المتساقطة الأوراق فتكون نسبة الزيوت المشبعة فيها بحدود 75–80%.

6–درجة حموضة الزيت (P H) :

وهـي تنـتج مـن الأكسـدة و يجـب ألا تزيـد عـن حـد معـين هـو 0.03% وتقـدر بعـدد الميليجرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة جم من الزيت.

كمـا تـدرس نقطـة الانسـكاب ومعامـل الانكسـار والتركيـب الكيميـائي والتـي تـؤثر فـي صفات الزيت كمبيد حشري.

- **طريقة التأثير في الحشرات Mode of Action :**

وضعت عدة نظريات لتفسير طريقة تأثير الزيت في الحشرات أهمها:

آ–**التأثير في البيض Ovicidal Act :** ويتم بواحدة أو أكثر من الطرق التالية:

1– يغلف الزيت البيضة بطبقة رقيقة تمنع التبادل الغازي.

2– بسبب تصلب غلاف البيضة ويمنع فقسها.

3– قد يذيب الزيت أو يسبب لين غلاف البيضة مما يخل بنمو الجنين.

4– قد ينتشر الزيت داخل البيضة ويتداخل في الأنظمة الحيوية أو الأنزيمات أو يسبب تجمع البروتوبلازم.

5– قد يتم قتل جنين البيضة بعد فقسها وملامستها للزيت.

6–قد يكون الزيت سبباً في اختلال توازن الماء حول جنين البيضة.

ب–التأثير في الأطوار الأخرى:

ينتشر الزيت خلال الثغور التنفسية للحشرة ويسد قصباتها الهوائية مما يسبب موتها بـنقص الأوكسـجين ، وقـد تعيـق الزيـوت الثقيلـة حركـة اليرقـات والحوريـات وتمنعهـا مـن الانتشار أو الاستقرار بالمكان المناسب.

ج–أنواع الزيوت :

تباع الزيوت في تحضيرات مختلفة وأكثرها شيوعاً :

1–الزيوت الشتوية أو الزيوت الصيفية.

2–الزيوت الصفر : وهي زيوت شتوية مقواة بمبيد الداي نيترو أورثوكريزول **(DNOC)** بنسب تتراوح بين 5–50%. إلا أن استعماله انخفض كثيراً .

3–الزيوت الفوسفورية: وهي زيوت شتوية أو صيفية مقواة بمبيدات فوسفورية .

4–مستحضرات زيت الفولك بشكل مستحلب زيتي يحتوي على 80–85% من الزيت وهو متوفر بشكليه الصيفي ويستعمل بتركيز 1.5–2% والفولك الشتوي ويستعمل بتركيز أعلى يصل إلى 7%.

خامساً–سميتها ومجالات استخدامها :

تعد الزيوت بشكل عام ضعيفة السمية للإنسان وذوات الدم الحار إلا أنها قد تسبب بعض الالتهابات والحساسية للأغشية المخاطية والجلد، كما أنها حارقة ومتلفة للنبات إذا لم يحسن اختيارها واستخدامها.

تستعمل الزيوت الصيفية المقواة بالمبيدات الفوسفورية رشاً على أشجار الحمضيات والأشجار المثمرة لمكافحة الحشرات القشرية والبق الدقيقي والعناكب والمنّ. كما تستعمل الزيوت الشتوية المقواة بالمبيدات الفوسفورية لمكافحة نفس الآفات على الأشجار متساقطة الأوراق وبشكل خاص ضد الأطوار الساكنة.

الفصل السادس
المكافحة المتكاملة للآفات

تعريفات

مفهوم المكافحة المتكاملة : لقد تعددت تعريفات الإدارة المتكاملة للآفة **Integrated Pest Management (IPM)** التي تناولت المكافحة المتكاملة نذكر منها:

- تعريف شيرين وآخرين 1959 :المكافحة المتكاملة للآفات تجمع بين المكافحة الحيوية والكيميائية.
- تعريف المنظمة الدولية للمكافحة المتكاملة :**1969** هو نظام لوقاية النبات يدعو إلى استخدام مختلف طرق الوقاية الزراعية والحيوية والكيميائية بحيث يسمح ببقاء الآفات الضارة في مستوى يمكن تحمله أو دون الحد الاقتصادي الحرج.
- التعريف الحالي للمكافحة المتكاملة حسب منظمة الأغذية والزراعية الدولية **FAO 1974**والمنظمة الدولية للمكافحة الحيوية عام 1977 هو: المكافحة المتكاملة نظام يستخدم مجموعة من الطرق في وقت واحد ملبية لكل من المتطلبات البيئية والاقتصادية والصحية معتمداً خاصة على استخدام الأعداء الحيوية ومبدأ الحد الاقتصادي الحرج.

أولاً – الأسس الحديثة للمكافحة المتكاملة:

أ–مراحل تطور المكافحة المتكاملة:

نظراً لصعوبة تطبيق كافة المعطيات المكافحة المتكاملة دفعة واحدة وإنما طبقت بالتدريج حيث كان الحد من الاستخدام المتزايد للمبيدات وترشيد استخدامها وهي المرحلة الأولى قبل الوصول إلى المكافحة المتكاملة. ونذكر في مايلي أهم مراحل تطور المكافحة المتكاملة:

المرحلة الأولى:

استخدمت في البداية الطرق التقليدية (الزراعية، والفيزيائية، والأعداء الحيوية، وغيرها) مع استخدام المركبات الكيميائية المعدنية، مثل: الكبريت، ومركبات النحاس، ومركبات الزرنيخ وغيرها للتخلص من الآفات الزراعية .

المرحلة الثانية:

تطوير المواد الكيميائية المستعملة في مكافحة الآفات حيث ظهرت في البداية مجموعة المركبات اللاعضوية مثل مركبات الزرنيخ والمركبات ذات الأصل النباتي مثل (الروتينون – النيكوتين– البايرثرين) وفي أوائل القرن الماضي استخدمت الغازات السامة مثل (سيانيد الهيدروجين) في تدخين الأشجار لمكافحة الحشرات القشرية وظهرت في نفس الوقت الزيوت المعدنية القطرانية منها والبترولية. و ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية من القرن الماضي المركبات الجديدة الاصطناعية مثل المركبات الكلورية العضوية و الفوسفورية العضوية، حيث بدأ استخدام المبيدات بشكل مكثف بصفته حلاً حاسماً وسريعاً مع قلة التكاليف في القضاء على الآفات وزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية كماً ونوعاً . وفي منتصف السبيعنات من القرن الماضي، وكشف بعد الاستخدام غير الصحيح، والمكثف، والمتكرر لهذه المبيدات عدة مشاكل لم تكن بالحسبان وذلك لأن المبيدات المستخدمة في تلك المرحلة كان ذا طيف واسع وسمية شديدة بالنسبة إلى عدد كبير من الأنواع الحشرية مما أدى إلى قتل الطفيليات والمفترسات (الأعداء الحيوية) وإضعاف دورها في عملية المكافحة الطبيعية وإخلال التوازن البيئي، إضافة إلى حصول بعض التسممات للكائنات غير المستهدفة كالحيوانات الأليفة والطيور والنحل والإنسان كما أدى الاستخدام العشوائي لهذه المبيدات إلى ظهور صفة المقاومة للمبيدات من قبل الآفات عموماً كما أدت إلى سيادة آفات جديدة في البيئة ففي السودان استخدمت في الأربعينيات مبيدات الكلور العضوية لمكافحة دودة اللوز الأمريكية على القطن، ودودة ورق القطن مما أدى في الخمسينيات إلى ظهور آفات جديدة في حقول القطن مثل نطاط الأوراق وغيرها التي لم تكون موجودة من قبل، وبعد عدة سنوات من المكافحة المستمرة بالمواد الكيميائية ظهرت الذبابة البيضاء على القطن وهذا أدى إلى التفكير باستنباط طرق جديدة للمكافحة بل الاعتماد على أساليب متعددة يخدم بعضها البعض بصورة متكاملة وهذا ما يسمى بالإدارة المتكاملة للآفات.

المرحلة الثالثة:

هذه المرحلة اعتمدت على اتجاهين أساسيين

الاتجاه الأول: الإقلال ما أمكن من استخدام المواد الكيميائية والاقتصار على الحالات الضرورية الملّحة والاعتماد على معطيات التنبيهات الزراعية والمعطيات الحيوية المختلفة.

الاتجاه الثاني: الإقلال ما أمكن من التأثيرات الثانوية للمبيدات الزراعية على الأنواع المفيدة من مفصليات الأرجل كالأعداء الحيوية وملقحات النبات والحشرات النافعة الأخرى. ويتضمن ذلك مجموعة من التدابير والتي يمكن تلخيصها بإجراء الرش في أوقات غياب هذه الكائنات المفيدة، واستخدام المكافحة الموضعية وانتخاب المبيدات ذات السمية الأقل، أو بمعنى آخر استخدام المبيدات المتخصصة الانتقائية ، مثل: مانعات التغذية، وهرمونات النمو. حيث أن استخدام هذه المواد إلى جانب العديد من الطرق الحيوية والزراعية والفيزيائية يقودنا إلى المكافحة المتكاملة**IPM** لخفض أعداد الآفة إلى مستوى أقل من الحد الحرج الاقتصادي، مع عدم الضرر بالبيئة.

ب–طرق المكافحة المتكاملة:

- **الطرق الزراعية :** اعتماد بذور من مصادر موثقة وخالية من الإصابات الزراعية، إتلاف بقايا المحاصيل ونواتج التقليم، و فلاحة التربة، وتعديل مواعيد الزراعة مناسبة تساعد على الهروب من الآفات، والتسميد المتوزان لإعطاء نباتات قوية تتحمل الإصابة، والنظافة العامة مثل جمع الثمار المصابة واتلافها، وإدارة المياه مثل كمية وموعد الري .
- **الطرق الفيزيائية** : استخدام تعقيم التربة بالحرارة.
- **المستخلصات النباتية** :استخدام منقوع الثمار، أو الأوراق، مثل: مستخلص النيم لمكافحة العديد من الآفات.
- **الطرق الكيميائية :** وتشمل الجاذبات، والطاردات على اختلاف أنواعها ، وكذلك المبيدات الحشرية، المعقمات الكيميائية، مانعات النمو.

- **الطرق الوراثية** : وتشمل تربية وإطلاق الذكور العقيمة ذات الشروط الوراثية الخاصة، أو تلك غير القادرة على التوافق الوراثي بأشكال مختلفة ، أي إكثار العوامل المميتة التي تنتج عن تزاوج فردين من نفس النوع.
- **الطرق التشريعية :** وتشمل الحجر الزراعي للنباتات، والحيوانات، برامج استئصال آفات معينة بقوة القانون كأن نمنع مثلاً إرسال مادة زراعية في نفس البلد من منطقة إلى أخرى.
- **استخدام المكافحة الحيوية في القضاء على الآفات الزراعية :** تشمل تنشيط وصيانة الأعداء الحيوية المحلية، والاستيراد والتربية الكثيفة، ونشر الطفيليات والمفترسات، تحضير واستخدام البكتيريا، الفيروسات ، الفطور ، البروتوزا، النيماتودا .

أ- استخدمت البكتريا الممرضةللحشرات ***Bacillus thuringiensis*** **(Bt.)** لمكافحة الآفات خاصة يرقات حرشفية الأجنحة كديدان لوز القطن حيث تظهر البكتريا تحت الميكروسكوب على شكل ماسات بللورية تكمن بداخلها المادة الفعالة وهي بللورات بروتينية سامة للحشرات . بمجرد أن تأكل الحشرة هذه البكتريا يذوب الجدار البكتيري وتنطلق المادة الفعالة حيث تسبب موت الحشرات نتيجة الأثر السام لهذه البروتينات على الحشرة ، ويتم قتل الحشرة بعد 4-5 أيام من تناولها لهذه البكتريا علماً بأن الحشرة تظل ساكنة خلال هذه المدة عديمة الضرر. يتميز استخدام هذه البكتريا بأنه أكثر أمناً للإنسان والحيوان والنبات وليس لها أثار متبقية على النباتات ولا تسبب التلوث للبيئة وتستخدم هذه البكتريا في مقاومة آفات المحاصيل من رتبة حرشفية الأجنحة، مثل: الدودة القارضة ودودة ورق القطن وديدان لوز القطن وغيرها عن طريق الرش على المجموع الخضري للنبات.

ب-ً تستطيع النيماتودا الممرضة للحشرات أن تصل إلى الآفة (مثل: حشرة جعل الورد الزغبى وغيرها) تحت الأرض أو داخل الجزء المحمي من النبات وتقتل الحشرة خلال 48 ساعة. حيث تتوالد النيماتودا على الآفة ثم تبحث عن آفات أخرى وهكذا حتى يتم القضاء على تلك الآفات.

- **إستخدام بدائل المبيدات :** تعتبر بدائل المبيدات الآمنة من المتغيرات اللافتة للنظر في مجال وقاية النبات من الآفات ووقاية الإنسان من أضرار متبقيات المبيدات الكيميائية والحفاظ على البيئة من الملوثات الكيميائية بالإضافة إلى خفض تكاليف المكافحة .لزيادة إنتاج المحاصيل .

مميزات بدائل المبيدات الآمنة للآفات الحشرية :

1- مركبات حيوية ومواد طبيعية غير ضاره للإنسان أو النبات أو البيئة

2- أقل سمية للآفات عن المبيدات الكيميائية .

3- رخيصة الثمن بالمقارنة بالمبيدات الكيميائية .

4- يبدأ استعمالها عند مستويات إصابة أقل من المبيدات الكيميائية والاكتشاف المبكر للإصابة لذا يمكن تكرار الرش للحصول على أفضل النتائج .

5- فتره السماح للجني بعد الرش في حالة استخدام بدائل المبيدات الآمنة

6-لا تسبب . أخطاء استعمال بدائل المبيدات ضرراً للمزارع أو حيواناته أو بيئته.

7- يؤدى تكرار استعمالها إلى زيادة الأعداء الطبيعية مما يقلل من استخدام المبيدات الكيميائية.

8- بدائل المبيدات الآمنة أمان للمنتج وضمان للمصدر حيث إنه غذاء خالٍ من متبقيات المبيدات ويحفظ البيئة من التلوث.

أمثلة عن بدائل المبيدات:

- **استخدام كبريتات الألومونيوم (الشبة)**: كمانع شهية لأنها مادة قابضة للفكوك والأمعاء عند التغذية وقد استخدمت في مكافحة حفارالساق والدودة القارضة عن طريق عمل الطعوم وخلطها بنصف جرعة المبيد الموصى بها للقضاء على هاتين الآفتين.
- **استخدام الكبريت الزراعي** : كمادة طاردة لإناث الفراشات ومميت لليرقات الفاقسة حديثاً، والعنكبوت الأحمر. وتم استخدامه للحد من الإصابة بالحشرات مثل : دودة ورق القطن وديدان اللوز القرنفلية والشوكية والامريكية..

- **استخدام المازوت (السولار)**: عن طريق إضافته لمياه الري في مقاومة دودة القطن والدودة القارضة لقتل اليرقات والعذارى مما يؤدى إلى منع أكسجين الهواء عنها فيسبب موتها والقضاء عليها الموجودة في التربة.
- **استخدام زيت الرجوع (العادم):** في عمل المصائد الشحمة لاصطياد الحشرات الطيارة من المن والذبابة البيضاء ونطاط الأوراق وكذلك في مكافحة حفارات أشجار الفاكهة.
- **استخدام الصابون المتعادل :** وقد تم استخدامه في مكافحة المن والذبابة البيضاء ونطاط الأوراق.

مما تقدم يلاحظ أن الهدف الرئيس من عملية استخدام بدائل المبيدات هو عدم استخدام المبيدات الكيميائية إلا في حالة الضرورة القصوى وعند الوصول إلى الحد الحرج للإصابة وذلك بهدف تقليل التكاليف الكلية المستخدمة في عملية المكافحة،وتقليل التلوث البيئي للإنسان والحيوان والنبات .

- **زراعة أصناف نباتية مقاومة:** يعد هذا الأسلوب فعالاً في طرق المكافحة المتكاملة فعلىسبيل المثال فإن هناك ما يقرب من مائة وخمسين صنفاً مقاوماً لآفات النيماتودا تضم خمسة وعشرين محصولا. وتأتى هذه الأصناف النباتية المقاومة من برامج التربية التي يركز فيها الباحثون على انتخاب العوامل الوراثية المقاومة للمسببات المرضية والحشرية وبذلك يمكن الحصول على إنتاجية عالية كماً ونوعاً .ً فقد وجد الناصر وزملاءه (2008) أن كلا من الصنف حماة 47، وحماة 34 و آي منخفضة الإصابة والحساسية تجاه الإصابة بدبور ثمار اللوز ، بينما كانت الأصناف تكساس وديرك وكلوزادو حساسة لدبور ثمار اللوز.
- **استخدام نظام التنبؤ والإنذار المبكر**: وذلك للتعرف على الأمراض النباتية خاصة الوبائية والحشرات الهامة اقتصادياً، وبذلك يمكننا من المتابعة المستمرة لمستويات الإصابة بالآفات وتحديد الوقت المناسب للتدخل. ويجب معرفة حركة المسببات المرضية والحشرية وحالة النباتات الصحية وإذا لم يتم ذلك فإنه قد يحدث فوعة في

أعدد الآفات المرضية والحشرية تؤدي إلى حدوث الضرر خلال أيام قليلة ويصبح التدخل بعدها عديم الجدوى .

- **التسميد الأخضر:** يقصد بالتسميد الأخضر زراعة أي محصول بغرض حرثه في الأرض عند بلوغه طوراًمعيّ ناً من أطوار نموه . وينصح بإتباعه لعدة سنوات لإمكان إحداث زيادة في المادة العضوية بالأرض، والمحاصيل المستخدمة غالباً هي البقوليات وكذلك يمكن استخدام النباتات غير البقولية مثل البرسيم .

أهمية التسميد الأخضر

1-زيادة المادة العضوية في التربة : حيث يستخدم هذا النوع من التسميد في الترب الرملية ، والخفيفة. وتختلف المادة العضوية الناتجة من المحاصيل المستعملة حسب نوع النبات المستخدم وحسب الظروف المحيطة به. تتحلل المادة العضوية بعد حرثها في الأرض بسرعة ويختلف ذلك حسب نوع النبات وعمره ومدى توفر العناصر الغذائية المعدنية في الأرض وطبيعة الكائنات الدقيقة في الأرض ودرجة تهوية الأرض وحرارتها ونسبة الرطوبة.

2- زيادة الأزوت في التربة :غالباً ما تستعمل المحاصيل البقولية في التسميد الأخضر والمعروف عنها أنها تستفيد من أزوت الهواء الجوي بواسطة البكتريا العقدية وتختلف كمية الأزوت المتحصل عليها على نوع المحصول البقولى ومدى التسميد بالأزوت أو الفوسفور وعادة ما تعطى المحاصيل البقولية جرعة بسيطة لتساعدها في بداية حياتها حتى تتكون العقد الجذرية وتكون قادرة على تثبيت الأزوت الجوى وامداد النبات به .

3-المحافظة على العناصر الغذائية في التربة: في حالة وجود محصول يغطي الأرض فإنة يمتص العناصر الغذائية النباتية وبذلك تكون أقل عرضة للفقد مثل النترات نظراً لسرعة ذوبانها ولا تمتص على غرويات الأرض وكلما كان المجموع الجذري للنبات كبيراً كان أكثر كفاءة فئ تجميع العناصر

4-**تركيز العناصر الغذائية في الطبقة السطحية من التربة:** تقوم محاصيل التسميد الأخضر وخاصة إذا كانت ذات مجموع جذري عميق بتجميع كميات كبيرة من عناصر الغذاء النباتي من طبقة تحت التربة وعندما يتم قلب المحصول في الأرض ويتحلل في الطبقة السطحية تنطلق تلك العناصر وتتركز في مساحة محدودة وهذا يسمح للمحاصيل التالية بالاستفادة من هذه العناصر .

5-**زيادة صلاحية بعض العناصر الغذائية** : تزداد صلاحية العناصر الغذائية بالتسميد الأخضر وذلك نتيجة لأثر الأحماض العضوية الناتجة من تحلل المادة العضوية المضافة والتي تؤدى إلى ذوبان مركبات تلك العناصر العسرة الذوبان وتحويلها غالباً إلى صورة صالحة لامتصاص النبات .

6-**زيادة نشاط الأحياء الدقيقة:** تستخدم المادة العضوية المضافة عن طريق التسميد الأخضر غذاءً للكائنات الدقيقة بالأرض كما أنها تؤدى إلى تنشيط بعض التفاعلات الحيوية بدرجة كبيرة ويتوقف أثر الأسمدة الخضراء على زيادة الكائنات الحية الدقيقة على نوع المحصول وعمره وخواصّ الأرض ودرجة تهويتها واحتوائها على العناصر الغذائية

- **التسميد الحيوي:** تعد الأسمدة أو المخصبات الحيوية مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن بديلاً عن استخدام الأسمدة المعدنية والتي لها الأثر في تلوث البيئة سواءً كان للتربة أو المياه عند الإسراف في استخدامها. وتنتج هذه المخصبات من الكائنات الحية الدقيقة وتستعمل لقاحاً حيث تضاف إلى التربة الزراعية إما نثراً أو بخلطها مع التربة أو مع البذار عند الزراعة. ومن أمثلة المخصبات الحيوية المستخدمة حالياً في الزراعة:

بلوجين: مخصب حيوي يحتوى على الطحالب الخضراء المزرقة القادرة على تثبيت النيتروجين الجوى في أجسامها بتحويلة إلى مركبات أزوتية يمكن للنبات الاستفادة منها ويوفر حوالي30 كجم أزوت/ هكتار.

ميكروبين: مخصب حيوي مركب يتكون من مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة التي تزيد من خصوبة التربة ويقلل من معدلات إضافة الأسمدة الأزوتية والفوسفاتية والعناصر الصغرى بما لا يقل عن 25% ويحد من مشكلات التلوث البيئي ويضاف إلى البذار السابق معاملتها بالمبيدات والمطهرات الفطرية.

الأزولا: وهى من النباتات الأولية التي تتعايش معها الطحالب الخضراء المزرقة المثبتة للأزوت الجوى وتنمو على سطح المياه في حقول الأرز.

ثانياً- التنبؤ بمواعيد ظهور الآفات الاقتصادية:

يعتمد نجاح برامج المكافحة المتكاملة كثيراً على إمكانية التنبؤ بمواعيد ظهور الآفة وذلك يتطلب الحصول على معلومات هامة عن المحصول والآفة والظروف البيئية.

أ- **المعلومات الأساسية الواجب معرفتها:**

1- الإلمام بالنواحي الحيوية والبيئية للآفات الرئيسة وسلوكها وتعاقب أجيالها وتوزعها الجغرافي.

2- العوامل الرئيسة التي تسبب الموت الطبيعي والآفات التي تنظم تكاثر ديناميكية أعدادها.

3- الأوقات والأماكن التي توجد فيها الآفات ومدى أهمية الدور الذي تقوم به الأعداء الحيوية الرئيسية من الطفيليات والمفترسات ومسببات الأمراض.

4- أثر إجراءات المكافحة على الآفات وعلى العوامل التي تسبب الموت الطبيعي وعلى النظام البيئي بصورة عامة

5- رصد المزروعات وتحديد مجموعات الآفات الضارة والأعداء الحيوية ويتطلب ذلك رصد كامل لمختلف الآفات الهامة في منطقة ما وتقدير أعدادها وانتشارها والتغيرات التي تحصل في هذا المجال وذلك اعتماداً على معطيات محطات الأرصاد والإنذار الزراعي وتقدير مدى الضرر الذي يمكن أن تحدثه في كل مرحلة من هذه المراحل وفي الوقت نفسه مراقبة كلّ العوامل (حيوية وغير حيوية) وتحليل مدى تأثيرها على

أعداد الآفات وبالتالي إسهامها في دورة الأخطار المتوقعة ولابد من أن يتم ذلك على مستوى المزرعة الواحدة في الوقت الذي يتم على مستوى المنطقة وقد ساعد التقدم الذي حصل في مجال طرق ووسائل دراسة وحصر الحشرات وكذلك وسائل تحديد ظهورها كالمصائد المختلفة وخاصة المصائد الجنسية والغذائية وكذلك طرق تحليل العوامل المناخية في ضبط تحركات الآفات وما يحيط بها من عوامل مختلفة.

6- تطبيق مفهوم العتبة الاقتصادية أو الحد الاقتصادي الحرج وهو يدل على مستوى أضرار الآفة الذي يصبح عنده التدخل ضرورياً لوقاية النبات من خطر الآفات. وهنا يجب أن نميز بين مرحلة الخطر المحتمل والذي يسمح بتوقع محتمل مسبق لوقع الخطر وبالتالي القيام ببعض الإجراءات الوقائية لدرء الخطر قبل وقوعه.

ب-مستويات كثافة أعداد الآفات التي يمكن تحملها، وقرارات المكافحة:

يتم غالبا في كل البلدان وضع حدود اقتصادية حرجة للآفات الاقتصادية الهامة، وفقاً للظروف البيئية السائدة. مما يساعد على اتخاذ قرارات المكافحة بناءً على هذه المستويات.

جدول (9): يوضح الحدود الاقتصادية الحرجة لبعض الآفات الزراعية على محصول القطن في سوريا:

الآفة	الحد الاقتصادي الحرج
الدودة القارضة	نسبة 5-10%من النباتات المقطوعة
الدودة القارضة	3 يرقات حية/م2 في طور البادرة
الدودة الخضراء	10-15 يرقة/100نبات
من القطن	10%من النباتات بها ظاهرة التفاف الأوراق
العناكب الحمراء	5 عناكب متحركة/ورقة نبات

	أو 10–20%إصابة للنباتات
ديدان اللوز	3–4%إصابة على اللوز
الذبابة البيضاء	حشرة واحدة/ورقة نبات

المصدر: استخدام المبيدات الزراعية وأخطارها على الإنسان والحيوان في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم 1985.

ثالثاً–استخدام الاستشعار عن بعد في مكافحة الآفات:

لقد أحدثت منظمة التقنية والزراعة التابعة للأمم المتحدة مركز الاستشعار عن بعد **(FAO/ RSC)** في عام 1980 وتستخدم لتقديم الخدمات اللازمة لتطبيقات الاستشعار عن بعد في مجال الثروات الطبيعية المتجددة (تطبيقات زراعية ومائية وجيولوجية). وقامت منظمة الفاو بتنفيذ مشاريع عديدة باستخدام الاستشعار عن بعد في البلاد العربية و الأجنبية. والأقمار الصناعية التابعة لها لاندسات، سبوت، نوى، وفينوسات.

الاستشعار عن بُعد **Remote Sensing** وسيلة علمية للحصول على معلومات عن شيء أو مساحة أو ظاهرة ما من خلال تحليل معطيات يتم اكتسابها بجهاز دون التماس مع تلك المنطقة أو الظاهرة المدروسة فيزيائياً . وهو يشتمل على عمليات متسلسلة لقراءة المعطيات التي تجمعها عن بعد مستشعرات **(Sensors)** مختلفة وتحليلها للحصول على المعلومات المطلوبة. وتختلف البيانات التي تُجمع عن بعد باختلاف وسائل جمعها، كالتباينات في قوى الجاذبية أو توزع الموجات الكهرومغنطيسية أو الصوتية أو الحرارية أو الضوئية. وسيتناول البحث فيما يلي المستشعرات التي تتأثر بالموجات الكهرومغنطيسية والتي توضع على الطائرات أو في الأقمار الصناعية والتي تساعد على كشف المصادر الطبيعية ومراقبتها ورسم خرائطها. وتحصل هذه المستشعرات على معطيات عن الموجات الكهرومغنطيسية الصادرة عن مختلف سطوح الظواهر الأرضية أو المنعكسة عنها وتحلل هذه البيانات للحصول على معلومات حول المصادر قيد البحث. ويبين الشكل التالي تسلسل عمليات الاستشعار عن بُعد وعناصرها. ويشتمل على مرحلتين أساسيتين هما:

1- الحصول على البيانات.
2- تحليل البيانات.

وتتألف **مرحلة الحصول على البيانات** من العناصر التالية:

أ- مصادر الطاقة.
ب-انتشار الطاقة عبر الغلاف الجوي.
ت-تفاعل الطاقة مع معالم سطح الأرض.
ث-إعدة بث الطاقة عبر الغلاف الجوي.
ج-مستشعرات محمولة في الجو أو الفضاء أو الاثنين معاً .
ح- تلخيص ما تنتجه معطيات المستشعر على شكل صور أو رقمي.

أما **تحليل البيانات يتضمن** ما يلي:

-دراسة المعطيات باستخدام أجهزة مختلفة للرؤيا والتفسير بتحليل البيانات المرسومة أو باستخدام الحاسوب لتحليل البيانات الرقمية.

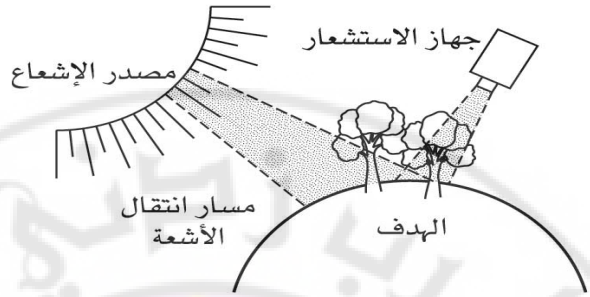
-تجميع المعلومات على شكل خرائط أو جداول أو ملفات حاسوبية.

-إعداد المعلومات للقراءة من قبل أصحاب القرار.

الشكل (2) : استشعار الثروات الأرضية عن بعد بالموجات الكهرمغنطيسية

1-العناصر الفيزيائية للاستشعار عن بُعد

لكي تتم عملية الاستشعار عن بعد لابد من توافر أربعة عناصر فيزيائية ممثلة في الشكل 3 وهي :



شكل (3) : نموذج للعناصر الأساسية للاستشعار عن بعد

أ- **مصدر الطاقة:** ليس الضوء المرئي وحده شكلاً من أشكال الطاقة الكهرمغنطيسية، فالأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة غاما وموجات الراديو، هي أشكال أخرى مألوفة لهذه الطاقة تشع طبقاً لنظرية الموجات الكهرمغنطيسية الأساسية.

ب- **ممر الانتقال:** لكي تتم عملية الاستشعار عن بعد لابد من وصول الأشعة من مصدر الطاقة إلى الهدف وبالعكس، وهذا يتم عبر ما يسمى ممر الانتقال **Transmission Path**. إن جميع الإشعاعات التي تتحسسها منظومات الاستشعار عن بعد بغض النظر عن مصادرها تمر في طبقات الجو ويختلف مسارها اختلافاً كبيراً ، فالصور الفوتوغرافية الفضائية تنتج من انعكاس ضوء الشمس الذي يمر من خلال الغلاف الجوي مرتين في حين تكشف المستشعرات الحرارية المحمولة في الطائرات الطاقة الصادرة من الأرض مباشرة، ومن ثم فإن مسار الإشعاع هو من سطح الظاهرة الأرضية إلى المستشعر.

وعلى هذا فإن تأثير الغلاف الجوي يختلف باختلاف الفروق في أطوال المسارات، كما يختلف باختلاف الطاقة المستشعرة وبطول الموجة. ويؤثر الجو أيضاً في مركّبات الطيف (الموجات الطيفية) التي تتحسسها المستشعرات وذلك بسبب ميكانيكية التبعثر والامتصاص في الجو.

ت- **التبعثر في الجو**: التبعثر بالجو هو انتثار عشوائي للإشعاع في الجو على شكل جزيئات. يحدث ثلاثة أنواع من التبعثر في طبقات الجو هي:

- **تبعثر رالي Rayleigh scatter** : ويحدث عندما تكون أقطار الجسيمات التي في الجو أصغر من أطوال موجات الإشعاعات، ولهذا يكون تبعثر الموجات القصيرة أكثر من تبعثر الموجات الأطول. ولهذا تبدو السماء من الأرض زرقاء، ولولا التبعثر لظهرت السماء سوداء، ذلك لأن الأشعة الزرقاء القصيرة الموجة تتبعثر أكثر من غيرها من موجات الطيف الشمسي وترى السماء زرقاء. وعند شروق الشمس وغروبها تمر أشعتها في مسارات أطول في طبقات الجو منها في وقت الظهيرة، وعليه يكون التبعثر والامتصاص تأميناً للموجات القصيرة وتبدو السماء حمراء أو برتقالية لأن أطوال موجات الأشعة الحمراء والبرتقالية أكبر من الزرقاء وأقل منها تبعثراً .

- **تبعثر ميه (Mie)**: يحدث عندما تصبح أقطار الجزيئات في الجو مساوية لطول موجات الطاقة التي يُستشعر بها. ويعد بخار الماء والغبار من أهم أسباب تبعثر ميه (Mie) ويميل هذا التبعثر إلى التأثير في الموجات الأطول إذا ما قورن بتبعثر رايلي. ويسيطر تبعثر رايلي في معظم الظروف الجوية ، أما تبعثر (Mie) له أهمية في الظروف التي يكون فيها الجو غائماً .

- **التبعثر اللاانتقائي Non-selective Scatter** : يحدث عندما يكون قطر الجزيئات التي تسبب التبعثر أكبر بكثير من طول موجات الطاقة التي يُستشعر بها. ومن مسببات هذا التبعثر مثلاً قطيرات الماء التي يتراوح أقطارها من 5-100 ملم. وهي تُبعثر على السواء كافة الموجات المنظورة وتحت الحمراء والقريبة والمتوسطة. ولذلك هذا التبعثر غير انتقائي من ناحية طول الموجة. ففي الموجات المنظورة تتناثر كميات متساوية من الضوء الأزرق والأخضر والأحمر فيبدو الضباب والغيوم بلون أبيض.

ث- **جهاز الاستشعار «المستشعر» Sensor:** جهاز الاستشعار هو أداة يمكنها أن تستقبل وتسجل الأشعة المنعكسة عن المادة المدروسة أو المنبعثة منها ضمن مجال طيفي واحد أو عدة مجالات طيفية. وقد تم تصميم مستشعرات خاصة لدراسة الأرض من الفضاء تتوافق مع النوافذ الجوية. وفي حالات خاصة يتم تصميم مستشعرات نوعية تتوافق مع الجو أو طبيعة الدراسة، ويمكن تقسيم المستشعرات إلى:

- كاميرات الفيديو والتصوير الجوي وكاميرات التصوير الفضائي.
- أجهزة قياس الأشعة **Radiometer:** وهو عبارة عن جهاز يقوم بقياس الانعكاسات الطيفية للمعالم الأرضية في الحقل (على الأرض مباشرةً) و التي تسجل الأشعة ضمن نطاقات طيفية معينة.
- أجهزة قياس الطيف **Spectrometer** وهو أيضاً عبارة عن جهاز يقيس الانعكاسات الطيفية في الحقل والمخبر.
- جهاز سبكترومتر بالأشعة تحت الحمراء **Infrared Intelligent (IRIS) Spectrometer**
- المواسح مثل الماسح المتعدد الأطياف **Multispectral Scanners (MSS)** والماسح الغرضي أو الموضوعي**Thematic Mapper (TM)** المحمولة على متن الأقمار الصناعية لاندسات **(Landsat,1,2,3,4,5)**، وهذه المواسح لا تستخدم أفلام التصوير في تسجيل الأشعة ولكن تقوم بعملية مسح لمنطقة منتظمة من الأرض، وقد مكّن هذا النظام من تسجيل البيانات على أقراص حاسوب ممغنطة باستخدام أرقام افتراضية تمثل مختلف درجات الشدة اللونية للأهداف المدروسة، وتراوح قيم هذه الدرجات بين 0 و255 درجة من اللون الرمادي لمختلف المجالات الطيفية ويتم تسجيل شدة السطوع لأصغر مساحة يمكن تمييزها على الأرض.

2 – ميزات الصور الفضائية: للصور الفضائية التي تلتقطها الكاميرات المحمولة على متن المركبات والمحطات الفضائية، أو التي تحضر من المعطيات الفضائية الرقمية التي تسجلها المواسح، عدة مميزات أهمها:

أ– **الشمولية:** يمكن للصورة الفضائية أن تشمل مساحة واسعة لا يتسنى لعين الإنسان أو أي تقنية أخرى الإحاطة بها، وهي مقسمة إلى رقع مصورة تختلف من قمر صناعي إلى آخر، فالصورة الفضائية الناتجة من معطيات الأقمار الصناعية سبوت (**Spot-3,4**) تشمل 3600 كيلومتر مربع والصورة الفضائية الناتجة من معطيات القمر الصناعي لاندسات تشمل (30000– 34000 كم^2)، أما الصور الفضائية الملتقطة بآلات التصوير المحمولة على متن المحطة الفضائية «مير» فتتراوح بين 5000 و90000 كم^2 بحسب نوع الآلة، واعتماداً على هذه الشمولية يمكن مراقبة مساحات واسعة ودراستها في شروط واحدة وزمن واحد.

ب– **قدرة التمييز المكاني:** يقصد بقدرة التمييز المكاني هو أصغر بعد يمكن للمستشعر تحسّسه، ومن ثم أصغر مساحة يمكن تسجيلها على سطح الكرة الأرضية، وتختلف هذه الميزة من مستشعر إلى آخر، فهي للماسح المتعدد الأطياف 80×80م وللماسح الغرضي 30× 30م لجميع النطاقات اللونية، ماعدا النطاق الأحمر الحراري الذي هو 120×120م. وهي للمستشعر **HRV (High-resolution visible)** المحمول على متن القمر الصناعي سبوت 20×20م، باستخدام الأشعة تحت الحمراء (باستخدام طريقة متعدد الأطياف). وهي 10×10 لنطاق بانكروماتية(غير ملون –أبيض وأسود). أما للكاميرات الروسية فهي مختلفة وتراوح مساحة تسجيلها بين5 و20 م.

تسمى أصغر مساحة يمكن تسجيلها من قبل المستشعر بعنصر الصورة **pixel** وتتكون الصورة الفضائية من ملايين المصفوفات كالفسيفساء التي تتوضح جلياً عند تكبير الصورة، وتتلاشى عند تصغيرها لتشكل الغطاء الأرضي المصور من قبل القمر الصناعي أو المركبة الفضائية، وكلما كانت قدرة التمييز المكاني أكبر كانت إمكانية تمييز الأهداف المصورة أفضل، ومن ثم تكون الصورة الفضائية ذات فائدة

أشمل، لذلك تحاول المؤسسات الراعية لبرنامج الفضاء دائماً أن تحسن من التمييز المكاني للمستشعرات التي تصممها وتركبها على الأقمار الصناعية.

ت- **التعددية الطيفية:** تؤخذ الصور الفضائية ضمن مجالات طيفية متعددة تسمى النطاقات، وأهمها مجال الأشعة المرئية وتحت الحمراء، إذ يتم تسجيل الإشعاعات المنعكسة عن سطوح الأهداف المصورة أو المنبعثة منها بشكل شدة لونية من مستوى رمادي تراوح بين 0-225 درجة مما يجعل تمييز الأهداف المصورة بعضها من بعض ممكناً نتيجة اختلاف الإجابات الطيفية لهذه الأهداف، إذ يعكس كل نوع منها كمية ونوعية من الأشعة الساقطة أو يبث أشعة حرارية تؤدي إلى ظهوره بمظهر يختلف عن مظاهر الأهداف الأخرى، وتعد هذه الميزة أساسية ومهمة للصور الفضائية لأنها تمكن الإنسان من رؤية الأجسام مصورة بأشعة مختلفة حتى ضمن المجال الطيفي الذي لا تراه العين، كما يمكن الحكم على حرارة الأجسام المصورة أو برودتها من دراسة الصور الملتقطة لها ضمن مجال الأشعة تحت الحمراء الحرارية، وبذلك يتم تطويع جزء من الطيف الكهرومغنطيسي الذي لا يمكن رؤيته بالعين المجردة.

كذلك يمكن اعتماداً على التعددية الطيفية تحضير الصور الفضائية الملونة، فالصورة الواحدة هي تمثيل لمختلف الشدة اللونية، وبتخصيص الألوان الرئيسية (أحمر . أخضر . أزرق) للنطاقات الطيفية يمكن الحصول على صور بالألوان. وعادة يعطى اللون الأحمر للنطاق تحت الأحمر، واللون الأخضر للنطاق الأحمر واللون الأزرق للنطاق الأخضر، ويكون الناتج صورة بالألوان التركيبية، ويمكن تحضير تراكيب مختلفة من مختلف النطاقات الطيفية فتشكل كل ثلاثة نطاقات تركيبة معينة وتعطى ألواناً مختلفة يمكن اعتماداً عليها تحليل الصورة الفضائية وتفسيرها.

ث-**التكرارية الزمنية:** تتميز الصور الفضائية بإمكانية الحصول عليها في مدد زمنية متكررة أو دورية، وتختلف هذه التكرارية بحسب القمر الصناعي فهي 16 يوماً للقمر الصناعي لاندسات، و26 يوماً القمر الصناعي سبوت، و4 أيام بالتصوير المائل،

وهي 22 يوماً القمر الصناعي الهندي أيرس، أما الأقمار الصناعية المخصصة للأحوال المناخية مثل الأقمار الصناعية ميتسات **(Metsats) Meteorological Satellite** أو جيوس **(GOES)**

Geostationary Operational Environmental Satellite فهي كل نصف ساعة بشكل مستمر كي تصل المعلومة المناخية إلى المستثمر في وقت قصير ومناسب وتترجم إلى نشرات جوية.

وللتكرارية الزمنية التي تتميز بها الصور الفضائية أهمية خاصة، لأنها تعطي فكرة واضحة ومعلومات دقيقة عن التغيرات التي تطرأ على منطقة معينة في حقبة من الزمن تراوح بين عدة أيام وعشرات السنين، وتمكن المستخدم من المراقبة المتكررة لأهداف معينة ، مثل : تطور المحاصيل الزراعية والتوسعات العمرانية والتغيرات البيئية وغيرها من التطبيقات المتعددة للاستشعار عن بعد.

3 –التحليل الطيفي للصور الفضائية:

يتضمن التحليل المكاني للصورة الفضائية فصل الأهداف بحسب النمط والشكل والحجم والعوامل التحليلية المكانية الأخرى، أما التحليل الطيفي فيتضمن فصل الأهداف المصورة بحسب اللون والشدة اللونية، وهذا التحليل هو الأهم عند إجراء التحليل البصري للصور الفضائية.

فمن دراسة الانعكاس الطيفي النسبي ومنحنيات الانعكاس للأهداف المصورة، يلاحظ أن المواد الموجودة على سطح الكرة الأرضية تختلف في طبيعة عكسها للموجات الإشعاعية الساقطة عليها، فانعكاس الموجات الإشعاعية ذات الطول 0.58–0.65 ميكرومتر **(Mm** يساوي 1 ×10^{-6} م/ثا أو ميكرون)يكون مرتفعاً في التربة الطينية ومتوسطاً في الماء العكر وقليلاً في النبات، لذلك تبدو التربة الطينية أكثر سطوعاً ثم الماء العكر ثم النبات، في حين يكون انعكاس الموجات ذات الطول 0.72 . 0.92 ميكرومتر مرتفعاً في وجود النبات ومتوسطاً في التربة وقليلاً في الماء العكر، أما انعكاس الموجات ذات

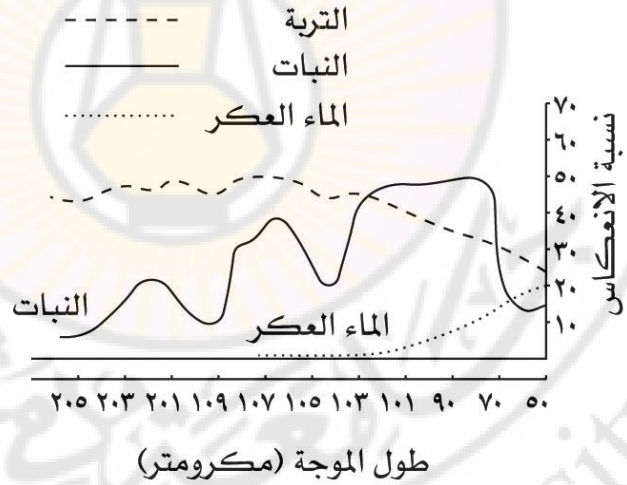
الطول 2.6.2.0 ميكرومتر فيكون مرتفعاً في التربة ومتوسطاً في النبات وقليلاً في الماء العكر . تظهر للأهداف المصورة نتيجة هذا الاختلاف خيالات مختلفة الألوان، أو الشدة اللونية تعطيها طابعاً معيناً يميزها من بقية المواد الأخرى، وهذا ما يسمى بالبصمة الطيفية. وأشير سابقاً إلى أن هذه البصمة تتأثر بحالة الجو وكمية الأشعة الساقطة وبالفصل من السنة وبالموقع الجغرافي.

وبناء على ما تقدم يستنتج ما يلي:

. عندما ينعكس أكثر من 50% من الأشعة الساقطة على الأهداف المصورة تبدو الأهداف لامعة جداً على الصورة.

. تختلف نسبة الأشعة المنعكسة باختلاف طول الموجة.

. كلما قلت نسبة الأشعة المنعكسة ظهرت الأهداف بلون أعتم



الشكل(4): منحنيات الانعكاس الطيفي للتربة والنبات والماء

4- تحليل الصور المحضرة بالألوان المركبة:

يتألف الطيف الكهرومغنطيسي من مجموعة من الموجات ، أقصرها الأشعة الكونية وأشعة غاما، وأطولها موجات الراديو، وتنحصر بين هذه الموجات أنواع الأشعة الأخرى،

وقد أمكن استخدام مجموعة مختلفة من الموجات الكهرومغنطيسية في الاستشعار عن بعد أهمها الأشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة، وذلك ضمن نطاقات طيفية متعددة. وكذلك أمكن دمج أكثر من نطاق للحصول على الصور الملونة، وعادة ما تحضر الصورة الملونة المركبة النظامية من دمج ثلاثة نطاقات طيفية هي الأشعة الخضراء المرئية والحمراء المرئية وتحت الحمراء القريبة، ولما كانت الأشعة تحت الحمراء القريبة غير مرئية فإنه تُحَضَّر لتسجيلها أوراق أو أفلام حساسة وتجري عملية إزاحة للألوان المرئية، فتعطي الأشعة تحت الحمراء القريبة اللون الأحمر والأشعة الحمراء اللون الأخضر والأشعة الخضراء اللون الأزرق، وتحضر الأفلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء القريبة من ثلاث طبقات صباغية الأولى حساسة للأشعة الخضراء، والثانية حساسة للأشعة الحمراء، والثالثة حساسة للأشعة تحت الحمراء القريبة، ولأن الأشعة تحت الحمراء قليلة التأثر بالمعلقات الجوية فإن الصور الناتجة تكون نقية جداً بالمقارنة مع الصور المحضرة ضمن مجال الأشعة المرئية فقط، وكذلك فإن دمج الأشعة تحت الحمراء في الأشعة المرئية يعطي نتائج حساسة ودقيقة في التفريق بين الألوان، وهذا ما يعزز التباين بين المواد الأرضية المصورة، إذ تبدو أكثر وضوحاً ويمكن تفريق بعضها عن بعض بسهولة ولابد من الإشارة إلى أنه يصعب على المحلل القليل الخبرة تحليل الأطياف الموجودة على الصور المحضرة بالألوان المركبة، وذلك بسبب ظهور المواد الأرضية بغير ألوانها الحقيقية لذلك تسمى هذه الصور «صور الألوان الكاذبة» فمثلاً النباتات التي تعكس نسبة عالية من الأشعة تحت الحمراء تظهر باللون الأحمر بدلاً من اللون الأخضر، في حين تظهر التربة الحمراء باللون الأخضر بدلاً من اللون الأحمر، ويظهر الماء باللون الأسود أو الكحلي بدلاً من اللون الأزرق لأنه لا مجال لتسجيل الأشعة الزرقاء في هذه الصور. أما المواد التي تعكس الأشعة الخضراء والحمراء بنسب متساوية فتبدو باللون الأصفر، وإذا تم انعكاس أنواع الأشعة كافة فيكون الانعكاس باللون الأبيض.

ولما كانت النباتات أكثر الأهداف التي يمكن تمييزها على صور الألوان المركبة فإنه من الأهمية بمكان فهم العلاقة بين النباتات و الأشعة تحت الحمراء القريبة، وتقوم هذه العلاقة على أسس فيزيولوجية، فكمية الأشعة تحت الحمراء المنعكسة تتعلق بعدد السطوح البينية والفراغات الواقعة بين خلايا أوراق النباتات وطبقة الخلايا الأسفنجية الموجودة في الأوراق، إذ إن الشكل غير المنتظم لتلك الخلايا يحدث الكثير من السطوح البينية والفراغات الخلوية التي ينتج منها ما يسمى بالزاوية الحرجة، وثبات هذه الزاوية هو الذي يؤدي إلى انعكاس الأشعة تحت الحمراء **(Infrared)** بكمية معلومة، وعندما تتغير هذه الزاوية بسبب نقص الرطوبة أو الإصابة بالأمراض فإن كمية الأشعة المنعكسة تتغير، ويتبدل مظهر النبات على الصورة.

إن أفضل مثال على ذلك يسمى «الدليل النباتي» **Vegetation index** الذي يحسن التمييز الطيفي للغطاء النباتي، فالنبات يتميز من غيره بعكس كمية قليلة من الأشعة الحمراء، وعكس كمية كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة، لذلك فإنه يمكن الربط بين الكتلة الحيوية للنباتات وقيم الدليل النباتي الذي يحسب من تناسب نطاق الأشعة الحمراء ، ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة من المعادلة التالية:

الدليل النباتي المعدَّل (NDVI)

$$\bullet = \frac{\text{نسبة الأشعة تحت الحمراء القريبة} - \text{نسبة الأشعة الحمراء}}{\text{نسبة الأشعة تحت الحمراء القريبة} + \text{نسبة الأشعة الحمراء}}$$

الأشعة تحت الحمراء تقع في ثلاث مجموعات مختلفة:

- أشعة تحت حمراء قريبة **(Near-IR)** من 0.7- 1.3 ميكرومتر.
- أشعة تحت حمراء متوسطة **(Mid-IR)** من 1.3- 3 ميكرومتر.
- أشعة تحت حمراءحرارية **(Thermal-IR)** من3- 15ميكرومتر.

-الأشعة الحمراء تقع بين 0.6- 0.7 ميكرومتر.

كذلك يظهر الماء الصافي على الصورة باللون الكحلي في حين يظهر الماء العكر باللون الأزرق، وكلما ازدادت كمية العكر زاد لمعان اللون الأزرق، لأن الماء الصافي يمتص جميع الأشعة الساقطة أو تخترقه إلى الأعماق، في حين تعكس المواد المعلقة في الماء والمسببة للعكر نسبة معينة من الأشعة تزداد مع ازدياد العكر، ويمكن بالاعتماد على ذلك معرفة التغيرات التي تطرأ على مياه المجاري الموسمية والأنهار.

5-المعطيات المرجعية:

لا تستخدم تقنية الاستشعار عن بعد من دون استخدام شكل من أشكال البيانات المرجعية **Reference data**. ويكون ذلك بجمع القياسات أو المشاهدات العملية والميدانية حول شيء، أو مساحة، أو ظاهرة تُستشَعر عن بعد، ويمكن أن تأخذ هذه البيانات أشكالاً مختلفة وكثيرة، ويمكن الوصول إليها من عدة مصادر، فعلى سبيل المثال يمكن التوصل إلى البيانات اللازمة لتحليل معين من خرائط مسح التربة، أو من تقارير المخابر المائية، أو من صورة جوية. أو يمكن الحصول عليها من عمل حقلي عن محاصيل زراعية، أو استعمالات الأراضي، أو مشاكل تلوث المياه، أو تصنيف الأشجار. ويمكن أن تتضمن البيانات المرجعية قياسات حقلية لدرجات الحرارة أو قياس أي خصائص فيزيائية، أو كيميائية لمختلف الظواهر. ويمكن أن تستخدم البيانات المرجعية لتؤدي بعض المهام والأغراض التالية أو كلها:

- مساعدة المحلل على تفسير البيانات المستشعرة عن بعد.
- معايرة المستشعر.
- التحقق من المعلومات المستخلصة من البيانات المستشعرة عن بعد.

لذا يجب أن يتم الحصول على البيانات المرجعية طبقاً للمبادئ الإحصائية في أخذ العينات وقد تكون البيانات المرجعية مكلفة جداً وتتطلب زمناً لجمعها جمعاً مناسباً، وقد يكون للمعطيات المرجعية قياسات ذات زمن حرج أو قياسات مستقرة زمنياً.

6-تطبيقات الاستشعار عن بعد:

يوفر الاستشعار عن بعد الإطار الشمولي الأول لأي مشروع ذي بعد إقليمي أو معايير إستراتيجية، وذلك من التطبيقات الواسعة للاستشعار عن بعد في المجالات المختلفة. وفيما يلي استعراض لبعض هذه المجالات التي يطبق فيها الاستشعار عن بعد بفعالية ونجاح.

مجال الزراعة ودراسات الأراضي: الاستشعار عن بعد أداة فعالة ومفيدة في الدراسات الزراعية بمختلف مجالاتها. فاعتماداً على هذه التقانة يمكن وضع خرائط تصنيف الأراضي واستعمالاتها المختلفة ومراقبة التغيرات التي تطرأ عليها، كما يمكن وضع خرائط مسح التربة، ومراقبة المحاصيل الزراعية، وكشف الآفات التي تصيبها وحصر مساحاتها، والتقدير الكمي لغلالها قبل موسم الحصاد، كذلك يمكن رصد التصحر والجفاف والفيضانات وتدهور الغابات ومراقبة حرائقها، وإدارة الأراضي الرعوية، وتوجيه خطة الرعي فيها.

مثال تطبيقي:

طرق و تقنيات الاستشعار عن بعد المستخدمة في مراقبة الجراد الصحراوي:

يعد الجراد الصحراوي من أخطر الآفات لمنطقة تزيد مساحتها على 30 مليون كم^2، تمتد من شاطئ الأطلسي غرباً إلى بنغلادش شرقاً، ومن تنزانيا جنوباً حتى الجمهوريات الجنوبية للدول المستقلة شمالاً، وذلك بتعرض المحاصيل الزراعية والعلفية والنباتات الرعوية وبقية الثروات الزراعية للتلف في خمسة وخمسين دولة يعيش فيها حوالي 850 مليون نسمة يعتمد معظمهم على الزراعة. و قد كان للأضرار التي أصابت الوطن العربي نتيجة هجمات الجراد في الماضي أثر كبير على المزارعين، مما جعل الأجهزة الرسمية والأهلية تهرع للمشاركة في صد هذه الهجمات لتقليل الأضرار الناتجة عنها.

والعوامل التي تساعد على تكاثر الجراد تعاقب عدد من السنين يكون فيها هطول المطر أكثر من المتوسط حيث تتم عملية التزاوج و يبدأ الجراد بوضع البيض.

كيفية تطور آفة الجراد:

يظهر الجراد الصحراوي في مناطق الانتشار أو التراجع بمظهرين، المظهر الجماعي والمظهر الانفرادي، ويحدث الانتقال من المظهر الانفرادي إلى المظهر الجماعي خلال توفر الشروط البيئيّة المناسبة الناتجة عن الهطول الواسع للمطر والتطور المتلاحق للنبات. وبالتالي من المتوقع حدوث فوعه للآفة تتجلي بالأضرار الناجمة عن غزو هذه الحشرات للحقول والأراضي الزراعية ويحصل تلف كامل أو جزئي للثروات الزراعية، و للسيطرة عليها لابد من استخدام المبيدات الكيميائية علي نطاق إقليمي و محلي.

مبدأ الطريقة:

تعتمد طريقة مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ بنشاطه بالحصول على بيانات المناطق التي هطل فيها المطر، ومراقبة تزايد تعداد الجراد. وتحليل البيانات المجموعة بواسطة الأقمار الصناعية الخاصة بدراسة الموارد والمظاهر الطبيعية مثل لاندسات وسبوت ومجموعة نوى (NOAA) التي دعيت بهذا الاسم نسبة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي National Oceanic and Atmospheric Administration و التي تحمل مستشعرات ذوات أنظمة ماسحة Scanners مثل الماسح متعدد الأطياف MSS والماسح الموضعي TM المحمولين على متن القمر الصناعي لاندسات 5، يتم تسجيل المعطيات المجموعة بواسطة هذه المستشعرات بشكل إشارات كهربائية ضمن عدة مجالات طيفية وترسل مباشرة إلى محطات الاستقبال الأرضية أو يتم تسجيلها ومن ثم إرسالها إلى تلك المحطات، وهذه الطريقة جعلت من الممكن تسجيل تلك المعطيات على أشرطة كمبيوتر متناسقة باستخدام أعداد افتراضية تمثل مختلف الدرجات اللونية التي يسجلها جهاز الاستشعار، بحيث يتم تسجيل شدة السطوع لأصغر مساحة. ويمكن معالجة تلك الأشرطة بواسطة الكمبيوتر بعد إجراء مجموع من عمليات التصحيح والترشيح والتحسين.

تعدّ تقنية الاستشعار عن بعد من الأقمار الصناعية هي الوسيلة الأحدث والوحيدة التي يمكن بواسطتها مراقبة 16 مليون كلم^2 التي تشكل منطقة تراجع الجراد الصحراوي بالكامل، وبشكل متكرر، وبتكلفة معقولة. وبما أن رطوبة التربة والنبات الأخضر ضروريان لفقس البيوض وتطور الحشرة، لذلك فإن تقنيات المراقبة تعتمد على ظاهرتي هطول المطر، و الجريان السطحي في منطقة المراقبة. فيمكن استشعار رطوبة التربة عن بعد في الأقاليم الصحراوية بواسطة المستشعرات التي تعمل ضمن نطاق الموجات الطيفية القصيرة، أو بالاعتماد على تقنيات المسح الحراري، كما أن الاستشعار عن بعد للأحوال الجوية المسببة لتغيرات رطوبة التربة التي لها علاقة بتطور وتزايد تعداد الجراد يمكن أن تتم من خلال دراسة معطيات الأقمار الصناعية الأرضية الثابتة مثل القمر الصناعي لإفريقيا والشرق الأدنى المسمى ميتسات **(Metsats)** فالتكرار الزمني المستمر وبمعدل صورة كل نصف ساعة لهذه المعطيات المجموعة ضمن نطاق الأشعة المرئية وتحت الحمراء الحرارية تسمح بمراقبة مفصلة لنظام الطقس الذي يسبب هطول المطر اللازم لبدء تناسل الجراد كما أن التحاليل المتكررة للسحب وتقدير الهطول المتوقع تسمح بكشف المواقع التي يجب توجيه نشاطات المسح إليها في منطقة التراجع . لذلك عند مراقبة الجراد الصحراوي و التنبؤ عن نشاطه لابد من دراسة الكتلة الحيوية للنباتات في مناطق الانتشار والتراجع، ويمكن ذلك عن طريق استشعارها من بعد وهذه تقنية متطورة جداً حيث يعتبر النبات من الأهداف التي تجمع عنها المعطيات من أقمار صناعية متعددة، وهي تتلخص بقياس الأشعة الطيفية المنعكسة والناجمة عن التفاعل بين النباتات والإشعاع الطيفي الساقط عليها، ومن الجدير بالذكر أنه يمكن أخذ هذه القياسات من أي ارتفاع فوق سطح الأرض 1 م و 10 م ، 500 م، 1000 م ... الخ ، وفقاً لنظام الاستشعار المتبع من الرافعة أو الطائرة أو المركبات الفضائية أو الأقمار الصناعية، يمكن بعدها إجراء التقييم الطيفي لكتلة النبات الحيوية، وهذا يتطلب استخدام نطاقين طيفيين هما نطاق الأشعة الحمراء 0.6 – 0.7 ميكرومتر ، والأشعة تحت الحمراء القريبة 0.7 – 1.3 ميكرومتر مع الأخذ بعين الاعتبار اختلاف أطوال هذه الموجات

بشكل طفيف بين العاملين في هذا المجال، و تجدر الإشارة هنا إلي أن نطاق الأشعة الحمراء ذو علاقة وثيقة بمنطقة الامتصاص الكلوروفيلي للنبات، وهذه العملية تحتاج إلي طاقة تمتصها من الأشعة الحمراء، وكلما كانت عملية التركيب الكلوروفيلي أكثر كان الامتصاص أكبر وبالتالي نسبة الأشعة المنعكسة أقل، أي كتلة النبات أكثف، يتضح من هذا أن هناك علاقة عكسية بين نسبة الكلوروفيل ونسبة الأشعة الحمراء المنعكسة المسجلة بواسطة المُستشعر، أما بالنسبة لنطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة فهو النطاق الذي يتناسب فيه الانعكاس طردياً مع كثافة النبات ، فمن المعروف أن النباتات الخضراء تعكس نسبة كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة الساقطة عليها، و كلما كانت كثافة النبات أكثر كلما كانت كمية الأشعة المنعكسة أكبر، ومن حساب النسبة بين الأشعة الحمراء وتحت الحمراء القريبة المسجلتين بواسطة المُستشعر يمكن حساب **قيمة الدليل النباتي (VI)** التي تعبر عن كثافة الكتلة الحيوية للنبات، وتحسب هذه القيمة من العلاقة التالية

قيمة الدليل النباتي = (نسبة الأشعة تحت الحمراء القريبة – نسبة الأشعة الحمراء) / (نسبة الأشعة تحت الحمراء القريبة + نسبة الأشعة الحمراء) .

{VI = (R-NIR) / (R+NIR)} وكلما كانت هذه القيمة أكبر كانت نسبة النبات أكثف.

وبالاعتماد على هذه القيمة يمكن حساب عامل النشاط المحتمل لتناسل الجراد و ذلك من العلاقة التالية :

عامل النشاط المحتمل لتناسل الجراد =

$$(أ \times 10^{0} + ب \times 10^{1} + ج \times 10^{2} + د \times 10^{3}) \div ت$$

حيث :

أ : عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة الدليل النباتي لها أقل من 0.04

ب : عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة الدليل النباتي لها بين 0.04 – 0.1

ج : عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة الدليل النباتي لها بين 0.1 – 0.16
د : عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة الدليل النباتي لها أكبر من 0.16
ت = أ + ب + ج + د

و ضعت هذه العلاقة و جربت من قبل (جيل هلكما) من مركز الاستشعار من بعد في منطقة الأغذية والزراعة الدولية (**FAO**) و كلما كانت قيمة هذا العامل أكبر دل ذلك علي زيادة نشاط الجراد الصحراوي .

إن اختيار أقمار صناعية مناسبة في مشاريع الاستشعار عن بعد يعتمد علي قدرة التمييز المكانية والطيفية، والإشعاعية للمستشعرات المحمولة علي متنها ، مع ملاحظة الاعتبارات المدارية و الصفات الزمنية و المكانية و الطيفية للأهداف المراد مراقبتها، فمراقبة أماكن الجراد الصحراوي تتطلب قمراً صناعياً باستطاعة مستشعراته كشف وجود الكتلة الحيوية للنبات مع قدرة فصل مكانية مناسبة في آن واحد وفوق مناطق شاسعة، بينما تحافظ إشعاعياً على الاختلافات الطيفية للأهداف المدروسة خلال فواصل زمنية متكررة، مثال ذلك الماسح متعدد الأطياف والماسح الغرضي المحمولين على متن القمر الصناعي لاندسات و التجهيزات العالية الدقة (**HRV**) المحمولة على متن القمر الصناعي سبوت وجهاز الراديومتر المتقدم جداً **(AVHRR)** المحمول على متن القمر الصناعي نوى، بالاعتماد علي هذه الأقمار الصناعية ومستشعراتها يمكن مراقبة واستشعار مواطن الجراد الصحراوي مع العلم أنها تختلف بعضها عن بعض، ببعض المواصفات مثل ارتفاع المدار وقدرة الفصل المكانية وحقل الرؤيا وعرض الرقعة وتكرار المراقبة. هذا وقد تم تقييم معطيات القمر الصناعي لاندسات المجموعة بواسطة الماسح متعدد الأطياف في مسح ومراقبة أماكن الجراد الصحراوي من قبل (بيدجلي1973) و (هيلكما) و أظهر هذا التقييم أن معطيات الماسح متعدد الأطياف تستطيع كشف وجود الجراد و مراقبة ديناميكيته بدقة، ولكن الحاجة إلى عدد كبير من صور الماسح متعدد الأطياف لتغطية منطقة تراجع الجراد الصحراوي تجعل المراقبة لفترة زمنية طويلة صعبة

ومسح الأماكن المختلفة في مناطق التراجع والانتشار خاصة على المستوى المحلي وذلك بالاعتماد على تضاريس الأرض ومواصفات التربة والنبات .

أما من أجل المراقبة الروتينية لمناطق واسعة مثل منطقة التراجع، فيعتبر القمر الصناعي نوى الحامل مقياس الإشعاع **AVHRR** (الراديوميتر المتطور ذي قوة التميز المكانية العالية جداً) 1كم – 4 كم مثالياً لأنه يمكن تغطية كلّ المنطقة بسبعة صور فضائية فقط. و لبيان فوائد الاستشعار عن بعد من الأقمار الصناعية في مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ بنشاطه أجريت دراسة شاملة من قبل منظمة الأغذية والزراعة الدولية تضمنت اختيار مناطق شاملة على أساس تكرار تكاثر الجراد ، وتم الحصول على معطيات الماسح متعدد الأطياف، ومعطيات المستشعر **(AVHRR)** المجموعة فوق مالي، والجزائر وصحراء ثار الهندية مع العلم أن حجم مواطن التكاثر يحدد نوعية القمر الصناعي المناسب للمراقبة نتيجة هذه الدراسة وجد أن التكاثر يتم في شكلين جيومورفولوجيين، **الشكل الأول هو قنوات الصرف السطحي أو الوديان** حيث لوحظ تطور النباتات الخضراء في المناطق التي يتراوح عرضها بين 100 – 300 م، وهذا يؤكد ضرورة استخدام معطيات القمر الصناعي لاندسات، أو المعطيات الفضائية الأخرى ذات قدرة الفصل العالية لتحديد أماكن هذه الأودية التي يمكن أن يحدث فيها تزايد تعداد الجراد . أما **الشكل الثاني فهو المسطحات** التي يغطي فيها النبات مساحة في حدود 20 كم^2 أو أكثر، وتوجد نماذج لهذا الشكل في موريتانيا والسعودية والسودان وفي هذه الحالة يمكن الاعتماد علي معطيات المستشعر **(AVHRR)** ذات قدرة الفصل المكاني 4 كم التي يمكن الحصول عليها بفواصل زمنية أقصر و كلفة أقل. نتيجة لهذه الدراسة تم وضع برنامج اثني عشري يتضمن معلومات عن 6 مليون كم^2 من منطقة تراجع الجراد الصحراوي وجرى دمج للمعطيات المستقاة من مستشعرات مختلفة يغطي تشاد والسودان وشبه الجزيرة العربية وباكستان والهند ومالي والجزائر، وعولجت هذه المعطيات في المركز الرئيسي لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية في روما، ودمجت مع المعطيات المناخية وقدمت تقارير شهرية عن مراقبة ونشاط الجراد الصحراوي للدول التي

يمكن أن تتأثر به. **مما تقدم نستنتج أنه** يمكن مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ بنشاطه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، وذلك على المستويات العالمية والإقليمية والمحلية، و يعتمد ذلك علي اختيار القمر الصناعي والمستشعر المناسب الذي يستشعر الظروف و البيئة لنشاط الجراد الصحاروي .

رابعاً–أمثلة تطبيقية عن المكافحة المتكاملة :

أ- آفات القطن الحشرية:

1–التبكير في الزراعة: أدت الزراعة المبكرة إلى الحصول على بادرات للقطن قوية تتحمل الإصابة بالآفات الأولى مثل الدودة القارضة والحفار، والتربس، والمن والعنكبوت الأحمر، وكذلك حماية النباتات من الإصابة بديدان اللوز أخر الموسم مما يؤدى إلى المحافظة على اللوز المتكون ، و بالتالى انخفضت كمية المبيدات المستخدمة في مكافحة الآفات الأولى، وديدان اللوز.

2- العزيق : أدت عمليات العزيق المتقن، والمتطور إلى التخلص من كثير من الحشائش الضارة، والتي تعتبر العائل الرئيس للآفات خصوصاً آفات البادرات الأولى مثل الدودة القارضة ، والتربس والمن والعنكبوت الأحمر كما أدى ذلك إلى تعريض عذارى دودة ورقة القطن ، والدودة القارضة لأشعة الشمس، والأعداء الحيوية من الطيور النافعة للقضاء عليها.

.3 –دفن الأحطاب: أدى التخلص من اللوز العالق بالأحطاب عن طريق دفنها في باطن التربة قبل أول شباط من كل عام إلى القضاء على اليرقات الساكنة نتيجة إصابة اللوز الأخضر في الموسم السابق والتي تعتبر أهم مصدر إصابة اللوز الأخضر في الموسم التالي بالجيل الأول لهذه الآفة

4- إزالة الأعشاب المعمرة: إزالة الأعشاب على المصارف، والطرق العامة، والمنتشرة حول الزراعات والتي تعتبر عائلاً ثانوياً قلل من الإصابة بكثير من الآفات الضارة خصوصاً المن، والتربس، والذبابة البيضاء، والعنكبوت الأحمر.

5- **استخدام الفرمونات:** يستخدم حالياً نوعان من الفرمونات:

أ- **فرمونات الأنابيب والرش** " **فرمونات التشويش** : تعتمد فكرته على تخليق رائحة إناث الفراشات صناعياً ورشها على النباتات أو ربطها على سيقانها في صوره أنابيب أو حلقات في المساحات الكبيرة ، حيث يؤدى ذلك إلى تشتيت وبعثرة الذكور وعدم إلتقائها بالإناث ووضع بيض غير مخصب لا يفقس مما يؤدى إلى تقليل الإصابة كما هو متبع حاليا بالنسبة لمكافحة ديدان اللوز في محصول القطن.

ب- **فرمون الكبسولات** " **الجاذبات الجنسية:**"وتعتمد فكرته على تخليق رائحة إناث الفراشات صناعياً ووضعها في كبسولات داخل مصائد خاصة (مائية / ورقية) لاصطياد ذكور الفراشات فتقل فرص التزاوج بينها أيضا مما يؤدى إلى وضع بيض غير مخصب لا يفقس كما هو متبع حاليا بالنسبة لمكافحة دودة ورق القطن وديدان اللوز القرنفلية والشوكية والامريكية.

فوائد طريقة الفرمونات في المكافحة المتكاملة لديدان اللوز:

- دراسة تحديد مواعيد ظهور الآفة وكثافة تعدادها وتذبذبها خلال الموسم
- .جمع أكبر عدد من ذكور الآفة لخفض فرص التزاوج.
- التنبؤ المبكر بحجم الإصابة بالمحصول والحد من تعداد الآفات .
- عدم تلوث البيئة واعتدال التوازن الطبيعي بين الآفة وأعدائها الحيوية والمحافظة على الحشرات الملقحة ونحل العسل .

المكافحة المتكاملة لديدان لوز القطن

أ - دودة اللوز القرنفلية :

1. نشر شبكة المصائد الجنسية حول المحالج وأماكن تجميع القطن وفي الحزام السكني حول القرى ومحطات الغربلة ومصانع عصر الزيوت .
2. التخلص من جميع أحطاب القطن وما عليها من لوز عالق قبل زراعة القطن

3. ضرورة التخلص من كنسه المحلج والتأكد من عملية تسخين البذرة بدرجة ٥٥ – ٨٥ م° لمدة ٥ دقائق للتقاوي وأكثر من 70 م° للبذور التجارية .
4. الاهتمام بعملية فحص الأزهار وعند ظهور أية إصابة يتم تجميع الأزهار المتساقطة وتتلف .
5. توضع المصائد الورقية بمعدل مصيدة / هكتار .

المكافحة المتكاملة لدودة اللوز الشوكية :

عند وجود يرقة واحدة أو أكثر لدودة اللوز الشوكية بالقمم النامية يتم جمع هذه القمم المصابة وإتلافها خارج الحقل، وفي حالة تزامن اشتداد الإصابة مع وجود فقس لدودة ورق القطن تستخدم مانعات الانسلاخ .

العلاج الكيميائي : يتم التدخل بالعلاج الكيميائي إذا وصلت نسبة إصابة اللوز الأخضر ٣٪ لديدان اللوز القرنفلية والشوكية أو إحداهما أو ٨ فراشات /المصيدة معلقة لمدة ثلاث ليالي في الرشة الأولى فقط) .

ترشيداً لاستهلاك مبيدات الرش الوقائي ضد ديدان اللوز يتم عمل برنامج لمتابعة عينات اللوز عن طريق لجان من المديرية والإدارات الزراعية تقوم بأخذ عينات تأكيدية .

ويتم تعاقب الرش كالآتي :

– **رشة أولى:** مبيدات فوسفورية أو مخاليط في حالة وجود فقس لدودة ورق القطن .

– **رشة ثانية** : مبيد بيرثرويدي .

– **رشة ثالثة** : مبيد كربماتي .

– في حالة الضرورة تجرى رشة رابعة من المبيدات الفوسفورية .

– يراعي عدم تكرار رش أي من مبيدات نفس المجموعة .

– يستمر العلاج بالمبيدات علي هذه الأسس حتى تمام نضج آخر لوزة وتعرف بصعوبة قطعها بالسكين في الزراعات المتأخرة .

المكافحة المتكاملة لدودة اللوز الأمريكية

- عند وجود بيوض لدودة اللوز الأمريكية يتم جمعها والتخلص منها .
- نشر طفيل التريكوجراما في مكافحة ديدان اللوز : وتستخدم هذه الطريقة في حالة الرغبة في الحصول على قطن حيوي غير معامل بالمبيدات (خاص بالتصدير).
- يتم أول إطلاق لطفيل التريكوجراما قبل بدء تكوين مستقبلات الإصابة بديدان اللوز (في الأسبوع الأخير من أيار أو حسب ميعاد الزراعة) بمعدل 40 ألف طفيل/ هكتار ويتم اطلاق الطفيل في ٣ موجات متتالية علي مدي 7 – 10 أيام كما يتم توزيع بطاقات الطفيل في الحقل في نقاط تبعد عن بعضها بمسافة 14 متراً حسب نسبة الإصابة .
- يكرر إطلاق الطفيل كل 12 يوماً ويستمر الإطلاق إلى أن تثبت نسبة الإصابة إلي ما دون الحد الحرج في ثلاثة اختبارات متتالية .
- يتم الكشف عن وجود الطفيل بالحقل عن طريق وضع بطاقات بيض فراشة الحبوب لمدة يوم واحد في الحقل واستردادها مرة ثانية .
- يتم زيادة عدد الطفيليات في الإطلاق الواحد تبعاً لزيادة نسبة الإصابة ويكون ذلك بتقليل المسافات بين نقط الإطلاق وبالتالي زيادة عدد البطاقات .
- إذا حدث تزايد في نسبة الإصابة بديدان اللوز يتم التدخل باستخدام أحد المبيدات الحيوية أو مانعات الانسلاخ حسب حجم اليرقات داخل.اللوز المصاب .

ب –أمراض القطن:

معقد أمراض البادرات والذبول الوعائي الفرتيسليومي: تصيب البذور والبادرات الحديثة مجموعة من الأمراض، مثل تعفن البذور قبل الإنبات، والذبول قبل وبعد الانبثاق نتيجة الإصابة ببعض الفطريات ، مثل: فطريات الفيوزاريوم والبيثيوم والريزكتونيا. بينما تصيب النبات في كلّ مراحل النمو الذبول الوعائي الناتج عن فطر الفيرتسليوم. وتتم مكافحتها بما يلي:

*- دورة زراعية يدخل فيها المحاصيل النجيلية.

*-معاملة البذور بالمبيدات الفطرية الموصى بها بعد إزالة الزغب من البذور باستخدام الحامض لزيادة كفاءة التعقيم.

*- استعمال الأصناف المقاومة.

*- التحكم الجيد في التسميد الأزوتي وزيادة الأسمدة البوتاسية في التربة.

ت-الإدارة المتكاملة لمرض اللفحة المتأخرة على البطاطا:

يعد مرض اللفحة المتأخرة المتسبب عن فطر *Phytophthora infestance* في أمريكا الشمالية وأوربا مشكلة هامة تهدد زراعة البطاطا، خاصة بعد تزاوج السلالات الفطرية وظهور أشكال شديدة الضراوة منها .

مبدأ الإدارة المتكاملة للمرض:

- اعتماد الإدارة المتكاملة من قبل المزارعين الكبار والصغار، والاستشاريين الزراعيين، لتحقيق مكافحة فعّالة لمرض اللّفحة المتأخرة على البطاطا.
- تطوير أساليب التنبؤ للمرض بالاعتماد على الظروف الجوية (حرارة الليل والنهار والرطوبة النسبية....الخ) وعلى تاريخ الحقل باعتبارها خط الدفاع الأول في المكافحة.
- استخدام المبيدات الفطرية التلامسية والجهازية قبل الانتشار الشديد للمرض.

الطرق العامة المتبعة في مكافحة مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا:

أ- استخدام البذور السليمة :

يعدّ استخدام البذور السليمة و المعتمدة للزراعة من الممارسات العملية والإدارية الفعّالة لمكافحة المرض.

ب- زراعة الأصناف المقاومة:

يعدّ استخدام الأصناف المقاومة وخاصة قصيرة موسم النمو فعَّال في مكافحة المرض، ولتقليل من استخدام مبيدات الفطريات.

ت- النظافة :

القضاء على مصادر المرض يفيد في مكافحة المرض وذلك بإتباع ما يلي:

- نظافة الدرانات المعدة للتخزين.
- استعمال معدات زراعية (سكين تقطيع، و محاريث، وبذارات ....الخ) معقمة.
- عدم ترك الدرنات المعّدة للزراعة في مناطق مصابة بالمرض.
- تغطية الدرنات المصابة خلال فترة نمو المحصول يفيد في الوقاية من المرض

ث- الدورات الزراعية والتوعية:

- تناوب زراعة البطاطا مع محاصيل لا تصاب بالمرض .
- زيادة المسافة بين النباتات المزروعة وتقليل الكثافة النباتية التي تساعد في الحد من الإصابة بالمرض .
- الري بالتنقيط لتجنب زيادة مخاطر انتشار المرض بسبب زيادة الرطوبة .
- تحديد المناطق شديدة الإصابة بالمرض والتخلص من النباتات المصابة لمنع انتشار الجراثيم الفطرية.
- القضاء على الأعشاب التي تُعد عائل للممرض .

ج- التنبؤ و المراقبة للكشف عن المرض :

يتم التنبؤ بالمرض على أساس مراقبة الظروف المناخية الملائمة للفطر من رطوبة وحرارة ، ووضع خطوط بيانية تساعد بالتنبؤ بحدوث الإصابةالتي تُفيد بوضع جدول زمني وقائي فعّال وبالتالي تقليل استخدام المبيدات الفطريات.

ح- استخدام المبيدات الفطريات:

يجب مراعاة بعض النقاط الهامة عند استخدام المبيدات الفطرية كجزء من برنامج مكافحة المرض:

- **وضع برنامج لمكافحة الفطر** في وقت مبكر وقبل ظهور المرض بالاعتماد على التنبؤ بدراسة الظروف المناخية المحلية ويستمر حتى موعد جني المحصول لتحديد مواعيد استخدام المبيدات.
- **إتباع تعليمات لصاقة المبيد** لتحديد معدلات الرش الموصى بها، والتقيد بالفترات الزمنية الفاصلة بين الرشات وتعد الفترة الفاصلة من 7–10 يوماً مناسباً .
- **التناوب في استعمال المبيدات الفطرية** التلامسية والجهازية واستعمال الخلائط للحد من ظاهرة المقاومة للمرض تجاه المبيدات الفطرية الجهازية .
- استخدام المرشات الحديثة ومعايرة صحيحة لأجهزة الرش، بحيث تسمح بالتغطية المناسبة لكامل أجزاء النبات وعدم تضرره.
- عدم زيادة تركيز المبيد عن الموصى به.

وأهم المبيدات الفطرية المستعملة في مكافحة مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا التلامسية، مثل :

Copper Copper Hydroxide, Chlorothalonil , mancozeb, Thiram, Oxychlorede , والجهازية، مثل: Metalaxel, Probamocarb

خ – إتباع الطرق السليمة في جني درنات البطاطا وتخزينها ومراقبتها :

يتضمن ذلك إزالة الدرنات المصابة بالمرض لتجنب وصولها إلى المخزن، والمراقبة المستمرة للدرنات أثناء التخزين والتخلص من المصاب منها لمنع انتشار المرض في المخزن. التخزين على درجات حرارة ورطوبة مناسبة للتقليل من الخسائر التي قد تحصل أثناء التخزين .

ت– المكافحة المتكاملة لحشرة السونة:

تصيب حشرة السونة القمح والشعير والشوفان والشيلم وأهم إجراءات المكافحة المتكاملة لهذه الحشرة في سوريا هي:

- **الإجراءات الزراعية:**

- التقيد بمعدل البذور المنصوح به من قبل وزارة الزراعة.
- المكافحة المبكرة للأعشاب تساهم في تقوية النباتات وزيادة سرعة نموها وتأمين حصادها مبكراً .
- عدم الري المتأخر للقمح .
- استخدام الأسمدة المتوازنة وعدم المغالاة بالأسمدة الأزوتية.
- زراعة أصناف قمح مبكرة النضج مما يقلل فترة تغذية الحشرات الفتية، والهروب من الإصابة بالحشرة.

- **الطرق الميكانيكية:**

جمع الحشرات باليد من مواقع البيات الشتوي من الطرق الهامة لمكافحة السونة حيث تكون متجمعة بكثافة عالية وبحالة سكون.

- **صيانة وإطلاق الأعداء الحيوية:**

زراعة أشجار التوت الأبيض والسنديان والزيزفون والصفصاف والسرو الفضي في المناطق الحدودية للحقل وعلى أطراف الحقول لأنها تعتبر مصدراً هاماً لتغذية وبيات طفيليات ومفترسات الحشرة. حيث يرافق حشرة السونة العديد من الأعداء الطبيعية مثل ذبابة فازين التي تتطفل على بالغات السونة ، والعناكب حيث يوجد 65 نوعاً من العناكب تفترس بالغات وحوريات حشرة السونة. والنيماتودا الممرضة للحشرات من جنس Heterorhabditis . يعد فطر البوڤاريا *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae* من أهم الممرضات لهذه الحشرة حيث تنمى هذه الفطريات مخبرياً وتنشر في أماكن البيات للحشرة.

- **المكافحة الكيميائية:** يجب اعتماد مبيدات قليلة السمية للإنسان وغير ضارة بالبيئة وآمنة على الأعداء الحيوية .مثل دلتامثرين، سايبرمثرين.

ث- **المكافحة المتكاملة لذبابة ثمار الزيتون:**

تعد ذبابة ثمار الزيتون ***Dacus olea*** من أهم وأخطر الآفات الحشرية التي تصيب أشجار الزيتون في جميع دول حوض البحر الأبيض المتوسط ومنها سوريا وبرنامج المكافحة المتكامل المطبق في سوريا كما يلي:

أ- **العمليات الزراعية:**

فلاحة التربة في نهاية فصل الخريف تساعد على تعريض العذارى المشتية داخل التربة إلى الظروف المناخية مما يساعد على القضاء على نسبة كبيرة منها. القضاء على الأطوار المشتية ضمن شقوق معاصر الزيتون . وبالتالي التخفيف من كثافة الجيل الأول للآفة.

ب-**رصد أطوار الحشرة الكاملة:**

a. باستخدام مصائد من نوع ماكفيلد بمعدل 3-5 مصيدة /الهكتار مع الطعوم الجاذبة مثل هيدروليزات البروتين بتركيز 3-5% أو ثنائي أمونيوم فوسفات بتركيز 1-2% اعتباراً من بداية حزيران في المناطق الساحلية وأواخره في المناطق الداخلية وهي تجذب كل من الذكور والإناث.

b. المصائد الفرمونية الجنسية : تستخدم بمعدل 2-5 مصيدة بالهكتار وهي تعمل على جذب الذكور وتوضع قبل فترة وجيزة من تعليق المصائد الجاذبة

ت- **رصد الأطوار غير الكاملة (يرقات):** ويتم بفحص 100 ثمرة زيتون وتحسب العتبة الاقتصادية والمحددة ب: 5-8 % يرقة حية لكل 100 ثمرة.

ث- المكافحة الكيميائية:

الرش الجزئي: ويستعمل عندما تكون أطوار الحشرة في الثمار المصابة تشكل أقل من العتبة الاقتصادية ويستعمل مبيد الديمثوات .

الرش الكامل: يطبق مباشرة عندما تصل أعداد الآفة إلى العتبة الاقتصادية.

5- المكافحة المتكاملة لآفات التفاح:

- استخدام المبيدات الفطرية بالاعتماد على أسلوب المكافحة المتكاملة والمبيدات المحسنة وذلك لأمراض التفاح بداية من ظهور البراعم وحتى جمع المحصول في أوقات معينة بناءً على طرق التنبؤ المتاحة التي يوظف فيها درجات الحرارة وتحديد درجة جفاف الأوراق للنبات للحصول على معطيات لتحديد ظهور الإصابة، أو على أساس نمو الكائن الممرض والتي يستخدم فيها مصائد الكونيدات الفطرية لجمع الأبواغ الفطرية مثل فطر جرب التفاح أو بيئات النمو المختارة لتحديد بعض الأنواع مثل بكتريا اللفحة النارية.
- استخدام المبيدات الحشرية الانتقائية لمكافحة الآفات الحشرية الرئيسة مثل فراشة الكمثرى (الأجاص) ، ودودة التفاح.
- الاستفادة من طفيليات التريكوجراما، والعنكبوت المفترس، و أسد المن في مكافحة فراشة الكمثرى.
- استخدام مصائد الطعوم والمصائد الضوئية والفيرمونية ونظم حجز اليرقات الخارجة من البيات الشتوي في أقفاص لمكافحة فراشة الكمثرى.
- الاعتماد على إطلاق الذكور العقيمة لمكافحة فراشة الكمثرى في المساحات الكبيرة المزروعة بالتفاح.
- استخدام البرامج المتطورة للمكافحة المتكاملة لمكافحة الحلم والتي يعتمد فيها على وصف نظام الحياة والتنظيم البيولوجي والبيئي، وأنواع وطرز الأنماط الخاصة بالسيطرة ومنها استخدام الدليل المرشد للمكافحة الحيوية باستخدام المفترسات .

استخدام النباتات المعدلة وراثيا في مكافحة النباتات

تعريفات:

أحياء محورة وراثياً (Genetically Modified Organisms GMOS) : هي أحياء حورت مورثاتها بتدخل من الإنسان باستعمال أي طريقة ينتج عنها إدخال، إعادة ترتيب أو إزالة للمادة الوراثية من جينوم الكائن الحي .

المورثة الهدف (Target gene): هي المورثة المسؤولة عن تحوير التركيب الوراثي للخلايا المستقبلة أو تلك المورثة المسؤولة عن التعبير عن المعلومات الوراثية للخلايا المستقبلة .

مادة وراثية (Genetic material): أي مادة نباتية، حيوانية أو ذات أصل ميكروبي أو من أي مصدر كان وتحتوي على وحدات توريث وظيفية .

جينوم (Genome) : المجموع الكلي للكروموزومات وكل المواد الوراثية غير الكروموزومية الموجودة في كائن حي معين .

إجراءات التحكم الحيوية (Biological control measures) : الوسائل الحيوية المتخذة لتقييد البقاء والانتشار والأثر المتبقي من الأحياء المهندسة وراثياً ومنتجاتها خارج منطقة التجربة، ولتقييد نقل المواد الوراثية من الأحياء المهندسة وراثياً إلى أحياء أخرى .

إجراءات التحكم الفيزيائية (Physical control measures) : الوسائل الفيزيائية المتعمدة لتقييد البقاء والانتشار للكائن الحي المهندس وراثياً ومنتجاته إلى خارج المناطق التجريبية .

إدارة المخاطر (Risk management) : الإجراءات المصممة لضمان الأمان عند التعامل مع الأحياء المهندسة وراثياً واستعمالها وإطلاقها إلى الوسط البيئي

أمان حيوي (Biosafety): السياسات والإجراءات المتبعة للتأكد من التطبيق الآمن للتقانة الحيوية في البيئة .

بلازميد (Plasmid): جزيء **DNA** حلقي غير كروموزومي ذو قدرة على التضاعف الذاتي، يكون موجوداً بحالة استقلال ذاتي، وينتقل بشكل مستقل عن الكروموزومات .

تحوير (تحول) (Transformation) : إدخال واحد أو أكثر من المورثات المانحة لعدد من الصفات المفترضة المفيدة غالباً، إلى الأنواع النباتية أو الحيوانية .

تقانة حيوية (Biotechnology) : أي تقنية تستخدم الكائنات الحية، مجموعها أو أجزاء منها أو مواد من هذه الأحياء لإنتاج أو تحوير منتج، لتحسين النباتات أو الحيوانات أو لتطوير أحياء دقيقة لاستعمالات معينة .

تقنية الدنا المأشوب r-DAN (Recombinant DNA technology) : التقنية التي تحور صنعياً البنية الوراثية للكائن الحي باستعمال نظام النواقل **(Vectors)**. أي أنها تقنية تأشيب الدنا مع دنا الناقل باستعمال الأنزيمات في الزجاج وإدخال الدنا المأشوب إلى الخلية المستقبلة بهدف إكثار الدنا الغريب وإظهار تعبيرها الوظيفي .

تقييم المخاطرة (Risk assessment) : تقييم المخاطرة الناجمة من إدخال الكائن الحي المهندس وراثياً ذي الدنا المأشوب إلى البيئة أو النظام البيئي الطبيعي أو المدار من قبل الإنسان .

تنوع حيوي (Biodiversity) : تنوع الكائنات الحية، من أي مصدر بيئي أرضي أو مائي ويتضمن التنوع ضمن كل نوع وبين الأنواع والأنظمة البيئية .

منتجات الهندسة الوراثية (Genetic engineering products): منتجات الحياة المهندسة وراثياً، مكوناتها أو منتجاتها الناجمة عن تعبير المورثة الهدف في الأحياء المهندسة وراثياً .

مورثة (gene): الوحدة الهيكلية والوظيفية للمعلومات الوراثية والتي تتحكم بصفات المادة الحية. وهي عبارة عن قطع الدنا الحاملة للمعلومات الوراثية.

هندسة وراثية (Genetic engineering): التقنيات المستعملة في معاملة الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين والحمض النووي الريبي في الزجاج **in vitro** أو على الكائن الحي أو تحت ظروف مخبرية خاصة.

أولاً – مبدأ استخدام النباتات المعدلة وراثياً في مكافحة الآفات:

مبدأ التحوير الوراثي في النبات ليس أمراً جديداً ، فالبشر منذ آلاف السنين يحتفظون بالبذور من المحاصيل الجيدة ليزرعوها في السنوات القادمة، والتربية والتهجين للنبات أدى إلى ظهور نباتات ذات نمو جيد وثمار ملائمة ومستساغة بل ومرغوبة، ومن ذلك نقل الإنسان البندورة البرية **Lycopersicon** من ثمرة قاسية بحجم حبة الزيتون إلى بندورة كبير الحجم وطري القوام. والذرة من نبات بري عشبي يسمى **Teosinte** ذي سنبلة (كوز) لا يتعدى طوله 2.5 سم إلى نبات ذي كوز يصل طوله إلى 30 سم من الذرة الصفراء أو البيضاء أو الحلوة . في خلال الأربعين عاماً الماضية نجح مربو النبات في إنتاج أصناف من القمح والأرز ذات محصول وفير باستعمال الطرق التقليدية في التربية والتهجين.

أما تقنية الهندسة الوراثية فهي جديدة و مختلفة عن طرق التربية التقليدية والتي يقوم مربي النبات بتهجين المحاصيل بعضها مع بعض والتي تجمعها قرابة، ينقل بهذه الطريقة مئات من المورثات إلى المحاصيل. بينما، في المقابل يقوم مهندسو الوراثة اليوم بنقل مورثات قليلة بين الأجناس إما أن تكون متقاربة أو غير متقاربة فبالإمكان نقل المورث المرغوب من أي كائن حي وإدخاله فعلياً إلى كائن حي آخر، فيمكنهم إدخال مورث معين من فأر إلى نبات الخس لنحصل على نبات ينتج فيتامين سي أو حتى أن يدخلوا مورثات من فراشة سكروبيا **Cecropia moth** إلى نبات التفاح للوقاية من مرض اللفحة النارية ذلك المرض البكتيري الذي يفتك بأشجار التفاح والكمثرى في العالم . وكما نرى أن الغرض هو إدخال المورث أو المورثات من الكائن المتبرع والذي يحمل صفات مرغوبة إلى كائن حي آخر ليس لديه هذه المميزات .

إن علماء الهندسة الوراثية توصلوا بتقنية نقل المورثات بين الأجناس النباتية إلى ما يسمى " نقل المورث " في عدة محاصيل غذائية وأطلق عليها محاصيل محورة وراثيا وموجودة حالياً في الأسواق، ومنها الذرة والكوسة والكانولا (اللفت الزيتي) وفول الصويا والقطن، وغيرها من المحاصيل التي حورت وراثياً لمساعدة المزارعين في مجابهة مشاكل الزراعة التقليدية، مثل: الإصابة بالآفات الحشرية والأمراض الفطرية والبكتيرية ومشاكل الأعشاب، وهذه المشكلة الأخيرة نجح العلماء في التغلب عليها بإنتاج محاصيل محورة وراثياً نقلت إليها مورثات تمكنها من تحمل رش مبيدات الأعشاب التي تقضي على الأعشاب والنباتات الأخرى بدون أن تؤثر على هذه المحاصيل.

ثانياً- تقانات التعديل الوراثي في مكافحة الآفات:

يتم إنتاج المحاصيل المحورة وراثياً عن طريق عملية تعرف بالهندسة الوراثية، يتم خلالها نقل جينات ذات أهمية اقتصادية من كائن إلى آخر.

يتكون الهيكل الجيني من عدة مقومات ولعل أهمها هو الموروثة التي سوف توجه إنتاج البروتين التي يرغب إدخالها في النبتة المحورة. وتكون هذه المورثة تحت مراقبة جهاز أو **promoter** الذي سيضبط قوة ومكان استنساخ(**Transcriptions**) المورثة . وهنالك أيضا منطقة توجد بعد المورثة وهدفها وقف عملية الاستنساخ، والهيكل المدخل يتكون أيضا من مورثة ثانية لإنتاج مادة تستعمل لانتقاء النباتات المحورة من بين النباتات التي لم تتغير جينيا عند تطوير هذه النباتات المحورة. ثم يتم بالطبع إدخال هذا الهيكل في كروموزوم النبات، والملاحظ هنا أن هذا سيؤدي إلى إدماج الهيكل في مكان، أو أكثر كما لا يمكن التكهن بموقع الإدماج في الكروموزوم.

طرائق التحوير الجيني للنباتات :

تعد بكتريا *Bacillus thuringiensis* وتسمى اختصاراً **(Bt)**أحد أنواع البكتريا الشائعة الموجودة في التربة، وهي معروفة منذ ثلاثين عاماً ، وقد سميت بذلك نتيجة لعزلها لأول

مرة في منطقة **Thuringia** بألمانيا.حيث استخدمت لمكافحة الحشرات وذلك برش معلق من هذه البكتريا على النبات للقضاء على الحشرات . وأهمية هذه البكتريا تتمثل في إنتاجها بروتيناً ساماً . وهو عبارة عن بلورات سامة جداً ليرقات الحشرات وتحتوي على بروتين لا يذوب في الظروف الحمضية ولكن يذوب في الظروف القلوية أو الوسط القلوي كما هو الحال في القناة الهضمية لليرقات. يؤثر على الحشرات الضارة حيث يسبب شلل ليرقات كثير من الحشرات مثل ديدان لوز القطن وثاقبات الذرة الأوربية والأسيوية وخنفساء كولورادو وغيرها من الآفات النباتية. وطريقة تأثيرها تتم عندما تتناول اليرقات المستهدفة بكتريا *Bacillus thuringiensis* فإن البروتين الناتج عنها ينشط في معدة اليرقة ذات الوسط القلوي ويرتبط بمستقبلات معينة في القناة الهضمية . ثم يحدث بها ثقوب مسبباً انتشار المحتويات القلوية في دم الحشرة فيؤدي ذلك إلى شلل للحشرة ، وتصبح غير قادرة على تناول الطعام وبالتالي تموت خلال أيام قليلة. ونتيجة لذلك ابتكر الباحثون طريقة لإكساب النبات صفة المقاومة للحشرات باستخدام سم البكتريا بدلاً من رش المحاصيل بها. وعُزلت المورثة المسؤولة عن إنتاج البروتين السام في البكتريا . وتم نقل المورثة من بكتيريا ***Bacillus thuringiensis*** واكثارها بطريقة الحمض النووي المعاد تركيبة، ثم إدخالها في عدة محاصيل مثل القطن والذرة والبندورة وفول الصويا . وغيرها لإكسابها صفة المقاومة للحشرات. مما أدى إلى خفض ملحوظ في استخدام المبيدات الحشرية، وما تسببه من مشاكل للإنسان والحيوان والبيئة، إضافة إلى أن هذه البروتينات السامة لا تفقد بالمياه عند ري النباتات ولا تدمر بأشعة الشمس. وبالتالي تعطي حماية مستمرة للمحصول خلال موسم النمو، وخاصة الأجزاء النباتية التي يصعب معاملتها مثل الجذور والسطوح السفلية للأوراق. لا يؤثر البروتين السام على الإنسان عند تناوله هذه المحاصيل المحورة. وجدت أبحاث هيئة الأغذية والعقاقير الأمريكية أن محتوى بروتين بكتريا الـ **Bt** في النبات يكون ذي تركيز خفيف للغاية بحيث لا يكون له تأثير على الإنسان .

يستخدم العلماء والباحثون في عملية نقل المورث من كائن حي إلى آخر عدة طرق علمية، ومن بين هذه الطرق إدخال المورث إلى بكتريا التربة المسماة "أجروباكتريوم" ***Agrobacterium tumefaciens*** بصفة ناقل **Vector** يحمل الـ **DNA** إلى النبات، والمعروف أن هذه البكتريا عادة تصيب النبات مسببة مرض التدرن التاجي **Crown gall** وتدخل أثناء الإصابة قطعة من **DNA** البكتريا في **DNA** النبات المضيف مؤدية إلى خلل في التعبير الطبيعي عن المورثة وبالتالي حدوث المرض . ولقد طور علماء البيولوجيا الجزيئية سلالات محورة من بكتريا "الأجروباكتريوم" مستبدلين المورثات المسببة للمرض بالمورثات المرغوب نقلها للنبات (تدعى بكتريا منزوعة السلاح). وفي هذه الطريقة تستعمل هذه البكتريا لإصابة خلايا النبات الموجودة في مزرعة خلوية، وبذلك تنتقل المورثات المرغوبة التي يحملها **DNA** الخلايا وتكاثر هذه الخلايا بعد ذلك وتكون نباتات بواسطة طرق زراعة الأنسجة. وتعد النباتات أحادية الفلقة **Monocots** كالذرة والأرز والشعير والقمح مقاومة للإصابة ببكتريا الأجروباكتريوم **Agrobacterium** ، مما دفع العلماء إلى تطوير طرق فيزيائية لنقل الـ **DNA** إلى هذه النباتات ومن بين هذه الطرق لإدخال المورثات تصميم يسمى مدفع المورث (قاذف الجينات) **Gen Gun** والذي اخترع حديثا لاستخدامه في إطلاق المورثات إلى الخلايا الحية وتستخدم القاذفة خرطوشة عيار **0.22** قوّةً دافعة وهذه الخرطوشة تحتوي على بارود فقط من غير رصاصة ، بل وهناك حاليا جهاز أكثر تعقيداً ومتطور وهو نوع من المدافع الحيوية يقوم بقذف الأجزاء الدقيقة من المورث والمغطاة بجسيمات التنجستن أو الذهب مباشرة إلى الخلايا يدفعها تبخر قطرة ماء ، وعندما يحدث هذا يبدأ الباحثون بمراقبة الخلايا لمعرفة أي من الخلايا اندمجت أو اتحدت مع المورث الجديد، فمن بين عشرة نباتات أرز قام علماء جامعة كورنيل بالولايات المتحدة بتحويرها وراثيا نجح منها واحد أو اثنان فقط، ثم يتابع الباحثون التطورات اللاحقة حتى يصلوا إلى الغاية من هذا العمل .

ثالثاً–المحاصيل المعدلة وراثياً:

إنّ التطور المذهل للمحاصيل الزراعية في الدول المتقدمة يعود أساسا إلى إدخال برامج التحسين الوراثي بشكل كبير مع انتهاج أنظمة زراعية مكثفة (ري، أسمدة، رعاية صحية..) إلى أن وصل الأمر في هذه الدول إلى المنتجات المحورة وراثيا، التي وصلت مساحتها سنة 2002 إلى 58.7 مليون هكتار معظمها في أمريكا الشمالية وهو ما يعادل ما قيمته 5 مليار دولار أمريكي، وهذه الأرقام مرشحة للارتفاع مع حلول آفاق 2010 حيث من المنتظر أن تتضاعف 5 مرات على الأقل. لا شك أن العديد من بلداننا تستورد و تستهلك ، بعلم أو بغير علم، تلك المنتجات المحورة وراثيا من ذرة ، وزيوت ، وقطن .

أهم الدول التي تزرع المحاصيل المحورة وراثيا هي: الأرجنتين، واستراليا، وبلغاريا، وكندا، والمانيا، وفرنسا ، والمكسيك، واسبانيا، والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها.

التحوير الوراثي في أرقام :

إن معظم الدول المتقدمة إما منتجة أو مستهلكة أو منتجة و مستهلكة في آن واحد للمواد المحورة وراثيا، و المساحات المصرح بها قد عرفت تطوراً مذهلا في ظرف 6 سنوات حيث قفزت من 2 مليون هكتار سنة 1996 إلى أكثر من 52 مليون هكتار سنة 2001 وهي موزعة كالتالي حسب البلدان : أمريكا 68%، الأرجنتين 22 %، كندا 6 % والصين 3 %، وهي قابلة للزيادة مع الزمن.

إن المساحات السابقة موزعة بنسب متفاوتة على الأنواع النباتية التالية بحسب أهميتها الاقتصادية وذلك سنة 2001 : الصويا 63% ، الذرة 19 % ، القطن 13 % ثم الشلجم 5% . ولكن قائمة النباتات المحورة وراثيا طويلة جداً إلا أن الكثير منها لم يمر بعد إلى ميدان الزراعة والاستغلال .

جدول (10) : المساحة المزروعة في العالم للمحاصيل المحورة وراثيا حتى نهاية عام 2002

المحصول المحور وراثياً	المساحة (مليون هكتار)
فول الصويا المقاوم لمبيدات الأعشاب	36.5
القطن المقاوم لمبيدات الأعشاب	2.2
قطن مقاوم لمبيدات الاعشاب/**(BT)**	2.2
قطن **(BT)**	2.2
ذرة مقاومة لمبيدات الاعشاب	2.5
ذرة مقاومة للاعشاب/**(Bt)**	2.2
كانولا(اللفت الزيت) مقاوم لمبيدات الاعشاب	3.0
ذرة **(Bt)**	7.7

المصدر : مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية – مصر

أما من ناحية الخصائص الوراثية المحورة فهي تتوزع على النحو التالي: تحّلى مفعول مبيدات الأعشاب 71% ، تحّلى مفعول مبيدات الحشرات 22 % ، تحّلى مفعول مبيدات الأعشاب والحشرات معا 7% ، المكافحة للفيروسات 1%.

إن الأغذية المحتمل احتوائها على مركبات محورة متعددة (فواكه ، خضر ، حبوب.) لأنها في أغلب الأحيان مستوردة إما في شكل غذاء أو في شكل بذور ،

وكذلك كل غذاء يحتوي على عنصر أو أكثر من هذه المواد فهو أيضا محور (دقيق، وزيوت، وحلويات ، ونشأ الذرة ، وأغذية الأطفال،و زبدة نباتية) .

رابعاً–فوائد وسلبيات النباتات المعدلة وراثياً:

يمتاز التحوير الوراثي بدقته العالية في الكشف عن المورثات المسئولة عن الخاصية المرغوبة ثم استنساخها فنقلها بعد ذلك إلى الصنف المراد تحسينه. وهنا يجب التذكير بأنّ الشفرة الوراثية موحدة لدى كل الكائنات الحية (عدا بعض الاستثناءات القليلة) وهو ما يّمكن من كسر كل الحواجز الوراثية بين الأحياء فيسهل نقل أي مورث من صنف إلى آخر، ومن نوع إلى آخر من عالم النبات إلى عالم الحيوان أو العكس، من الكائنات المجهرية إلى النباتات الخ... وهكذا فإن كل مورث ذي أهمية يمكن عزله، استنساخه، وحفظه و نقله إلى كائن آخر متى استوجب الأمر ذلك لتحسينه بدقة عالية وكسب وقت، وهكذا فإنه يمكن أيضا إضافة خاصية جديدة لأصناف لم تكن تحملها من قبل وهو ما ينطبق على كل الكائنات الحية.

وعلى الرغم من أن العديد من هذه المنتجات المعدلة وراثياً تم تسويقها في مناطق عديدة من العالم إلا أن هنالك أسئلة كثيرة ما تزال معلقة. وتدور هذه الأسئلة حول آثار هذه المواد على النشاط الزراعي، وصحة الإنسان والحيوان والبيئة والتنوع الإحيائي والاقتصاد الدولي بشكل عام.

الآثار الإيجابية للمحاصيل المعدلة وراثياً :

1- زيادة الإنتاجية :

معظم نباتات المحاصيل المعدلة وراثياً كان الهدف منها زيادة الإنتاج وذلك بإحدى طريقتين، إما تقليل تكاليف الإنتاج أو زيادة إنتاج المحصول. ومن أهم الأمثلة لتقليل تكاليف الإنتاج هو نقل جينات **(Bt)** المأخوذة من البكتريا التي تعيش في التربة. وهذه الجينات تعطي المكافحة لكثير من الحشرات. والمحاصيل التي تحمل **(Bt)** قد زرعت في مساحات واسعة جداً حيث بلغت المساحة حوالي **7** مليون هكتار من الذرة الشامية

المهندس وراثياً، ومليون هكتار من القطن الذي يحمل أيضاً جينات **(Bt)**. حيث وجد أن تكاليف استعمال المبيدات الحشرية في البطاطا المعدل وراثياً قد تناقصت إلى **40%** .

المثال الثاني لتقليل تكاليف الإنتاج هو استخدام وزراعة أصناف مقاومة لتأثير مبيد الحشائش **(Glyphosate)** من محاصيل القطن، وفول الصويا، والذرة الشامي.

2- تحسين الجودة :

لقد تركزت أبحاث الهندسة الوراثية في الجيل الثاني للنباتات المعدلة وراثياً لتحسين الصفات الغذائية والجودة والملائمة لعمليات التصنيع المختلفة. لقد تمكن العلماء والباحثون من إنتاج محاصيل معدلة وراثياً بها كميات إضافية من الفيتامينات والمعادن. مثال ذلك إنتاج أصناف من فول الصويا المعدلة وراثياً المحتوى على حمض الاوليك وهو من الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة، وهي دهون صحية، وتحتوي الأصناف التقليدية من فول الصويا على حمض الاوليك بنسبة 24%، بينما تحتوي الأصناف المعدلة وراثياً على نسبة 80%. ويوجد هذا الصنف في كندا واستراليا واليابان.

وبالطبع تحسين الجودة والقيمة الغذائية ليس لفائدة الإنسان فقط بل يمكن أيضاً تطبيقه على تحسين الصحة والتغذية وتقليل المخاطر على صحة الحيوان.

3- زراعة أصناف نباتات في المناطق الهامشية :

عن طريق تقنيات الهندسة الوراثية يمكن إنتاج أصناف محاصيل معدلة وراثياً تكون ملائمة لمناطق الزراعة الهامشية تقل فيها الوسائل الحديثة لزيادة الإنتاج. مثال ذلك إنتاج أصناف مكافحة لظروف الجفاف ، وظروف غمر المياه، والملوحة والحمضية في التربة ، ودرجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة. فقد تم إنتاج ذرة لها القدرة على النمو في ظروف بيئية فقيرة.

4- المحافظة على البيئة :

قد تسهم النباتات المحورة وراثياً بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في الحد من تلوث البيئة بل و حتى تخليصها منه فمثلاً : استعمال أصناف مقاومة للأوبئة و

الحشرات يشكل حلاً للحد من تلوث البيئة، من تربة وماء وهواء ، بالحد من استعمال المبيدات بشتى أنواعها .

الآثار السلبية المحتملة للمحاصيل المعدلة وراثياً

1-الأخطار على الإنسان

إن التقنيات المستخدمة حالياً لا تزال غير دقيقة بدرجة كبيرة إذ إن استيعاب الناقل المحتوي على الجينات يحدث في نسبة قليلة فقط من الخلايا المراد تحويرها وراثياً كما أن من المستحيل حالياً تحديد وتوجيه مكان إدخال الجين، وبالتالى فإن دخول الجين يتم بصورة عشوائية وسط الـ **DNA** و هذا يمكن أن يؤدى إلى تغيير في قدرة الـ**DNA** على ضبط العمليات الأيضية وتزيد المخاطر لأن الجين المنقول لا يعبر عن نفسه بطريقة مثلى إلا إذا أدخل في منطقة نشطه من الـ**DNA** (**Donaldson and May, 1999**).

إن الدخول العشوائى للجين المنقول في الـ**DNA** والسلاسل المضافة يثيران محاذير عديدة ، قد يؤدى ذلك إلى إنتاج مواد ضارة كما أن السلاسل المضافة مثل المنشطات قد تؤثر سلباً أو ايجابيا على تعبير الجينات الموجودة أصلا، فهي قد تنشط جينات كان يجب أن تبقى خاملة أو تغير موقع تعبير الجين ، مثلا بروتين سام يعبر عنه عادة في أوراق محصول غذائي قد يتم التعبير عنه في الثمار أو الحبوب . هذه المخاطر تتم معالجتها حالياً عن طريق التقنين الصارم لعملية تطوير الكائنات المحورة وراثيا لضمان استقرار التحوير الوراثي واستقرار التعبير عن الجين المنقول. وذلك بأن تزرع النباتات المحورة لعدة أجيال تخضع فيها لانتخاب دقيق. كما تدخل الأغذية المحورة وراثيا في تجارب سلامة عديدةتُقيم فيها من حيث المكونات ومن حيث التأثيرات الصحية. يستخدم المحصول المحور وراثيا في كثير من الحالات لإنتاج مكونات غذاء مثل إنتاج السكروز والزيوت النباتية، ومثل هذه المنتجات تتم تنقيتها بدرجة عالية، الأمر الذي يؤدى إلى إزالة أي مادة وراثية أو بروتين غريب غير موجود في مكون الغذاء الأصلي. بالتالي فإن المنتج النهائي في هذه الحالات ليس محوراً وراثياً، ولا يمكن تمييزه عن المنتج المصنع بالطريقة التقليدية.

لقد تزايدت في الفترة الأخيرة مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية وهناك اهتمام باحتمال أن ينتقل الجين الشاهد المدخل من الكائن الدقيق الحامل له إلى كائنات دقيقة أخرى في القناة الهضمية أو المجرى التنفسي للحيوان أو الإنسان، وبالتالي تنتشر مقاومة المضادات الحيوية المستخدمة على نطاق واسع مما سيكون له آثار سلبية على مستقبل معالجة ومنع الأمراض المعدية.

إن معظم البروتينات الغريبة المستخدمة في الهندسة الوراثية لم تكن موجودة أصلا في غذاء الإنسان وهناك حاجة لدراسات دقيقة حول القابلية السمية والتحسسية لهذه البروتينات ، ومن المعروف أن الكثير من الأغذية يحتوى على مقادير قليلة من مثيرات الحساسية ، وهذه المستويات المنخفضة قد تتغير عند إدخال جينات جديدة ، كما أن البروتينات المنتجة بالالتحام قد تسبب فرط حساسية كما حدث في حالة فول الصويا الذي أنتجته **(Pioneer Hybrid)** . تخضع البروتينات لمعالجات بعد تطويرها حسب الشفرة الموجودة في الـ **DNA** والكائنات المختلفة تملك آليات كيماحيوية مختلفة لمعالجة البروتينات بعد التطوير في الكائن المحور وراثيا مقارنة بالطريقة التي يعالج بها في الكائن الذي عزلت منه الجين ، وهذا قد يؤدّى إلى اختلاف في الخصائص التحسسية للبروتين**(Hansen, 2000)**) .

2- المخاطر على صحة الحيوان :

يمكن ذكر المبررات التي ذكرت في المضار الصحية على الإنسان لتناوله منتجات نباتات معدلة وراثياً بتحديد نوعية المخاطر على صحة الحيوان نتيجة لتناوله أعلاف نباتات معدلة وراثياً . وذلك مثل محصول الذرة الشامي وفول الصويا .

3- الآثار المتعلقة بالبيئة :

من أهم القضايا المثارة حول النباتات المحورة وراثياً هو أثرها البيئي طويل الأمد وهذا الأثر يمكن أن يظهر في أشكال مختلفة ويسبب مضارّ عديدة ومدمرة للتوازن والتنوع الإحيائي ويمكن تلخيص تلك الآثار في الآتي :

أ- هجرة الجينات إلى المحاصيل الأخرى :

الجينات التي تهاجر من النباتات المهندسة وراثياً إلى الأنواع البرية سوف تعطيها القابلية لأن تتمتع بالصفات التي تزيد من قدرتها على الملائمة، محولة إياها إلى حشائش خارقة **(Super weeds)** لا يمكن مكافحتها بمبيدات الأعشاب. وتختلف القابلية لانتقال وقفز بعض الجينات من النباتات المعدلة وراثياً إلى أقاربها البرية. مثلاً في آسيا وأفريقيا سوف تكون هنالك احتمالات قليلة لانتقال جين المقاوم لتأثير مبيد الأعشاب من الذرة الشامية إلى الأنواع البرية منها، وذلك لأن الذرة الشامية ليست من المحاصيل التي نشأت في تلك المناطق، حيث ينعدم وجود أقارب لها. أما في منطقة المكسيك أو أمريكا الوسطي فإن الاحتمال سيكون كبيراً لهجرة الجينات، وذلك لأن الأصناف البرية من الذرة الشامية لا زالت تنمو في تلك المناطق.

ونسبة لأن هجرة الجينات **(Gene flow)** سوف تؤثر على المزارعين، ومكافحة الآفات وتسويق المحصول ومصداقية التقنية، يتحتم إجراء أبحاث كثيرة لمعرفة واختبار الظروف التي يكون أثر انتقال الجينات من النباتات المهندسة وراثياً إلى المحاصيل الأخرى أثراً معنوياً .

ب- الأثر الضار على كائنات مفيدة:

لقد وجد أن النباتات المعدلة وراثياً بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لها آثار ضارة بالكائنات الأخرى. حيث وجد أن المحاصيل المعدلة وراثياً بإدخال جينات **(Bt)** تفرز سموما بكميات كافية جداً لقتل كائنات دقيقة داخل التربة. ووجد أيضا أن بعض الحشرات التي تغذت على حشرات متغذية على بطاطا مهندسة وراثياً قد وضعت بيضاً أقل من تلك التي تغذت على حشرات متغذية على بطاطا غير معدلة وراثيا.

وفي عام 1999 أوضح تقرير أن هناك تأثير سلبي على يرقات أبو دقيق تسببت فيه حبوب اللقاح للذرة المعدلة وراثياً **Bt corn**

كذلك اكتشف الباحثون في جامعة أركنساس في الولايات المتحدة أن هنالك إعاقة لنمو الجذور وتكوين العقد البكترية والقدرة على تثبيت الأزوت في بعض الأصناف المعدلة وراثياً المقاومة لتأثير مبيدات الأعشاب، وذلك لأن البكتريا المسؤولة عن تثبيت الأزوت لها حساسية بالنسبة لمبيد الأعشاب.

ج- التقليل من التنوع الوراثي:

نسبة لأن العدد القليل من الشركات الكبرى سوف تحتكر سوق التقنية الحيوية، وسوف تتجه إلى تبسيط وتسهيل الأنظمة الزراعية التي تكون بالتالي ملائمة للمحاصيل المعدلة وراثياً بحيث يقل عدد المحاصيل المزروعة وكذلك يقل التباين الوراثي بينها. بالإضافة إلى ذلك فإنّ حفظ البذور الذي يساعد في حفظ التنوع الوراثي سوف يكون محصوراً ومقصوراً على المحاصيل المعدلة وراثياً فقط.

بالإضافة إلى العوامل الأخرى المؤدية للتآكل الوراثي للنباتات (استبدال الأصناف المحلية ذات التنوع الوراثي الوفير بأصناف أخرى محسنة قليلة العدد)، فإن الأصناف المعدلة وراثياً تمثل تهديداً حقيقياً للنباتات البرية خصوصاً داخل مراكز التنوع حيث يمكنها منافسة الأنواع البرية أو تنقل إليها المورثات.

هـ- تشجيع المقاومة لمبيدات الأعشاب :

من أهم الصفات التي تم نقلها عن طريق الهندسة الوراثية هي صفة مقاومة مبيدات الأعشاب. حيث يتمكن المزارع من رش حقوله بالمبيد فتموت الأعشاب دون أن يتأثر المحصول المعدل وراثياً .

هنالك تخوف من أن تهجن النباتات المحورة وراثياً مع أقاربها من الأعشاب البرية فتنقل إليها صفة مقاومة تأثير المبيد. مثلا الدخن والشوفان تهجن مع الشوفان البري. وقد تبقى بالحقل بعد الحصاد بقايا من المبيد تؤثر فيما يزرع بعده من محاصيل. وقد تبقي أيضا بعد الحصاد نباتات معدلة وراثياً لتظهر على أنّها أعشاب مقاومة فيما يعقبها من محاصيل كما يحدث مع الشلجم المهندس وراثياً إذا بقي في حقول القمح المزروع بعده، ليقاوم كل مبيدات الأعشاب التي تستخدم على القمح.

4- تحكم الشركات الكبرى في التقنيات:

مثال لذلك هي الطريقة التي تهندس بها النباتات وراثياً بجين لإنتاج أنزيم يمنع تكوين حبوب اللقاح، ثم ترش النباتات المختارة لتكون ذكوراً في الوقت المناسب بمادة كيميائية تحث نشاط جين مدخل أيضا في النبات لوقف نشاط هذا الأنزيم ويسمح لهذه النباتات المختارة كآباء وحدها بتكوين حبوب لقاح. والنباتات التي لا ترش لا تكون حبوب لقاح وتصبح كأمهات في برنامج الهجين لإنتاج الأصناف الهجين في محصول الذرة.

وإذا ما نجحت الشركات في هندسة بذورها بحيث لا تعبر النباتات إلا عن الصفات التي تسمح هي ببيع كيماويات تنشيطها فسيصبح المزارع أكثر اعتماداً على المدخلات الكيميائية التي تصنعها شركات البذور ويصبح رهينة لدى الشركات وسيقع الإنتاج الزراعي بكامله تحت رحمتها.

5- الآثار على إدارة المزرعة:

على الرغم من أن النباتات المهندسة وراثياً لها صفة تخفيض استخدام مبيدات الآفات لكنها في الوقت نفسه، تأتي بأعباء إضافية جديدة في كيفية نظم إدارة المزرعة. فمثلاً المزارعون الذين يقومون بزراعة أصناف معدلة وراثياً مع أصناف أخرى غير معدلة وراثيا لمحصول واحد سيضطرون إلى فصل تلك الأصناف أثناء عمليات الإنتاج والحصاد والنقل والتخزين.

لتقليل هجرة الجينات من المحاصيل المعدلة وراثياً إلى المحاصيل الأخرى غير المعدلة وراثياً يتطلب الأمر زراعة أصناف عازلة **(Buffer)** حول أصناف المحاصيل المحورة وراثياً. تحتاج المحاصيل المعدلة وراثياً تبعاً لاختلافها لأصناف عازلة مختلفة أيضا. وهذا بالطبع يحتم على المزارعين أن تكون لهم القدرة والقابلية لتنفيذ أنظمة إدارية مختلفة داخل مزارعهم.

خامساً-أمثلة ناجحة عن استخدام المحاصيل المعدلة وراثياً في مكافحة الآفات:

- **نباتات مقاومة لتأثير مبيدات الأعشاب :**

تعمل مبيدات الأعشاب الحديثة على الإخلال في عملية أيضية محددة . وبالتالي فإن تحوير موقع الأنزيم الذي يعمل عليه المبيد سوف يمنح النبات درجة من المقاومة لمبيد الأعشاب، وهذه العملية سوف تسمح باستخدام مبيدات أعشاب غير متخصصة . ونظرياً، فإن الفائدة من تحوير النبات لمقاومة مبيدات الأعشاب، ربما تساعد على استخدام كميات صغيرة من المبيد لمكافحة الأعشاب **(Millam and Spoor,1999)**. معظم أصناف المحاصيل المحورة وراثياً لمقاومة مبيدات الأعشاب حورت باستخدام جين بكتيري مفرد . على سبيل المثال، تحولت النباتات المقاومة لمبيد **glyphosate** إلى نباتات قادرة على تحطيم المبيد العشبي إلى مركبات غير سامة ، ويعمل المبيد العشبي **Roundup®** طبيعياً على تثبيط إنزيم هام **(EPSPS)**

5-enolpyruvytshikmate-3-phosphate synthase

في الممر التخليقي للأحماض الأمينية العطرية **(Shikmate pathway)** في كل من النبات والبكتيريا ويؤدي إلى قتلهما .

وقد تم إنتاج فول صويا ، والذرة ، واللفت الزيتي المقاومة لتأثير مبيدات الأعشاب وتحتوي هذه الأنواع على جين يقاوم تأثير مبيد الأعشاب **glyphosate** الواسع الطيف وهذه النباتات المعدلة وراثياً تعمل على تحسين كفاءة المحصول والأرض المستخدمة وقلة استخدام أنواع مختلفة من المبيدات.

-نباتات مقاومة للحشرات :

لإنتاج نباتات مقاومة للحشرات ميزة إيجابية على البيئة ، وذلك بتقليل استخدام مبيدات الحشرات الملوثة للبيئة ، وتقليل الأضرار والإخلال بالتوازن الحيوي بقتل حشرات أخرى مثل الملقحات والمفترسات، والمتطفلات والمفيدة للبيئة. أمكن عزل جينات من

البكتيريا والنباتات ، تعطي بروتينات سامة على بعض أنواع الحشرات ، وكذلك تم عزل الجين **Bt** من بكتيريا التربة ***Bacillus thurngeinsis*** التي تعطي بروتيناً ساماً على الحشرات **Insecticidal Crystal Protein (ICP)**، واستخدم في تحوير نباتات بعض المحاصيل لمنح المكافحة للحشرات **(Delanany et al.,1989)**. ويعتقد أن هذا البروتين السام عالي التخصص ، وليس له آثار سمية على الثدييات .

وتم إنتاج نباتات قطن وذرة مقاومة للحشرات حيث هذه الأنواع المعدلة وراثياً تحتوي بداخل خلاياها على البروتين السام للآفات. يعطي هذا البروتين حماية لنباتات الذرة والقطن طوال الموسم ضد الإصابة بثاقبات ساق الذرة وديدان لوز القطن وبالتالي لن يضطر المزارع إلى استخدام المبيدات الزراعية لحماية نباتاته . وهذه النباتات مزروعة في اليابان واستراليا وكندا وأمريكا وغيرها.

- **نباتات مقاومة لمسببات الأمراض :**

تسبب الأمراض الفيروسية والفطرية والبكتيرية فقداً كبيراً في إنتاج المحاصيل ، وإنتاج أصناف من المحاصيل مقاومة لمسببات الأمراض له أهمية كبيرة في إنتاج المحاصيل على نطاق تجاري . أُنتجت نباتات مقاومة الفيروسات لمحاصيل مختلفة عن طريق نقل الجين المشفر لبروتينات غلاف الفيروس، ومن المحاصيل المحورة جينيا باستخدام غلاف الفيروس والمكافحة لفيروسات مثل **Alfalfa mosaic virus** و **Potato viruses Y and X** و **Tobacco mosaic virus** . كما استخدم ما يعرف بـ**RNA antisence** لإنتاج نباتات مكافحة للفيروس مثل مكافحة فيروس التبرقش الذهبي في البندورة، وفيروس تبرقش التبغ . وتم تعديل عدة أصناف من البطاطا لمقاومة فيروس التفاف أوراق البطاطا .وتم أيضا تعديل صنف القرع الأصفر المعقوف ليصبح مقاوماً لفيروس **ZYMV** ويعتبر هذا الصنف مقاوماً لحشرة المن. ويؤدي زراعة تلك الأصناف إلى تقليل استخدام المبيدات الحشرية لمكافحة المن الناقل للفيروسات.

مثال تطبيقي:

تجارب بعض الدول مع المحاصيل المعدلة وراثياً :

التجربة الصينية: تعد الصين رائدة في النتاج واستهلاك القطن على مستوى العالم، وتسبب دودة لوز القطن الآفة الرئيسة لهذا المحصول أضراراً وخسائر كبيرة في مناطق زراعة القطن. بدأت الأكاديمية الصينية للعلوم الزراعية في عام 1991 في تطوير القطن المعدل وراثياً **Cotton (Bt)** لمقاومة الآفات الحشرية الرئيسية. ويحتوي هذا القطن المعدل وراثياً على البروتينات السام (الموجود في بكتريا **thuringiensis Bacillus** الموجودة في التربة) والتي تعتبر المادة الفعالة لمبيدات حيوية أمنة ومؤثرة. وتم انتاج القطن المعدل وراثياً في عام 1993 لأول مرة في الصين. وتم نشر زراعة القطن المعدل وراثيا عام 1997 بتصريح من لجنة الأمان الحيوي الصينية. وتم انتاج وزاعة 22 صنفاً من القطن المعدل وراثياً على نطاق تجاري تغطي مساحة 1.5 مليون هكتار.

فوائد القطن المعدل وراثياً:

- **انخفاض استخدام المبيدات الحشرية:**

تعد أكبر فائدة من زراعة القطن المعدل وراثياً هي تخفيض استخدام مبيدات الحشرات، ففي عام 1999 كان إجمالي الانخفاض في استخدام المبيدات حوالي 20000 طن. زادت المساحة المزروعة بالقطن المعدل وراثياً في عام 2001 وبالتالي أدى إلى انخفاض في استخدام المبيدات بمقدار 7800 طن، ويمثل حوالي ربع كمية المبيدات التي تم استخدامها في مزارع القطن في منتصف التسعينيات من القرن الماضي. وبالتالي إلى انخفاض تكاليف إنتاج القطن المعدل وراثياً بمقدار 20–33% لكل كجرام من القطن. وكذلك انخفاض المزارعين الذين يصابون بالتسمم بالمبيدات كل عام. حيث أصيب حوالي 22–33% من المزارعين بالتسمم بالمبيدات نتيجة زراعتهم القطن غير المعدل وراثياً بين عامي 1999–2000. بينما كانت نسبة الإصابة بالتسمم لدى المزارعين الذين قاموا بزراعة القطن المعدل وراثياً حوالي 5–8%.

- **الفوائد الاقتصادية:**

يعد خفض تكاليف الإنتاج من أهم الفوائد الاقتصادية الناجمة عن زراعة القطن المعدل وراثياً، فقد انفق المزارعون مبالغ أقلّ على المواد الكيميائية والعمالة، وانخفاض تكاليف البذور حيث تم استخدام كمية أقلّ من البذور المعدلة وراثياً عند زراعتها مقارنة بكمية البذور التقليدية المستخدمة في الزراعة. ورغم ارتفاع تكاليف بذور القطن المعدل وراثياً إلا أن الانخفاض في استخدام المبيدات والعمالة اكبر من تلك الزيادة. وبرغم انخفاض أسعار القطن المعدل وراثياً في عام 2001 فقد استطاع المزارعون الحصول على زيادة في صافي الدخل تقدر بحوالي 500 دولار/ الهكتار. وكانت العائدات المالية من القطن المعدل وراثياً لعام **1999** حوالي **334** مليون دولارأمريكي.

وبالتالي نجد أن هنالك تأثيرا ايجابيا على مزارعي ومستهلكي القطن المعدل وراثياً في الصين متمثلا في زيادة الإنتاج وصافي الدخل. وانخفاض سعر القطن الأمر الذي أدى إلى استفادة المستهلكين من انخفاض الأسعار.

-التنوع الحيوي:

كانت هنالك آثار إيجابية على التنوع البيولوجي. حيث تم تسجيل وجود تنوع في الحشرات النافعة وأنواع مفيدة في الحقول المزروعة للقطن المعدل وراثياً **(Bt)**.

سادساً-قوانين استخدام وإنتاج واستهلاك النباتات المعدلة وراثياً:

هنالك اختلاف كبير في الرؤى حول انتشار وتناول منتجات النباتات المعدلة وراثياً من بلد إلى آخر في العالم. يعود الاختلاف في مدى توفر المعلومات عن هذه الأطعمة.

-تنظيم تداول الكائنات المحورة وراثياً وتقييم المخاطر وآلية اتخاذ القرار :

تتباين نظم التحكم في دخول الأنواع البرية من خلال منافذ الحجر الزراعي أو البيطري أو الصحي في كفاءة أدائها بالنسبة للإجراءات المتبعة من دولة لأخرى وتحاول الدول تحسين نظم مراقبة دخول الأنواع ، إلا أنها لا زالت بعيدة عن توفير الحد الأدنى من متطلبات تنظيم تداول الأنواع المحورة وراثياً ، وتبدأ مراقبة جودة وأمان الأنواع المحورة من مرحلة البحث العلمي مروراً بمرحلة التجارب المخبرية والحقلية وتنتهي بمرحلة الاستخدام التجاري ، وجدير بالذكر أن أي ممارسات غير مناسبة في التعامل مع هذه الأنواع قد ينتج عنها مخاطر نتيجة الاستخدام والتداول .

- لماذا تنظيم تداول الكائنات المحورة وراثياً :

يجب تنظيم إدخال وتداول الكائنات المحورة وراثياً للأسباب التالية :

* كونها كائنات محورة وغير موجودة في الطبيعة .
* قلة المعلومات المتاحة ونقص الخبرة في التعامل معها .
* نقص المعارف حول المخاطر المتوقعة على البيئة والكائنات الأخرى بما فيها الإنسان.

- ما هي المعلومات المطلوبة ؟

قبل تداول النوع المحور وراثياً ودخوله حيز الاستخدام لابد من توفير المعلومات الكافية حول الصفات المحورة وآثارها المحتملة في المجالات المختلفة ومن أمثلة ذلك:

1- تعريف مواصفات النوع :

يتوقف ذلك على :

* تعريف الجين المحور والنوع المأخوذ منه الجين .
* مواصفات الجين الدخيل/المحور وآثاره .
* إمكانية التأثير على أنواع غير مستهدفة .
* آلية انتقال أي مواد ثانوية قد تكون سامة .

* المخاطر المتوقعة والتدابير الواقية .

2- سلامة الإنسان والحيوان :

ويعتمد ذلك على معرفة طبيعة ما يلي :

* مواقع اختبار النوع في الطبيعة أو المعمل .
* آليات المعطي الجين هل يأكل أو لا يأكل .
* المواد الكيميائية المستخدمة في مراحل التحوير الوراثي .
* دورة حياة المنتج النهائي المستخدم بواسطة الإنسان أو الحيوان .

3- سلامة البيئة :

ويشتمل ذلك على ضرورة التحقق من :

* اختبار مقدرة النوع على التنافس مع الأنواع الأخرى .
* الأنواع القريبة والتي يمكن أن يتم تبادل للجينات معها .
* ثبات الصفة الوراثية المحورة في النوع .
* إمكانية تأثر النوع بالعوامل البيئية .

4- استخدامات الأرض بعد الحصاد :

في حالة زراعة محاصيل محورة وراثياً لابد من اختبار صلاحية الأرض لزراعة محاصيل أخرى ضماناً لعدم تأثرها بالأنواع المحورة وراثياً مع ضرورة الأخذ في الاعتبار أو عدم التضارب مع :

* رؤية أصحاب المصالح حول استخدام الأرض .
* البرامج الوطنية للتنمية .
* الأمان الحيوي للمنتج .

- تقييم المخاطر المتوقعة :

تقييم المخاطر المتوقعة لإدخال الأنواع المحورة يتم عادة حسب الخطوات المتبعة في إنتاج النوع أو اختبار صلاحيته للاستخدام ، ويمكن إيجاز مراحل التقييم في أربعة مراحل :

1- مرحلة البحث المخبري وبحوث البيوت المحمية :

* يتطلب ذلك تصريحاً لإجراء التجارب .
* اتباع الخطوات الإرشادية للبيئة والصحة .
* اتباع احتياطات السلامة في أماكن العمل .

2- مرحلة التجارب الحقلية تحت ظروف محكمة:

* يتطلب ذلك تصريحاً لإجراء التجارب تحت ظروف محددة .
* يتم التجريب على نطاق ضيق .
* عدم استخدام المنتج غذاءً للإنسان أو علفاً للحيوان .
* وضع معايير للتقييم والتخلص الآمن للمنتج .

3- مرحلة التجارب الحقلية تحت ظروف غير محكمة

إذا أثبتت صلاحية النوع وعدم إلحاقه الضرر بالإنسان والكائنات الأخرى والبيئة فانه يمكن بدء مرحلة التجريب على مستوى كبير تحت ظروف البيئة العادية . ومن خلال هذه المرحلة يمكن :

* استكمال تقييم الأثر البيئي للنوع .
* التجريب في مواقع عديدة .
* التأكد من عدم إلحاق النوع أي ضرر بالبيئة والإنسان .
* عدم استخدام المنتج غذاءً أو علفاً إلا بتصريح .
* التخلص الآمن للمنتج إذا ثبت عدم صلاحيته .

4- مرحلة الاستخدام على المستوى التجاري :

قبل استخدام النوع على المستوى التجاري لابد من التحقق من سلامته للإنسان والبيئة من خلال مراجعة شاملة للتداول وتقييم المخاطر من خلال معايير وضوابط عامة

أو خاصة بالنوع تحت الظروف المختلفة . يتم تسجيل النوع للتداول بناء على الهوية الوراثية والأمان الحيوي للاستخدام .

اتفاقية التنوع البيولوجي :

تحث اتفاقية التنوع البيولوجي للدول الأطراف على أهمية وضع إطار تنظيمي للتحكم في المخاطر المحتملة من جراء استخدام وإدخال الأنواع الحية المحورة وراثياً **Living Modified Organisms (LMOs)** . وقد أكدت جميع الدول الأطراف حقها السيادي غلى ثرواتها الحيوية وتحملها مسؤولية الحفاظ عليهاخطوةً أساسية لصون التنوع البيولوجي من تهديدات منتجات التقنية الحيوية التي باتت تهدد صحة الإنسان . وقد حثت المادة 19 من الاتفاقية للدول الأطراف على تباحث بروتوكول ينظم العلاقة بين مالكي الكائنات المحورة ومستخدميها والأنشطة التي تشمل انتقال هذه الكائنات عبر الحدود الدولية ، كما أن اتخاذ مثل هذه الإجراءات سوف يشجع الدول على مراقبة أية مخاطر محتملة.

وقد أوضحت اتفاقية التنوع البيولوجي أن الأمان الحيوي لانتقال الأنواع المحورة وراثياً يتوقف على ضرورة الأخذ في الاعتبار ما قد يحدث نتيجة ما يلي :

1- إدخال (غزو) الأنواع بقصد أو بدون قصد .
2- إدخال السلالات للمكافحة والتي قد يصبح غزوها خارج نطاق التحكّم .
3- انتقال الصفات من النوع المحور إلى أنواع أخرى قد تصبح غازية .
4- إنتاج وانتشار المواد السامة في البيئة .
5- تلوث البيئة وفقد التنوع البيولوجي نتيجة إنتاج أنواع مكافحة للمبيدات .
6- اتساع النطاق الجغرافي للمحاصيل المحورة وأثره على سوق الأنواع المحلية .
7- إدخال أنواع منافسة للأنواع المحلية مما يهدد التنوع الوراثي للأنواع المحلية .
8- إدخال أنواع قد تحدث ارتباكًبيئيّاً .

ولكي يتحقق ذلك لابد من توفر عدة عناصر رئيسة أهمها :

1- صفات النوع المحور وراثياً .
2- المعلومات الكافية عن النوع قبل استخدامه والظروف المناسبة للاستخدام .
3- كيفية التداول الآمن للنوع واستخدامه في الدولة المصدرة .
4- المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والبيئة تحت ظروف البيئة الجديدة .
5- التدابير الوقائية للمخاطر وكيفية إدارتها .
6- تقييم الآثار الاجتماعية والاقتصادية لإدخال واستخدام الأنواع المحورة .
7- المعلومات الأساسية الخاصة بانتقال الأنواع .
8- أي معلومات مناسبة أخرى قد يتم التوصل إليها .

والأهم من ذلك ضرورة توفير الكوادر الوطنية الإدارية والفنية في الدولة المستوردة بحيث تكون قادرة على التعامل مع المعلومات المتوفرة حول النوع المحور وراثياً وإلا يمنع إدخال هذه الأنواع حتى يتم بناء الكوادر المؤهلة للتعامل معها .

وتشير المادة 14 من اتفاقية التنوع البيولوجي إلى ضرورة اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل الآثار البيئية لإدخال الأنواع المحورة وراثياً . ويتطلب ذلك إجراء دراسات تقييم الأثر البيئي **Environmental Impact Assessment** نظراً لأهميتها في تقليل المخاطر ووضع السياسات الوقائية بالإضافة إلى الأخذ في الاعتبار إعادة تأهيل أو إصلاح النظم البيئية للتدهور ولابد أن يتم ذلك في إطار عام للسلامة الحيوية يطبق على مستوى عالٍ ، مع الأخذ في الاعتبار الحالات الفردية التي يمكن التعامل معها حسب القوانين المحلية .

توقيع بروتوكول التعاون في مجال الأمان الحيوي **Bio-safety** تحت مظلة اتفاقية التنوع البيولوجي وبروتوكول كارتاجينا **(Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity)** سوف يكون بمثابة اتفاق عام بدمج التشريعات المحلية والدولية في إطار واحد عند التعامل مع الأضرار الناتجة عن إدخال الأنواع المحورة . وسوف يضمن ذلك حماية الدول المتضررة وحصولها على تعويض مناسب من الدول المصدرة لأية أضرار بيئية ، واجتماعية ، واقتصادية وصحية نتجت

عن إدخال الأنواع المحورة . بروتوكول كارتجينيا للأمان الحيوي هو بروتكول قانوني ملزم متعلق باتفاقية التنوع الحيوي وسمي بهذا الاسم تشريفاً لكارتجنيا في كولمبيا ، حيث كان من المتوقع الوصول في كارتجنيا إلى اتفاق بعد المفاوضات التي أجريت في شباط 1999 ، وبعد عام وفي 29 من يناير 2000 أصبح البروتكول في صورته النهائية وتمت الموافقة عليه بالإجماع في حضور 130 دولة في مونتريال بكندا.

ويتضمن بروتكول كارتجنيا تنظيم الانتقال عبر الحدود ومناطق العبور وتداول واستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً التي قد يكون لها تأثيرات عكسية على حماية واستمرار التنوع الحيوي، مع الأخذ بعين الاعتبار المخاطر المحتملة على صحة الإنسان.

- **إرشادات عامة لتلافي مخاطر المواد المحورة وراثيا:**

1) تأجيل الزراعات بالبذور المحورة وراثيا حتى يتم الإجماع العلمي حول الآثار المتوقعة على البيئة.
2) إعداد اتفاقيات دولية حول موضوع السلامة الصحية و البيئية المنفذة على الكائنات المحورة وراثيا.
3) وضع قواعد لتحركات المواد المحورة وراثيا في العالم.
4) الحد من انتشار الأغذية المعدلة وراثيا حتى يتم الانتهاء من البحوث المعمقة بهذا الشأن.
5) حظر استخدام الجينات المضادة للجراثيم في الأغذية المعدلة وراثيا و كذلك البذور العقيمة.
6) متابعة الأمراض الناجمة عن التعديلات الوراثية.
7) الإلزام بوضع بطاقة البيان على عبوات المواد المعدلة وراثيا تبيّن وجود التعديل من عدمه.

- **الوضع القانوني للمنتجات المعدلة وراثياً :**

تنص اتفاقيات منظمة التجارة العالمية على حرية التجارة بشكل عام،ويمكن استناداً إلى اتفاقية تدابير الصحة والصحة النباتية منع استيراد أي منتج إذا ثبت أن استيراده يشكل خطراً على صحة الإنسان أو الحيوان أو النبات. ويمكن اتخاذ إجراءات طارئة بشكل مؤقت لمنع الاستيراد أو تحديده إذا كان هنالك احتمال كبير لوجود آثار سلبية على صحة الإنسان ، أو النبات ، أو الحيوان بناء على الأدلة والمعلومات المتوفرة على أن يتم إعادة النظر في هذا الإجراء بتقديم الأدلة العلمية أو تقييم المخاطر وفقاً للمعايير الدولية في حالة الرغبة بالإبقاء على الأجراء الطارئ . وحيث أن الأصل هو السماح بالاستيراد وأن الاستثناء هو المنع، ولم يثبت علمياً وجود أثار سلبية على صحة الإنسان أو الحيوان أو البيئة من المنتجات المعدلة وراثياً المتداولة في الأسواق، لم تقم أي دولة عضو في المنظمة بمنع الاستيراد لتلك المنتجات

أما بخصوص وضع الملصقات التي تبين التعديل الوراثي، فإن هنالك جدلاً قانونياً واسعاً بين الدول المنتجة للمحاصيل المعدلة وراثيا والدول المستورة لها. لم يكن الناس يعلمون في الولايات المتحدة الأمريكية أنهم منذ منتصف عام 1990 م وهم يأكلون أطعمة محورة وراثيا ، وحاليا أكثر من 60% من الغذاء المصنع في الولايات المتحدة في الأسواق به إضافات من دقيق أو زيوت محاصيل محورة وراثيا مثل الذرة وفول الصويا والكانولا (اللفت الزيتي).

- **قواعد الأمان الحيوي التي وضعت من قبل اللجنة الوطنية السورية للأمان الحيوي:**

تم وضع قواعد وقوانين استخدام وتداول المنتجات المعدلة وراثياً من قبل اللجنة الوطنية السورية للأمان الحيوي **Syrian National Biosafety Committee (SNBC)**

أ- أهداف اللجنة الوطنية السورية للأمان الحيوي (SNBC) :

1- وضع تنظيمات الأمان الحيوي لبحوث الهندسة الوراثية في الجمهورية العربية السورية.

2- جمع أحدث المعلومات عن الأمان الحيوي وتوزيعها إلى المؤسسات المعنية

3- تقديم المشورة للمؤسسات المعنية فيما يتعلق بمسائل الأمان الحيوي .

4- تقييم المخاطر الناتجة عن إطلاق الأحياء المعدلة وراثياً أو منتجاتها (الأغذية، والأدوية، واللقاحات، الخ) إلى البيئة وبيان الرأي فيما إذا كان من الواجب إطلاقها أولاً .

ب- مستويات الأمان :

يقسم الأمان إلى أربعة مستويات عند الأخذ بالحسبان المخاطر الممكنة للأحياء المهندسة وراثياً المترافقة مع أعمال الهندسة الوراثية :

مستوى الأمان I : أعمال الهندسة الوراثية في هذا المستوى لا تشكل أي تهديد على سلامة الإنسان أو التوازن الحيوي أو البيئة .

مستوى الأمان II : أعمال الهندسة الوراثية في هذا المستوى ذات خطورة منخفضة على سلامة الإنسان أو التوازن الحيوي أو البيئة .

مستوى الأمان III : أعمال الهندسة الوراثية في هذا المستوى ذات خطورة متوسطة على سلامة الإنسان أو التوازن الحيوي أو البيئة .

مستوى الأمان IV : أعمال الهندسة الوراثية في هذا المستوى ذات خطورة مرتفعة على سلامة الإنسان أو التوازن الحيوي أو البيئة .

ت- قواعد الأمان الحيوي :

لقد طورت قواعد الأمان الحيوي بالاعتماد على مجموعة من العناصر والمبادئ المشتقة من القواعد والتنظيمات الوطنية والعالمية. وقد صممت هذه القواعد للتأكد من أن منتجات التقانة الحيوية لن تحمل أية تأثيرات غير مرغوبة في البيئة والزراعة، ولحماية المجتمعات المحيطة بالإضافة إلى العاملين والباحثين المشاركين في الاستعمال لمثل هذه المنتجات من مرحلة البحث وحتى مرحلة التسويق التجاري .

- **قواعد الأمان الحيوي المخبرية :**

يطبق في المخابر كافةً نظام الممارسات المخبرية الجيدة:

(Good Laboratory Practices GLP) .

1-يجب إعطاء المخبريين التعليمات اللازمة عن الإجراءات المتبعة في المخابر

2-عدم المصّ المباشر بواسطة الفم للسوائل السامة أو الخامجة بل يجب استعمال الممص

3-عدم نفخ السوائل المعدية خارج الممص .

4-عدم خلط مزيج من المواد المعدية بصنع فقاعات بواسطة نفخ الهواء بالممص

5-تجنب استعمال المحاقن قدر الإمكان .

6-تعقيم الممص والمحاقن المستعملة في نفس الوعاء الذي استخدمت فيه بعد الاستعمال الأول.

7-يجب فحص أنابيب التثفيل قبل عملية التثفيل خوفاً من وجود شقوق أو كسور فيها .

8-استعمال أنابيب تثفيل ذات أغطية محكمة الإغلاق .

9-تجنب صب السائل من أنابيب التثفيل، وإذا كان ذلك ضرورياً، يجب مسح حافة الأنبوب بسائل معقم. تجنب ملء أنابيب التثفيل إلى الحافة حيث تصبح الحواف ملوثة بمحتويات الأنبوب .

10- تعقيم كل المواد الملوثة قبل التخلص منهما .

11- تعقيم أسطح العمل باستعمال الصابون والكحول بعد نهاية كل يوم عمل .

12- المحافظة على الأيدي بعيدة عن الأنف ، العين والوجه لمنع العدوى الشخصية

13- وجوب غسل الأيدي عندما يكون هناك شك بالتلوث عند التعامل مع مواد حية وقبل مغادرة المخبر، ويجب توفر مغسلة واحدة على الأقل خاصة بالأيدي .

14- تجنب الأكل والشرب وتخزين الطعام والتدخين في المخبر .

15- القيام بتدابير وقائية خاصة في حال التلوث الفموي أو التنفسي بمواد معدية .

16- ارتداء المعاطف المخبرية إلزامي ويجب أن تخلع عند الخروج من المخبر

17- عدم ارتداء الملابس المخبرية في حجرة الطعام والمكتبة والمناطق غير المخبرية

18- يتوجب تعقيم المهملات بالحرق أو التعقيم الحراري (بالأوتوكلاف) .

19- تجنب التماس مع الأحياء المحورة وراثياً والعوامل الحيوية الخارجية ويتم إحراق القفازات المستعملة .

20- يجب أن يكون باب المخبر مغلقاً طوال الوقت .

21- يجب أن يتم التعامل مع الكيماويات المنتجة للأبخرة تحت ساحبة الهواء

22- تعلق لافتات التحذير ضد الخطورة الحيوية في المخبر وبشكل إلزامي .

23- يتوجب نقل المواد المتوجب حرقها أو تعقيمها بالحرارة داخل حاويات غير نفوذة .

24- يتوجب توفر المعقمات الفعالة من أجل التعقيم الروتيني والاستعمال الآني عند حدوث انسكاب للمواد .

25- يسمى مسؤول عن أمان كل مخبر لمتابعة تنفيذ إجراءات الممارسات الجيدة والتقيد بها.

- **قواعد الأمان الحيوي لإدارة البيوت المحمية (الزجاجية) :**

يتطلب الاحتواء البيولوجي استعمال الناقل والمضيف بطريقة تضمن :

أ- الحد من خمج الناقل إلى مضيفات معينة .

ب- ضبط بقاء العائل والناقل في البيئة .

يتطلب النمو لمرحلة النباتات الكاملة ظروفاً بيئية معينة يمكن تحقيقها باستعمال الاحتواء في البيوت الزجاجية.

- الاحتواء في البيوت الزجاجية من النمط **A** :

هذا النوع ملائم للتجارب غير الحاوية على ممرضات نباتية أو نواقل الدنا وكذلك للتجديد من خلايا مفردة .

- الاحتواء في البيوت الزجاجية من النمط **B** :

يوصى بها للتجارب التي تتضمن :

أ- العوامل الممرضة للنبات المعاملة وراثياً (تتضمن الفيروسات النباتية). ومثال ذلك إكثار الأحياء المعاملة وراثياً داخل النبات .

ب- تنمية النباتات المجددة من خلايا حورت بأنظمة الناقل الممرض، والتي لا تزال حاويةً على العامل الممرض .

تتبع قواعد صارمة عند الاحتواء في البيوت الزجاجية من النمط **B** .

وتتضمن هذه القواعد ما يلي :

1- تعليم كل البيوت الزجاجية المستعملة في الاحتواء بإشارات الخطورة الحيوية

2- التفتيش من قبل اللجنة المؤسساتية قبل منح الموافقة .

3- تنمية النباتات في بيوت زجاجية مصممة خصيصاً أو مقصورات خاصة .

4- رعاية وتنظيم النباتات من قبل أشخاص مدربين بشكل مناسب وبالتقيد الدقيق لقواعد السلامة في البيوت الزجاجية .

5- أن تأخذ لجنة الأمان الحيوي المؤسساتية بالحسبان فيما إذا كان أي من العوامل الإضافية مثل مكافحة الآفات وإقامة حواجز إضافية لمنع دخول الطفيليات والطيور والحشرات أو إتلاف البذور والنباتات الإضافية ضرورياً لبعض التجارب .

6- توفير شروط خاصة في بعض الحالات لمنع انتشار الكائنات الممرضة النباتية المعاملة وراثياً خصوصاً عند الانتقال بين البيت الزجاجي والمخبر، أو من خلال ما يمهل من النباتات والتجهيزات، أو عبر انتقال حبوب الطلع والبذور أو النواقل

الحيوية الأخرى، توفير ضغط هواء سالب، فلترة للهواء، أبواب مضاعفة في الحالات التي يشكل فيها الانتشار بالهواء خطراً محتملاً .

7- توفير بنية مناسبة للبيت الزجاجي في الحالات التي يشكل فيها الانتشار في التربة والماء خطراً ممكناً .

8- منع تشكل حبوب الطلع أو البذور أو الاحتواء المناسب لحبوب الطلع والبذور في الحالات التي يشكل انتشارها خطراً محتملاً .

9- القيام بإجراءات إضافية لمنع التلوث أو لتطهير الملابس الشخصية والأدوات والتجهيزات والأوعية، عندما تكون خطورة الانتقال الميكانيكي أعلى من المعدل العام .

10- الحد من نمو النبات العائل في المنطقة المجاورة لمنشأة الاحتواء ومراقبة إمكانية التسرب.

11- إقفال البيت الزجاجي في كلّ الأوقات .

12- إخراج المواد النباتية غير الحية، أو أجزائها، أو العوامل الحيوية الغريبة الحية من البيت الزجاجي باستثناء :

- المهملات التي يجب تعقيمها في /الأوتوكلاف/ قبل رميها .
- المخزون في المنشآت الأخرى، في هذه الحالة يجب أن تخضع إلى احتواء كاف قبل النقل .

13- معالجة ماء التصريف كيميائياً قبل طرحه في المصارف عندما تكون هناك خطورة من الانتشار بالماء .

14- ارتداء المعاطف طوال الوقت داخل البيت الزجاجي، ويجب تعقيمها قبل إخراجها منه لأي سبب كان .

15- غسل الأيدي عند الدخول إلى البيت الزجاجي والخروج منه .

16- وجود إسفنجة مغطسة بمواد معقمة عند مدخل البيت الزجاجي لتعقيم الأحذية .

17- التسجيل اليومي لكل التجارب والعمليات المنفذة في البيت الزجاجي .

- **قواعد الأمان الحيوي للاختبارات الحقلية (الاختبار الحقلي ضيق المجال) :**

1- تحظر إقامة التجارب الحقلية المتضمنة آفات وعوامل مرضية نباتية دخيلة .

2- يجب منع النباتات من نثر حبوب الطلع بإزالة الأزهار حتى يثبت عدم ضرورة ذلك.

3- إذا كانت الأزهار ضرورية للتجارب فيجب تغطية الأزهار أو النورات قبل النضج.

4- يتوجب وضع عازل حول قطعة التجربة، لمنع انتقال حبوب الطلع إلى قطع قريبة

5- يمنع دخول الأشخاص غير المرخص لهم إلى القطعة التجريبية.

6- يجب تطبيق إجراءات حماية خاصة للتأكد من عزل كامل للأجزاء النباتية المحصودة .

7- يجب حماية القطع التجريبية من دخول الحشرات، الحيوانات وحسب الضرورة .

الإطلاق إلى البيئة :

لا يسمح لأي شخص أو مؤسسة تعتزم إطلاق أي كائن حي مهندس وراثياً إلى البيئة دون موافقة مسبقة من اللجنة الوطنية السورية للأمان الحيوي **(SNBC)** . وهذا لا يعني بالضرورة أن موافقة من اللجنة الوطنية السورية للأمان الحيوي ستعفي المتقدم بالمشروع من الامتثال إلى القواعد والتنظيمات الصادرة من جهات حكومية أخرى. وتقع المسؤولية الكاملة على عاتق صاحب المشروع في تحديد ما إذا عمل الهندسة الوراثية أو الإطلاق يتطلب رخصة أو إذناً أو موافقة من مثل هذه السلطات والحصول على ذلك الترخيص إذا كان مطلوباً .

إن الشهادة الصحية للنبات والتي تمنح من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي السورية **(SMAAR)** مطلوبة للإطلاق إلى البيئة و/ أو لإدخال المنتجات المحورة وراثياً إلى الجمهورية العربية السورية .

المراجع العربية

تاج الدين، فتح الله،علي تاج الدين.2000. تجهيزات المبيدات واستعمالاتها، إدارة النشر العلمي و المطابع،جامعة الملك سعود.

سمارة، فوزي وأنور المعمار (1986). مكافحة الآفات (الجزء النظري) مديرية الكتب والمطبوعات- جامعة دمشق، 395 صفحة.

عاشور، محمود محمد. 1998. أسس علم الخرائط ،الإمارات ، دبي، دار القلم للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى.

عبد الحميد زيدان هندي، وعبد المجيد محمد ابراهيم.1995. الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات. الدار العربية للنشر والتوزيع- جامعة عين شمس.

عبد الرحيم، لولو .1995 . الاستفادة من المعطيات الفضائية في مراقبة الجراد الصحراوي و التنبؤ بنشاطه مجلة الزراعة و التنمية التابعة للجامعة العربية العدد الأول لسنة 1995.

عبد المولي، عوض الله عبد الله. 2003 . آثار المنتجات المحورة وراثياً على النباتات والتنوع الحيوي. حلقة العمل القومية حول تقييم الآثار البيئية لإدخال الأنواع النباتية والحيوانية المحورة وراثياً في المنطقة العربية. الخرطوم – جمهورية السودان. 15-17/ 6/ 2003.

عجان ، اسكندر. 1982. أساسيات مكافحة الآفات. مديرية الكتب والمطبوعات. كلية الزراعة- جامعة تشرين.ص 709.

زيد، محمود.1964. مبيدات الافات (تركيبها وخواصها الطبيعية والكيميائية) دار المعارف بمصر –القاهرة.

كلحوت، عبد الرحمن وعبد القادر، أحمد.2001. .دراسة قطرية حول الوضع الراهن لاستخدام التقانات الحيوية لتحسين الإنتاج النباتي في الجمهورية العربية السورية- قدمت هذه الدراسة للمنظمة العربية للتنمية الزراعية.

كلحوت، عبد الرحمن. 2003 . الأخطار البيئية والتأثيرات المحتملة للكائنات الحية المحورة وراثياً وقوانين الأمان الحيوي في سوريا. حلقة العمل القومية حول تقييم الآثار البيئية لإدخال الأنواع النباتية والحيوانية المحورة وراثياً في المنطقة العربية. الخرطوم – جمهورية السودان. 15-17/ 6/ 2003.

الزميتي، محمد السعيد صالح. 1997. تطبيقات المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية، دار الفجر للنشر و التوزيع – القاهرة.

الناصر، زكريا (1999). رصد وتقليل بعض المبيدات الفطرية في محاصيل الخضر. رسالة دكتوراه، جامعة عين شمس، مصر.

الناصر، زكريا ، وابراهيم،محمد، والفوزو،طلال.2008. دراسة حياتية وبيئية لدبور ثمار اللوز في محافظة حمص–سوريا. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية– المجلد (24) العدد 2 صفحة:139–151.

الناصر، زكريا(2006). تأثير بعض مبيدات الفطور في الفلورا الفطرية في منطقة الريزوسفير لنبات الفول. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية– المجلد (22) العدد 1 صفحة:165–180.

المحمد، سعود.2009. الاستشعار عن بعد – مديرية الكتب الجامعية – منشورات جامعة دمشق .

المعمار، أنور والحجار، محمد جمال والناصر، زكريا .2008. سمية المبيدات واختباراتها– مديرية الكتب الجامعية – جامعة دمشق 384صفحة.

المعمار، أنور والحجار، محمد جمال والناصر، زكريا 2008. مبيدات الآفات–مديرية الكتب الجامعية– جامعة دمشق 376صفحة.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية . 1982. تقرير الدورة التدريبية للحجر الزراعي في الوطن العربي، الخرطوم .

مركز معلومات التكنلوجيا الحيوية (2003). رؤية. نشرة شهرية تصدر عن مركز معلومات التكنلوجية الحيوية في مصر العدد السادس. تشرين ثاني 2003.

مركز معلومات التكنلوجيا الحيوية (2003). كتيب معلومات عن المحاصيل المستخدم في إنتاجها التكنولوجية الحيوية والهندسة الوراثية– مصر.

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة روما.2003. توقعات الزراعة 2006– 2010.

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .1991. توجيهات عن المكافحة المتكاملة للآفات الحشرية التي تصيب القطن، سلسلة دراسات الإنتاج النباتي ووقاية النبات (48)، روما.

المراجع الأجنبية

Abbott, D.C., Crisp, S., Tarrant, K.R. & Talton, J.O. 1979. Pesticide residues in the total diet in England and Wales 1966 - 1967. III Organo phosphorous pesticide residues in the total diet.Pestic. Sci., 1 : 10 -13.

Adomako, D. 1974. Radiotracer study of methyl bromide residues in fumigated cocoa beans. Proc. 4th Conference of West African Cocoa Entomologists,p. 124 - 131.

Agarwala, S.B.D. 1965. Melanaspis glomerata (Greur) - a new Coccid pest of sugarcane. Proc. Biher Acad. Aqric. Sci., 5 : 24 - 31.

Aharoni, Y., Stewart, J.K., Guadagni, D.G. & Mon, T.R. 1980. Thrips mortality and strawberry quality after vacuum fumigation with acetaldehyde or ethyl formate. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 105 : 926 929.

Ahroni, Y., Stewart, J.K. & Guadagni, D.G. 1981. Modified atmospheres to control western flower thrips on harvested strawberries.J. Econ. Entomol., 74 : 338 - 340.

Aldridge, W.N. 1990. An assessment of the toxicological properties of pyrethroids and their neurotoxicity. *Crit. Rev. Toxicol*., 21, 89–104

Alvarez-Morales, A (2000). Mexico: Ensuring Environmental Safety While Benefiting from Biotechnology. Pp. 90-96. In: Persley, G.J., and Lantin, M.M., eds. 2000. Agricultural Biotechnology and the Poor: Proceedings of an International Conference, Washington, D.C., 21-22 October 1999. CGIAR, Washington, D.C.

Anonymous. 2000. Integrated Codling Moth management: Sterile Insect Release (SIR) Techniqu. USDA, Aphis.

Appel, K.E. & Gericke S. 1993. [Neurotoxicity and toxicokinetics of pyrethroids.] Bundesgesundhblatt, 6, 219–228 (in German).

Ashraf H., EL-Shafey Y.H., EL-Siphy O.M., et Madkour M.A., 2002: Highly efficient régénération via somatic embryogenesis from

immature embryos of two Egyptian wheat cultivars (Tricitcum durum .), Conférence internationale sur les biotechnologies et le développement durable (voix du Sud et du Nord) Alexandrie, Egypt du 16 au 20 mars 2002.

Balock, J.W. & Lindgren, D.L. 1925. Toxicity of various compounds as fumigants for eggs and larvae of the oriental froit fly.J. Econ. Entomol., 44 : 657 - 659.

Bang, Yoyng, HO & Telford, H.S. 1966. Effect of sublethal doses of fumigants on stored-grain insects. Pullman, Washington Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No. 50.

Banks, H.J. 1979. Recent advances in the use of modified atmospheres for stored product pest control. Proc. Second Int. Working Conf. Stored Prod. Entomol., Ibedan, Nigeria, 1978, p. 198 - 217.

Barrett., E.C. and Cortis., L.F. 1992. Introduction to Environmental Remote Sensing, 3rd Ed.(Cherpman of Hall, NY1992)

Beever, D. E.; Glenn, K.; and Phipps, R. H. 2003. A safety evaluation of genetically modified feedstuffs for livestock production; the fate of transgenic DNA and proteins. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16: 635-788.

Bond, E.J. 1978. Toxicity of mixtures of methyl bromide and phosphine to insects. J. Econ. Entomol., 71 : 341 - 342.

Bond, E.J. & Buckland, C.T. 1976. Control of insects with fumigants at low temperatures : toxicity of mixtures of methyl bromide and acrylonitrile to three species of insects. J. Econ. Entomol., 69 : 725 727.

Bond, E.J. & Bukland, C.T. 1978. Control of insects with fumigants at low temperatures : toxicity of fumigants in atmospheres of carbon dioxide. J. Econ. Entomol., 71 : 307 - 309.

Bond, E.J. & Dumas, T. A. 1982. portable gas chromatog-ramphy for macro and micro-determination of fumigants in the field. J. Aqric. Food Chem., 30 : 986 - 988.

Bonny, S. 1997: Quels bénéfices techniques et économiques l'agriculture peut-elle attendre des OGM, dossier INRA sur les OGM .

Brake, J. and Vlachos, D. 1998. Evaluation of event 176 Bt cornin broiler chickens. J. Poultry Sci. 77: 648- 653.

Conrad, A. Fleming R, Crane M. 1999. Laboratory and field response of *Chironomus riparius* to a pyrethroid insecticide. *Water Res* 33:1603–1610.

Crawley, M. 1992. Natural Enemies. Oxford, p. 576.

Crmllyn, R.J. 1991. Agrochemicals, preparation and mod of action. John Wiley& Sons.

Crompton, T. and Wakeford, T. (1998). Socioeconomic and the protocol on biosafety. Nature Biotechnology vol. 16: 697-698.

Dannigkeit, W. (1999). Biotechnology from a global food security perspective. Paper presented at the conference " Agricultural Biotechnology in Developing Countres:Towards Optimizing the Benefits for the Poor", Organized by ZEF and ISAAA in collaboration with AgrEvo and DSE in Bonn, 15-16 Nov., 1999.

Demarly, Y. et Sibi M., 1996: Amélioration des plantes et biotechnologies. Ed. Lavoisier 2ème édition , 150 .

Domingo, J. L. 2000. Health risks of genetically modified foods: Many opinions but few data. Science 288: 1748-1749.

Donaldson, L. and May, R. 1999. Health implications of genetically modified foods. Paper presented to the Ministerial Group on Biotechnology, May 1999.

Donkin, S. S.; Velez, J. C.; Totten, A. K.; Stanisiewski, E. P. and Hartnell, G. F. 2003. Effects of feeding silage and grain from Glyphosate-tolerant or insect- protected corn hybrids on feed intake, rumenal digestion, and milk production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 86: 1780-1788.

Dumas, B. E. J. T. & Hobbs, S. 1984. Corrosion of metals by the fumigant phosphine. J. Stored Prod. Res., 20.

FAO. 1975. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Tentative method for adults of some major pest species of stored cereals with methyl bromide and phosphine. FAO Method No.16. FAO Plant Prot. Bull., 23 : 12 - 25.

FAO/WHO . 1978 . Guide to codex maximum limits for pesticide residues. Rome. CAC/PR. 1-1978. 209 p.

FAO/WHO. 1977. Evaluations of some pesticide residues in food. Rome. FAO 1978a Plant Production and Protection Paper 10 Sup.

Ferron, P. 1978. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. Ann Rev Entomol. 23:409-442.

Franklin, CA. (1999). Comments submitted on the "Office of Pesticide Programs' Science Policy on the Use of Cholinesterase Inhibition

for Risk Assessments of Organophosphate and Carbamate Pesticides" OPP Docket #00560.

Gallais a., 1990 . théorie de sélection en amélioration des plantes. ed Masson, paris, 588 p.

Gartland, J.S. (1995). Agrobacterium virulence. Pp. 15-28. In: Gartland, K.M.A. and Davey, M. R. eds. Agrobacterium Protocols. Human Press. Totowa, NewJersy, USA.

Gasser, C.H. and Fraley, R.T. (1989). Genetically engineering plants for crop improvement. Science 244:1293-1299.

Gawel, G.B.M. 1979. Determination of acrylonitrile monomer in plastic packaging and beverages by headspace gas chromatography. Analyst (London), 104 : 106 - 110.

Giddings JM, Solomon KR, Maund SJ. 2001. Probabilistic risk assessment of cotton pyrethroids: II. Aquatic mesocosm and field studies. *Environ Toxicol Chem* 20:660–668.

Hain, R. and Schreier, P.H. (1995). Genetic Engineering in crop protection- opportunities, risks, and controversies. 25-110. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer. Special Issue. Germany.

Hassall, K. A. (1990). The Biochemistry and Uses of Pesticides 2nd Ed. English Languge Book Society/ Macmillan, 323.

Hooykaas, P.J.J. and Beijersbergen, A.G.M. (1994). The virulence system of Agrobacterium tumefaciens. Ann. Rev. Phytopathology 32:157-179.

James, C. (1999). Transgenic crops worldwide: current situation and future outlook. Paper presented at the conference " Agricultural

Biotechnology in Developing Countres:Towards Optimizing the Benefits for the Poor", Organized by ZEF and ISAAA in collaboration with AgrEvo and DSE in Bonn, 15-16 Nov., 1999.

Lehre, S.B. (2000). Potential Health Risks of genetically Modified organisms: How can allergens be assessed and minimized? Pp. 149-155. In: Persley, G.J., and Lantin, M.M., eds. 2000. Agricultural Biotechnology and the Poor: Proceedings of an International Conference, Washington, D.C., 21-22 October 1999. CGIAR, Washington, D.C.

Mackenzei, D.J., tremaine, J.H. and McPherson, J. (1991). Geneitically Engineered Resistance to Potato Virus S in Potato Cultivar Russet Burbank. Molecular plant-Microbe Interactions, Vol. 4., No. 1, pp. 95-102.

Maloy, O. 1993. Plant disease control, principles and practice, fungicide characteristics. John Wiley, New York.

McCnandles, L. (1996). Cornell university and the university of Hawai Introduce the first genetically-engineered fruit crop. New York State Agricultural Experiment Station Newsletter, September 23, 1996.

Persley, G.J. (2000). Agricultural Biotechnology and the Poor: promethean Science. 3-21. In: Persley, G.J., and Lantin, M.M., eds. 2000. Agricultural Biotechnology and the Poor: Proceedings of an International Conference, Washington, D.C., 21-22 October 1999. CGIAR, Washington, D.C.

Qaim, M. 1999. Welfare Impacts of Genetically Engineered Crops in developing Countries. Paper presented at the conference " Agricultural Biotechnology in Developing Countries: Towards Optimizing the Benefits for the Poor", Organized by ZEF and ISAAA in collaboration with AgrEvo and DSE in Bonn, 15-16 Nov., 1999.

Shah, D.M., Tumer, N.E., Fischhoff, D.A., Horsch, S.G., Rogers, S.G., Fraley, R.T., and Jaworski, E.G. (1988). The introduction and expression of foreign genes in plants. Pp. 81-106. In: Russel, G.E. ed.. Biotechnology of higher plants. Intercept wimborne, Dorset, UK.

Sims, S. 1996. Development and commercialization of insect resistant transgenic crops. Cornell Community Conference on Biological Control. April 11-13, 1996.

Thomas, M. L. and Ralph., W., K. 1987. Remote Sensing and Image Interpretation, 2end Ed.(Willey, NY1987).

Woodson, W.R. 1997. Biotechnology and Horticulture. Hort Science, Vol. 32 (6): 1021-1023.

Worthing, C. R. and R. J. Hance. 1991. The Pesticide Manual . 9th ed. Printed in Great Britain by Unwin Brothers Limeted, Old Working, and Surrey.

Zbozinek, J. V. 1984. Systemic fungicides. In : K. A. Hassall (2sd Ed.).The Biochemistry and Uses of Pesticides. 321. English language Book Society/ MacMillan,

Zidan, Z. H.; I. S. Elewa; M. I. Hussin; K. A. Mohamed; Z. A. Al-Naser. 1997. Persistence and distribution of certain fungicides in soil and tomato plants. Egypt, Annals of Agric. Sci (Cairo) 42 (2): 675-686.

Damascus University

اسم الملف:	طباعة لغة 11عربية.اسسdoc.doc
الدليل:	C:\Users\DELL\Desktop\أوراق حريري 2021\أسس 2021
القالب:	C:\Users\DELL\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
العنوان:	النباتات
الموضوع:	
الكاتب:	Complete Partner
الكلمات الأساسية:	
تعليقات:	
تاريخ الإنشاء:	2020/12/14 10:34:00 م
رقم التغيير:	2
الحفظ الأخير بتاريخ:	2020/12/14 10:34:00 م
الحفظ الأخير بقلم:	DELL
زمن التحرير الإجمالي:	1 دقيقة
الطباعة الأخيرة:	2020/12/14 10:35:00 م
	منذ آخر طباعة كاملة
عدد الصفحات:	245
عدد الكلمات:	47,794 (تقريباً)
عدد الأحرف:	272,427 (تقريباً)