الفصل السادس

التلوث بالمبيدات الكيميائية

Pollution by Chemical Pesticides

إننا في هذا الباب نناقش نوعًا من الملوثات الكيميائية غاية في الخطورة، وهو موضوع من الأهمية بمكان؛ وذلك نظرًا لأن خطره عام، وينتشر في كل مكان: في المنازل، في الشوارع، في المكاتب، في الحقول، في البحار، في المحيطات، في الهواء، في التربة، ويوجد في كل مكان على وجه الأرض- ألا وهو التلوث بالمبيدات الكيميائية. والمبيدات عبارة عن مادة أو خليط من مواد كيميائية؛ تستخدم بهدف القضاء، أو إبعاد، أو التخفيف من تأثير الكائنات الحية التي تنافس الإنسان في غذائه وممتلكاته وصحته، أو حتى على الأقل الحد من تكاثرها وانتشارها.

والمبيدات بصفة عامة تصنف من المركبات الكيميائية السامة؛ وذلك لأنها تستخدم في قتل الكائنات الحية، مثل: الحشرات، والفطريات، والقوارض، وغيرهم. وتتواجد مخلفات المبيدات الثابتة (مثل: المبيدات الكلورينية العضوية، والمعادن الثقيلة) في: الهواء، والتربة، والنباتات، والأنهار، والبحار، وأجسام، اللافقاريات المائية، والأرضية، والأسماك، والطيور، والثدييات، والإنسان.

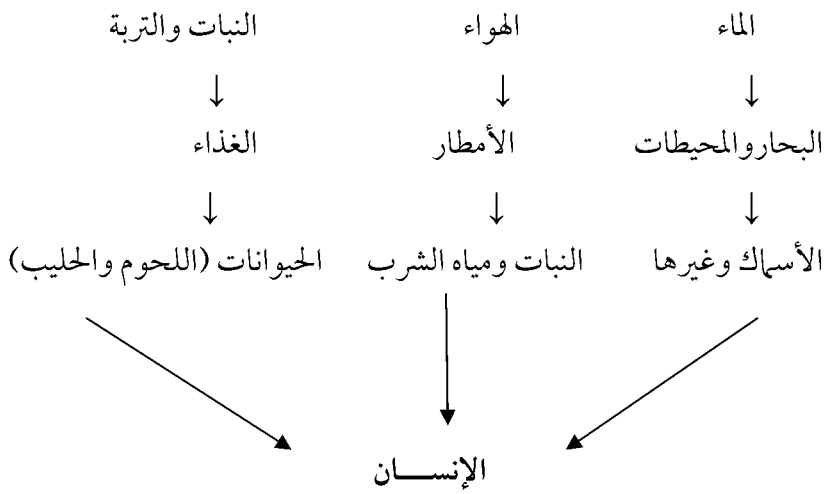
وللأسف الشديد أن المبيدات الثابتة تتفكك أو تنهار ببطء شديد جدًّا في التربة، وبذلك تظل مخلفاتها في التربة والهواء والنظام البيئي الشامل بكميات خطيرة.

شكل يوضح أحد المزارعين في استخدامه لرش المبيدات على الأشجار دون استخدام وسائل وقائية

وحيث إن الاستخدام الشائع للمبيدات يكون عن طريق رشها على المحاصيل الزراعية (بغية الحصول على إنتاج أفضل) ، لذلك فإن بقايا المبيدات المتناثرة في الهواء تصل إلى أماكن كثيرة نتيجة لتطايرها مع الرياح، ولهذه البقايا المتناثرة آثارها الخطيرة على الإنسان والبيئة. والنباتات المرشوشة بعد أن تجف أوراقها وفروعها وتموت- تجد طريقها للتربة مرة أخرى، حتى الآفات التي

تموت من جراء رش المبيدات- تجد طريقها مرة أخرى إلى التربة، فضلًا عن أن الكميات التي تطايرت واستقرت في الغلاف الجوي- ستنزل مرة أخرى للتربة، ومنها إلى المياه الجوفية .

ومن أخطر أسباب التلوث بالمبيدات ذلك السلوك الخاطىء من بعض الناس بإلقاء بقايا المبيدات في الترع والمصارف والأنهار، وقد يتم حرقها في الهواء، وهنا تكون الطامة الكبرى. وشكل رقم (1) يوضح كيفية وصول المبيدات بالطرق المباشرة وغير المباشرة إلى الإنسان .



شكل رقم (1): يوضح كيفية وصول المبيدات بالطرق المباشرة وغير المباشرة إلى الإنسان

قد يعتقد كثير من الناس بأن المبيدات تزيد من الإنتاج الزراعي، وهذا الاعتقاد خاطئ ؛ حيث إن استخدام هذه المبيدات في مزارع خالية من الإصابة بالآفات لن تزيد المحصول بل على العكس، قد تؤدي أو تسبب أضرارًا على النباتات كمًّا ونوعًّا، ولكن المقصود بزيادة الإنتاج عن طريق استخدام المبيدات -يرجع إلى تقليل الضرر والفقد الذي تحدثه الآفات.

وللمبيدات آثار ضارة مباشرة وغير مباشرة على البيئة، والصحة العامة، ويرجع التأثير غير المباشر إلى بقايا المبيدات في البيئة وبالتالي يكون لها تأثير تراكمي على صحة الإنسان ونمو الأسماك والكائنات الحية الأخرى. ونظرًا لخطورة المبيدات وآثارها السيئة على البيئة بصفة عامة، وصحة الإنسان بصفة خاصة، فإنه يجب علينا استخدام مبدأ " فلسفة التعامل مع المبيدات"، وهو: "استعمال المبيد المناسب بالتركيز المناسب في التوقيت المناسب ضد الآفة المناسبة بالآلة المناسبة وبالسعر المناسب"؛ وذلك للحد من انتشار المبيدات، وبالتالي التقليل من آثارها السيئة.

أولاً: مصادر تلوث البيئة بالمبيدات الكيميائية:

تتعدد مصادر تلوث البيئة في البلدان النامية المستوردة لتلك المبيدات، ويمكن حصر أهم مصادر تلوث البيئة بالمبيدات الكيميائية في النقاط التالية:

1- استخدام وتداول المبيدات عشوائيًّا:

كثير من المزارعين يستخدمون المبيدات دون علم بنوع المبيد وتركيبيه ولا مدى خطورته، بالإضافة إلى ذلك فإنهم لا يلتزمون بالجرعة الموصى بها من قبل الشركات المنتجة للمبيدات، ويرجع ذلك إلى جهل بعض المزارعين بخطورة المبيد فضلًا عن أن معظم المزارعين لايجيدون القراءة والكتابة. أما إذا اتبع المزارع التعليمات الموصى بها من قبل الشركات المنتجة للمبيدات، وكذلك توصيات مراكز الإرشاد الزراعي- فإن ذلك سيساعد في التقليل من عشوائية الاستخدام، علمًا بأن بعض المزارعين يتعمدون إضافة المزيد من المبيدات؛ لاعتقادهم الخاطيء أنه كلما زاد التركيز زاد التأثير والفاعلية في القضاء على الآفة، ولكنه لايعلم أنه بذلك يزيد من تلوث البيئة.

2- المبيدات المحظور استخدامها محليًّا ودوليًّا:

استخدام المبيدات المحظورة ظاهرة ذات شهرة ورواج كبير في البلدان النامية؛ حيث إن هذه البلدان تعتبر سوقًا لتصريف تلك المركبات الكيميائية السامة من المبيدات المحظور استخدامها محليًّا ودوليًّا، بل من المبيدات الفاسدة التي تجاوزت مدة صلاحيتها، ومع أن البلاد العربية تقوم بتحريم تداول هذه المبيدات إلا أنَّ المنع والتحريم لا يكفي؛ فمازال الاتجار بها مستمرًا، مما قد يترتب عليه في المستقبل أمراض مزمنة وغير متوقعة، أو قد تسبب حالات تسمم ووفاة بين مستخدميها، بالإضافة إلى الأضرار البالغة والمدمرة للبيئة.

3- الحالات الطارئة أو المفاجئة:

هي الحالات التي يتم فيها انتشار المبيدات في البيئة حال حدوث انفجار أو انتشار أو تسرب للمبيدات من مصانع إنتاجها ومراكز تخزينها، وكما أشارت بعض الدراسات إلى أن هناك حوادث حدثت بالفعل، وخير مثال على ذلك: ما حدث في عام 1976م، في مدينة سيفوس (Sevose) الإيطالية، وذلك إثر عمليات التصنيع غير السليمة (تصنيع مادة 2،4،5 ثلاثي كلورفينول، TCP)، حيث أدت تلك الحوادث إلى تحرر مادة (2،3،7،8 رباعي كلورو داي بنزو ديوكسين، TCDD) في الهواء، مما تطلب الأمر إلى تهجير أهالي المنطقة بكاملها وبذل جهود كبيرة للسيطرة على التلوث. ونتيجة لمثل هذه الحوادث

(الملوثات) يتعرض الكثير من البشر للإصابة بالعاهات المختلفة والأمراض المزمنة؛ بسبب تسرب المواد السامة من تلك المصانع المنتجة للمبيدات.

4- المبيدات القديمة:

المبيدات القديمة، مثل: مبيدات مكافحة الجراد الصحراوي، والتي بقيت بعض الكميات منها بدون استخدام؛ وذلك نظرًا لانحسار حالة الجراد الصحراوي في المنطقة العربية، إضافة إلى وجود أنواع أخرى من المبيدات المختلفة، دخلت البلاد عبر مشاريع ثنائية أو مساعدات أو عينات للتجارب، مما جعلها مصدرًا ملوثًا؛ نتيجة لمرور فترة زمنية طويلة دون أن تستخدم أو تعدم، مما أدى إلى تحلل البراميل التي تحتويها بفعل موادها الكيميائية النشطة، وتكمن خطورتها في حال تخزينها في مستودعات غير ملائمة وغير مراقبة فنيًّا؛ حيث تعتبر هذه المبيدات أحد مصادر التلوث، وخاصة إذا تسربت إلى التربة بفعل الجاذبية الأرضية، مما يخشى أن تصل إلى المخزون الجوفي للمياه في هذه المنطقة وتلوثها.

ثانيًا: أثر المبيدات الكيميائية على البيئة:

تصنف المبيدات الكيميائية من المركبات السامة؛ وذلك لأنها ذات تأثير فعال وضار على الوظائف الحيوية للكائنات الحية بمختلف أنواعها، وخاصة الضارة منها، مثل: الحشرات وغيرها. ولكن الاستخدام السيئ والمفرط لهذه المبيدات أدى إلى انتشار تأثيرها على جميع مكونات البيئة، بل على الإنسان نفسه، فمثلًا: تشير الإحصائيات على مستوى العالم إلى أنه في عام 1992م تسببت المبيدات في حالات التسمم لما يقرب من 25 مليون شخص في الدول النامية، يموت منهم ما يقرب من 20 ألف شخص سنويًّا. وحالات التسمم يرجع منشؤها إلى ثلاثة أسباب، هي:

1- انتشار هذه المواد وسهولة الحصول عليها من غير مصادرها الرسمية.

2- استهلاك الأغذية عقب المعالجة بها مباشرة دون مراقبة.

3- التعرض لأجوائها أثناء استخدامها مهنيًّا بطريقة غير صحيحة.

إن إنتشار المبيدات وسهولة الحصول عليها أصبح أمرًا معترفا به، لدرجة أنها أصبحت توجد وبكثرة في المنازل، بحيث يمكن القول بأنه لا يوجد بيت يخلو منها. والغريب في ذلك أنه أصبح من الأمور الطبيعية في البلاد العربية على كل ربة بيت أن تشتري مبيدات الحشرات

المنزلية لتكافح بها الحشرات المنزلية مثل الصراصير، والذباب، والبعوض، والفئران، دون أدنى حرص منها لخطورة ذلك، وقد ساهم في ذلك الإعلانات في الإعلام المرئي بصورة كبيرة.

وقد شاع استخدام العديد من هذه المبيدات (المبيدات الحشرية المنزلية) بصورة مختلفة، فمنها: ما يستخدم بالضغط على زر فتنساب المبيدات في صورة رذاذ في جميع أنحاء غرف المنزل، وبعضها الآخر يوجد على شكل أقراص توضع داخل جهاز يعمل بالكهرباء، حيث يتصاعد من تلك الأجهزة دخان ذو شكل دائري طوال الليل، يحمل الدخان السام الذي يعتقد أنه يوجه إلى البعوض أو الذباب، ولكن حقيقة الأمر عكس ذلك؛ حيث أصبح سُمًّا يستنشقه الأطفال والكبار قبل وصوله إلى البعوض، فضلًا عن أن جو الغرفة أصبح ملوثًا بهذه المادة السامة.

إن التعرض لمتبقيات تلك المبيدات تسبب التهابًا وحساسيةً في الأغشية المبطنة للجهاز التنفسي للأفراد المعرضين لذلك السم، وقد يتطور ذلك إلى حدوث تغيرات في أنسجة الخلايا التي قد تتحول إلى سرطان في نشاط الخلايا المبطنة للجدار أو في الغدد المخاطية نفسها، وخاصةً عند التعرض المستمر لمثل هذه السموم بتراكيز عالية.

وبصفة عامة، فإن سمية المبيدات تتعلق مباشرة بصفات المبيد الفيزيائية والكيميائية، وخصوصًا تطايره وانحلاله وثباته؛ وذلك لأن تطايره يساعد على دخوله إلى الجسم عن طريق الرئة، وخاصة في وقت الحر. وسمية هذه المبيدات تنشأ عن عدة أسباب، منها ما يلي:

1- أن بعض المبيدات لها قابلية للانحلال في الشحميات، الأمر الذي يسهل دخولها من خلال البشرة.

2- تمركز بعض المبيدات في الأنسجة الغنية بالشحوم، وخاصة الجهاز العصبي.

3- ثبات بعض المبيدات يؤدي إلى استمرار الخطر فترة طويلة.

4- وصول بقايا المبيدات إلى الأغذية أو معالجتها بالمبيد، ثم تناولها بعد ذلك مباشرة، ويستوجب ذلك حجب النبات أو الغذاء عن الاستهلاك لمدة معينة منعًا لتعرض المستهلك للتسمم.

5- تعمل درجة الحرارة المرتفعة، وخاصة أثناء النهار في فصل الصيف، على زيادة خطر التسمم بالمبيدات الحشرية؛ ولذلك فإنه يجب عند وضع المواصفات الخاصة باستعمال المبيدات- أخذ هذه الملاحظة بعين الاعتبار.

6- يتم إنتاج المبيدات في صورة سموم مركزة وبأعلى نقاوة ممكنة، حيث تعتبر قوته مجازًا 100٪ ، ثم يحضر من هذه المبيدات المركزة مستحضرات مختلفة جاهزة للاستعمال المباشر بعد تخفيفها وإضافة مواد أخرى إليها. ومن الغريب أن الشركات المنتجة لهذه المستحضرات لا يصرحون عن سميتها، بل يتحدثون عن سمية المادة النقية فقط، رغم أنه من المفروض أن يحددوا سمية المستحضر؛ لأنه في بعض المستحضرات تكون سمية المواد المضافة أشد سمية من المركب الفعال.

وتؤثر المبيدات على البيئة عن طريق المسارات التالية:

يمكن إجمال أهم هذه المسارات على النحو التالي:

1- عمليات الرش :

تؤدي عمليات رش المبيد على النباتات باستخدام أجهزة الرش المختلفة إلى انتشار المبيد إلى مسافات طويلة تتجاوز كثيرًا المناطق المراد رشها، حيث ينتشر رذاذ المبيد الناتج عن الرش في الهواء الجوي يوضح أحد المزارعين في رش المبيد على أشجار الفاكهة، كما يتسرب الرذاذ مع الغبار أو الأمطار على النباتات والتربة، ومن ثمَّ إلى الماء، وقد يتأكسد المبيد المترسب بفعل أشعة الشمس والحرارة في وجود الأكسجين. أما مستخدمو آلة الرش الظهرية فإنهم يتعرضون لأضعاف الكمية التي يتعرض لها غيرهم في حالة استعمال آلة الرش المتطورة حديثًا، أما بعد الرش فإن الإنسان المستهلك يتعرض للمبيد المترسب بنسبة تصل إلى 95٪ من خلال التغذية على النباتات واللحوم الملوثة، وبنسبة 5٪ عن طريق مياه الشرب.

2- بقايا المبيدات :

إن ما يتساقط من رذاذ على أسطح النباتات سرعان ما يسقط جزء منه على التربة؛ وبالعكس فإن ما يتساقط على سطح التربة عرضة للتطاير وتلويث سطح النباتات مرة أخرى، وفى كلتا الحالتين يتبخر جزء من الرذاذ ليلوث الهواء. ويعتمد تلويث الهواء بالمبيدات على الضغط البخاري للمبيد، ودرجة ذوبانه في الماء، ومقدرة التربة على الاحتفاظ به. وقد

يحدث تحلل كيميوضوئي بمعدلات مختلفة، ويرجع ذلك إلى معدلات تبخر المبيد، فكلما زادت مدة تعرضه للظروف الجوية - ساعد ذلك على التحلل الكيميوضوئي.

3 - تلوث البيئة المائية:

تتأثر البيئات المائية بالمبيدات من خلال تساقط رذاذ المبيدات وترسباته بفعل الأمطار ومياه الري ومياه الصرف، فتصل المبيدات إلى الأنهار أو المحيطات، وتؤثر على الكائنات الحية فيها؛ كالقشريات والأسماك والبلانكتونات الحيوانية وغيرها. تتأثر الكائنات المائية مباشرة بالمبيدات. وخاصةً الحشرية منها، الأمر الذي أدى إلى انخفاض أعدادها، وهدد البعض الآخر بالانقراض. وحيث إن الأسماك تشكل جزءًا رئيسًا لغذاء الإنسان- فإنّ المبيدات تنتقل إلى الإنسان الذي هو على قمة الهرم الغذائي.

4 - تراكم المبيدات:

بعض المبيدات ذات أثر تراكمي، فعلى الرغم من أن المبيدات ذات آثار سامة تختلف باختلاف المبيد ونوعه- إلا أنه تزداد هذه الآثار السمية حدة مع تلك التي تتصف بصفة الأثر التراكمي، فعلى سبيل المثال: المبيدات الكلورية (التي يدخل الكلور في تركيبها الكيميائي)، والمبيدات الفوسفورية (التي يدخل مجموعة الفوسفات في تركيبها الكيميائي)- تسبب بعض الأمراض الخطيرة؛ كالتالي:

أ - مشتقات ميثوكسي كلورو البنزين:

تؤثر هذه المركبات في المخيخ وفي منطقة الحركة بقشرة الدماغ، كما تؤدي إلى اختلاف في نظم العضلة القلبية، وفي حدوث تجوف حول الخلايا العصبية للجهاز العصبي المركزي، كما أنها مسرطنة بصورة عامة؛ نتيجة لتراكمها في النسيج.

ب- مبيدات الحشرات الكلورية متعددة الحلقات :(ألدرين وداي ألدرين وأندرين):

ينتج عن تراكم هذه المركبات في الجسم اعتلالات متفرقة في كل من الجملة العصبية المركزية والدماغ والجهاز الكلوي والكبد، مؤدية لحدوث أضرار متعددة.

ج- المبيدات العضوية الفسفورية :

هذه المبيدات تدخل في بنيتها الكيميائية مجموعة الفوسفات، وهي تعد من أقوى

المثبطات لعمل إنزيم الكولين إستيراز؛ فهي ترتبط به وتحوله إلى إنزيم مفسفر غير قادر على تحليل مادة الأستيل كولين الموجودة في النهايات العصبية، مما يؤدي إلى حدوث ارتجافات وارتعاشات، تنتهي بالشلل؛ نتيجة لتراكم هذا النوع من المبيدات في الجسم.

د- المبيدات الكارباماتية:

هذه المبيدات تشبه المبيدات الفسفورية في تأثيراتها السُمّية، ولكن تختلف عنها في أن تأثيراتها أو تفاعلاتها عكسية.

و- المبيدات البايروتيدية:

هذه المبيدات ذات سمية منخفضة بالنسبة للإنسان وذوات الدم الحار، مقارنة مع الأنواع السابقة.

وسيأتي الحديث بعد ذلك عن كل نوع بالتفصيل.

مما سبق يتأكد لنا أن المبيدات الكيميائية من أهم ملوثات البيئة لتأثيرها الشامل على جميع مكونات البيئة الحية، بما في ذلك تأثيرها على التوازن البيئي الطبيعي. وتتوقف خطورة المبيدات على الإنسان والكائنات الحية الأخرى على طريقة تعرض الإنسان للمبيدات، كالاستنشاق أو التناقل عن طريق الفم (الأطعمة الملوثة) أو ملامسة الجلد وغيره. وأخطر هذه الطرق أثرًا على الصحة ما كان عن طريق الاستنشاق؛ لأنها تمتص عن طريق الرئتين.

وبصفة عامة تتحكم ثلاثة عوامل رئيسة في حجم الضرر الناجم عن استخدام المبيدات، وهذه العوامل هي:

1- السُمّية Toxicity :

والمقصود بالسُمّية هنا هي قدرة المركب على إحداث الضرر.

2- التلوث Contamination :

وتعني الطريقة التي يدخل بها المركب إلى الجسم (طريقة تعرض الإنسان للمبيدات).

3- مدة التعرض Occupational Exposure :

وتمثل فترة التلامس أو زمن التعرض للمبيد.

ويمكن التعبير عن هذه العوامل بالمعادلة التالية :

مقدار الضرر = السُمّية × التلوث × زمن التعرض

ولتقليل هذا الضرر لأدنى حد ممكن، فإنه يمكن التحكم في خفض واحد أو أكثر من العوامل الرئيسة الثلاثة أو خفضها جميعًا وهي السُمّية والتلوث وزمن التعرض، وإن كنّا نرى أن أخطر هذه العوامل الثلاث هو السُمّية؛ وذلك لأن التلوث وزمن التعرض ما هما إلا تبعًا لهذا العامل؛ ولذلك فإننا في هذا الباب نتحدث عن المبيدات وسُمّيتها وآثارها على البيئة والصحة، بالإضافة إلى أسباب التلوث بهذه المبيدات.

ثالثًا: ملوثات البيئة بالمبيدات الكيميائية :

ظهرت في السنوات الأخيرة بوضوح الآثار السيئة الناتجة عن الملوثات بأنواعها، خاصةً الملوثات الكيميائية، كما ظهرت أيضًا الأمراض الناجمة عن إلقاء النفايات الكيميائية والمواد المشعة والمعادن ومخلفات مصانع إنتاج المبيدات، وخاصةً في دول العالم الثالث، والتي تعتبرها البلدان الصناعية الكبرى مدفنًا لنفاياتها، وسوقًا لسلعها. وقد أدى ذلك إلى تلوث خطير للغذاء الذي نتناوله، والماء الذي نشربه، والهواء الذي نتنفسه، والتربة التي نزرع فيها، ونأكل من خيراتها، إلى غير ذلك من مقومات الحياة الضرورية التي يمكن أن تتعرض للخطر.

ونستعرض فيما يلي تلوث الهواء والماء والغذاء والتربة بالمبيدات الكيميائية؛ كالتالي:

1- تلوث الهواء بالمبيدات:

يعتبر استخدام المبيدات الزراعية والحشرية أمرًا ضروريًّا لحماية المحاصيل الزراعية، وبالتالي زيادة الإنتاج وخفض كلفته، وأما على الصعيد العالمي، فإنها تساعد إلى حد كبير في التخفيف والحد من مشكلات المجاعة التي بدأت تزداد بكثرة، وخاصةً في الدول النامية. وحيث إن معظم المبيدات تستخدم رشًّا على المحاصيل الزراعية، فإن رذاذها يسبب تلوث الهواء، وتكون خطورتها على الإنسان أشد حينما يكون تأثيرها مباشرًا عن طريق الجهاز التنفسي، فمثلًا: بعض المبيدات الفسفورية العضوية تؤدي إلى السُمّية العصبية المتأخرة التي تنتهي بالشلل المزمن. وأحيانًا يحدث التلوث بالمبيدات عن طريق الخطأ؛ كاستعمال الأطعمة الملوثة بالمبيدات، وتسبب هذه الحوادث أعراضًا حادة، أشبه ما تكون بالتسمم الغذائي، وحسب آراء الكيميائيين والباحثين، فإنه إذا تعرض الإنسان لمتبقيات المبيدات الكيميائية أثناء

الاستهلاك اليومي- فإن ذلك يؤدي إلى مخاطر السُمِّية المزمنة والإصابة بالأمراض الخطيرة.

2- **تلوث الماء بالمبيدات:**

تعد المبيدات الكيميائية أحد الملوثات الكيميائية الخطرة للماء؛ لأنه ينشأ عنها تغير في خواص الماء الفيزيائية والكيميائية، وبالتالي تلف الماء، وجعله غير صالح.

وتصل المبيدات إلى المياه بطرق ووسائل عديدة، فمنها: رش أطوار البعوض والذباب وغيرهما من الحشرات الضارة التي تعيش بالماء، حيث ترش البرك والينابيع والمستنقعات والوديان والمسيلات الجارية بالمبيدات، منعًا لتكاثر الحشرات وانتشارها، بالإضافة إلى الطريقة المستخدمة في غسيل متبقيات المبيدات من الأراضي الزراعية، والتي تصل إلى المياه عن طريق مياه الأمطار والسيول الموسمية إلى جانب صرف أو قذف مخلفات مبيدات المصانع في المصارف والأودية والأنهار.

وعلينا أن نتذكر أن الهواء والمطر يعتبران من المصادر المهمة في تلويث الماء بالمبيدات؛ حيث أشارت إحدى الدراسات إلى تقدير كمية المبيدات التي تسقط سنويًّا في المحيط الأطلسي مع الغبار بنحو ثلثي طن.

تعد مجموعة المبيدات الكلورية العضوية من أخطر المبيدات الملوثة للماء؛ حيث إن لها مفعولًا متبقيًّا طويل الأمد بسبب ثباتها الكيميائي، كما أنها ذات تأثير واسع على عدد كبير من الكائنات الحية، ومنها الإنسان، ومن أشهر مبيدات هذه المجموعة: الـ **د.د.ت والدرين والأندرين**، وتصل هذه المبيدات إلى مياه البحار عن طريق المياه المتسربة من الأراضي الزراعية أو عن طريق الجو، ولكن ثبت أن أكثر كمية تصل عن طريق الجو، وذلك عن طريق استخدام الرش بالطائرات، حيث يفقد في الجو ما يزيد على 50٪ منها، لا يصل مفعولها إلى النباتات، ولكن تتسرب على هيئة جسيمات الأتربة مع الأمطار، فتلوث مياه البحار أو تتساقط على التربة، ومن ثمّ إلى المياه الجوفية. والمبيدات الكلورية لا تتحلل بسهولة، بل تبقى لفترة زمنية طويلة، وتتركز أساسًا في المواد الدهنية، وبمرور الزمن يزداد تركيز هذه المواد في أجسام حيوانات البحر، ولذلك توجد في الأسماك والحيوانات البحرية كميات من هذه المبيدات، وعليهُ يمنع استعمال هذه المركبات التي لا تتحلل في المحيط الجوي بسهولة.

3- تلوث التربة بالمبيدات :

إنَّ استخدام المبيدات الكيميائية في الأراضي الزراعية يعد من أهم مشاكل تلوث التربة؛ لأنها تؤثر على خصوبتها، وتؤدي في النهاية إلى تلوثها بالمبيدات.

وتؤثر المبيدات الكيميائية داخل التربة على العديد من الكائنات الحية، فمثلًا: نجد أن مبيدات الكاربمات تتحول في التربة إلى مركبات النيتروزو أمين (مركبات مسرطنة)، وهو يمتص بواسطة بعض النباتات، فعند تغذية الحيوان أو الإنسان على تلك النباتات، فإن النتيجة النهائية والحتمية للإنسان أو الحيوان- هو الإصابة بالسرطان.

ويتوقف بقاء وتراكم المبيد بالتربة على:

1- نوع المبيد :

تبقى مبيدات عديدة ثابتة في التربة دون تحلل لفترة تصل في بعض الأحيان إلى عشر سنوات، مما يؤثر على خصوبة التربة، مثل: **د.د.ت والدرين والأندرين.**

2- رطوبة ودرجة حرارة التربة.

3- نوع التربة.

4- نوع المحصول.

5- خدمة التربة من حرث وتقليب وغير ذلك.

4- تلوث الغذاء بالمبيدات:

من المسلم به أن الأغذية هي أحد المكونات الأساسية لحياة الإنسان حياة سليمة وصحية، ولذلك فإن مشكلة تلوث الغذاء بالمبيدات من أخطر مشكلات التلوث التي تواجه الإنسان في العصر الحالي؛ لأن الإنسان يتناول الغذاء بهدف الغذاء والاستشفاء والمحافظة على الصحة، فإذا بهذا الغذاء يتحول إلى مصدر من أخطر مصادر الداء، ويرجع ذلك كله إلى الاستخدام السيئ أو المفرط للمبيدات في المحافظة على إنتاج المحاصيل الزراعية المختلفة، حيث يتأثر الغذاء، سواء أكان نباتيًّا، مثل: الفواكه، والخضراوات (التي تحتوي على كميات، ولو يسيرة من المبيدات)، أو كان هذا الغذاء حيوانيًّا، مثل: اللحوم، والبيض؛ نتيجة لتغذية الحيوان على النباتات والأعلاف المعاملة بالمبيدات.

ويتوقف تأثير المبيد على الغذاء على العوامل التالية:

1- نوع الغذاء (مباشر أو غير مباشر).

2- نوع المبيد الكيميائي.

3- العوامل البيئية.

ويمكن توضيح التأثير غير المباشر للغذاء عن طريق تناول الحيوان غذاءً ملوثًا بالمبيدات؛ فإن الدهون الموجودة في لحم الحيوان تذيب بعض المبيدات، وخاصةً الكلورنية؛ وذلك لميلها الشديد للذوبان في الليبيدات، وبالتالي فإن لحم الحيوان يحتوي على هذه السموم، وهذه السموم تنتقل بدورها إلى الإنسان عند تناوله لحوم الحيوانات التي تتغذى بغذاء ملوث بمثل هذه المبيدات مسببة له أمراضًا خطيرة، مثل: السرطان (وخاصةً في حالة مبيد الـ د.د.ت). كما يجب الانتباه والأخذ في الاعتبار أن الحليب أيضًا يصبح ملوثًا بهذه المبيدات، وهذا أخطر ما يكون على الأطفال والرضع؛ حيث إن الجهاز العصبي عند الرضع والأطفال حساس جدًّا لتأثير المبيدات.

وأثبتت عدة دراسات وجود بقايا المبيدات على الخضراوات والفواكه، فمثلًا: وجدت متبقيات لمبيد «الملاثيون» على الخس والخيار والكوسة والطماطم والبطاطا والتفاح الأمريكي والفرنسي في عدد كبير من العينات التي تم جمعها من أسواق عربية مختلفة، وكذلك وجود متبقيات لمبيد «كلورفوس» في السبانخ والخيار والطماطم، وكذلك تم اكتشاف بقايا لمبيد «الدايمويت» في عينات الكوسة.

وقد لوحظ خلال السنوات الأخيرة أن معظم حوادث التلوث بالمبيدات تحدث نتيجة لعدم اتباع التحذيرات الأولية عند استخدام تلك المواد والموجودة في النشرة الخاصة بكل مبيد؛ ولذلك فإنه من الضروري اتباع التعليمات والتحذيرات المبينة، والتي يتوجب اتخاذها عند استعمال تلك المبيدات (وخاصةً في البلدان النامية)، بالإضافة إلى أنه يجب فرض رقابة مشددة على استيراد المبيدات الفاسدة أو التي انتهت مدة صلاحيتها، وقيام الهيئات العامة بوضع المقاييس والمعايير؛ للتأكد من نقاوة تلك المركبات، وبيان طرق استخدام كل مادة لها علاقة بتلوث الغذاء، وهذا يعد من الأمور الأساسية للوقاية من التلوث بتلك المبيدات.

ولتوضيح أثر المبيدات، فقد تم تقسيم المبيدات إما طبقًا لمكان أثرها، أو لتأثيرها على نوع الآفة التي تصيب النبات.

رابعًا: تقسيم المبيدات:

1 - تقسيم المبيدات حسب مكان تأثيرها:

أ- مبيدات سامة للمعدة Stomach poisons

ب- مبيدات سامة بالتلامس (الجلد) Contact poisons

ج- مبيدات سامة بالرش Fumigants

أ- مبيدات سامة للمعدة:

هذا النوع من المبيدات يستخدم لمقاومة الحشرات القارضة؛ ولذلك فإنه يصل إلى معدة الحشرات عن طريق الفم. أهم هذه المبيدات هي التي تحتوي على مركبات الزرنيخ والفلور. وفيما يلي نذكر بعض المبيدات التي لها تأثير سام على المعدة.

1- مركبات الزرنيخ (الأرزينات):

كان أول استخدام حقيقي للمواد الكيميائية كمبيدات حشرية- في أوائل الثلث الأخير من القرن التاسع عشر بالولايات المتحدة، حيث حُضِّر مبيدٌ عُرِفَ باسم أخضر باريس (Paris Green)، وهو عبارة عن أسيتو أرزينيت النحاس $\{Cu(CH_3COO)_2 . 3Cu(AsO_2)_2\}$، وكان ذلك بهدف حماية محصول البطاطا بولاية كولورادو، وبعد ذلك تم استخدامه لحماية أشجار التفاح. ويرجع أثر الزرنيخ إلى أنه يتحد مع مجموعة [SH] للإنزيمات، مما يؤدي إلى تجلط كامل للبروتينات، وفيما يلي بعض مركبات الزرنيخ المستخدمة كمبيدات:

1- مركبات الأرزينيت (AsO_2) والأرزينيات (AsO_4)$^{3-}$

وهذه المركبات قابلة للذوبان في الماء، وتستخدم كمبيدات لما تحققه من سمية شديدة للحشرات التي تنمو على النبات.

2- مركبات الرصاص الزرنخية، مثل: أرزينات الرصاص القاعدية: $[Pb_4 (OH) (AsO_4). H_2O]$ ، وأرزينات الرصاص الحامضية $(Pb (OH) AsO_4)$، وأرزينات الرصاص $[Pb_3 (AsO_4)_2]$.

3- أرزينات الكالسيوم $Ca_3(AsO_4)_2$ وأكسيد الزرنيخ (AsO_3).

4- مركبات الأنتيمون والزئبق والبورون والثاليوم والفوسفور الأصفر والفورمالدهيد.

2- مركبات الفلور :

أهم مركبات الفلور السامة للمعدة هي :

1- فلورو ألومينات الصوديوم $Na_3\ Al\ F_6$

2- فلورو سيليكات الصوديوم والباريوم $Na_2\ Si\ F_6$ & $Ba\ Si\ F_6$

3- فلوريد الصوديوم $Na\ F$

وأخطر مركبات الفلور هو فلوريد الصوديوم؛ وذلك لأن:

أ - سميته عالية عن المركبات الأخرى.

ب - ذوبانيته المرتفعة في الماء عن المركبات الأخرى التي تذوب ببطء، مما يطيل من زمن فعاليتها.

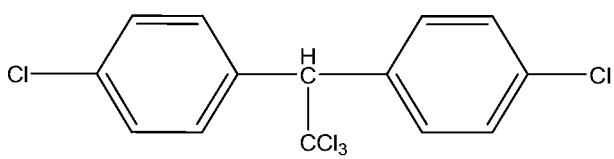
ب- مبيدات سامة بالتلامس (الجلد) :

هذا النوع من المبيدات يؤثر عن طريق ملامسته للجلد؛ حيث يتسرب خلال الجلد، وبالتالي فهو يؤثر على الدورة الدموية والأعصاب، وهذا النوع من المبيدات يتضمن مركبات عضوية مخلقة، ومن أشهر أمثلتها ما يلي:

1- الهيدروكربونات المكلورة، مثل:

1- **D. D. T.**

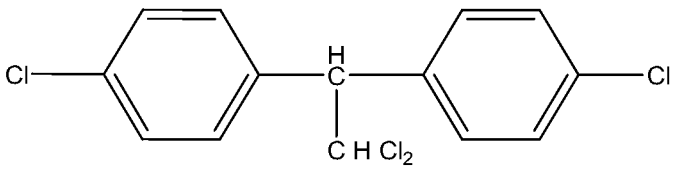
[1.1 di (4 – chlorophenyl) 2, 2, 2, Tri chloro ethane]
or [Dichloro, Di phenyl – Tri chloro ethane]



D. D. T

2- **D. D. D.**

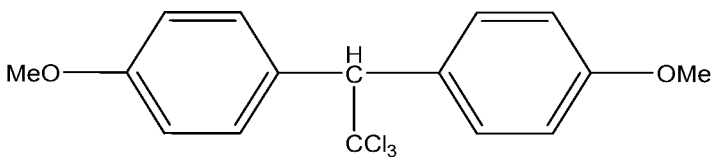
[1.1 di (4 – chlorophenyl) 2, 2, Di chloro ethane]
or [Di chloro, Di phenyl – Di chloro ethane]



D.D.D

3- **D. M. D.T.**

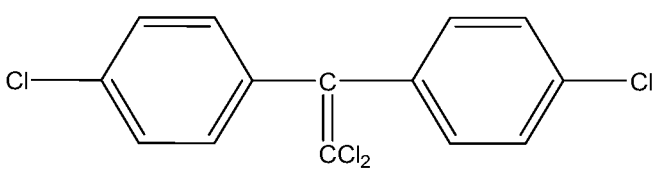
[1.1 di (4 – methoxyphenyl) 2, 2, 2, Tri chloro ethane]
or [Di Methoxy Di phenyl – Tri chloro ethane]



D. M. D. T

4- **D. D. E.**

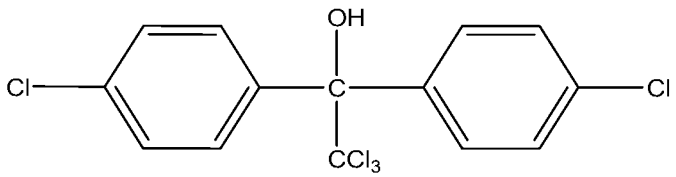
[1.1 di (4 – chlorophenyl) 2, 2, Di chloro ethylene]
or [Dichloro Diphenyl Dichlro ethylenel]



D. D. E.

5- **D.D.T. E.**

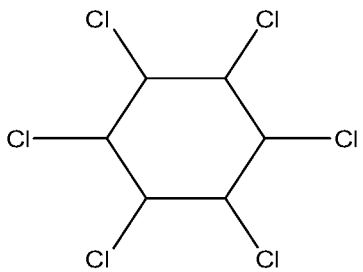
[1.1 di (4 – chlorophenyl) 2, 2, 2, Tri chloro ethanol]
or [Dichloro Diphenyl Trichlro ethanol]



D. D. T. E

6- **γ – B. H. C.**

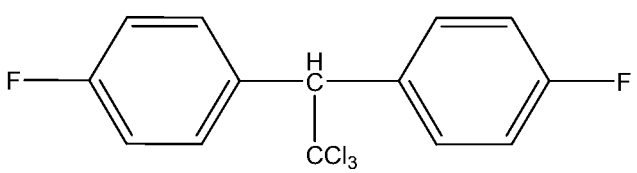
[γ - Hexa chloro cyclo hexane]



B. H. C
Hexa chloro cyclohexane.

7- **Di Flouro D. D. T**

[1.1 di (4 – folourophenyl) 2, 2, 2, Tri chloro ethane].



Diflouro D. D. T

وأكثر هذه المركبات انتشارا على مستوى العالم هو D.D.T ؛ حيث وجد أن له تأثيرًا فتاكًا على الحشرات، وقد تم اكتشافه بواسطة باول ملر (Paul Müller) عام 1939م، بالرغم من أنه قد تم تحضيره عام 1874م، وقد اسْتُخْدِمَ أثناء الحرب العالمية الثانية، وكان له أثر فعال في منع انتشار الأوبئه والأمراض، ولكن تبين بعد ذلك أن له آثارًا خطيرة.

وفيما يلي نذكر بعض الآثار السيئة للمبيدات الهيدروكربونية المكلورة:

الآثار السيئة للمبيدات الهيدروكربونية المكلورة:

1- تمتاز هذه المركبات بثباتها الكيميائي، وطول فترة بقائها في البيئة وخاصة التربة، فمثلًا: قد اكتشف مبيد (D.D.T)، وبكميات كبيرة في الخضر والفاكهة في العديد من الدول التي تستخدم هذا المركب فيها منذ فترة طويلة.

2- هذه المركبات لها تأثير سموم عصبية تؤثر على الجهاز العصبي المركزي والطرفي؛ حيث تحدث موتًا أو شللًا مؤقتًا تبعًا للتركيز المستخدم.

3- لها تأثيرات ضارة شديدة على الأسماك.

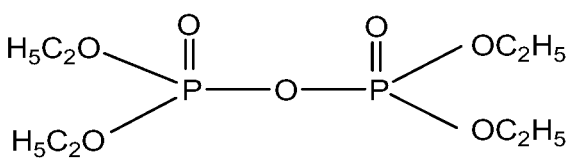
4- معظم مركبات هذه المجموعة عمومًا، وD.D.T خاصة، قادرةٌ على إحداث تأثيرات سرطانية.

2- المركبات العضوية الفوسفورية:

هذه المركبات لها سمية شديدة على الحشرات والإنسان على حدٍّ سواء، ولذلك لابد من اتخاذ الإجراءات الحذرة والصارمة عند استخدامها، ومن أمثلة هذه المركبات:

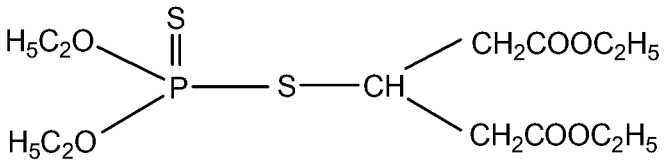
1- **T. E. P. P.**

Tetra Ethyl pyro phosphate



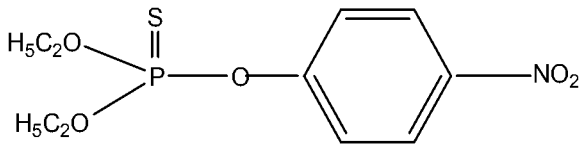
T. E. P. P.

2- **Malathion**



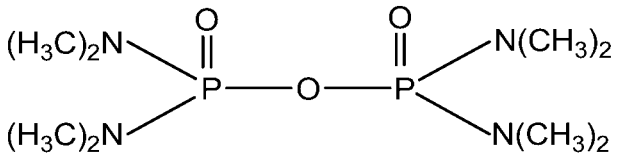
Malathion

3- **Parathion**



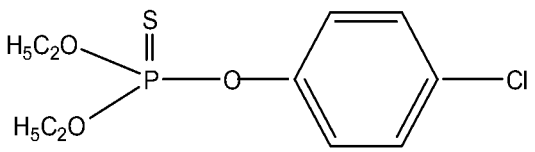
Parathion

4- **Shradan**



Sharadan

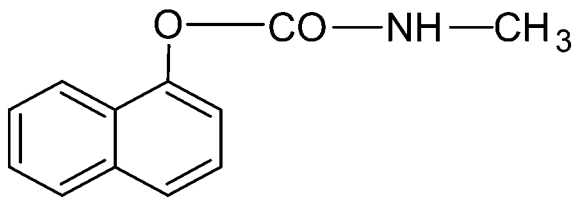
5- **Fenchlorphos**



Fenchlorphos

3 - مركبـات عضويـة مخلقــة:

مثل: مركبات Carbamates، وهي تعتبر مركبات مشتقة من Carbamic acid، ومنها: Sevin



Sevin

ج- مبيدات الرش الطيارة :

تستخدم هذه الأنواع من المبيدات عادةً في صورة غازية، ولذلك فهي قاتلة للحشرات والآفات عن طريق دخولها إلى الجهاز التنفسي، وهي عبارة عن مبيدات غازية أو أبخرة لسوائل أو حتى مواد صلبة يتم تسخينها. وتستخدم هذه الأنواع عادةً في الأماكن المغلقة، مثل: المنازل، أو المصانع، أو حتى المصالح الحكومية.

ومن أهم هذه المبيدات:

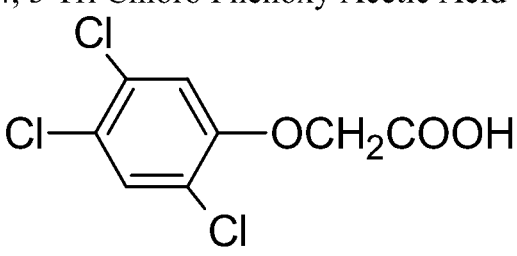
1- غاز سيانيد الهيدروجين (HCN) الذي ينبعث من سيانيد الكالسيوم تحت تأثير الرطوبة.

2- مركبات CH_3Br & CCl_4 والنفثالين والنيكوتين.

3- أحماض كلوروفينوكسي، مثل:

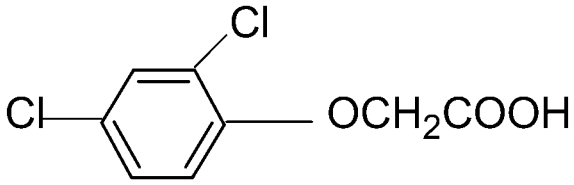
1) - **2, 4, 5- T**

2, 4, 5 Tri Chloro Phenoxy Acetic Acid



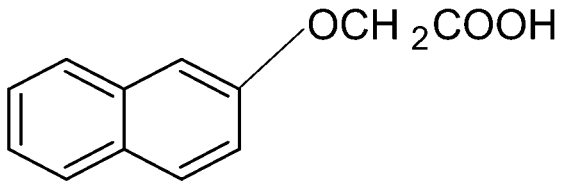
2) - **2, 4 - D**

2, 4 - dichloro phenoxy acetic acid

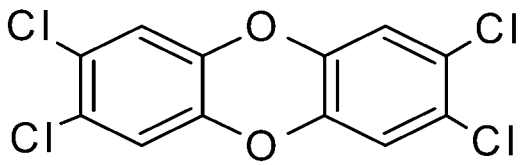


3) - **N.O.X.A.**

β- Naphthoxy acetic acid



وقد استخدمت كميات هائلة من هذه المركبات، وخاصةً المركبين (2,4,5-T & 2, 4-D) لرشها في الهند الصينية خلال حرب فيتنام؛ وذلك لنزع أوراق أشجار الغابات. وقد ثبت بالدراسة أن 2,4,5-T يسبب تشويه الأجنة الآدمية، وتبين أن ذلك يرجع إلى وجود كمية قليلة من مركب آخر يوجد مع 2,4,5-T أثناء تخليقه وهو **TCDD**، وهذا المركب شديد السمية؛ حيث يعد أقوى من السيانيد والستركنين وغاز الأعصاب.

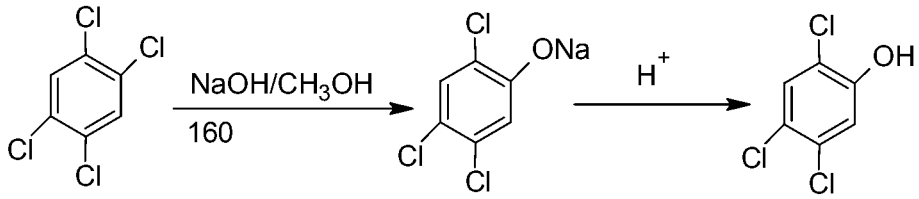


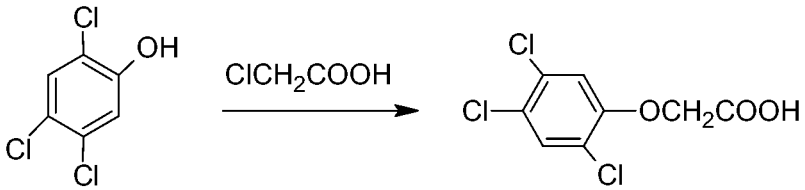
2, 3, 7, 8- TCDD

2, 3, 7, 8-Tetra Chloro Dibenzo Dioxin

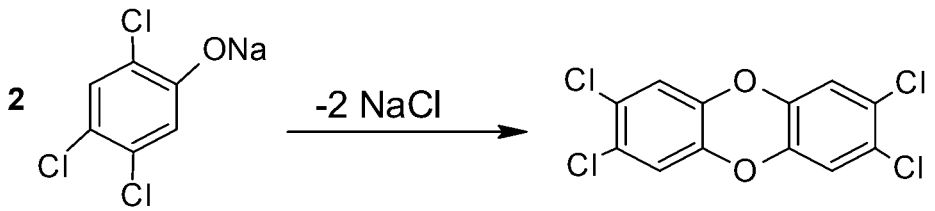
وهذا المركب ثابت جدًّا بيئيًّا؛ حيث يبقى في البيئة، وينتقل خلال السلسلة الغذائية بسبب ذائبيته في الدهون، والكميات القليلة منه تسبب تشوهات في الجلد أو على الأقل، مرضًا جلديًّا إذا كانت كمياته أقل من أن تكون سامة أو قاتلة.

ولا ينسى التاريخ ما حدث في عام 1976م من انفجار مصنع المبيدات في سيفيسو (ايطاليا)، والذي أدى إلى انتشار كميات هائلة من الديوكسين (TCDD) إلى الجو، حيث كان هذا المصنع يقوم بتحضير 2,4,5 ثلاثي كلورو فينول، بغرض تحضير 2,4,5-T؛ طبقًا لمعادلة التفاعل التالي:





ولكن تم إنتاج TCDD أثناء التفاعل، ولذلك فإنه من الضروري جدًّا ضبط ظروف التفاعل وخاصةً درجة الحرارة بدقة بالغة، وإلا تكون TCDD في مخلوط التفاعل كالتالي:



وبصفة عامة، فإن هذه المبيدات (مبيدات الرش) تسبب شللًا في حركة الجهاز التنفسي، وقد يموت المصاب بالاختناق إذا لم يسعف فورًا.

2- تقسيم المبيدات حسب الآفات:

يعد تقسيم المبيدات حسب نوع الآفة من أشهر أنواع التقسيمات، فمثلًا: تسمى المبيدات المستخدمة في القضاء على الحشرات بالمبيدات الحشرية، والتي تستخدم في القضاء على

الأعشاب، تسمى بالمبيدات العشبية، وهكذا. ويمكن إجمالًا ذكر أنواع المبيدات، مع توضيح الآفات التي تستخدم ضدها كالتالي:

أنواع المبيدات:

أنواع المبيدات السامة ووظائفها حسب (Office of Pesticide Programs, USA)

1- المبيدات الحشرية – Insecticides

تستخدم بهدف القضاء على الحشرات والمفصليات؛ كالعناكب وغيرهما.

2- المبيدات الفطرية – Fungicides

تستخدم بهدف القضاء على الفطر؛ كاللفحة والصدأ، التي تصيب النباتات، وغير ذلك من الأمراض الفطرية.

3- مبيدات الأعشاب – Herbicides

تستخدم بهدف القضاء على الأعشاب والنباتات البرية التي تنمو في الأماكن التي لا يرغب الإنسان أن تكون متواجدة فيها، سواء بين المحاصيل الحقلية المزروعة، أو في الحدائق.

4- المبيدات الغازية أو المبخرات – Fumigants

تستخدم بهدف القضاء على آفات التربة أو المباني.

5- مبيدات النيماتود – Nematoides

تستخدم بهدف القضاء على ديدان النيماتود التي لا ترى بالعين المجردة، والمتطفلة على جذور النباتات.

6- مبيدات البيض – Ovicides

تستخدم بهدف القضاء على بيض الحشرات والعثّ.

7- مبيدات السوسة أو القمل والبراغيث وما شابه – Miticides & Acaricides

تستخدم بهدف القضاء على الآفات المتطفلة على النبات والحيوان.

8- مبيدات القوارض – Rodenticides

تستخدم بهدف القضاء على الفئران والقوارض الأخرى.

9- مبيدات الرخويات – Molluscicides

تستخدم بهدف القضاء على الحلزون والقواقع الأخرى.

10- المبيدات الحيوية – Microbial Biocides ومبيدات الجراثيم Antimicrobial Pesticides

وكلاهما يستخدم بهدف القضاء على الكائنات الحية الدقيقة أو الجراثيم كالبكتيريا أو الفيروسات وغيرهما.

11- مواد طاردة – Repellents

تستخدم بهدف طرد الآفة، كالحشرات، مثل: البعوض، وبعض الطيور، مثل: العصافير.

12- الفيرمونات – Pheromones

هى مواد كيميائية حيوية تستخدم لتعطيل أسلوب التزاوج في الحشرات.

13- مبيدات الطحالب – Algaecides

تستخدم بهدف السيطرة على نمو الطحالب في البحيرات والقنوات وبرك السباحة وصهاريج المياه وغيرها من المرافق.

14- مبيدات الملوثات المعيقة – Antifouling Agents

هي عبارة عن مواد سامة تستخدم لقتل أو طرد الكائنات المتعلقة أو الملتصقة على الأسطح تحت المائية، كالتي توجد أسفل المراكب المائية أو القوارب.

كما يدخل ضمن مصطلح "المبيدات" المواد التالية :

1- منظمات النمو الحشرية – Insect Growth Regulators

هي عبارة عن مواد تعطل النمو وعملية نضج الحشرة من مرحله اليرقة إلى الحشرة الكاملة، أو غيرها من العمليات الحياتية للحشرات.

2- منظمات النمو النباتية – Plant Growth Regulator

هي مواد كيميائية تقوم بتغيير النمو والازهار أو تغيير في معدل تكاثر النبات، وكذلك

التي ترش على الأشجار لكي تسقط أوراقها أو نمواتها الخضرية لتسهيل عملية القطاف (Defoliants)، بالإضافة إلى المجففات (Desiccants) التي تقوم بمساعدة الأنسجة على الجفاف، مثل: قمم النباتات غير اللازمة (غير الضرورية بالنسبة للإنسان).

3- الجاذبات – Attractants

هي عبارة عن طعم أو لون أو رائحة تجذب الحشرات أو القوارض لإغرائها في دخول الشراك المجهز لها.

ويمكن توضيح معدلات استهلاك المبيدات وفقا لنوع الآفة من الجدول رقم (8).

جدول رقم (8) : يوضح معدلات إستهلاك المبيدات وفقا لنوع الآفة.

مبيدات الآفات	نسبة الاستهلاك (٪)
مبيدات عشبية	43
مبيدات حشرية	35
مبيدات فطرية	19
مبيدات آفات الصحة العامة	3

ويتضح من هذا الجدول أن المبيدات العشبية هي أكثر مبيدات الآفات استهلاكا على مستوى العالم. ويمكن تقسيم المبيدات عمومًا إلى أربع مجموعات رئيسة وأما باقي الأنواع الأخرى السابق ذكرها، فهي تندرج تحت هذه الأنواع الأربع كالتالي:

أ- المبيدات الحشرية:

تحتل المبيدات الحشرية المكانة العليا في المبيدات، بالرغم من أن كثرة استعمالها تؤدي إلى مشاكل صحية خطيرة. ولاشك أن استخدام المبيدات الحشرية في مكافحة الحشرات له فوائده أيضًا؛ لأنها تستخدم في مكافحة القوارض والجراثيم والقضاء على الحشرات المنزلية الناقلة لأمراض معدية للإنسان والحيوان، وبالرغم من فعالية هذه المبيدات الكيميائية وميزاتها الاقتصادية- فقد ظهر ضررها على صحة الإنسان والحيوان والتوازن الطبيعي للبيئة.

إن الاستخدام العشوائي للمبيدات الكيميائية الحشرية وغيرها أدى إلى خلل في التوازن البيئي الطبيعي؛ نتيجة للقضاء على مختلف الحشرات النافعة، مثل: المفترسات والطفيليات الحشرية والطيور والفطريات والجراثيم والفيروسات، وجميعها تعمل بقدر كبير في مجال المقاومة البيولوجية، وليس لها أي مضار بالكائنات والحيوانات المفيدة، ولا توجد منها خطورة على الإنسان أو ممتلكاته.

وعليه فإن الاستخدام المتزايد لتلك المبيدات سيؤدي على المدى الطويل إلى اختفاء الأعداء الحيوية من مفترسات ومتطفلات على الحشرات الزراعية وغيرها. وليست المشكلة في استعمال هذه المبيدات، ولكن تكمن المشكلة في كثرة استعمال هذه المبيدات أو الاستعمال المفرط والخاطئ، سواء أكان في المنزل أو الحقل أو في أماكن التجمع السكاني، مما أدى إلى زيادة خطورتها؛ نتيجة للخلل الذي أصاب التوازن البيئي الطبيعي.

ويمكن تقسيم المبيدات الحشرية إلى:

1- المركبات ذات الأثر الطبيعي:

المقصود بهذه المركبات هي التي يمكن استخلاصها طبيعيًّا من النباتات، ولها أثر بيولوجي على الحشرات، لذلك استخدمت بعض المساحيق النباتية في مكافحة بعض الآفات قبل أن تعرف التركيبات الكيميائية، ومن هذه المركبات:

1- مركب البيرثرين الطبيعي المستخرج من زهور البيرثروم.

2- مركب الروتينون والروتينويدز المستخرج من جذر نبات الديرس.

3- مركب النيكوتين والألكالويدز المستخرجة من الدخان، ونظرًا لأن هذه المركبات متطايرة فقد استخدمت مدخنة.

4- مركبات الأيزوبيوتيل أميدات غير مشبعة، وهي موجودة في العديد من نباتات العائلة المركبة واللفتية.

5- مركبات أخرى مستخرجة من نباتات السابادييلا والهيلبور، وكذلك نبات الريانيا.

يمكن تقسم المنتجات النباتية التي يمكن الاستفادة منها كمبيدات إلى:

1- سموم أولية، مثل: النيكوتين والتينون.

2- الزيوت الطيارة وأجزاؤها مثل زيت الصنوبر.

3- الزيوت الثابتة، مثل: بذرة القطن.

4- مواد احتياطية مثل دقيق قشر الجوز، البيرثيوم، الديريس، الهيللبيور، الكافور، التربنتين، وهي بعض منتجات النباتات الهامة التي استخدمت كمبيدات حشرية.

عيوب هذا النوع :

1- لا يمكن الاعتماد عليه كمصدر إستراتيجي لمكافحة الحشرات؛ لأن هذه النباتات تحتوي على كميات بسيطة جدًّا من المواد الفعالة (٪2-0.1).

2- يمكن إصابة هذه النباتات نفسها بآفات أخرى.

3- بعض هذه المركبات غير ثابت اتجاه الضوء والحرارة.

4- ارتفاع أسعارها مقارنة بالمركبات الكيميائية المصنعة.

بالرغم من هذه العيوب إلا أنه يمكن الاستفادة منها في:

أ- استخراج هذه المواد السامة ومحاكاتها وتصنيعها وإنتاجها على نطاق تجاري، ولذلك فهي وسيلة جيدة لمعرفة تركيبات جديدة ذات تأثيرات بيولوجية؛ كسموم، أو كمنشطات للسموم، أو مانعات تغذية، أو جاذبات جنسية، أو مواد هرمونية، وغيرها، مما يزيد من استخداماتها الزراعية والصحية والدوائية.

ب- وجود مركبات من أشباه القلويات السامة في معظمها؛ كالنيكوتين والبيرثرين.

ج- يمكن استعمالها مباشرة ضد الحشرات على حالة مسحوق دقيق للتعفير.

د - يمكن أن يستخلص منها بعض المواد السامة (الأوراق- الأزهار- الجذور).

هـ - تمتاز بكونها تعمل كسم بالملامسة.

و- قليلة الضرر على الحيوانات ذات الدم الحار.

ز- لا تسبب أضرارًا للنباتات المعاملة.

ح- ازدياد أسعار المبيدات المصنعة حديثًا.

خ- وجود مقاومة مستمرة للمبيدات من الحشرات التي تستخدم لإبادتها.

2- مركبات الكلور العضوية : Organo Chlorine Insecticides

تكون على شكل مسحوق لا يذوب في الماء، لكنه يذوب في المذيبات العضوية، وكذلك في الزيوت؛ ولذلك فهي تُختزن في الأنسجة الدهنية لجسم الكائن الحي المتسمم؛ لأن لها قابلية للذوبان في الدهون. تستعمل هذه المبيدات في القضاء على أنواع عديدة من الحشرات الزراعية والمنزلية كما تستعمل أيضًا للقضاء على القمل الذي يصيب الإنسان، وكذلك بعض أنواع الحشرات التي تصيب الحيوانات، وهي تدخل جسم الإنسان عند استنشاقها مع الهواء خلال الجهاز التنفسي، وكذلك من الجهاز الهضمي عند تناول الأطعمة والأشربة الملوثة بها، وكذلك عن طريق الجلد عند سقوطها على أجزاء من الجسم، وخاصة عند المتعاملين معها، كعمال الرش والمكافحة.

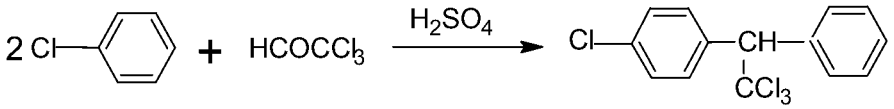
التأثير السمي :

هذه المركبات ذات تأثير على المراكز العصبية في النخاع الشوكي والمراكز العصبية في قشرة المخ؛ حيث تعمل هذه المركبات على تحفيز الجهاز العصبي المركزي، مؤدية إلى زيادة حساسيته وزيادة ردود الفعل فيه.

وأشهر مركبات هذه المجموعة الآتي:

1- D.D.T

يعتبر من أهم المبيدات الحشرية التي استخدمت قديمًا؛ لما تميز به من فعالية عالية في إبادة الحشرات (وخاصة أنثى البعوض الناقلة للملاريا). ويحضر D.D.T من مواد أولية رخيصة الثمن، وهي كلوروبنزين وثلاثي كلورو أسيتالدهيد في تفاعل محفز بحمض الكبريتيك طبقًا للتفاعل التالي:



خصائصه :

1- يوجد D.D.T النقي على هيئة بلورات صلبة، درجة انصهارها $109\ ^{\circ}C$.

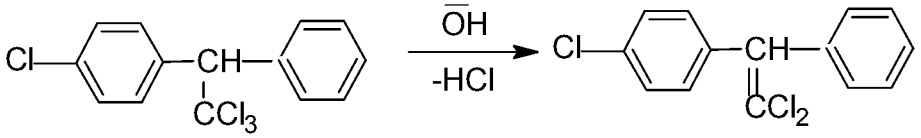
2- قابل للذوبان في المذيبات العضوية، وتزداد بارتفاع درجة حرارة المذيب.

3- شحيح الذوبان في الماء.

4- له ضغط بخاري قليل في درجة الحرارة العادية (10×2.5^{-4} N / m^2) .

5- يتميز بثباته الكيميائي، وعدم تفككه عند رشه في الحقول والمزارع، حتى ولو بكميات كبيرة، ولذلك فإن مفعوله الإبادي للحشرات يظل مؤثرًا زمنًا طويلًا.

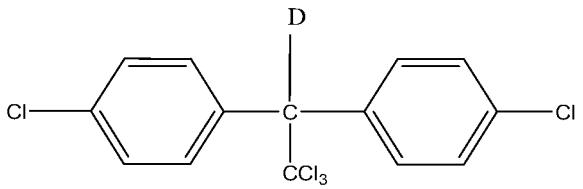
6-عند تعرضه للقواعد الكحولية يفقد جزئي HCl، ويتحول إلى D.D.E، وهذا المركب ثابت وغير سام، وقد يحدث ذلك في وجود مواد وسيطة في التربة.



D.D.T D.D.E

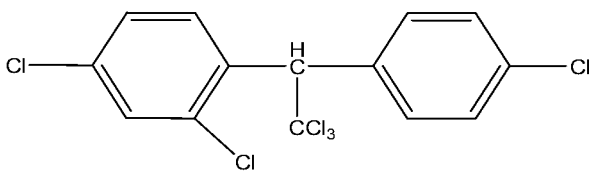
وبمرور الزمن قد تشكلت سلالات حشرية (عن طريق الطفرات الورثية) لا يؤثر D.D.E عليها؛ لأنها تحول مبيد D.D.T في أجسامها إلى D.D.E ، وحيث إن سمية D.D.T تتعلق ببنيته الخاصة وشكله الفراغي، فقد تم تحضير مواد، لها نفس البنية المتناظرة مثل :

Deutro D. D. T



Deutro D. D. T

Ortho Chloro D.DT



ortho Chloro D. D. T.

من أهم مميزات D.D.T أنه لا يؤثر على الكائنات الدقيقة في التربة، خاصة بكتريا تثبيت نيتروجين الهواء الجوي .

الآثار السيئة D.D.T ومشتقاته:

وقد تبين أن هناك آثارًا خطيرة لهذه المجموعة، نذكر منها الآتي:

1- يقل البناء الضوئي في النباتات المائية ، ومع ذلك فإنه لا يؤثر على كمية الأكسجين في الجو، لكنه قد يؤثر على المصادر الغذائية للإنسان، حيث إن هـذه الكائنـات توجـد في أسـفل السلسلة الغذائية.

2- يؤثر الـ د.د.ت على تكاثر بعض الحيوانات، كالطيور البحرية عن طريق التأثير عـلى هرمونات الجنس، مما يؤدي إلى أن تضع هذه الطيور بيضًا رقيق القشرة، وقد أدى ذلك فعـلًا إلى نقص في تعداد بعض أجناس هذه الحيوانات إلى حد انقراض هذه الأجناس.

3- يوجد الـ د.د.ت في بعض أسماك البحار بكميات تقترب من الكميات التـي تـسبب قتلًا جماعيًّا لهذه الأسماك. ويعتبر تحريم أو منع استيراد مثل هذه المبيدات أمـرًا مهـمًّا لأن هـذه المبيدات لا تتحلل في المحيط الحيوي بسهولة.

2- ميثوكس كلورو د.د.ت Methoxy Chloro D.D.T (D.M.D.T)

خصائصه :

1- عبارة عن مسحوق بلوري أبيض.

2- يذوب في الماء بدرجة أكبر من D.D.T .

3- يذوب في المذيبات العضوية.

4- لا يتراكم في الأنسجة الدهنية للحيوانات (لم يكتشف بعد هذا التراكم)، وبالتالي لا يلوث الحليب، ولذلك فهو يستخدم في إبادة حشرات علف المواشي.

5- يمتاز بمدى فاعلية واسعة إلى درجة كافية لإبادة الحشرات الضارة والنافعة معًا (فهو يبيد النحل).

6- يتركز خاصة في الكبد، ولذلك يعزى إليه بعض الصفات المسرطنة.

3- ثنائي كلورو فينل ثنائي كلورو إيثان (D.D.D.E)

[Dichloro Diphenyl Dichloro Ethane]

وهذا المركب يعتبر من متشابهات D.D.T ، وكذلك المركب **(D.D.T.E)** Difluoro Diphenyl Trichlro Ethane تم تحضير هذه المركبات بغرض التغلب على الحشرات ذات الطفرات المقاومة لمركب .D.D.T .

خصائص هذه المركبات :

1- تذوب في المذيبات العضوية.

2- شحيحة الذوبان في الماء، إلا أن الفلور أكثر ذوبانية من الكلور.

3- عبارة عن مركبات صلبة في صورة مسحوق أبيض.

4- يعتبرD.D.D أقل فعالية لمكافحة الحشرات بشكل عام من D.D.T ، ولكن Diflouro أكثر فعالية.

4- ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو إيثانول (D.D.T. E)

Dichloro Diphenryl Trichloro Ethanol

خصائصه :

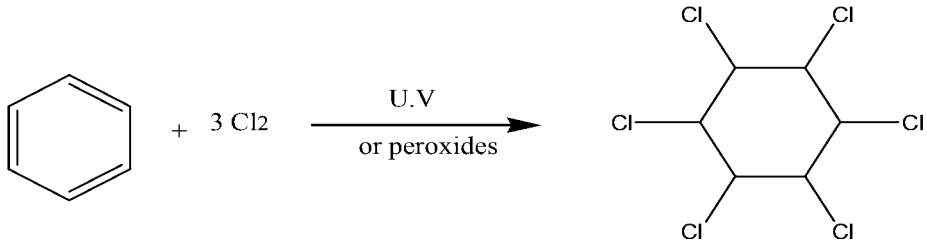
1- هذا المركب ضعيف السمية للحشرات (أو متوسط السمية)، ولكنه استخدم لمكافحة العناكب بنجاح (العنكبوت الأحمر والمن)، وخاصة بعد الإسراف في استخدام D.D.T .

2- مركب زيتي القوام قابل للذوبان في المذيبات العضوية.

3- قليل الذوبان في الماء، ولكن أعلى من D.D.T (لوجود مجموعة OH).

5- سداسي كلوروالهكسان الحلقي (γ BHC) γ-Hexa chloro cyclohexane

يحضر هذا المبيد نتيجة تفاعل غاز الكلور مع البنزين في وجود فوق الأكاسيد أو الأشعة فوق البنفسجية .



- وينتج من هذا التفاعل متشكلات مختلفة (ثمانية متشكلات) ويكون لواحد منها (γ - BHC) أثر فعال كمبيد للحشرات.

- المركبات الثانوية يمكن استخدامها في تصنيع مركبات مفيدة، مثل: 2،4،5 ثلاثي كلورو الفينول، الذي يعتبر المادة الأولية لصناعة مبيد الأعشاب الشهيرة باسم 2، 4,5- T

خصائصه :

1- يوجد في صورة صلبة على هيئة مسحوق بلوري أبيض، قد يميل إلى البني.

2- يذوب في المذيبات العضوية.

3- شحيح الذوبان في الماء.

4- يستخدم للقضاء على الأعشاب والحشرات الضارة معًا.

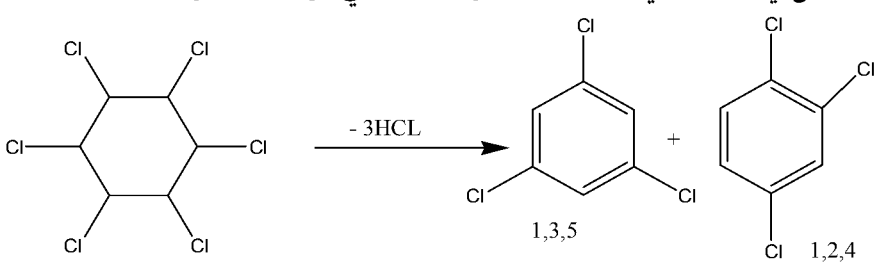
5- لا يستخدم للمحاصيل الجذرية؛ كالبطاطا، والجزر؛ لأنه يعطي المحصول طعمًا عفنًا غير مستحب.

6- تكلفة إنتاجه منخفضة بسبب رخص المواد الأولية.

7- له تأثير سام على الحيوانات الثديية.

8- في بعض الأحيان يستخدم كمبيد تعقيم؛ نظرًا لأنه أكثر تطايرًا من D.D.T (ما يزيد على 100 مرة).

9- يتحلل في التربة أو في النباتات والحيوانات ليعطي مركبات عطرية.



وتتوقف عملية نزع الكلور على الأوضاع الفراغية النسبية للهيدروجين والكلور في الجزيء الحلقي (الوضع ترانس أسهل في عملية الانتزاع).

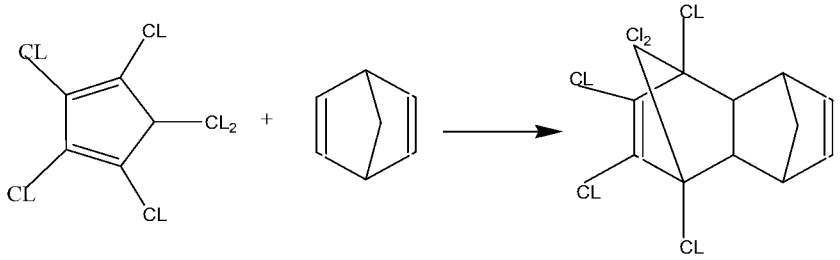
6- مركبات السيكلودايين Cyclodienes

هذه المجموعة تحتوي على عدد من المركبات الهيدروكربونية الحلقية المكلورة، وهي مبيدة للحشرات، وتتميز بثبات تركيبها، وعدم تفككها خلال زمن طويل، محدثة تلوثًا بيئيًّا خطيرًا وتحلُّلًا في الخلايا الدهنية في الأنسجة الحيوانية، من أمثلة هذه المركبات:

أ- ألدرين - Aldrin

- سائل عنبري أسود لزج ذو رائحة صنوبرية مميزة، يحتوي على حوالي 60 ٪ كلوردان، والباقي عبارة عن شوائب.

- يمكن تحضير هذا المبيد طبقًا لتفاعل ديلز-الدر (Diels Alder) كالتالي:

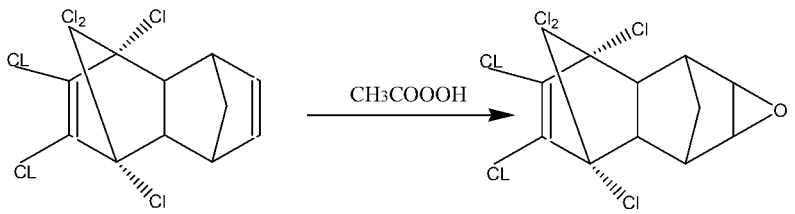


Aldrine

- يتم هذا التفاعل عند 90 °C ، ويحصل عليه نقيًّا بعد إعادة بلورته في الميثانول.

ب- إندرين Endrine

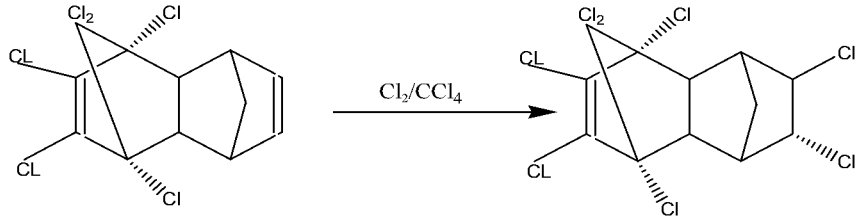
مبيد حشري قوي يحضر بفعل per acetic acid على ألدرين



Endrine (Dieldrine)

ج- الكلوردان chlordane

يحضر الكلوردان من تفاعل الدرين مع جزيء كلور حسب التفاعل التالي :



Aldrine **Chlordane**

خصائص هذه المركبات :

1- قابله للذوبان في معظم المذيبات العضوية، وغير قابلة للذوبان في الماء.

2- تتأثر بدرجات الحرارة العالية والقلويات.

3- تتميز بقابلية للخلط مع العديد من المبيدات الحشرية.

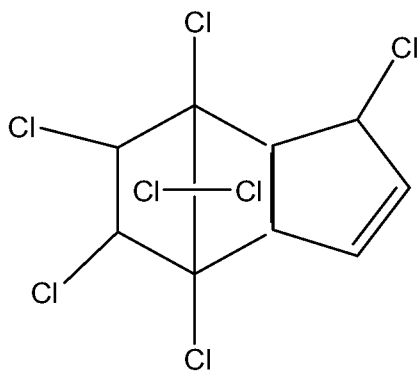
4- مركبات سامة للثديات (خصوصًا إندرين).

5- جميع هذه المركبات تسبب السرطان.

6- تستخدم هذه المركبات؛ كمعقمات للسماد والتربة الزراعية.

ب- هبتاكلور Hepta chlor

ينتج مركب الهبتاكلور خلال عملية تخليق مركب كلوردان كما ينتج من العملية نفسها مركب الهكساكلور **وتركيبه الكيميائي** كالتالي:



خصائصه :

1- مركب الهبتاكلور عبارة عن مادة صلبة بلورية بيضاء.

2- أكثر سمية من مركب كلوردان الخام بأربعة مرات، كما أنه شديد الثبات لكل من الحرارة (حتى درجة 160^{o} م) والأحماض والقواعد والعوامل المؤكسدة.

3- يتأكسد هذا المركب داخل الكائن الحي إلى المشتق Hepta chlor epoxide، ويخزن بهذه الصورة.

3- المبيدات الفوسفورية العضوية:

تستعمل مركبات هذه المجموعة لإبادة الآفات الزراعية والأعشاب الضارة، ولإبادة الحشرات التي تؤذي الإنسان، وتستعمل أيضًا للقضاء على القوارض والديدان الضارة. أغلب مركباتها سائلة، أو زيتية القوام، قاتمة اللون، تميل إلى الاسوداد، لها رائحة نفاذة وكريهة، تذوب في المذيبات العضوية، لكنها قابلة للذوبان في الماء.

الخصائص العامة لهذه المجموعة:

1- تتميز هذه المركبات باحتوائها على ذرة الفوسفور، ومعها أحد الهالوجينات أو النيتروجين وغيرها من الكبريت والأكسجين، وبعضها من روابط غير مشبعة.

2- هذه المركبات سريعة التحلل المائي، ويرتبط الوجود البيئي والسمية على هذه الخاصية.

3- مركبات الفسفور العضوية شديدة السمية، وخطورتها تكمن في تأثيرها على إنزيم الكولين إستيراز (choline esterase) الموجود في الجسم وتثبط عمله، ويحدث لها تمثيل تنشيطي أو هدمي في النبات أو الحيوانات أو الحشرات المعاملة بها. هذا التثبيط تزداد نسبته باستمرار التعرض لهذه المبيدات، وخاصة عند المتعاملين مع هذه المركبات؛ حيث إن قياس مستوى الكولين إستيراز في الدم- دليل لمعرفة درجة التسمم؛ فانخفاض نشاطها بنسبة 40٪ يعتبر علامة خطرة للتسمم .

4- تسبب حدوث شلل أو موت لبعض الكائنات الحية أو الإنسان (يمكن استخدام مضاد للتسمم لمركبات هذه المجموعة معروف باسم أتروبين).

5- ومبيدات الفوسفور تحدث ظاهرة التسمم العصبي المتأخر، ينتج عنه شلل نصفي في الأطراف الخلفية والأمامية (خاصة في الحيوانات الثديية).

- من هذه المركبات :

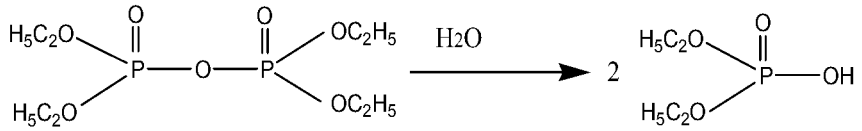
1- مبيد (T. E. P. P.) **Tetra Ethyl Pyrro Phosphate**

خصائصه:

1- يستخدم هذا المبيد كمادة مبيدة لحشرات المن التي تصيب الخضراوات والأشجار المثمرة، واستعمل عوضًا عن مركب النيكوتين؛ لأنه أشد فعالية منه.

2- يؤثر مبيد T E P P تقريبًا نفس أثر المشتقات الفلورية على الحشرات.

3 – يمتاز هذا المبيد بقدرته على التميه بسهولة، ويعطي مركبات منحلة، وهو بذلك يتحلل في الأوساط البيئية، وهذه ميزة ممتازة من وجهة نظر التلوث البيئي.



T. E. P. P.

2- شاردان (Sharadan) **Di methyl amide phosphate**

خصائصه:

1- شديد السمية للحيوانات الثديية والإنسان.

2- يمتص هذا المبيد في أنسجة النبات، ويقوم بفعله المبيدي بشكل غير مباشر على الحشرات التي تتغذى على أنسجة أو عصارة النباتات.

3- يبدي هذا المركب سمية نوعية لبعض الحشرات المعينة.

3- الباراثيون Parathion

مبيد فسفوري عضوي، استحضر في فترة الحرب العالمية الثانية، واستعمل، ولازال يستعمل، كمبيد للحشرات والآفات الزراعية، ويعتبر من السموم الخطرة على الإنسان في حالة استنشاق رذاذه، أو بلعه خطأ، أو امتصاصه عن طريق الجلد، إذا سقط على جزء من

الجسم، ويحدث التسمم من الباراثيون عند رشه على المزروعات، أو في معامل تحضيره وتعبئته.

خصائصه:

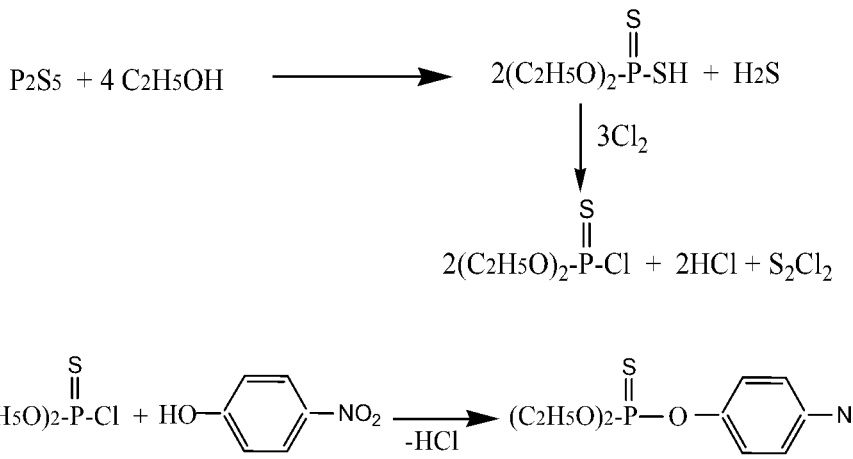
1- مبيد قوي للحشرات.

2- يمتص عن طريق الجلد مباشرة مسببًا أعراض التسمم؛ لأنه يذوب في المواد الدهنية.

3- يثبط فعل إنزيم (Choline esterase)، وبالتالي تصاب العضلات بالشلل والتوقف عن الحركة، وذلك عن طريق إعطاء ذرات فوسفور (تفسفر) للإنزيم ذاته، وتحوله إلى إنزيم عاطل غير قادر على إماهة إستيل كولين. ويحدث ذلك بالتبادل في التأثير القوي بين مركز الأسترة وبين المجموعة الفوسفاتية.

4- وكذلك له تأثير على الجهاز العصبي المركزي، فيحدث القلق وعدم الاستقرار.

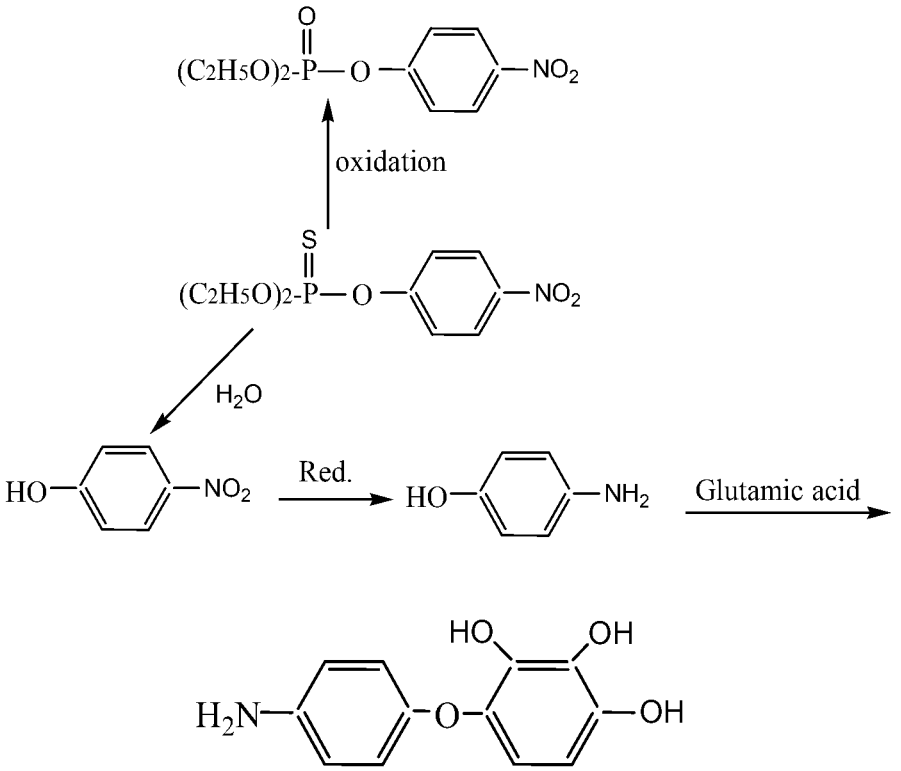
5- يمكن تحضير الباراثيون وفق المخطط رقم (1) كالتالي:



مخطط رقم (1) : يوضح تحضير الباراثيون

- ويتحول الباراثيون في جسم الحشرة إلى باراكسون؛ حيث تقوم الأنسجة في الحشرات باستبدال الكبريت بالأكسجين، فيتشكل الباراكسون بعملية إنزيمية معقدة، والباراكسون الناتج عبارة عن مبيد حشري ممتاز.

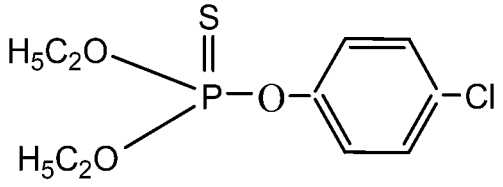
- كما يتحول الباراثيون إلى مركبات أخرى في الحيوانات الثديية، تنشأ عن عمليات الإماهة والاختزال، كما هو واضح من مخطط رقم (2).



مخطط (2) : يوضح تحول الباراثيون داخل أنسجة الحشرات والثدييات

- مبيد فينكلورفوس **Fenchlorphos**

- ينتج هذا المركب باستبدال مجموعة (NO_2) في الباراثيون بذرة كلور:



Fenchlorphos

خصائصه:

- لا يوجد له تأثير سلبي على الثدييات حتى الآن.

- يستخدم بشكل واسع لمكافحة الذباب الذي يرافق الماشية والأبقار دون أن يسبب هذا المبيد لهذه الحيوانات أعراضًا مرضية.

4- مبيدات الكاربامات:

تستعمل مركبات الكاربامات كمبيدات للآفات الزراعية والآفات الحشرية، وتتشابه مركبات الكاربامات مع المبيدات الفوسفورية العضوية في كونها مناهضة قوية لإنزيم الأسيتايل كولين إستيريز، إلا أن اختلافها عن مبيدات الفسفور العضوية هو أن تثبيطها للإنزيم يحدث بسرعة، ويكون مؤقتًا؛ ولذلك تظهر أعراض التسمم بها بسرعة. من أجل ذلك وجب أن تكون فترة التعرض لهذه المركبات من قبل عمال الرش والمكافحة- قليلة؛ بغية تجنب حصول التسمم. وهذه المركبات سوائل، بعضها زيتي القوام، كريهة الرائحة، وتتميز بذوبانها العالي في الماء، بما يحدد سلوكها في البيئة، وبعضها يذوب في الماء إضافةً للمذيبات العضوية.

خصائصها :

1- معظمها ذات فعل جهازي؛ حيث تسري في العصارة النباتية، وتنحل بفعل الحرارة، ومع ذلك فهي شديدة السمية على الثدييات.

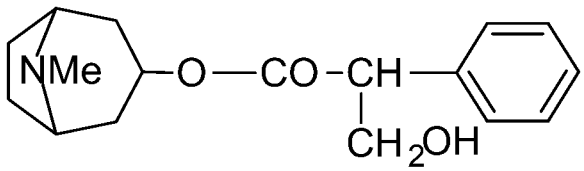
2- يمكن تنشيط فعل هذه المركبات عن طريق خلطها بالمنشطات الكيميائية غير السامة، مثل: البيرونيل بتوكسيد والسلفوكسيد وزيت السيساميد. وظاهرة التنشيط ليست مطلقة؛ حيث إن حدوثها يتوقف على نوع وطبيعة المبيد، فقد تحدث المنشطات تنشيطًا لمركبات معينة، وتحدث تضادًا مع مركبات أخرى.

3- يمكن خلط مركبات هذه المجموعة مع منظمات النمو الحشري، مثل: الديملين وغيره، بينما لا يسمح بخلط أزواج المركبات مع بعضها البعض.

4- يوجد استثناء باستخدام مركب اللانيت (المستخدم لمكافحة دودة ورق القطن) في الخضر، بالرغم من سميتها العالية؛ بسب قلة ثباته في البيئة وانهياره السريع.

5- أشهر مركبات هذه المجموعة استخداما هي: اللانيت، التيميك، القيوردان، النيودرين، واللارقين.

6- يمكن إنقاذ وإسعاف المصابين بهذا المبيد إسعافا أوليًّا باستخدام مضادات التسمم، مثل: الأتروبين.



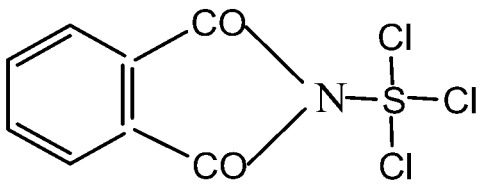
التركيب الكيميائي لمركب الأتروبين

وأشهر مثال لمركبات هذه المجموعة هو: مركب الكابتان **(Captan)**.

الكابتان (Captan)

هو مركب عضوي والمجموعة الكيميائية الفعالة هي مجموعة إميد **(Imide)**، والمركب يعد من ضمن مركبات فيثالاإميد **(Phthalimide)** المهمة.

تركيبه الكيميائي :



خصائصه :

1- مركب عضوي يستخدم ضد مرض التبقع.

2- يثبط الكابتان الأنزيمات المحتوية على الثايول، وقد تتفاعل أيضًا مع مجاميع السلفادريل في خلايا الكائن الممرض.

3- يستخدم كمبيد للفطريات، ويقاوم أمراض أوراق النبات، وترش به البذور والفواكه لمنع التلف.

4- يتمتع بمفعول جيد حتى 24 ساعة، ولكن بعد تعرضه لأشعة الشمس، ولفترة قصيرة، فإنه يفقد مفعوله.

5- يستعمل في نهاية الموسم أيضًا ضد أمراض حفظ الثمار، كما يستخدم لمعالجة الحالات الطارئة.

5- البيرثرينات المخلقة :

تتميز هذه المركبات عامة سواء أكانت مخلقة أو طبيعية بفعل إبادي عالٍ ضد الحشرات، ولها مقدرة متميزة في إحداث صرع، كما تتميز بقلة سميتها على الإنسان والحيوان، وهي عبارة عن إسترات ($RCOOR^-$) ناتجة من تفاعل شق حامضي وآخر كحولي.

- خصائصها :

1- قليلة الذوبان في الماء، مثل: المركبات الكلورونية العضوية.

2- ذات تأثير قاتل فعّال، بالإضافة إلى الفعل الصارع على الحشرات.

3- شديدة السمية على الأسماك.

4- تحدث هياجًا لجلد الإنسان والحيوان، ولكن يمكن اعتبارها مركبات ذات أمان نسبي بالمقارنة بالمجموعات الأخرى ، فهي، مثلًا، أقل سمية من الكاربامات بـ 4500 مرة.

5- مركبات غير جهازية، أي لا تسري في العصارية النباتية.

6- تحدد كفاءة أي مركب بيرثريودي ضد الآفات المستهلكة وكذلك سميته على الثدييات، بالمقارنة بمركب البيرثرين المستخلص من نبات الكريزانثيم (0.33 ميكروجرام/ أنثى ذباب منزلي).

7- العديد من مركبات هذه المجموعة تحتوي على مجموعة سيانو "CN" في تركيبها، وهذه المجموعة معروفة بسميتها الشديدة على الإنسان، ولكنها سرعان ما تتحول داخل الجسم إلى ثيوسيانات باتحادها مع ذرة كبريت، ومن ثَمَّ، لا تحدث تأثيرات ضارة خطيرة

(سمية منخفضة) على الثدييات. ونواتج هذا التمثيل (التحول) تفرز خارج الجسم مع البول والبراز والعرق.

8- يستخدم بعضًا منها لمكافحة البعوض والآفات المنزلية، مثل: الإلليثرين والجوكيلات والبينامين فورت وغيرها، وتتميز هذه المركبات بتحمل الحرارة بدرجة كبيرة (مركبات ذات بخر عال).

6- مجموعات أخرى لم تعد تستخدم حاليا:

تم وقف العديد من المركبات التي كانت تستخدم على نطاق واسع في مكافحة الحشرات التي ظهر تأثيرها السام على الإنسان والحيوان والبيئة.

- من أمثلة هذه المركبات :

مركبات الزرنيخ والفلور والثيوسيانات والداي نيترو والكلوروبكرين وغيرها كالتالي:

1 - المبيدات التي تحتوي على الزرنيخ:

مركبات الزرنيخ معروفة منذ القدم، ولها استعمالات عديدة، ومازالت تستعمل بعض مركباته ضد النمل والفطريات والأعشاب الضارة، وكذلك الفئران والجرذان، كما تستعمل في صناعة الأصباغ والخزفيات وغيرها. ويعتبر ثلاثي أكسيد الزرنيخ من أشهر هذه المبيدات، وكذلك أرزينات النحاس (copper arsenate) المسماة بأخضر باريس وفوسفيد الزنك (Rat poison zinc phosphide) الذي يكون على هيئة مسحوق رصاصي اللون مائل للسواد، يكثر استعماله في المنازل كمبيد للفئران والجرذان.

ويحدث التسمم عن طريق تناول طعام ملوث بالسم، وهو بعد تناوله يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك الموجود في المعدة، فيكون غاز الفوسفين، وهو غاز سام جدًّا.

2 - المبيدات التي تحتوي مركباتها على السيانيد أو الثيوسيانات:

مركبات هذه المجموعة لها أثر سريع في القضاء على الحشرات، مثل: الذباب، البعوض، الصراصير، وغيرها، كما تستعمل أيضًا في القضاء على القوارض كالفئران والجرذان، ومن الأمثلة التي تحتوي على مركبات الثيوسيانات: الليثان والثانيت. **والتأثير السمي** لهذه

المركبات يعود لمادة السيانيد التي تنطلق نتيجة تأثير بعض الإنزيمات الموجودة في الجسم، فتؤثر على عوامل التأكسد في خلايا الجسم، مما يسبب عدم قدرة الخلايا على الحصول على حاجتها من الأكسجين، وبالتالي يكون نقص الأكسجين للخلايا سببًا في اختناق الخلية وموتها.

ب- المبيدات الفطرية Fungicides :

تستعمل هذه المبيدات لوقاية النبات من الاصابة بالفطريات أو القضاء على الفطريات أو الحد من نشاطها، فيما إذا كان النبات مصابًا بها، وهي مركبات معدنية أو عضوية أو لاعضوية التركيب، مثل: مركبات النحاس، والكبريت، والزئبق العضوي ... وغيرها . وتستعمل مركبات الداي نيتروفينول (di nitro phenol) بكثرة كمبيدات لأنواع من الحشرات والفطريات، وكذلك للقضاء على القراد الذي يصيب الماشية .

ويحدث التسمم بهذه المركبات عن طريق استنشاق بخارها أو رذاذها أو شربها بصورة عرضية أو امتصاصها عن طريق الجلد عندما يتلوث بها، وتعتبر هذه المبيدات من السموم التي تتراكم في الجسم، والتي تسبب زيادة في معدل الاستقلاب، وبذلك قد تحدث الوفاة. وعمومًا فإن المبيد الفطري هو مادة كيميائية تقتل الفطر دون أن تؤثر على النبات العائل.

ويمكن تقسيم المبيدات الفطرية إلى عدة تقسيمات طبقًا لـ:

1- التركيب الكيميائي للمبيد.

2- طبيعة التأثير على الفطريات.

3- الاستخدامات الميدانية والصفات الطبيعية للمبيد.

ويمكن اعتبار التقسيم- طبقًا للتركيب الكيميائي للمبيد- أهم هذه التقسيمات، وذلك لتنوع المبيدات الفطرية من حيث التركيب الكيميائي كالتالي:

1- المبيدات الفطرية العضوية والعضوية المعدنية.

2- المبيدات الفطرية غير العضوية (المعدنية) مثل:

أ- مركبات الكبريت.

ب- مركبات النحاس.

ج- مركبات الزئبق.

3- مبيدات فطرية جهازية:

أ- المبيـــدات الفطرية العضوية والعضوية المعدنية:

وأهـــم هذه المجموعة :

1- كلورانيل، وهو عبارة عن مشتق حامض ثاني ثيوكاربامیك.

2- قربام، وهو مشتق ثاني ميثيل ثيوكاربامیك في صورة مشتق الحديد.

3- الدايكلون.

4- الجليودين.

5- الكابتان.

ب- المبيـــدات الفطرية غير العضوية :

يمكن القول: إن معظم المركبات غير العضوية التي تستخدم في مكافحة الفطريات - يتوقع أنها سوف تختفي من عالم المبيدات في القريب العاجل جدًّا، بالرغم من كفائتها؛ وذلك نظرًا لخطورتها على البيئة والإنسان على حدٍّ سواء، ومن هذه المبيدات الآتي:

أ- مـركبات الكبريت:

قد يكون الكبريت في صورة غير عضوية، مثل: مساحيق الكبريت، والكبريت القابل للبلل، والكبريت الغروي، والكبريت الجاف، أو في صورة عضوية، مثل: القريام، والزيرام، والثيرام، والزينيب، والمانيب، والنايام، والغايام.

- خصائصه:

1- يستعمل الكبريت ومركباته في مكافحة الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقب الماص، مثل: العنكبوت الأحمر، وقمل الفراخ.

2- يستعمل في مكافحة كثير من الأمراض الفطرية على الخضراوات وأشجار الفاكهة، كالعفن الأسود، والبني، واللغمة، والندوة المبكرة، والبياض الدقيقي.

3- مركبات الكبريت تقبل الخلط مع العديد من المبيدات الأخرى الحشرية والفطرية وغيرها.

4- الكبريت غير سام على الحيوان إذا استعمل بالجرعات المنخفضة أقل من 30 جرام للماشية الواحدة- إلا أن الجرعات العالية أكثر من 350 جرام قد تؤدي للوفاة.

5- قد يحدث تأثيرات حادة أو مزمنة إذا استخدم بأسلوب خاطئ أوعند ارتفاع درجة الحرارة.

6- يعقب التسمم بالكبريت الإسهال الشديد ثم وفاة الحيوان.

7- عدم رش الكبريت وقت التزهير؛ لأن ذلك قد يؤدي إلى وقف أو تقليل عقد الثمار.

8- عدم وجوده بأي نسبة في المواد الغذائية؛ لأنه يؤدي إلى فسادها عند تعليبها؛ حيث يذوب غاز ثاني كبريتور الكربون في الرطوبة مكونًا حمض الكبيرتيك، الذي يؤدي إلى تآكل صفيح العبوة.

9- أثبتت بعض الدراسات كفاءة مسحوق الكبريت خلطًا مع الزيت النباتي ضد الذباب الأبيض والمن في الصوب الزراعية.

ب- مركبات النحاس:

بالرغم من ظهور العديد من المبيدات الفطرية العضوية إلا أن مركبات النحاس المعدنية مازالت تحتل الصدارة في الاستخدام الفعلي لفاعيليتها ورخص ثمنها.

- خصائصها:

1- تمتاز بكفاءة في مكافحة الفطريات خاصة المسببة لأمراض البياض الزغبي.

2- مركبات وقائية؛ حيث تمنع أو توقف إثبات جراثيم الفطر على النبات.

3- تتوقف درجة سميتها أو تأثيرها على الفطر على نسبة تحويلها من الصورة غير الذائبة إلى الصورة الذائبة.

أملاح النحاس:

1- أملاح النحاس البسيطة، مثل: أكسيد النحاس، وكبريتات النحاس القاعدية.

2- أمـــلاح النحـاس القاعديـة، مثـل: خـلات النحـاس القاعديـة، وأكـسي كلـورو النحاس، وكربونات النحاس القاعدية.

3- مركبات النحاس النشادرية.

4- مركبات النحاس المرتبطة (معقدات).

وتتجه الأبحاث إلى وجود مركب يحتوي على النحاس مع مترابط، له أصل صفة الإبـادة الفطرية، أو يكون الناتج له قابلية الذوبان في الزيوت.

ج- المبيدات الفطرية الزئبقية:

تعتبر المبيدات الفطرية الزئبقية من أخطر المبيدات، على البيئة بصفة عامة، وعلى الإنـسان والحيوان بصفة خاصة، ولذلك فإن حدود الأمان لهذه المركبات تـساوي صـفرًا. وتـستعمل هذه المبيدات رشًّا على المجموع الخضري، وقد استخدمت بكثرة في معاملات البذور والتربة، ومنها الآتي:

1- الكالوميل: (كلوريد الزئبقوز):

صيغته الكيميائية: (Hg_2Cl_2)

خصائصه:

1- قليل الذوبان في الماء.

2- تقتصر معاملته على البذور، مثل: الكرنب؛ لوقايتها من الديدان أو من الذبول.

3- كلوريد الزئبقوز لا يسمح بتواجد مخلفاته داخل النباتات المُعدة للاستهلاك المباشر.

2- الأكسيد الأصفر (أكسيد الزئبقيك):

صيغته الكيميائية: (HgO)

خصائصه :

1- عديم الذوبان في الماء.

2- يستخدم كدهان لعلاج أشجار الفاكهة ووقايتها من الطحالب.

3- أكسيد الزئبقوزلا يتسامى؛ نظرًا لأنه ينكسر عند تسخينه.

$$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2$$

وعلى هذا، فإن الثبات الحراري للأكاسيد يقلل من $Hg \leftarrow cd \leftarrow zn$

3- السليماني (كلوريد الزئبقيك):

صيغته الكيميائية: $Hg\ Cl_2$

خصائصه:

1- يستخدم كدهان لبعض الأشجار.

2- يستخدم لتعقيم التربة، وخاصة المشاتل؛ للقضاء على فطريات الذبول والخناق التي تعيش في التربة.

3- يستعمل كمادة طاردة لديدان الجذور.

4- تحدث مركبات الزئبق تأثيرات ضارة شديدة على النبات؛ حيث يتدخل الزئبق في عمليات انقسام الخلايا النباتية، كما أنها تؤثر على حيوية البذور، ويتوقف ذلك على نسبة الرطوبة وطول فترة التخزين.

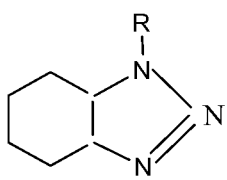
ج- المبيدات الفطرية الجهازية:

بالرغم من أن هذه المركبات شديدة السُّمِّيَّة إلا أنها متعددة الاستخدام، ولذلك توجد مبالغة شديدة في استخدام هذه المبيدات، فمثلًا: تستخدم أحيانا أحد المبيدات الجهازية رشًّا على الفراولة، ثم تقطف وتباع في الأسواق مباشرة، مما نشأ عن سوء استخدامها مشاكل كثيرة في البيئة. من مركبات هذه المجموعة:

1- مركبات البنوفيل:

من أكثر المركبات المعروفة هو البنوفيل، ويتحلل مائيًّا بصورة سريعة في النبات.

تركيبه الكيميائي:



خصائصه:

1- تتميز هذه المركبات بذوبانها العالي في الماء لذلك فهي تتخلل الأنسجة النباتية.

2- هذه المركبات تتحرك إلى مناطق أخرى من البذور والجذور والأوراق، وتصل أيضًا إلى الأنسجة الفطرية، وتتراكم داخلها.

3- تظهر سمية هذه المركبات عندما تصل تراكيزها إلى الحدود ذات الفعالية.

4- تعمل على تثبيط التخليق الحيوي في الخلايا الفطرية، وكذلك تثبيط تكوين الجدر الخلوية الفطرية، وتعيق وظيفة الأغشية الخلوية.

5- تثبيط عملية التنفس في الخلايا الفطرية وتخليق الأحماض النووية.

6- تعمل هذه المركبات على تثبيط وظيفة الأنوية في الخلايا الفطرية، كما تعمل بعض أنواعها على تثبيط تخليق الليبيدات.

7- وحيث إن الفطريات تتبع المملكة النباتية (وإن كانت كائنات حية دقيقة)، فمن ثم لا يستبعد حدوث تأثيرات ضارة وشديدة على النباتات الحقلية والبستانية والخضروات، بالرغم من التخصص الشديد في فعل المبيدات الجهازية.

8- وقد تضاف مباشرة إلى التربة لمكافحة الفطريات الضارة التي تسكنها، أو توضع على التقاوي لحمايتها من فطريات التربة، أو تستخدم رشًّا على المجموع الخضري؛ بهدف حمايته من التبقعات أو من بعض الفطريات الجهازية وغيرهما أو تعامل على الثمار لحمايتها من الأعفان.

ويمكن أن نشير إلى بعض أسماء المجموعات الكيميائية العديدة، والتي يمكن أن تحدث تأثيرات كمبيدات فطرية جهازية، كما هو مبين في الجدول رقم (9) كالآتي:

جدول رقم (9) : يوضح بعض أسماء المجموعات الكيميائية، والتي لها تأثيرات كمبيدات فطرية جهازية:

م	اسم المجموعة الكيميائية	الاسم العام
1	مجموعة الأسيتاميدات	(كورزات)
2	مجموعة الأسيل الأنين	(ريدوميل – أسيلون – فونجاد)
3	مجموعة البروثيوكارب	(بريفيكور)
4	مجموعة البنزيميدازول	(بنليت – بافستين – تكتو)
5	مجموعة كربوكساميد	(فيتافاكس – بلانتفاكس – سيكارول)
6	مجموعة دايكروبوكساميد	(سوميسكلس)
7	مجموعة إيميدازول	(قبنجافلور)
8	مجموعة مورفولين	(كليكسين – ميلنتاتوكس)
9	مجموعة المبيدات الفسفورية العضوية	(ويبسان – أفيوجان)
10	مجموعة الفوسفيت	(أليت)
11	مجموعة البيرازين	(سابرول – فنجينكس – تراى فورين)
12	مجموعة بيريميدين وبيريدين	(مليجور – نمرود) .
13	مجموعة ثيوفاثات	(ثيوفانات – ثيوفانات ميثيل) .
14	مجموعة تراى أزول	أندار– بيثون – بيكور – فيجيل/ بيلاتون
15	مركبات متنوعة لا تتبع المجموعات السابقة	(ديموسان تيرازول – فوزيوان ...)

ونود أن نشير هنا إلى أنه مازالت كثير من المبيدات الثابتة تستخدم في بعض البلدان الإفريقية والأسيوية ودول أمريكا اللاتينية والجنوبية، مثل: الزرنيخ والقصدير والزئبق والكبريت والزنك والكلورين، مع العلم بأن بعضًا من هذه المركبات توجد كذلك في الأسمدة العضوية والمعدنية، وقد تستعمل هذه المركبات لأغراض أخرى مع مكافحة الآفات.

ج – مبيدات الحشائش (Herbicides):

الحشائش نباتات غير مرغوبة في وجودها؛ لأنها تنافس النباتات في الماء والهواء والغذاء. ولقد حقق الإنسان نجاحات جيدة في مكافحة الحشائش من خلال العمليات الزراعية؛

كالحرث والعزيق والغمر بالمياه .. إلخ. وحدث تطور هائل في الطرق الميكانيكية لمكافحة الحشائش بتطور الآلات وأساليب الميكنة، ثم بدأ ظهور المبيدات بغرض التغلب على الحشائش، ولكن هذه المركبات تسببت في مشاكل كثيرة؛ نتيجة لأخطاء التطبيق، وعدم القدرة على استيعاب مفهوم وفلسفة الفائدة في مقابل الضرر.

وتعرف الحشائش كما عرفتها جورجيا عام 1914م على أنها: "نباتات تنمو في موضع غير مرغوب تواجدها فيه "، وعرّفها بيترس عام 1935م بأنها: " النبات الذي تزيد أضراره عن منافعه، والذي يكون من عادته النمو، حيث لا يكون مطلوبا ". والحشائش ذات أنواع متعددة، منها ما ينمو في الأراضي الزراعية ومنها ما ينمو في المجاري المائية. ويكفي للتدليل على خطورة الحشائش أن نشير إلى أنها تسبب خسائر تمثل 34 ٪ من مجموع الخسائر التي تسببها الآفات، علمًا بأن الحشائش قد تنمو في الأراضي غير المزروعة؛ كالمدن والمطارات وغيرهما.

1- خصائصها:

تؤدي الحشائش إلى:

1- خفض الإنتاج الزراعي.

2- خفض جودة المحاصيل.

3- خفض قيمة الأرض الزراعية.

4- زيادة انتشار الحشرات والأمراض النباتية.

5- زيادة تكاليف العمليات الزراعية.

6- حدوث حالات تسمم للإنسان والحيوان؛ لأن بعضها يكون سامًّا.

7- نقص كمية الإنتاج الحيواني.

8- وكذلك دور الحشائش في صعوبة جمع المحصول، ومشكلة سد المجاري المائية، وزيادة الفاقد في كمية المياه ... إلخ.

2- بعض منافع الحشائش:

ليست كل الحشائش ضارة على طول الخط، بل إن بعضها ذات منافع كثيرة، فمثلًا :

1- بعضها يستخدم كغذاء للإنسان، مثل: الملوخية، والسريس، والرجلة، وغيرها.

2- يستخدم البعض كعلف للماشية.

3- بعضها يعتبر مصدرًا مهمًّا جدًّا كنباتات طبية ، مثل: مركبات الخلين (من بذور الخلة)، والإيفوربين (حشيشة اللبنية)، والأسكاريدول (من الزربيح)، وفيتامين ج (من الرجلة)، والأتروبين (من الداتورة).

4- هناك حشائش كثيرة تزيد من خصوبة التربة، مثل: الدحريج، والنقل، والحندقوق.

5- كما تعمل بعض الحشائش على صيانة وحفظ الأراضي من الانجراف، مثل: النجيل، والحلفا.

5- كما تعتبر بعض الحشائش مصدرًا لبعض الصناعات الريفية، مثل: الحجنة، والغاب.

3- أنواع مبيدات الحشائش:

تم استخدام بعض المركبات الكيميائية قدرًا للقضاء على الحشائش الضارة، وذلك عام 1896م ، في فرنسا، حيث لوحظ موت حشيشة السيتايهز بعد رش العنب بمزيج بوردو (نحاس + جير)، ثم تم اختبار مقدرة كبريتات النحاس، والتي تبين أن لها القدرة على قتل الحشائش عريضة الأوراق، ثم نجح استخدام العديد من المركبات، مثل: ملح الطعام، وكبريتات الحديد، وكبريتات النحاس، وزرنخيات الصوديوم، كمبيدات حشائش، وكانت جميع المركبات تستخدم في أراضي غير مزروعة، وفي عام 1932م تم اكتشاف مركب الداينيتروفينول في فرنسا كأول مبيد عضوي اختباري لمكافحة الحشائش. وفي عام 1942-1944م تم الكشف عن خصائص مركبات مشتقات حامض الفينوكسي. وبعد ذلك عرفت مبيدات الحشائش على أنها مركبات كيميائية معدنية أو عضوية تعمل على قتل أو منع تثبيط نمو الحشائش أو أعضاء تكاثرها.

قد يعتقد البعض، سواء أكانوا من المزارعين أو حتى من العلميين، أن مبيدات الحشائش مركبات مأمونة الجانب، أو ذات سمية نسبية مقبولة؛ لذلك لا تؤخذ الاحتياطيات الواجبة

عند التداول والنقل والتخزين، وهذا خطأ كبير، بل فادح؛ حيث إن العديد من مبيدات الحشائش ذات تركيبات كيميائية خاصة، تتسم بالسمية والتأثيرات البيئية الضارة، مثل: المواد الهرمونية، لذلك يجب أن تتعرض هذه المركبات لجميع خطوات ومراحل الاختبارات المعملية والحقلية؛ للتأكد من أمانها النسبي، قبل السماح بتسجيلها والتوصية باستخدامها في مكافحة الحشائش الضارة.

ومادمنا بصدد تناول أثر الكيميائيات على حالة الإنسان- فإن الاعتماد على الطرق الميكانيكية والزراعية والبيولوجية هي أفضل السبل، مع السماح باستخدام مبيدات الحشائش في أضيق نطاق، وتحت مظلة برامج المكافحة المستنيرة والمتكاملة؛ لأن لها تأثيرات سمية مع الزمن؛ بسبب تراكمها داخل جسم الإنسان، ويظهر الأثر على المدى البعيد.

والمبيدات الحشرية تتميز بالتنوع الكبير في تركيبها الكيميائي، ويمكن أن نشير إلى أقسام هذه المبيدات كالتالي:

1- مركبات معدنية :

هي مركبات غير عضوية، مثل: حامض الكبريتك، وكلوريد وكلورات ونترات وزرنيخات الصوديوم، وسيانامید الكالسيوم، ونترات وكبريتات الحديدوز.

2- مركبات عضوية غير نيتروجينية:

هي مركبات، مثل: مشتقات الكلور فينوكسي، وغيرها، ومشتقات أحماض الفينايل خليك، والبنزويك، مثل: الدايكامبا، والفيناك، ومشتقات الأحماض الهالوجينة الأليفاتية، مثل: الدلابون.

3- مركبات عضوية نيتروجينية :

هي مركبات، مثل: مركبات اليوريا، ومنها المونيورون، واللينيزون، والديورون، والفلوميترون، ومركبات الكاربامات، أو الثيوكاربامات، والأيتام والفيرفولات ... إلخ، والمشتقات النيتروجينية الحلقية غير المتجانسة، مثل: الترايازين، ومنها: السيمازين، والبروبازين، والأترازين، ومشتقات الفينول الاستبدالية، ومنها: (PCP و DNPP) ومشتقات التولويدين، مثل: التريفلان، والبلافافين (أسيتاميد- Acetamide)، والأناليدز (Analidies)، مثل: مركب الإستام.

4- مركبات عضوية معدنية:

هى عبارة عن مركبات عضوية تحتوي في تركيبها على بعض المعادن، وتسمى المركبات المعدنية العضوية، وتستخدم كمبيدات حشائش، مثل: .D.S.M.A، وبعض الزيوت البترولية. وتجدر الإشارة إلى وجود مبيدات حشائش غير اختيارية؛ حيث تقتل النباتات النامية، مثل: الجرامكسون، والدايكوات، و.D.N.P.P ، وكم من كوارث حدثت من جراء الإفراط في استخدام المبيدات غير المتخيرة.

5- بعض المبيدات الجهازية:

يمكن إدراج بعض المبيدات الجهازية ضمن مبيدات الحشائش، مثل: الديورون، والدالابون، وغيرهما، وهي تستوجب الحذر الشديد وضرورة اتباع التوصيات عند التعامل مع هذه المبيدات. يوجد من هذه المبيدات أنواع شديدة الثبات في البيئة؛ حيث تستخدم في تعقيم التربة، وإذا لامست النباتات تحدث تسممًا وجفافًا وحرقًا للأوراق. وهناك مبيدات عالية الثبات في التربة، مثل: مبيد الكوتوران، الذي يستخدم في مكافحة دودة القطن، ولكن هذا المبيد يؤثر سلبًا على زراعة القمح، بمعنى: إذا تم زراعة القمح في أرض ملوثة بهذا المبيد، فإنه لا تنبث تقاوي القمح، أو يحدث لها الإنبات، ثم تموت؛ نتيجة لعدم قدرة الأوراق على القيام بعملية التمثيل الضوئي (فقد الكلوروفيل).

ويمكن الإشارة إلى أن بعضًا من مبيدات الأعشاب لها القدرة على القضاء على نوع معين ومحدود من الأعشاب التي تصيب المزروعات، والبعض الآخر له القدرة على القضاء على جميع النباتات والأعشاب، وتستعمل الأخيرة عادة لتنظيف الشوارع والطرقات الزراعية من النباتات التي عليها، وكذلك لتنظيف خطوط سكك الحديد والمطارات وغير ذلك، ومن الأمثلة عليها: الباراكوات (Paraquat) والدرياكوات (D-Diaquat) . وهذه المركبات تذوب في الماء، ولها آثار ضارة، ولكن يعتبر الباراكوات أشد سمية من الدرياكوات، فله أثر ضار على الجلد والعيون والأنف والفم، وكذلك على جهاز التنفس والقناة الهضمية، أما السائل المركز منه يحدث التهابات وتقرحات في الأنسجة الجلدية.

د- مبيدات القوارض (الفئران والجرذان) Rodenticides

تعد القوارض مشكلة حقيقية؛ لأنها أحد الأسباب الرئيسة في انتقال العدوى والأوبئة، مثل: الطاعون وغيره، فضلًا عن خسارة وإفساد المحاصيل الزراعية.

وتعتبر مشكلة القوارض من أكبر التحديات التي تواجه تحسن وسائل معيشة الإنسان، حيث يمكن القول بأنه كلما زادت رفاهية الإنسان، زادت المخلفات الناتجة عن هذه الرفاهية، وبالتالي تفاقمت، وتزايدت حدة مشكلة القوارض.

ومركبات هذا النوع من المبيدات شديدة الخطورة، ومن السُّمِّيَّة بمكان؛ لأن لها القدرة على القضاء على القوارض والحيوانات الأليفة، وحتى على الإنسان، إِنْ أُسيء التعامل معها، فعلى سبيل المثال قد استعملت بعض مركبات الزرنيخ والإستراكنين في هذا المجال منذ القدم، ونظرًا لخطورتها على الإنسان والحيوانات قل استعمالها في الوقت الحاضر، ووجدت مبيدات أخرى للقوارض ذات تأثير مانع للتخثر، مثل: الوارفارين (wayfaring) ، علمًا بأنه أحد الأدوية المستعملة طبيًّا؛ لأنه عند دخوله الجسم يعمل على تثبيط عملية تكون البروثرومبين المهمة في تخثر الدم.

وعلى عكس ماهو متوقع لقد لعبت المبيدات الكيميائية دورًا مهمًّا في انتشار القوارض؛ لأنها قضت على العديد من الأعداء الطبيعية التي كانت تعمل على التوازن الطبيعي لتعداد القوارض. ولذلك فإن اللجوء إلى التوسع في استخدام مبيدات القوراض الكيميائية كسلاح وحيد و فعّال دون استناد إلى برنامج للمكافحة على دراسات بيئية وسلوكية وحصر وتصنيف للقوارض- يكون غير مجدٍ. ويرجع ذلك إلى أن القوارض، وخاصةً الفئران، تستطيع أن تغير وتعدل من سلوكها عندما تشعر بالأخطار، خاصة مع تعود تواجد السموم؛ لأن الفئران حيوانات ذكية وماكرة حباها الله- سبحانه وتعالى- بالعديد من مقومات الحياة؛ من مقدرة فائقة على التناسل والمعيشة في بيئات متعددة وظروف غير ملائمة، والمقدرة على تحمل نقص الغذاء.

أما بالنسبة لأنواع الفئران التي تمثل الآفات الرئيسة في الزراعة والمواد المخزونة والصحة العامة فثلاثة أنواع، وهي: الفأر النرويجي في المناطق المعتدلة، والفأر الأسود في المناطق الحارة، وفأر المنازل، والأخير أقلهم تأثيرًا من الناحية الاقتصادية، ولكنه يسبب مضايقات للإنسان في أماكن معيشته. والفئران تعتبر حاملة للعديد من الأمراض الوبائية، مثل: الطاعون، وحمى الوادي المتصدع، وغيرهما، كما تحدث أضرارًا شديدة لأثاث المباني والمنشآت الخشبية.

أ- مواصفات مبيدات القوارض:

وحيث إن معظم استخدام مبيدات القوارض يكون عن طريق الأطعمة؛ لذلك فإنه يجب أن تكون هذه المبيدات ذات **مواصفات معينة**، كالتالي:

1- يجب ألا تكون مرفوضة من الآفات المستهدفة.

2- وفي الوقت نفسه عدم احتياج الحيوان لجرعات متكررة.

3- كما أنها لا تظهر أعراضًا مرضية؛ لأن ذلك يؤدي إلى عزوف بقية الفئران عنها.

4- مع مراعاة أن يجعل المبيد الفئران تندفع خارج مكان المعاملة لتموت بعيدًا.

5- كذلك ألا تكون هذه المبيدات ذات سمية عالية على الثدييات؛ لأنه من المعلوم أن غالبية السموم الفعالة ضد الحيوانات الفقارية، مثل: الفئران- تكون سامة أيضًا على الإنسان والحيوان، مع القليل جدًّا من الاستثناءات، وبالرغم من ذلك، فإن الإنسان يستخدم مبيدات القوارض بأسلوب خاطئ ومبالغ فيه، قد يحدث له تسممًا وأضرارًا ونفس الشيء على الحيوانات الأليفة.

ب- تقسيم مبيدات القوارض:

يمكن تقسيم مبيدات القوارض من حيث السمية إلى مجموعتين:

1- مركبات ذات سمية حادة:

وفيها تستخدم جرعة واحدة، وهى سريعة المفعول وهذه المبيدات تتميز بسرعة إحداثها للقتل، ولكنها شديدة الخطورة، ولا تصلح إلا تحت ظروف معينة؛ لأنها قد تصيب الإنسان والحيوانات الأليفة بالتسمم وأمراض خطيرة.

2- مركبات ذات سمية مزمنة:

وفيها تستخدم جرعات متعددة وهي بطيئة المفعول يقصد بالمركبات بطيئة المفعول بمانعات التجلط، وهي تتسم بالفاعلية والآمان النسبي، ولكنها قليلة الاستخدام وباهظة التكاليف، بالنظر لتكلفة العمالة التي تقوم بتجهيز وتوزيع الأطعمة المحتوية عليها، ولكن ظهرت مشكلة اكتساب الفئران لظاهرة المقاومة لفعل هذه المواد.

ومن هنا يمكن القول بأن مبيد القوارض (الفئران) الجيد هو الذي يحقق ثلاثة متطلبات أساسية، تتعلق بالسمية، والقبول، وأمان الاستخدام.

ج- أنواع مبيدات القوارض:

تتنوع مبيدات القوارض كيميائيًّا وبيولوجيًّا:

1- مبيدات القوارض الكيميائية:

وأشهر مبيدات القوارض الكيميائية التي تستخدم قديمًا وحديثًا هي كالتالي:

أ- قديمًا:

ظهرت في البداية مركبات الإستراكنين والزرنيخ الأبيض والفوسفور وبصل الحنظل والأخير يحتوي على سم طبيعي، هو الأسكليروسيد، ثم ظهرت بعد ذلك مبيدات كربونات الباريوم وفوسفيد الزنك وأكسيد الزرنيخوز. وقد استخدم مركب كبريتات الثاليوم مدة طويلة في مكافحة الفئران وبعض أنواع الطيور الضارة، وهو من المركبات شديدة السمية على الإنسان والثدييات الأخرى. ومن أوائل المركبات المصنعة كسموم للفئران مركب الأنتو (ألفا رنافيثيل ثيوريا)؛ حيث تصل الجرعة السامة له 6 – 8 ملليجم/ كجم من وزن الجسم للفئران، ومن العيوب الواضحة عزوف الفئران عن تناول مزيد من الأطعمة المحتوية عليه إذا تناولت جرعة غير كافية، ولقد أوقف هذا المركب تمامًا في العديد من دول العالم خاصةً بريطانيا.

ب- حديثًا:

مركبات حمض الفلوروأستيك، ولكن هذه المركبات خطيرة وشديدة السمية، ولا يوجد لها مضادات تسمم. كما تم استخدام البرسيم الحلو كمبيد للقوارض؛ لأنه يحتوي على المادة الفعالة داي كومارين، التي تتداخل مع وظيفة فيتامين **K**، وتقلل من تكوين مركب البروثرومبين، وهذا المركب غير فعال ضد الفئران، ولكن أحد مشتقاته الهيدروكسيلية شديدة الفاعلية، وهو المركب المعروف بالوارفارين، وهو أشهر مضاد للتجلط، والفئران شديدة الحساسية لهذا المركب، ولا تعزف عن تناوله، والجرعة القاتلة تمثل ملجم / كجم، ولمدة خمسة أيام. ويتوقف أمان هذه المركبات على أسلوب التطبيق، كما أن حالات التسمم تعالج بفيتامين **K** .

2- مبيدات القوارض البيولوجية :

نظرًا لخطورة مبيدات القوارض الكيميائية وأثرها الخطير؛ فقد أجريت محاولات لمكافحة الفئران بطرق بديلة عن استخدام المبيدات الكيميائية، مثل: **استخدام الأمراض المعدية**، ولقد نجحت بكتريا السالمونيللا المجهزة على طعم اللحم في القضاء على كثيرٍ من الفئران، ولسوء الحظ، كونت الفئران سلالات مقاومة لفعل البكتريا، مما اضطر الباحثين إلى دراسة استخدام وسائل أخرى للتعقيم مثل استخدام مركبات كيميائية ذات تأثير بيولوجي(مسببًا العقم)؛ حيث تم تكوين مستحضر من مخلوط على صورة مسحوق سيانيد الصوديوم وكربونات الماغنسيوم وكبريتات الماغنسيوم اللامائية، بحيث يوضع في جحور الفئران؛ حيث ينبعث من هذا المخلوط سيانيد الهيدوجين عند ملامسته رطوبة التربة. وكذلك يستخدم كريات فوسفيد الألومنيوم؛ حيث ينبعث منه فوسفيد الهيدروجين، وهو مفيد جدًّا في مكافحة الفئران في حقول الأرز.

د- مقاومة القوارض للمبيدات:

القوارض بصفة عامة، والفئران بصفة خاصة، لها القدرة على إنتاج سلالات مقاومة لفعل المبيد، مثل: ما حدث لمقاومتها لفعل الوارفارين، مما اضطر إلى ظهور مشتق الكلور له، وهو ما أطلق عليه توماكلور، وله كل مميزات الوارفارين. وبعد ذلك ظهرت فئران فائقة المقدرة على تحمل الوارفرين ومشتقاته، ومن ثم ظهرت مشتقاته الكومارين والتي أثبتت فاعلية جيدة، مثل: الداي فيناكوم، كسم بطيء المفعول "تأثير مزمن"، ثم ظهر مركب بروماديلون وهو مقبول جدًّا من الفئران شديد المفعول، كمانع للتجلط، وتستطيع جرعة واحدة في طعام تركيز المادة الفعالة به 0.005 ٪ - أن تقتل الفئران خلال يوم واحد فقط.

ويجب على الجميع اتباع أسلوب **"الوقاية خير من العلاج"**، أي أن النظافة في الحقول والمنشأت الريفية الجديدة وفي المنازل- هي أهم سلاح ضد تواجد الفئران، وذلك عن طريق التخلص من الأعشاب وبقايا النباتات، وكذلك التخلص من القمامة ومخلفات الحبوب وهدم جحور الفئران وإقامة المباني بمواصفات معينة وتغطية الأبواب والنوافذ بالسلك وعمل دكات خرسانية للأرضيات وعدم ترك فضلات حول المباني.

هـ- المبيـــدات النيماتودية Nematicides :

النيماتودا حيوانات دقيقة تحدث أضـرارًا جسيمة على النباتات؛ لأن بعـضًا منهـا يهـاجم الجذور، والبعض يتغذى عـلى الأوراق، وبعـضها يأكـل الـسيقان، والـبعض الآخـر يهـاجم الأبصال. وتكمن مشكلة النيماتودا في أن لديها القـدرة عـلى أن تنتـشر بـسرعة فـي الأراضي الخفيفة، كما أنها تستطيع التغلب على العديد من الظروف المعاكسة، حيث تتحوصـل، وتظـل كذلك لسنوات طويلة حتى تتحسن الظروف، ويتضح ذلك جليًّا في معاناة مـن اتجـه لزراعـة الصحراء والصوب البلاسـتيكية مـن الإصـابات النيماتوديـة، لـدرجة أن زارعـي الـصوب يلجئون لتدخين التربة بغاز بروميد الميثيل (أحد المبيدات النيماتودية القوية) عند الإنشاء حتى يقضوا على النيماتودا الضارة.

وتعتـبر المكافحة الكيميائية بالمبيدات النيماتودية من أسهل وأكثر الطرق فاعلية، خاصـةً الغازات، مع أنها أكثر هذه المبيدات ضررًا على البيئة، وأشدها خطرًا على الـصحة. ويجـب أن يتحقق في الغاز الفعّال- لكي يستخدم كمبيد ضد النيماتودا- **مواصفات معينة** هي:

1- أن يكون أثقل من الهواء.

2- أن يكون قابلًا للتوزيع والانتشار في التربة.

3- أن يظل ثابتا لمدة كافية.

وأشهر أمثلة على ذلك: الداي كلوروبروبين والإيثلين داي بروميد، **ولكن هذه الغازات ضارة جدًّا بالنباتات**؛ لذلك يجب أن تجرى عمليـات التـدخين قبـل الزراعـة بعـدة أسـابيع. وللتاريخ نذكر أن أول عملية تدخين أجريت عـام 1871م بـاستخدام ثاني كبريتور الكربون في ألمانيا، كما استخدم الكلوروبكرين، وهـو غـاز الـدموع فـي بريطانيـا عـام 1919م، وفي أمريكا استخدم مخلوط من سيس وترانس للـداي كلـوروبروبين عـام 1943م ، وفي عـام 1956م تـم اكتشاف الفعل النيماتودي لمركب ميثيل ايزوثيوسيانات، كمـدخن جيـد للتربـة ضد الفطريات والحشرات والنيماتـودا وبـذور الحـشائش، ولكـن ثبـت ضرره الـشديد عـلى النباتات؛ لذلك يجب إجراء المعاملة قبل وقت كافٍ من العـلاج؛ حتـى تكـون هنـاك فرصـة لانهيار المركب.

تتوقف كفاءة وفاعلية المبيدات النيماتودية في التربة على نوع التربة وظروفها ودرجة الحرارة، وعادةً تكون المبيدات النيماتودية ذات تركيب كيميائي بسيط، فمثلًا: غاز بروميد الميثيل، وهو أحد أشهر أنواع المبيدات النيماتودية- يستخدم عن طريق حقنه في التربة، ثم ينتشر الغاز (بروميد الميثيل) لتعقيم التربة؛ نظرًا لتطايره العالي، خاصةً في الصوب الزجاجية، كما يفيد في القضاء على النيماتودا في التقاوي والنباتات المصابة. وعملية تدخين التربة عالية التكاليف؛ حيث تتطلب حقن الغاز على عمق معين، لا يقل عن 30 سم.

كما يوجد هناك العديد من المبيدات الفوسفورية العضوية ذات تاثير فعّال على النيماتودا، مثل: الفورات، والباراثيون، والدايمثوات، ولكن معظم هذه المبيدات سريعة الانهيار في التربة، ولذلك تكون المبيدات الجهازية أكثر فائدة.

وهناك أيضًا العديد من مركبات الكاربامات ذات تأثير جيد على النيماتودا، مثل: الكاربوفيوران، والكاربوسلفان، والألديكارب، والأوكساميل، ذات صفات جهازية، ولكنها شديدة السمية على الإنسان والحيوان. ومن المؤسف أن الفلاح العربي (وخاصة المصري) يعتمد كثيرًا على هذه المبيدات الجهازية الكاربامات، بالرغم من سميتها وخطورتها البيئية؛ لأن لها القدرة على حماية الخضراوات، خاصة الفراولة ونبات الزينة وكذلك أشجار الفاكهة.

ومن الجدير بالذكر أن اليابانيين نجحوا في الحصول على مركبات، من أصل نباتي، شديدة الفعالية ضد النيماتودا، وهذا هو الاتجاه الحديث في مكافحة النيماتودا والحد من خطورتها، وهو استخدام أحد النباتات والأعشاب لحماية نباتات الصوب البلاستيكية من النيماتودا.

و- الهرمونات ومنظمات النمو النباتية:

Hormones and Plant Growth Regulators

منظمات النمو النباتية هي عبارة عن مركبات كيميائية عضوية غيرغذائية، لها قدرة تأثيرية على النمو النباتي، علمًا بأنها تستخدم بتركيزات ضئيلة، وتتضمن مواد تشجع أو تثبط النمو أو تحور العمليات الفسيولوجية في النبات. والمواد التي يمكنها تعديل أو تحوير العمليات الفسيولوجية يطلق عليها لفظ: منظم، بينما يطلق على المواد التي تشجع أو تثبط

النمو، وتنتج طبيعيًّا لفظ: هـرمون، والمواد الهرمونية مركبات عاليـة التخـصص، بمعنـى أن هنـاك هرمونًا للنمـو، وآخر للإزهار، وثالث لنضج الثمرات، وغير ذلك، وتحـدث تأثيراتهـا الفسيولوجية بتركيزات ضئيلة للغاية.

عمومًا، هذه المواد متعددة الاستخدامات في الزراعة، ومثال ذلك:

1- التأثير علـى نمو النباتات من خـلال دورها في انقسام الخلايا واستطالتها والإسراع فـي النمو الخضري.

2- التأثير على كمية المحصول عن طريق زيادة العقد وحجم الثمار وعدم تساقط الثمار.

ولـذلك فـإن هـذه المركبـات تـستخدم بـإسراف شـديد خاصـةً في مـزارع الفاكهـة والخضراوات، ممـا أدى، وبالتأكيـد إلى حـدوث تـأثيرات بيئيـة ضـارة، خاصـةً عـلى صـحة الإنسان، ومن الخطأ الاعتقاد بأن الهرمونات المخلقة، والمستخدمة في الزراعة- هي شبيهة لمـا هـو موجود طبيعيًّا في النباتات، وبالتـالي تجاهل إمكانية حـدوث أيـة أضرار جانبيـة، وهـذا يتنافى مع الحقيقة والواقع.

تتمثل خطورة هذه المواد علـى النباتـات في أن معظمهـا يحـدث تنـشيطًا للنمـو عنـدما يستخدم بتركيزات منخفضة، وهو نفسه يحدث تثبيطًا للنمو إذا زاد التركيز عـن حـد معـين، وهذه معادلة صعبة حالت، ومازالت تحول، دون التوسع في استخدام الهرمونات أو المنظمات النباتية. وبالرغم من أن هذه المواد ليست مأمونة بصفة مطلقة، ولها آثارها السيئة التـي تظهـر على المدى البعيد- إلَّا أن الزراع في العالم العربي، وخاصةً مصر، يسرفون إسرافًـا غـير واعٍ في استخدام الهرمونات النباتية.

والبحث العلمـي في هـذا المجـال مفتـوح بدرجـة مذهلـة؛ حيـث إن احـتمالات إيجـاد هرمونات جديدة ذات تركيبات متميزة ومأمونة الجانب- يمكـن الاسـتفادة منهـا ودخولهـا حيز التطبيق العملي- شيء مهمٌّ جدًّا.

ومن أهـــم أنواع هذه المنظمات:

1- الأكسينات.

2- الكينات، مثل: الإيثلين.

ز- مركبات متنوعة:

توجد مركبات كيميائية عديدة ذات مجموعات وظيفية مختلفة، كما سبق أن أوضحنا، ذلك (جدول رقم 9)، وجميعها ذات تأثيرات بيئية ضارة جدًّا، ويمكن الإشارة هنا إلى بعض الأمثلة كالتالي:

1- مبيدات القواقع:

مبيدات القواقع وخاصة قواقع البلهارسيا الموجودة في المياه العذبة، ذات تأثيرات ضارة على البيئة، وكذلك على صحة الإنسان والحيوان، ولذلك وجب على الحكومات استخدام البدائل غير الكيميائية؛ لمكافحة قواقع البلهارسيا، ولحسن الحظ، هناك العديد من النباتات التي تثبت دورها الفعال في القضاء على القواقع الدمسيسة، وكذلك أنواع عديدة من الحشائش البرية.

وهناك مبيدات مكافحة قواقع الحديقة، وهي مركبات كيميائية مصنعة، وهي خطرة جدًّا، وتسبب أضرارًا بالغة، وهناك أمل أن تستطيع الوسائل الزراعية والميكانيكية والحيوية وغيرها- أن تقلل من حجم المشكلة، تفاديًا للتلوث البيئي والإضرار بصحة الإنسان.

2- الجاذبات الجنسية :

والجاذبات الجنسية تعرف أيضًا بالفورمونات، وهي كيميائيات منخفضة السمية على درجة عالية نسبيًّا من الأمان البيئي، وهي ناجحة جدًّا في اكتشاف تعداد الآفات الحشرية، وتعمل على تقليل التعداد من خلال تشويش الذكور، بحيث لا تتقابل مع الإناث، ولا يحدث التزاوج، ومن ثم تضع بيضًا غير مخصب، مما ينعكس على تعداد الأجيال التالية. أما عن تأثير هذه المركبات على البيئة- فهي مازالت تحتاج إلى دراسة جيدة لتأكيد أمان هذه المركبات.

خامسًا: الآثار السلبية للمبيدات :

يعد الإفراطُ في استخدام المبيدات أحدَ الأسباب الرئيسة في ازدياد حالات التسمم التي يتعرض لها الإنسان، وكذلك الإصابات الخطيرة، بل بعض حالات الوفيات؛ حيث نعلم أن تأثير هذه المبيدات على الكائنات الحية أدى إلى ظهور مشاكل كبيرة في النظام البيئي بشكل عام، وتسببت في إحداث مخاطر على صحة الإنسان بشكل خاص فمثلًا: قضت هذه المبيدات

على الأعداء الطبيعية للآفات الحشرية الضارة، وفي الوقت نفسه ظهور سلالات من الآفات مقاومة للمبيدات، كما أثرت تلك المبيدات على خصوبة التربة، وأدت إلى تلوث المياه والغذاء والهواء، كما أشرنا إلى ذلك عند الحديث عن تلوث البيئة بالمبيدات، وإننا هنا نتحدث عن الآثار السلبية للمبيدات على الزراعة وصحة الإنسان.

1- الآثار السلبية على الزراعة:

إن الاستخدام المتزايد والعشوائي للمبيدات الكيميائية في الزراعة تسبب في إحداث خلل في التوازن البيئي؛ لأنه أدى إلى اختفاء الأعداء الحيوية من مفترسات ومتطفلات على الحشرات الزراعية وغيرهما، فضلًا عن ظهور سلالات من الآفات الحشرية مقاومة للمبيدات، مما يزيد من فداحة المشكلة البيئية، وخاصة على المدى الطويل، فمثلًا من بين هذه الآفات التي سجلت مقاومة للمبيدات الحشرية حشرة من القلف الأسود، والتي تصيب أشجار اللوزيات، حيث تسببت في تلف الكثير منها. ومن مظاهر خلل التوازن البيئي أيضًا ظهور حشرات المن والذبابة البيضاء بكثافة كبيرة جدًّا، وهذه الحشرات تتسبب في نقل معظم الأمراض الفيروسية الخطيرة على محاصيل الخضر، مثل: مرض الاصفرار الفيروسي الذي يصيب القرعيات، وخاصة البطيخ والشمام والخيار، الأمر الذي أدى إلى اقتلاع الكثير من أشجار القرعيات، وليت الأمر عند هذا الحد، بل أدى إلى عزوف الكثير من المزارعين عن زراعة البطيخ والشمام وغيرهما.

ولذلك فإن الواقع يفرض على الباحثين بذل جهودًا علمية كبيرة للقضاء أو الحد من انتشار تلك الظاهرة؛ لأنه من المتوقع -إذا استمر الأمر على هذا الحال- أن المزارعين، في نهاية الأمر، لن يستطيعوا مكافحة أو ايقاف انتشار أو منع تفشي الآفات الضارة، مهما استخدموا كميات كبيرة من المبيدات، ومهما ازداد عدد مرات الرش، وبالتالي، فإن النتيجة ستكون إنتاج محاصيل متدنية وضعيفة الإنتاجية، وخاصةً تحت الظروف المناخية المتغيرة والمتقلبة. إن النظام البيئي الزراعي سيأخذ وقتًا طويلًا؛ ليعود إلى حالته الطبيعية لزراعة محاصيل مقاومة للآفات الحشرية ذات الإنتاجية العالية كما كانت عليه سابقًا .

2- الآثار السلبية للمبيدات على صحة الإنسان:

إن مخاطر المبيدات على الإنسان والحيوان ترجع نتيجة التعرض لمتبقياتها أو مخلفاتها وخاصة المبيدات ذات الأثر التراكمي وكذلك التي تتميز بثباتها العالي في البيئة، وبالتالي فإن

أبرز مشاكل الصحة البيئية هي التعرض للمبيدات الكيميائية لأن هذا التعرض يؤدي إلى إحداث خلل في التوازن الهرموني في الجسم مما ينتج عنه حالات سرطانية مختلفه على حسب تأثيرها مثل سرطان الخصية والبروستاتا وسرطان الثدي بالإضافة إلى إحداث بعض التشوهات بالأجنة. وقد يكون هذا التعرض عن طريق تناول الإنسان غذاء معامل بالمبيد أو استنشاقه رذاذ المبيد أو تعرضه للمبيد أثناء تصنيعه أو نقله أو تداوله مما يسبب للإنسان أمراض خطيرة.

أثبتت بعض الدراسات أن الأثر المتبقي للمبيدات الهيدروكربونية يؤدي إلى ضمور الخصية وهذا بدوره يؤدي إلى ضعف الحالة الجنسية وقد يسبب في النهاية العقم، أما المبيدات الفسفورية العضوية تسبب أورام في الغدد الليمفاوية والطحال بالإضافة إلى المخاطر الوراثية الناتجة من التعرض لهذه المخلفات، وقد لايظهر هذا التأثير سريعًا وإنما بعد فترة زمنية طويلة، ويعزى ذلك إلى أن المستخدمين لتلك المبيدات لاتوجد لديهم المعرفة السليمة لكيفية استخدام تلك السموم، هذا إلى جانب عدم توفر الأجهزة المناسبة والمستخدمة في توصيل تلك السموم إلى مواقع تواجد الحشرات الضارة وعدم المعرفة بالميعاد المناسب أثناء الاستخدام، بل أحيانًا نجد أن استخدام هذه السموم تكون دون إشراف زراعي وإرشادي لإعطاء التوصيات، وهذه الإرشادات مهمة جدًّا ولازمة لتحديد الزمن الكافي ما بين استخدام المبيد ووقت الجني أو القطاف حيث تحسب تلك الفترة الزمنية على أساس حساب الزمن اللازم لانخفاض تركيز المبيد أو المادة الضارة إلى تركيز منخفض لا يعد خطرًا ضارًّا بالصحة حتى تكون تلك الوقاية مضمونة وفعالة. فبالإضافة إلى ما سبق من الإشارة إلى بعض الآثار السلبية للمبيدات على الإنسان، فإنه يمكن إجمال أهم وأخطر المشاكل الصحية للإنسان الناجمة عن التعرض للمبيدات الكيميائية .

أهم المشكلات الصحية للإنسان الناجمة عن التعرض للمبيدات كالتالي:

1- تؤثر معظم المبيدات -خاصة العضوية- على الجهاز العصبي.

2- إن التعرض إلى DDT يؤدي إلى صداع وعجز ذهني وآلام المفاصل والعظام وإجهاد عضلي وتوتر عصبي بالغ.

3- إن الميثوكسي كلور DMDT له تأثير مباشر على الرحم وتأثير مثبط لبعض هرمونات الغدة النخامية، كما أن له القدرة على إتلاف الكُلَى.

4- مبيدات السيكلودايين مثل إندرين والكلوردان وهيبتاكلور والدابلدرين ذات آثار مرضية متأخرة وتتراوح بين فقد الذاكرة والأرق.

5- يسبب التعرض المستمر للمبيدات الفوسفورية العضوية حالات شلل متأخرة واضطرابًا ذهنيًّا وإحداث تلف عضوي مستديم للأنسجة العصبية، وقد يكون الشلل على صورة تشنجات ، كما تحدث هذه المبيدات ضمورًا في عضلات الأطراف وتحدث عملية تحلل في الأعصاب مسببة تغييرًا في ساق المخ والمخيخ.

6- أثبتت بعض الدراسات قدرة بعض المبيدات الحشرية على إحداث تلف كروموسومي أو التداخل في الانقسام الطبيعي للخلايا وتلف المادة الوراثية، وهذا يؤدي إلى انعكاسات وراثية خطيرة على الأجيال القادمة.

7- انتشار مرض سرطان الجلد بين العمال الذين يتعرضون لأدخنة الزرنيخ، حيث يعتبر الزرنيخ أوائل المبيدات التي ارتبطت بسرطانات الجلد الزرنيخية.

8- إن التعرض للمبيدات الكلورونية العضوية تسبب سرطان الدم وأنيميا النخاع واضطراب وظائف الدم والأنسجة.

9- تعمل بعض المبيدات على إتلاف الكبد وتقليل إمداداته من فيتامين B ، مما يؤدي إلى زيادة تركيز الأستروجين.

3- منظفات البيئة من المبيدات:

من المعلوم أن آلاف الأطنان من المبيدات يتم إنتاجها سنويًّا، وكثيرٌ منها عن طريق الأمطار يجد طريقه إلى التربة الزراعية والمياه الجوفية والترع والبحيرات والمستنقعات والبحار والمحيطات حتى لم يسلم منها القطب الجنوبي والشمالي، فوجدت في ثلوجه بقايا المبيدات. لقد تمكنت المبيدات من دخول السلسلة الغذائية، وأصبح لا يوجد كائن حي -سواء في أعلى قمة من جبال هيمالايا ولا أعمق بقعة من المحيط- إلا وقد احتوى جسمه على بقايا من المبيدات، وخاصةً مبيد الـD.D.T.

لقد وجد أن بعض المبيدات -التي لا يمكنها البقاء كما هي على سطح النبات لمدة لا تزيد عن 21 يومًا- قادرةٌ على أن تبقى في التربة 40 عامًا رغم وجود ملايين من منظفات البيئة.

وتختلف المبيدات في تركيبها الكيميائي وفي قدرة منظفات البيئة على تخليص البيئة منها، فهناك بعض المبيدات تتحول في النهاية إلى مصادرها الأساسية من كربون وأكسجين وهيدروجين ونيتروجين أو كبريت أو فوسفور وبعضها يتحول إلى مركبات أشد سمية أو أقل سمية وبعضها يتحول إلى مركبات سطحية أو مشتقات أو نظائر لنفس المبيد، ويمكن ذكر أهم الطرق الأساسية التي نستطيع بها تنظيف البيئة من المبيدات أو على الأقل الحد من انتشارها كالتالي:

أولاً : تنظيف البيئة من بقايا المبيدات بالطرق غير الحيوية :

1- التحطيم عن طريق معادن الطين:

تلعب المعادن الموجودة في التربة دورًا مهمًّا في تحطيم بعض المبيدات؛ نظرًا لأن التربة تحتوي على سيليكون أو حديد أو منجنيز أو كوبلت في تركيبها، وتعمل هذه المعادن كعامل مساعد في أكسدة أو اختزال المبيد، وتبعًا لذلك تتغير خصائص المبيد، وعلى ذلك فإنه يمكن التخلص من بقايا أنواع معينة من المبيدات بدفنها في أنواع مخصصة من التربة بعد دراسة الموضوع دراسة علمية بحثية مستفيضة.

2- التحطيم عن طريق المواد العضوية:

تعمل بعض المواد العضوية -مثل الكربوهيدرات وبعض الأحماض- كعامل مختزل للمبيدات الكلورونية وبعض المبيدات الفطرية، بالإضافة إلى مركبات الحديدوز، وهي عامل مختزل جيد تقوم بإختزال المبيد ويتم أكسدتها إلى مركبات حديديك، وبالتالي تكون سببًا في تحطيم أو تغيير خواص بقايا المبيدات.

3- الماء وقيمة الرقم الهيدروجيني:

يعتبر الماء وقيمة الرقم الهيدروجيني وسيطًا مهمًّا جدًّا في تفاعلات تحطيم المبيدات، حيث وجد أن بعض المبيدات تكون غير ثابتة عند قيم معينة للرقم الهيدروجيني (pH) في وسط مائي؛ لأنه يحدث لها تحلل. فعلى سبيل المثال مبيد الديكارب يكون ثابتًا في التربة الجافة عن التربة الرطبة ووجود رطوبة بنسبة 50٪ هو الحد الأدنى للتأثير على الديكارب.

4- أشعة الشمس:

تلعب أشعة الشمس وطاقة الأشعة فوق البنفسجية دورًا مهمًّا في تحطيم بقايا المبيدات خصوصًا تلك التي على سطح النبات فمثلًا لا يتبقى شيء على سطح النبات من بقايا مبيد DDT بعد 21 يوم بالرغم من أنه قد يتواجد في التربة لمدة 40 عامًا.

ثانيا : طرق الحماية والمكافحة:

قد يظن البعض أن مكافحة الآفات تعني القضاء التام على الآفات ولكن ذلك غير صحيح، إنما المقصود بمكافحة الآفات هو الحد من انتشارها وتقليل ضررها إلى مستوى أقل من الحد الإقتصادي للضرر باستخدام كل الأساليب المتاحة والمناسبة لمكافحة الآفة بطريقة بيئية سليمة بمعنى أنها لا تلحق الضرر (تؤثر سلبًا) بأي من مكونات النظام البيئي. والمقصود هنا بالحد الاقتصادي للضرر أنه الحد الذي ينتج عنه أضرار اقتصادية تزيد عن تكاليف المكافحة. وينصح ببدء المكافحة الكيميائية عندما تصل الكثافة العددية للآفة الحشرية إلى الحد الحرج الاقتصادي، وهو الحد الذي تتساوى عنده تكاليف المكافحة الكيميائية مع العائد الاقتصادي للضرر، بحيث يتسع الوقت للمكافحة قبل وصول تعداد الآفة إلى الحد الاقتصادي للضرر.

وحتى نحمي أنفسنا وبيئتنا من مخاطر سموم تلك المبيدات، وجب علينا استعراض الوسائل البديلة والأساليب المختلفة لمكافحة الآفات الضارة كما يلي:

1- المقاومة الكيميائية الصحيحة:

بالرغم من قدرة المبيدات الكيميائية على إبادة الآفات بأنواعها المختلفة إلا أنه يترتب على استخدامها تلوث بيئي خطير، ولذلك فإنه عند استخدام هذه المبيدات في مكافحة الآفات يجب أن تكون بعد دراسة مستفيضة، وتجارب بحثية عديدة، وبعناية فائقة، وبالكميات المناسبة، والتركيز الملائم، وفي الوقت المناسب ضد آفة محددة؛ لكي نقلل من الاستخدام المفرط والعشوائي لها، وبالتالي نحد من الآثار السلبية لهذه المركبات.

2- المقاومة البيولوجية الطبيعية:

تعد المقاومة البيولوجية الطبيعية أحد الوسائل الجيدة والبديلة عن استخدام المبيدات الكيميائية. والمقاومة البيولوجية الطبيعية تعتمد على استخدام كائنات حية لها القدرة على

الفتك بالآفة مثل استعمال الحشرات المتطفلة والمفترسة واستعمال الفطريات والجراثيم والفيروسات واستخدام حيوانات آكلة للحشرات (مثل بعض أنواع الطيور والأسماك). كما قد تستخدم المصائد الفرمونية (جاذبات الجنس ومكافحة الحشرات الضارة) في صورة مصائد مخلوطة مع مادة سامة أو مادة معقمة للذكور، وللجاذبات الجنسية قدرة غريبة على جذب ذكور الحشرات من مسافة تصل إلى عدة كيلو مترات.

ويمكن القول بأن المكافحة الحيوية باستخدام المفترسات والمتطفلات من أنجح طرق المكافحة وخصوصًا ضد الكائنات الحية (الأعداء الحيوية) ذات القدرة العالية على احتمال المبيدات الكيميائية الحشرية، ولكن هذه الطريقة تحتاج إلى وقت ومثابرة في تربية هذه المفترسات والمتطفلات بأعداد كبيرة وبفعالية، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق التربية والانتخاب.

3- منع تكاثر الآفة الحشرية عن طريق التعقيم بالإشعاع:

تعد هذه الطريقة من أفضل طرق المقاومة لأنها آمنة بيئيا، وقد تم استخدام هذه الطريقة بنجاح في القضاء على ذبابة الدودة البريمية في أمريكا، حيث تم تربية الحشرات بأعداد هائلة وعقمت الذكور بأشعة جاما، وتم إطلاقها لتنافس الذكور الموجودة في الطبيعة في عملية التزاوج، وترتب على تزاوج الذكور العقيمة بالإناث عدم إنتاج النسل وبالتالي القضاء على الآفة أو الحد منها. وكما حدث ذلك أيضًا في سوريا عند تعقيم ذكور فراشة درنات البطاطا بأشعة جاما، وقد أدى ذلك إلى إنتاج ذكور معقمة جزئيا، وتستخدم هذه التقنية أيضا في مصر وبعض الدول العربية الأخرى. وبناءً على ذلك فإنه يمكن اعتبار تقنية الذكور العقيمة كإحدى الطرق البديلة والجيدة لمكافحة الآفات ويعزى ذلك إلى الأسباب التالية:

1- ضعف في القدرة على التزاوج.

2- عجز في إنتاج أكياس منوية على غرار الذكور الطبيعية.

3- عجز في نقل الأكياس المنوية أو أنها تحتوي على أعداد قليلة منها.

4- أشكال وراثية خاصة في بنية الصبغيات.

5- حدوث تشوهات في الحيوانات المنوية وبذلك تصبح عاجزة عن إخصاب البيوضات. هذه الطريقة تتسبب في إنتاج أطوار حشرية مشوهة مثل الطور الحشري الكامل الذي له بعض صفات طور العذراء أو الحورية باستخدام هرمون الشباب، كذلك استخدام مانعات الانسلاخ في بعض الحشرات مثل مركب الديملين.

4- استخدام مانعات التغذية:

تعتمد هذه الطريقة على منع تغذية الحشرات على النباتات بإستخدام مانعات التغذية ولكن يجب تغطية النبات كله بهذه الكيماويات حتى لا تتغذى الحشرات على الأجزاء غير المعاملة. وبالرغم من التقدم العلمي إلا أنه لا توجد مانعات تغذية جهازية (تسري في عصارة النبات) لتلافي هذا العيب مع الأخذ في الاعتبار أن تكون مانعات التغذية غير ضارة بالمفترسات والمتطفلات والملقحات.

5- استخدام الموجات فوق الصوتية:

يتم في هذه الطريقة طرد الحشرات بعيدًا عن النبات باستخدام تقنية الأجهزة فوق الصوتية أو بعض المواد الطاردة غير الملوثة للبيئة.

6- المكافحة الميكروبية:

تعتمد المكافحة الميكروبية على استعمال الفيروسات والفطريات والبروتوزوا والنيماتودا كمسببات لأمراض الحشرات، ولكن هذه الطريقة قد تصبح سلاحًا ذا حدين، ولذلك فإنه من الضروري دراسة الظروف البيئية وتأثيرها على نشاط وفاعلية الكائنات الميكروبية الأخرى.

7- المكافحة العضوية:

تعتبر المكافحة العضوية من أحسن وأفضل وأنجح طرق المكافحة لأنها تعتمد على استخدام المواد النباتية ذات التأثير الإبادي للآفات في المكافحة بدلًا من المبيدات الكيميائية. وقد اكتسبت المكافحة العضوية أهمية بالغة خلال السنوات الماضية لأنها لا تخلف آثارًا ضارة بالحيوان أو التربة أو البيئة. ولذلك فإنه يجب على الجهات البحثية المختصة دراسة هذه النباتات والتوصية بزراعتها بكميات كبيرة للاستفادة منها مستقبلًا في مجال وقاية النبات.

8- الدور الإعلامي:

الدور الإعلامي لايقل أهمية عن الطرق سالفة الذكر بل ذا أهمية قصوى لأن له تأثير قوى وفعال على ثقافة وفكر الإنسان، فضلًا عن توعية المزارع وهو المعني بالدرجة الأولى لأنه المستخدم الأول والرئيسي لهذه المبيدات، ولذلك فإنه يجب أن تتبنى الهيئات الإعلامية (مرئية- مسموعة- مقروئة) حملات توعية واسعة لبيان وتحديد مخاطر المبيدات على صحة الإنسان والحيوان، بالإضافة إلى عقد الندوات والمؤتمرات العلمية أو ورش العمل لمناقشة نتائج الأبحاث العلمية المحلية والدولية وترجمة تلك النتائج بصورة مبسطة يفهمها المواطن العادي وخاصة المزارع.

مما سبق يتضح لنا أنه لا يمكن الاستغناء بشكل تام أو بصورة نهائية عن المبيدات الكيميائية لاعتماد المزارعين والفنيين وحتى ربات البيوت في مقاومتهم للآفات عليها اعتمادًا كاملًا ، ولكن من الممكن تقليل استخدام هذه المبيدات الكيميائية مع استخدام احدى الطرق السابقة المناسبة كبديل جزئي حتي نصل إلى مرحلة يمكن فيها الاستغناء عن هذه المبيدات.

4- الاحتياطات العامة للوقاية من خطر التسمم بالمبيدات:

نستطيع إجمال الاحتياطات العامة للوقاية من خطر التسمم بهذه المبيدات أو التخفيف والحد من آثارها السلبية في تلوث البيئة في الآتي:

1- عمل ندوات توعية بمخاطر المبيدات لكافة العاملين في مجال المبيدات الكيميائية في الزراعة (وخاصة المزارعين) وأجهزة حماية البيئة بحيث تكون بصفة دورية ومنتظمة لمتابعة الجديد في عالم المبيدات وتبيين مخاطرها وتوضيح الطريقة المثلى في التعامل مع المبيدات لأن عامل توعية المزارع لتلك السموم وتثقيفة يعد من الأمور الضرورية لحماية البيئة من التلوث.

2- يجب أن يكون للجهات الإرشادية الزراعية والأجهزة الفنية المختصة لوقاية المزروعات في وزارة الزراعة ومراكز البحوث الزراعية - دور إيجابي في تحديد الإصابة واختيار المبيد المناسب وتحديد عدد مرات الرش والزمن الفاصل بين كل رشة وأخرى، وكذلك معرفة الاحتياطات اللازم اتخاذها أثناء استخدام وتداول المبيد الموصى به، فإن ذلك يؤدي إلى الحد من الاستخدام المفرط من قبل المزارع للمبيدات.

3- الحد أو التقليل من استخدام المبيدات التي تبين ضررها ومنع استخدام المبيدات التي ثبت أن لها آثارًا سمية على الإنسان والكائن الحي ولها آثار ضارة بالهواء والماء والتربة الزراعية وإيجاد بديل عنها.

4- إصدار منشورات بالمبيدات الخطرة والمحظورة والتي تم منع استخدامها على مستوى العالم وتوزيع هذه المنشورات بصفة دورية ومنتظمة على الجهات المعنية بذلك.

5- ارتداء الملابس الواقية بشكل ضروري أثناء القيام بأعمال المكافحة، ثم عدم ارتدائها مرة ثانية إلا بعد غسلها جيدًا.

6- تجنب ملامسة المبيدات للجلد مع تجنب استنشاق الأبخرة أو الغبار المتطاير تمامًا من المبيد عن طريق ارتداء الملابس الواقية وتجنب الرش ضد اتجاه الرياح.

7- يجب تخزين المبيدات في أماكن بعيدة عن المأكولات وعن متناول أيدي الأطفال وعن المناطق السكنية .

8- عدم جني المحصول المرشوش بالمبيد قبل انقضاء الفترة الكافية لاختفاء أثر المبيد.

9- اتباع طرق الزراعة الصحيحة مثل استخدام الدورة الزراعية مع استعمال الأساليب العلمية الحديثة في طرق الزراعة لتنشيط المقاومة الطبيعية.

10- وضع إستراتيجية عامة للتقليل من استخدام المبيدات مثل اتباع برامج المكافحة المتكاملة، والتي تعتمد على طرق المقاومة الطبيعية أو البيولوجية بالدرجة الأولى مثل استخدام الأعداء الطبيعيين من الحشرات والحيوانات وتعقيم الذكور.

11- التحكم في تداول المبيدات عن طريق إصدار قوانين منظمة لتصنيع واستخدام المبيدات وتطبيق الحجر الزراعي والحجر الصحي على الأشياء المستوردة.

12- استخدام الطرق البيئية المثلى في التخلص بالطريقة الآمنة من الأوعية الفارغة ومتبقيات المبيدات، ويجب العمل وفق مقترحات وتعليمات منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة لحل مثل تلك المشكلة كالتالي:

أ- إذا تم التخلص من متبقيات المبيدات أو المبيدات الفاسدة أو حتى عبوات المبيدات عن طريق دفنها في التربة فيجب أن تكون الحفر المستخدمة في عمليات الدفن بعمق لا يقل عن نصف المتر، وأن تكون بعيدة عن مصادر المياه.

ب- عدم السماح بدفن المبيدات القديمة أو الفاسدة وتم الاستغناء عنها في الأراضي الزراعية أو بالقرب من الأنهار ومصادر المياه المستعملة للري أو للشرب، وأن تكون بعيدة عن اتجاه حركة السيول والأمطار تلافيا لحدوث كارثة بيئية كبيرة حيث أصبحت من أهم المشاكل البيئة في الوقت الحاضر للعديد من الدول.

ج- تغسل العبوات من الداخل بعد تصفيتها من أية متبقيات ومن الخارج بالماء المضاف إليه أحد المنظفات الصناعية ثم تجمع هذه المتبقيات في وعاء واحد ويتم التخلص من ماء الغسيل في حفرة بالشروط السابقة.

د- أما إذا تم التخلص عن طريق الحرق فإنه يجب عدم التعرض للدخان والأبخرة المتصاعدة من إحراق أي عبوات خاصة بالمبيدات أو أي أشياء أخرى جرى بها التعامل مع المبيدات (مكانس أو نشارة خشب ... الخ).

13- يجب اتباع تعليمات الوقاية المدونة على العبوات.

14- تضافر الرقابة الجادة على استيراد المبيدات بمختلف أنواعها بين جهات الإختصاص والجهات المعنية على أن تكون هناك جهة مختصة ومسئولة عن تحديد مواصفات المبيدات وفقا للمعايير الدولية لسلامة البيئة، وتكون هي المعنية بإعطاء الموافقة الرسمية باستيراد المبيدات.

15- ضرورة وجود مختبرات حديثة ذات تقنيات عالية لتحليل المبيدات الزراعية، سواءٌ أكانت مستوردة أو مصنعة محليًّا، وذلك لمعرفة كفاءتها ومطابقتها للمواصفات القياسية المرغوبة ومعرفة أثرها السام على البيئة كما يجب تواجد مثل هذه المختبرات في مناطق عديدة.

16 - عدم استخدام المبيدات الجهازية لمكافحة آفات الخضار والنباتات العشبية التي تؤكل نيئة نظرًا لبقائها فترة طويلة بين عصارة الأوراق وصعوبة التخلص منها إلا بعد انتهاء فعالية المبيد، كما يجب تقليل عدد مرات الرش المستخدمة في المكافحة كوسيلة للحد من مخاطر التلوث.

17- اتباع طريقة الرش الجزئي للمساحة المطلوب رشها فإن ذلك يساعد على خفض التلوث بالمبيدات، وذلك برش صف الأشجار شديدة الإصابة وترك صف أو عدة صفوف بدون رش وانتقاء بعض الأشجار على مسافات محددة ورشها، وذلك ضمانًا لبقاء العدد الاحتياطي من الأعداء الحيوية على الأجزاء غير المرشوشة.

18 - استخدام المكافحة الميكروبية وذلك بإنتاج مستحضرات في عدة أشكال مساحيق قابلة للذوبان.

19- استخدام المواد الجاذبة والطاردة حيث يمكن استخدامها في صورة مصائد خاصة بذلك، وهذه الطريقة تكون مفيدة في دراسة التاريخ الموسمي للحشرة، وفي عملية التنبؤ وتقدير الحد الحرج للإصابة المستخدمة في تطبيقات المكافحة المتكاملة.

20- الاهتمام بإجراء الأبحاث والدراسات العلمية لاختبار الطرق والمبيدات المناسبة والتي تكون أقل ضررًا على الصحة والبيئة.

وأخيرًا ..... فإن إتباع هذه الاحتياطات ما هي إلا إرشادات للتقليل من خطر التسمم والآثار الناجمة عن الاستخدام السيئ والمفرط للمبيدات الكيميائية والتي قد تتسبب في إنشاء جيلٍ من الأمراض والعاهات.

والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات فهو وحده الذي وفقنا إلى إتمام هذا العمل، وماتوفيقي إلا بالله، والله من وراء القصد، وهو يهدي السبيل، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

أ.د.م / الشحات حسن عبد اللطيف ناشي

* * *

المراجـــع

1- أ.د. زيدان هندي عبد الحميـد، أ.د. محمـد إبـراهيم عبـد المجيـد، أ.د. محمـد فـوزي الشعراوي، **"الملوثات الكيميائية والبيئية**، الدار العربية للنشر والتوزيع، 1996م.

2- أ.د. عادل رفقي عوض، **" إدارة التلـوث الـصناعي"**، دار الـشروق عـمان، الطبعـة الأولى / 1996م.

3- د. عاطف عليان، د. عوض الجصادي، د.فتحي شاكر الأشهب، **" "كيميـاء وفيزيـاء الملوثات البيئية "**، منشورات جامعة قار يونس بنغازي، 1993م.

4- د. شفيق محمد يونس، **" تلوث البيئة "**، دار الفرقان، 1998م.

5- د. محمد عبده عويدات، **" التلوث وحماية البيئة "**، الرياض، الطبعة الثالثة، 1998م.

6- علي زين العابـدين عبـد الـسلام، محمـد عبـد المـرضي عرفـات، **"تلـوث البيئـة ثمـن للمدنية"**، المكتبة الأكاديمية- القاهرة - مصر، الطبعة الأولى، 1992 م.

7- أ.د. أحمد مدحت إسلام، **" التلوث الكيميائي وكيمياء التلوث** ، دار الفكر العربي مصر، الطبعة الأولى، 2001 م.

8- عبـد الله إبـراهيم محمـد، **" مقدمـة في علـم الـسموم والتلـوث البيئـي "**، جامعـة قار يونس، بنغازي، الطبعة الأولى 1994م، وطبعة دار الكتاب الوطنية، 1999م.

9- أ.د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، **"منظفات البيئة"**، الدار العربية للنشر والتوزيع، 1995م.

10- أحمد مدحت إسلام، **" التلوث مشكلة العصر "**، مجلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1990م.

11- د. عصمت موجد الشعلان وآخرون، **" التلوث البيئي"**، منشورات جامعة عمر المختار، 1996م.

12- أ.د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، **" التربية البيئية "**، سلسلة دائرة المعارف البيئة، الطبعة الأولى، 1995 م.

13- أ.د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، " **تلوث المياه العذبة** "، الدار العربية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2001م.

14- فؤاد صالح، مصطفى أبو قرين، " **تلوث البيئة أسبابه، أخطاره، مكافحته** "، دار الكتب الوطنية، إصدارات الهيئة القومية للبحث العلمي، بنغازي، الطبعة الأولى، 1992م.

15- د. محمد السيد أرناءوط، عبد الحكم عبد اللطيف الصعيدي، " **الإنسان وتلوث البيئة** "، الدار المصرية اللبنانية – القاهرة – مصر، الطبعة الثانية، 1996م.

16- إبراهيم على الجندي، " **الأمن الصناعي وحماية البيئة من التلوث** "، دار الكتب العلمية القاهرة، 1998م.

17- عامر مجيد أغا، منير عاروض، " **علم البيئة** "، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، إصدارات جامعة حلب، كلية الزراعة الثانية، 1996م.

18- د. محمد السيد أرناءوط، " **التلوث البيئي وأثره على صحة الإنسان** "، دار أوراق شرقية، الطبعة الأولى، 1997م.

19- مثنى عبدالرزاق، " **التلوث البيئي** "، دار وائل للنشر والطباعة، عمان – الأردن، الطبعة الأولى، 2000م.

20- الصدى محمد وآخرون، " **أخطار التلوث البيئي** "، منشورات الجامعة المفتوحة، 1998م.

21- أ.د. زيدان هندي عبد الحميد، " **مخاطر المبيدات على الصحة العامة والبيئة بين التقويم والإدارة** "، كانزا جروب للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2002 م.

22- عصمت عاشور وآخرون،" **التلوث والتوازن البيئي**"، نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع– القاهرة ، 1999 م.

23- أ.د. زيدان هندي عبد الحميد، أ.د. محمد إبراهيم عبد المجيد، " **الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات** "، الجزء الأول.

24- أحمد عبدالمنعم عسكر، محمد حافظ حتحوت، " **الغذاء بين المرض وتلوث البيئة**"، الدار العربية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 1998م.

25- د. لطيف حميد علي، د. عماد عبد القادر الدبومي، " **نشأة النفط**" .

26- د. لطيف حميد على، " **الثلوث الصناعي** "، المكتبة الوطنية ببغداد، 1978م.

27- عبد الحميد غزي، " **التلوث البيئي الهم الكبير لسكان الأرض**"، مجلة الثقافة، المملكة العربية السعودية، 1993 م.

28- عبد الحميد غزي، " **الأمطار الحمضية** "، مجلة المنتدى، دبي، العدد 149 ديسمبر، 1995م.

29- عدنان جواد وآخرون، " **البيئة و تلوثها بالأمطار الحامضية** "، منشورات الجامعة، 1998م.

30- د. عبد المنعم بليغ، " **الأسمدة والتسميد** "، جامعة الإسكندرية - منشأة المعارف، الإسكندرية، 1998م .

31- د. هاوز يتولر، ترجمة أ. د أنور البطيخي، أ.د. سيد خطاري، " **علم التربة مبادئ وتطبيقات** "، دار النشر مؤسسة الرسالة، الطبعة الأولى، 1999 م.

32- د. خليل محمود طبيل، " **أساسيات خصوبة التربة والتسميد** "، جامعة عمر المختار – منشورات جامعة الفاتح، 1989 م.

33- د. سعد الله نجم، " **الأسمدة وخصوبة التربة**"، جامعة الموصل- العراق-1987م.

34- محمد الرزاق مناع، " **الكائنات البحرية منافعها أضرارها** "، تعريب وتحقيق، منشورات الشركة العامة للنشر والتوزيع والإعلان، الطبعة الأولى، 1975م.

35- سعد فرج عبد السميع، " **الأسلحة النووية وتأثيرها**"، الطبعة الأولى، 1988م.

36- د. عصام محمد عبد الماجد أحمد، " **الهندسة البيئية** "، جامعة السلطان قابوس، كلية الهندسة، 1995م.

37- Eugene R. Weiner, *"Applications of Environmental Chemistry"*; A Practical Guide for Environmental Professionals, 1st Edition, CRC Press LLC, Florida, USA, 2000.

38- Charles R. Fitts, *"Groundwater Science"*; 1st Edition, Academic Press, London, UK, 2002.

بعض المجلات والدوريات العلمية :

39- **المطر الحمضي**، مجلة العلوم الامريكية، الكويت، المجلد السادس، العدد الثامن، 1989م.

40- مجلة العام الإفريقي للبيئة (أفريقيا)، العدد 19، 1991 م، ليبيا.

41- مجلة عالم الذرة الأعداد رقم (51 - 54 - 56 - 58 - 61- 63)- ليبيا.

42- مجلة البيئة - العدد الثالث / 2001م ، والعدد السادس عشر والسابع عشر/ 2003 م- ليبيا.

43- مجلة المشعل – العدد 163، 165 / 2007م- ليبيا.

44- مجلة الشروق - العدد الرابع- السنة الرابعة- ليبيا.

45- أعداد مختلفة من مجلة البيئة وأعداد مختلفة من مجلة المشعل- ليبيا .

46- UNESCO, "Fishes of the north eastern Atlantic and the mediterranean" *UNESCO, fish. N.* vol. 2, 317-1007, (1978).

47- Gannon, R.W.; Osmond, D.L. Humenik, F.J. and Gale, J.A.; "Agricultural water quality" *Water Resource Bull.* vol. 32, 437-450, (1996).

48- Vasselinovitch S., et al., "Neoplastic Response of mouse tissues During Perinatal Age Periods and Its Significant in Chemical Carcinogenesis", *Perinatal Carcinogenesis, National cancer Institute Monograph,* vol. 51, (1979).

49- American Cancer Society, *Cancer Facts and Figures,* Oakland,CA, (1996).

50- Ries L.,Cancer Rates and Risks, *National Institute of Health Publication*, No.96-691, (1996).

51- Gold E., et al., "Risk Factors for Brain Tumors in Children", *American Journal of Epidemiology*, vol. 109(3): 309-319, (1979).

52- Lowengart R., et. al., "Childhood Leukemia and Parent's Occupational and Home Exposures", *Journal of the National Cancer Institute, 79:39*, (1987); vol. 79, No.1, pp.39-45, (1995).

53- Hoar S., et al., "Agricultural Herbicide Use and Risk of Lymphoma and Soft- Tissue Sarcoma "*Journal of the American Medical Association,* vol. 259(9): 1141-1147, (1986).

54- Nishoka M., et al., "Measuring Transport of Lawn-Applied Herbicide Acids from Turf to Home: Correlation of Dislodgeable 2.4 -D Turf Residues with Carpet Dust and Carpet Surface Residues ", *Environmental Science Technology,* vol. 30: 3313-3320, (1996).

55- Reeves J., "Household Insecticide-Associated Blood Dyscrasias in Children", (letter), *American Journal of Pediatric Hematology / Oncology*, vol. 4: 438-439, (1982).

❊ ❊ ❊