علم السموم و السمية

علم السموم Toxicology

يمكن تعريف علم السموم بأنه العلم الذي يعني بدراسة طبيعة المواد السامة و خواصها و تأثيرها و الكشف عنها. ونظرا للعلاقة المتشابكة بين هذا العلم و باقي العلوم الأخرى فلا يمكن الإلمام بجميع الجوانب المطلوبة عند دراسة المادة السامة من قبل مختص واحد وإنما تتطلب العملية تضافر جهود مختلف الاختصاصات سوية. ولعل الفريق البحثي المتكامل خير تدبير لتحديد مثل هده الدراسات و انجازها.

و يمكن تقسيم علم السموم إلي ثلاثة أقسام رئيسية

1 - علم السموم في المجال الزراعي Agricultural Toxicology:

و يشمل دراسة فعالية المواد الكيماوية المستعملة في الزراعة كالمبيدات الكيماوية و منظمات النمو و الأسمدة و غيرها.

2- علم السموم في المجال الطبي Medical Toxicology

و يهتم بدراسة فعالية الاثار الجانبية للأدوية و العقاقير الطبية أي تقييم الآثار الضارة.

3-علم السموم في المجال الصناعي Industrial Toxicology

و يهتم بدراسة تأثير المواد الكيماوية المستعملة في الصناعة علي صحة العاملين في هذا القطاع. ففي السنوات الأخيرة قامت كثير من الجامعات في دول مختلفة بفتح أقسام علمية مختصة في علم السموم في حين قامت جامعات أخرى بضم جميع هده التخصصات تحت اسم علم السموم البيئي. Environmental Toxicology

I - السمية Toxicity

تعني مقدار الضرر أو التلف الذي تسببه مادة كيميائية لكائن حي معين، ويمكن تقسيمها إلي قسمين رئيسيين هما:

I – 1- السمية الحادة Acute Toxicity

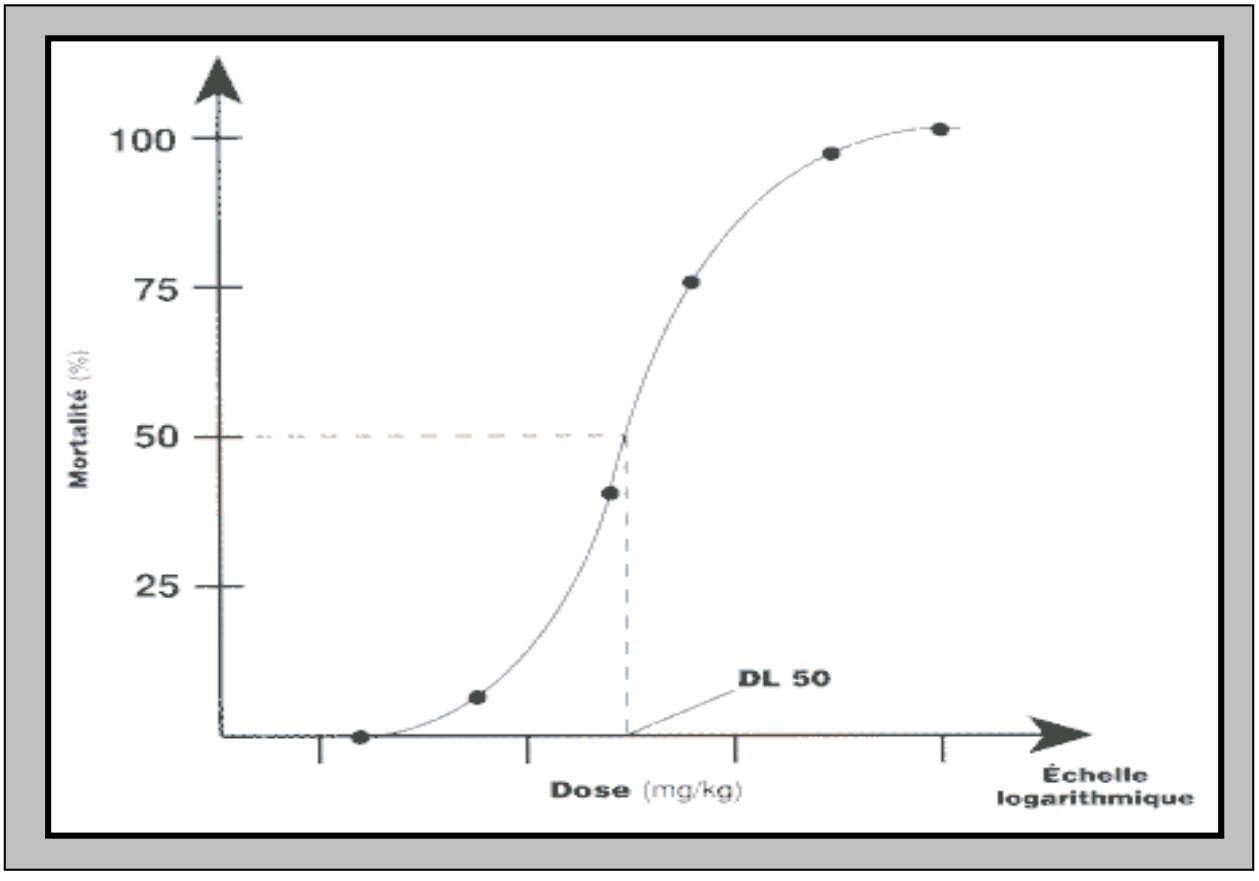
وهي عبارة عن مقدار تأثر الكائن الحي عند تعرضه إلي جرعة كبيرة واحدة من المادة السامة عن طريق الفم أو الجلد أو عن طريق الجهاز التنفسي، والتي تؤدي إلي المرض الشديد أو الموت.و بالنسبة للمبيدات الكيماوية يتعرض الأطفال بخاصة إلي مثل هذه الحالات من التسمم نتيجة الإهمال في حفظ المبيدات في المنازل كذلك يتأثر عمال مصانع إنتاج المبيدات و العمال الزراعيون الدين يقومون بعمليات المكافحة.

I– 2 - السمية المزمنة Chronic Toxicity

وهي تعني مدى تأثر الكائن الحي بالسموم الكيماوية نتيجة تعرضه المستمر إلي كميات ضئيلة منها و لفترة طويلة. و بالنسبة للمبيدات لا يقتصر التعرض لهدا النوع من التسمم علي مجموعة معينة من الناس(كما في حالة التسمم الحاد) بل يتعرض له معظم المستهلكين عن طريق تناولهم للخضروات و الفواكه و المنتجات الحيوانية التي تحتوي علي بقايا المبيدات Pesticide Residues

.

و لهذا النوع من السمية أهمية بالغة خاصة في حالة استعمال المبيدات التي تتجمع في أنسجة الكائن الحي نتيجة لتخزينها في الأنسجة الذهنية و بعض الأنسجة الأخرى كما في حالة المبيدات الحشرية التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة و المبيدات الفطرية الزئبقية. و تقاس السمية الحادة علي أساس الجرعة القاتلة Lethal dose و بخاصة الجرعة المتوسطة للموت والتي يرمز لها LD_{50} (ج ق 50 %) ويمكن تعريفها بأنها تلك الكمية من المادة السامة التي تقتل 50% من الكائنات المستعملة في التجربة المخبرية و تكون محسوبة علي أساس عدد الملي غرامات(ملغ) من المادة السامة لكل كيلوغرام(كلغ) من وزن الكائن. و يمكن الحصول عليها بمعاملة حيوانات التجربة بتراكيز مختلفة من المادة السامة لفترة معينة، بعدها تحسب نسبة الموت التي يسببها كل تركيز ثم تمثل النتائج علي ورقة خطوط بيانية حيث توضع الجرعة علي المحور السيني و النسبة للقتل علي المحور العيني أو الصادي كما في المنحنى التالي (1).



و تستعمل ج ق 50 % لمقارنة سمية المبيدات المختلفة مع بعضها و ذلك لأن معظم الأفراد التي تتماثل أو تتقارب في حساسيتها للمبيد تتمحور حول التركيز الذي يقتل 50% من الأفراد كما أن المنحني يكون شديد الحساسية للتغيير في التركيز القريب من هذه القيمة.
و لما كان التعبير عن النتائج بمنحنيات لا يعطي الفرصة لوجود مقاييس وصفية لمقارنة إحصائية دقيقة لسمية المبيدات، بالإضافة لصعوبة تقدير التركيز كميا بصورة دقيقة اتجهت الجهود لتحوير منحني السمية و ذلك باستعمال لوغاريتم التركيز بدلا من التركيز.و تتوقف دقة تقديرات ج ق 50% علي عوامل مختلفة و لهذا لا يمكن مقارنة نتائج الباحثين في هذا المجال إلا اذا كانت ظروف تجاربهم متشابهة تماما.

II- العوامل التي تؤثر على قيمة ج ق 50%

II –1 نوع الكائن الحي المستعمل في التجربة:

تختلف الأنواع الحشرية في تحملها للمادة السامة نتيجة لاختلافات تركيبية و فسيولوجية ووراثية تسبب اختلافا في امتصاص المبيد و نفاذيته أو اختلافا في القدرة على تحويله إلى مركبات غير سامة داخل الأنسجة أو نتيجة لاختلاف في طريقة تخزينه داخل الأنسجة المختلفة. فمثلا وجد بأن LD_{50} لمبيد DDT كانت 2 ميكروغرام/غرام بالنسبة للذباب المنزلي في حين كانت 14 ميكروغرام/غرام بالنسبة لنحل العسل و تحت نفس الظروف.

II –2 الجنس المستعمل في التجربة:

بصورة عامة تكون الذكور أكثر حساسية من الإناث للمواد السامة بسبب الاختلافات الفسيولوجية في الهرمونات و احتواء الأنثى على المبايض و نسبة عالية من المواد الذهنية التي قد تلعب دورا مهما في خزن كميات من المادة السامة، و بذلك تقلل من كمية المادة السامة اللازمة لإحداث التأثير السام. و على سبيل المثال فإن ج.ق 50 % لمبيد DDT كانت 113 ملغ/كلغ للذكور و 118 ملغ/كلغ لإناث الفئران و ذلك عند إعطائه لها عن طريق الغذاء.

II – 3 السلالة و العمر و الطور للكائن المختبر:

تختلف سلالات النوع الواحد في تحملها للمادة السامة. فالسلالات المقاومة من الذباب المنزلي لمبيدي DDTو Malathion تتحمل جرعات عالية مقارنة بالسلالات الحساسة أو غبر المقاومة. و يرجع ذلك إلى اختلاف في قابلية السلالة على تحويل المبيد السام إلى مركبات غير سامة. إذ تستطيع السلالة المقاومة تحويل نسبة عالية من مبيد DDTالممتص إلى مركب DDE غير السام بفعل أنزيم خاص.
كذلك يزداد تحمل الحشرة للمبيد بتقدم العمر. فعلى سبيل المثال يكون تأثير المبيد بالملامسة عاليا للطور اليرقى بعد الانسلاخ مباشرة و قبل أن يتصلب الكيوتيكل.

II –4 نوع المذيب المستعمل لإذابة المبيد:

قد يؤثر نوع المذيب العضوي المستعمل في إذابة المبيد عند المعاملة على قيمة ج.ق 50% نتيجة لتأثيره على نفاذ المبيد إلى جسم الكائن المختبر. فمذيب الأسيتون يزيد من سمية الجرعات المنخفضة و يقلل من سمية التراكيز العالية نتيجة لتطايره السريع مما يسبب ترسب المبيد بسرعة فلا تأخذ منه إلا نسبة صغيرة. في حين نجد أن استخدام الزيوت المعدنية كمذيبات يؤدي إلى خفض ج ق 50% لأن هذه الزيوت قليلة التطاير و تساعد على انتشار و توزيع المبيد.

II-5 ظروف التجربة :

تؤثر الكثافة العددية و ظروف التغذية و درجات الحرارة و الرطوبة و الضوء تأثيرا مباشرا على تقديرات الجرعة المتوسطة للموت للمادة السامة. فالتزاحم أثناء التربية و المعاملة يؤدي إلى قلة كمية الغذاء الذي يتناوله الفرد و قلة الأكسجين في المحيط فيزيد التنفس و يؤدي هذا إلى زيادة معدل الاستقلاب metabolism كما يلعب الغذاء دورا أساسيا في زيادة التحمل أو الحساسية للمادة السامة . حيث وجد أن الفئران المعطاة غذاء غنيا بالبروتين و الفيتامينات تتحمل أكثر من الفئران التي تعاني في تغذيتها من نقص في هذه المواد لقابلية الأولى علي صناعة مستوى عالي من الأنزيمات المحللة للمبيد أولا و لاكتسابها مواد ذهنية تساعدها على تحمل الجرعة و خاصة في حالة المبيدات التي تخزن في المواد الذهنية كالمبيدات الكلوروعضوية.

III- العوامل المحددة لدرجة التسمم:

III-1: الجرعة : Dose

مما لا شك فيه أن جرعة عالية من أي مادة و إن كانت ذات سمية قليلة، تؤثر كثيرا على الكائن الحي و قد تؤدي إلى قتله في حين قد يكون لجسم الكائن القابلية على تحمل الجرعات المنخفضة من المادة السامة. و أقرب مثال على ذلك مادة الأسبرين، فان حبة أو اثنين منها تكون ذات مفعول أكيد لعلاج الصداع بينما قد تسبب الجرعة العالية منها الموت. و يزداد احتمال وصول المادة السامة إلى المنطقة الحساسة في أنسجة الكائن الحي بازدياد الجرعة التي يتعرض إليها الكائن الحي. حيث يملك القدرة على التخلص من المادة السامة عندما تكون بكميات ضئيلة عن طريق تحويلها إلى مركبات غير سامة و طرحها خارج الجسم و ذلك قبل وصولها إلى المنطقة الحساسة.

و تشمل أعراض التسمم المتعاقبة التي تظهر على الإنسان عند تعرضه لجرعات عالية من المبيدات الكيماوية فقدان الشهية ، الصراع،ارتعاش جفن العين ، التقيؤ ، زيادة من معدل التنفس ، ارتخاء في الأعصاب يعقبه ارتجا فات عامة و انعدام الرؤيا ثم صعوبة في التنفس يعقبها شلل ثم الموت أحيانا إذا كانت الجرعة قاتلة و الإسعافات غير متوفرة .

III-2: معدل هدم المادة السامة Detoxication

إن جسم الكائن الحي على اتصال دائم بما يحيط به من عناصر البيئة المختلفة كالماء و الهواء و الغذاء. و التي غالبا ما تحتوي على مواد غريبة كالمبيدات الكيماوية و السموم الطبيعية الموجودة أصلا في بعض المنتجات الزراعية أو تأتي من قبل بكتيريا و فطريات قد تنمو على الكائن و هذه المواد السامة و إن كانت موجودة بكميات ضئيلة، يتخلص الجسم منها بواسطة الأنظمة الأنزيمية الخاصة و عن طريق الجهاز الإبرازي. ففي جسم الإنسان مثلا ، تقوم إنزيمات معينة بهدم المبيد الكيماوي الذي يصل إلى الجسم بكميات قليلة، أما الكميات العالية فقد يعجز الجسم عن هدمها و يعزى ذلك إلى توقيف نشاط الأنزيمات مما يؤدي إلى تسمم أجهزة الجسم و اختلالها الوظيفي.

III-3: تخصص المادة السامة: Selctivity

المبيدات هي مركبات مختلفة تحتوي على بعض المجاميع الكيماوية المعينة أو قد تخلو منها مجاميع أخرى. لذا كان تأثيرها على الكائنات الحية مختلف أيضا. وبالتالي فإن هدم مبيد معين من قبل كائنين قد يكون مختلف لأن الأول قد يملك نظاما أنزيميا فعالا ضد هذا المبيد يفتقر إليه الثاني. و يرجع الاختلاف في حساسية الكائنات الحية لمادة سامة معينة لعوامل متعددة و متداخلة.

و يمكن تشخيص نوعين من التخصص للمبيدات الكيماوية هما.

1- التخصص البيئي: Ecological Selectivity

تلعب طبيعة معيشة الكائن الحي دورا أساسيا في عدم تعرض الكائن الحي لفعل المبيدات كما في حالة المبيدات الحشرية الجهازية التي تمتص و تنتقل إلى أجزاء النبات المختلفة، و تسبب قتل الحشرات التي تتغذى على النبات و خاصة عند امتصاصها عصارته في حين لا تؤثر على الحشرات الطفيلية و المفترسة.

2- التخصص الفسيولوجي Physiological Seledivity

عند تعريض نوعين من الكائنات الحية لمادة سامة معينة، ويظهر فرق جوهري في تسممها للكائنين. فهذا يعني أن هناك تخصصا فسلجيا في المادة السامة و يعود ذلك لواحد أو أكثر من العوامل الآتية.

أ- نفادية المادة السامة خلال جدار الجسم:

قد يكون سبب الاختلاف في السمية ناتجا عن اختلاف في تركيب جدار جسم الكائن الذي يجب ان تخترقه المادة السامة. فمثلا تختلف سمية مبيدDDT للثدييات و الحشرات اختلافا كبيرا لاختلافات واضحة في جدار الجسم حيث يكون مرنا و كيراتينيا Keratin في الثدييات بينما يكون صلبا و كاتينيا Chitin في الحشرات.

ب- استقلاب المادة السامة Metabolism of Toxicant:

تختلف الكائنات الحية في قابليتها على التحول البيوكيمياوي للمادة السامة داخل أنسجتها. و هذا قد يؤدي إلى اختلاف واضح بتأثيرها بالمادة السامة. و قد يعود سبب

الاختلاف إلى تمكن أحد الكائنات من تحويل المبيد إلى مادة غير سامة بواسطة أنزيمات بينما لا يتمكن الكائن الآخر من ذلك لافتقاره لنظام أنزيمي فعال و قد يعود ذلك إلى أن أنسجة الكائن الحساس تحول المادة السامة إلى مادة أكثر سمية Activation بينما يتحمل السمية الكائن الذي لا يتم في أنسجته هذا التحويل.

ج- نفاذية المادة السامة للمكان الحساس:

تعتبر الأنسجة العصبية من أكثر الأنسجة حساسية للمواد السامة و خاصة المبيدات الكيماوية المستخدمة لمكافحة الحشرات و لكي تؤثر المادة على الأنسجة العصبية يجب أن تخترق الحواجز الواقية المغلقة لها . ففي الحشرات وجد أن الاختلاف في سمية مبيد شردان Schradan لبعض الأنواع يرجع إلى سمك الغشاء العصبي الذي يحيط بالعقد و المحاور العصبية.

د- حساسية المادة الحيوية المتأثرة بالمادة السامة:

قد يرجع الفرق في سمية المبيد الكيماوي لكائن ما إلى شدة تأثر المادة الحيوية كالأنزيمات في أنسجته بينما لا تتأثر نفس المادة الحيوية في الكائن آخر بفعل نفس المادة السامة و من الأمثلة على ذلك عدم حساسية الضفادع للمبيدات الفوسفورية المثبطة لأنزيم Acetyl cholinesterase في الأنسجة العصبية. بينما تعتبر هذه المبيدات ذات سمية عالية للثدييات و الحشرات. و لقد أثبتت التجارب العلمية أن حساسية هذه الأنزيم في الضفدع لمبيد Paraxon كانت أقل ب 79 مرة من حساسية نفس الأنزيم الموجود في الفئران و 100 مرة من حساسيته في الإنسان.

2- التخلص من المادة السامة عن طريق طرحها أو خزنها:

بسبب امتلاك الثدييات جهاز إطراح ذا كفاءة عالية مقارنة بالحشرات، فإنها تتخلص من المبيدات الكيماوية عن طريق طرحها مع البول بكميات معقولة و سرعة مقبولة مما يؤدي إلى قلة تأثرها بالمادة السامة.

كما وجد بأن قابلية الكائن الحي على تخزين المادة السامة في الأنسجة قليلة الحساسية يمكن أن تلعب دورا مهما في الفرق في السمية و المثال على ذلك هو قابلية الإناث على تخزين كمية من المبيد في الأجسام الذهنية مقارنة بالذكور.

IV – تأثير التعرض على درجة التسمم:

تؤثر طريقة التعرض(Route ofexposure) الكائن الحي للمادة السامة و مدة التعرض (Duration of exposure) تأثيرا كبيرا على درجة تسممه. و لقد وجد في الحشرات و الثدييات أن حقن الحيوان (Injection) بالمادة السامة يفوق تأثير نفس الجرعة المعطاة عن طريق الفم (Oral application) ثم تليها المعاملة عن طريق سطح الجسم (Dermal or topical application) و يرجع سبب ذلك إلى سرعة وصول المادة السامة للأنسجة و المواد الحساسة بكميات كافية لأحداث التسمم.

	الحقن	الفم	جدار الجسم
الفأر	500	1375	4500
الذبابة المنزلية	4	12	27

جدول 1: سمية مبيد Malathion ج ق50% ملغ/ كلغ

و يزداد تأثير الكائن الحي بالمادة السامة كلما طالت مدة التعرض و في كثير من الأحيان قد لا يلاحظ فرق في قيمة ج ق 50% بين كائنين أو سلالتين عندما يكون التعرض للمادة السامة لمدة قصيرة، في حين يلاحظ الفرق بوضوح إذا كانت فترة التعرض طويلة، حيث لا تتحمل الأفراد الحساسة للتعرض لنفس التركيز المستخدم لمدة طويلة في حين تبقى الأفراد المقاومة محتملة له.

V - الطرق العامة لمقاومة الآفات

لقد فرضت عملية تزايد السكان و الحاجة المتزايدة إلى الغذاء بشكل خاص على الإنسان إتخاد الوسائل التطبيقية المبدعة في مقاومة الآفات بعد أن كان معتمدا على المقاومة الطبيعية Natural control بعواملها المختلفة من مفترسات و طفيليات و مسببات مرضية و ظروف مناخية و عوامل طبوغرافية و التي تلعب دورا مهما في الحد من انتشار الآفات المختلفة ضمن التوازن الحيوي للوحدات البيئية.

إن الصراع بين الآفات و الإنسان ظاهرة بيئية قائمة و مستمرة. و إن حركة البيئة و ظاهرتين الانتخاب الطبيعي و التطور تجعل كل طريقة مستخدمة للمكافحة محدودة في جوانب أساسية، مما يفرض على الإنسان التنوع في استخدام المسالك و الطرق المختلفة بشكل مستمر للحد من تأثير هذه الآفات و يمكن تقسيم طرق المقاومة التطبيقية للآفات إلى قسمين:

V - 1-الطرق التقليدية في مقاومة الآفات

و تشمل على

V-1-1- المكافحة بالمواد الكيماوية:

يعرف مبيد الآفات pesticide، بأنه مادة أو خليط من مواد كيماوية تستخدم لقتل الآفات بغية التقليل من الأضرار الاقتصادية التي تسببها الحشرات و الفطريات و نباتات الأدغال و الديدان و غيرها من الكائنات أثناء الزراعة و النقل أو الخزن أو البيع للمحاصيل الزراعية المختلفة. كذلك قد يستخدم لمكافحة الحشرات الناقلة للأمراض المختلفة للإنسان و الحيوان و النبات.

و على أساس نوع الكائن الحي يمكن تقسيم مبيدات الآفات إلى:

1- مبيدات الحشرات ← Insedicide
2- مبيدات الفطريات ← Fungicides
3- مبيدات الحشائش ← Herbicides
4- مبيدات القوارض ← Rodenticides
5- مبيدات الحلم و العناكب ← Acaricides
6- مبيدات الديدان الخيطية ← Nematocides
7- مبيدات البكتيريا ← Bactericides
8- مبيدات الطحالب ← Algicides
9- مبيدات الطيور ← Avicides
10- مبيدات الأسماك ← Piscicides
11- مبيدات القواقع ← Molluscicides

V-1-1- الطريقة الحيوية في مقاومة الآفات : Biological control

إن موضوع المقاومة الحيوية واسع جدا وله أبعاده البيولوجية و الاقتصادية و الوراثية و التصنيفية و الجغرافية و التاريخية و التطورية و التي تحتاج إلى معرفة واسعة و دقيقة بالعلوم الزراعية و العلوم ذات العلاقة بها. و تهتم كثير من الدول بتطبيق هذه الطريقة عن طريق توفير الظروف الملائمة للمفترسات و الطفيليات المتخصصة و ذات الكفاءة العالية في الحد من انتشار الآفة. كذلك عن طريق استيراد هذه الحشرات من مواطنها الأصلي و إيجاد الطرق الملائمة لتربيتها و إكثارها و نشرها في الحقول المصابة.

و لا بد من الاعتراف بأن مدينة الإنسان السائرة باتجاه التقدم قد قللت من كفاءة الأعداء الحيوية و ذلك عن طريق إبعاد العوامل النباتية الثانوية و الأدغال التي قد تحتاجها بعض أطوار الحشرات الطفيلية للتغذي على رحيق أزهارها أو لتكملة قسم من دورة حياتها على الحشرات التي تصيبها نتيجة لاعتماد الزراعة الأحادية بانتقاء محصول معين و زراعته على نطاق واسع. و هكذا أصبح من الصعب الاعتماد عليها في مقاومة الحشرات الضارة بفاعلية لذلك لعبت المبيدات الكيماوية دورا كبيرا في اختلال التوازن البيئي و ذلك بتقليل كثافة الأعداء الطبيعية للآفات المختلفة وبخاصة في المناطق التي تستخدم المبيدات بشكل مفرط أو غير علمي.

و بالرغم من توافر الأعداد الطبيعية من الطفيليات و المفترسات لكثير من الحشرات الاقتصادية، فلا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة بصورة كاملة لحماية المحصول و ذلك لعدم توفير الظروف الملائمة التي تحتاجها الحشرة النافعة لتحقيق مبدأ السيادة على الحشرة الضارة للأسباب المذكورة سابقا.

V- 1-3- طريقة المقاومة الزراعية Cultural control:

يمكن استخدام الطرق الزراعية المختلفة وسيلة فعالة للحد من انتشار بعض الحشرات و الأمراض النباتية. حيث قد تساعد هذه الطريقة برامج المقاومة المتكاملة، فبواسطة بعض العمليات الزراعية يمكن توفير الظروف الملائمة لنمو النبات مع تقليل

ملاءمتها للآفة. و من هذه الطرق إتباع الدورة الزراعية و التسميد و موعد الزراعة. فالتسميد مثلا قد يزيد أو يقلل من الإصابة بالحشرات حيث وجد أن تسميد القطن بالأسمدة النتروجينية يكسب الأوراق القوام الغصن الذي تفضله الحشرات، بينما وجدان التسميد بالفوسفات يزيد من حموضة عصارة النبات و يقلل من تقبل الحشرة له. كما وجد بأن زيادة الأسمدة البوتاسية قللت بشكل ملحوظ من الإصابة بحفار ساق الذرة، إذ تؤدي هذه الأسمدة إلى تصلب جدران خلايا النبات و بالتالي تمنع اليرقة من الدخول إلى الساق.

V-1-4- الطرق الميكانيكية و الفيزيائية في مقاومة الآفات
Mecanical and physical control

تعتبر من الطرق البسيطة في مقاومة الآفات كاستعمال الآلات في سحق الحشرات أو في بقايا المحصول، أو استخدام الموجات فوق الصوتية و الموجات الكهرومغناطيسية للتخلص من الحشرات في الحقل. كذلك استعمال درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة للحد من الإصابة الحشرية في المخازن.

V - 2- الطرق العصرية في مقاومة الآفات:

بدأت الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأوروبية محاولة في إيجاد طرف بديلة لاستخدام المبيدات كيماوية لأن استخدام المبيدات لا يمكن أن يكون نهاية المطاف في وقاية النبات و من هذه الطرف ما يلي.

V - 2-1-المقاومة الجرثومية Microbial control

يقصد بها استخدام الأحياء الدقيقة كالفيروسات، البكتيريا، الفطريات و الحيوانات الابتدائية للتقليل من أفراد الآفات الحشرية و كمثال على ذلك مستحضر البكتيريا Bacillus Thuringiensis الذي يقضي على يرقات الحشرات بعد 24 ساعة من تعرضها له.

كما تسبب فيروسات من نوع Granulosis و Polyhedrosis موت يرقات فراشة اللهانة و دودة عرانيس الذرة بعد 4-12 يوما من تعرضها للنباتات المعاملة بها.

V - 2-2- طريقة الفرمونات الحشرية Pheromonal control

الفرمونات هي مواد كيماوية طيارة تعمل كهرمونات خارجية، تطرح إلى المحيط الخارجي من أحد جنسي الحشرة لتحفيز الجنس الآخر. و تلعب هذه المواد دورا في تنظيم سلوك الأفراد في الحشرات الاجتماعية كالنحل و تساعد على التقاء الجنسين لغرض التزاوج في معظم الحشرات. و قد تم تصنيع مركبات كيماوية شبيهة بالفرمونات المستخرجة من الحشرات أطلق عليها اسم الفرمونات المصنعة Synthetic Pheromones. و قد نجحت بعض التطبيقات الحقلية باستخدام الفرمونات المصنعة للتقليل من أضرار بعض الحشرات كدودة جوز القطن و فراشة الفجر.

V- 2-3- المقاومة بطريقة الهرمونات الحشرية Hormonal control:

من الحقائق المعروفة أن الحشرة لا يمكنها النمو بدون انسلاخ. وهناك هرمونان يتحكمان في عملية الانسلاخ هما هرمون الانسلاخ و هرمون الشباب بحيث يعمل الأول على هضم الكيوتيكل القديم أما الثاني فيمنع تحول الأطوار اليرقية إلى الأطوار البالغة.

و لقد وجد أن معاملة الأطوار غير البالغة (الحورية، اليرقة، العذراء) بالهرمونات المصنعة أدت إلى تكوين مخلوق غريب، يحمل صفات مختلطة و يموت بسرعة. كما يمكن استخدام تلك الهرمونات في كسر السكون الفسيولوجي الذي تمر به الحشرات و بذلك تتعرض تلك الأخيرة إلى ظروف غير ملائمة تعمل على قتلها. أما معاملة الحشرات الكاملة بهذه الهرمونات، فتنتج عنها عقم الحشرة إذ لا يمكن للبيض الذي تصنعه أن يتطور فيه الجنين.

V -2-4- الأسس الوراثية في مقاومة الآفات Genetic control:

استمر العلماء المختصون في بالوراثة بالبحث للتوصل إلى بعض الأساليب الوراثية التي ربما تساعد في التقليل من أضرار الآفات الحشرية عن طريق إحداث طفرات وراثية كصفة عدم القدرة على الطيران أو صفة عدم القدرة على لصق البيض أو نقص في أجزاء الفم.

V - 2 -5- طريقة عقم الحشرات بالإشعاع أو بالمعقمات الكيميائية

Radiation and chemosterilants control

تعتمد هذه لطريقة على استخدام الحشرات في إبادة نفسها و ذلك عن طريق العقم الجنسي بواسطة الإشعاع أو عن طريق مواد كيماوية يطلق عليها بالمعقمات الكيماوية. إنه مهما تفنن الإنسان في اتخاذ الطرق الحديثة في مقاومة الآفات الزراعية، فإن القدر العالية في التكيف و المقاومة التي تتميز بها الآفات الزراعية (خاصة الحشرات) القادرة على جعلها تدبيرا اعتياديا أو مختلف بعد حين. و إن المعركة بين الإنسان (بالرغم من ذكائه و إمكانياته) والآفات الزراعية بشكل عام و الحشرات بشكل خاص هي معركة متكافئة حينا و متوازنة حينا آخر و يتخلف بها الإنسان في معظم الأحيان. و أن صبره و دأبه و عناده في مقاومتها سوف يجعل من بعض طرقه جيدة و كفوءة و لو إلى حين إنها معركة مستمرة ما دام هناك إنسان و آفات على هذا الكوكب.

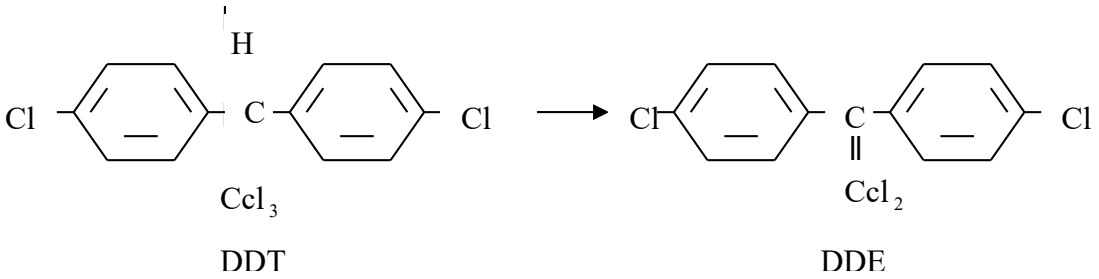
VI- استقلاب المبيدات الكيماوية Metabolism of pesticide

يقصد باستقلاب المبيد الكيماوي جميع التحولات البيوكيميائية التي تحصل له داخل أنسجة الحيوان و النبات بفعل الإنزيمات غالبا أو نتيجة لاحتواء الأنسجة على بعض المركبات الكيماوية في الحالات النادرة. و تتم عملية الاستقلاب للمركبات الكيماوية الغريبة في الكبد بصورة رئيسية بالنسبة للحشرات، و بمختلف أنسجة النبات.

و يخضع المبيد الكيماوي بعد دخوله جسم الكائن الحي إلى نوعين من الاستقلاب.

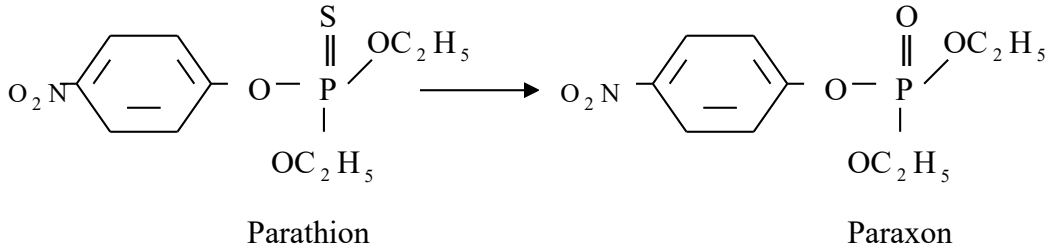
VI- 1- الاستقلاب الهدمي Degradative metabolism

يتم تحويل المبيد الكيماوي السام إلى مادة أو مواد قليلة السمية أو مادة غير سامة كتحويل مبيد DDT إلى مبيد DDE الغير سام في الثدييات و الحشرات و ذلك بإزالة ذرة هيدروجين و ذرة كلور بواسطة أنزيم
DDT dehydrochlorinase (DDTase)



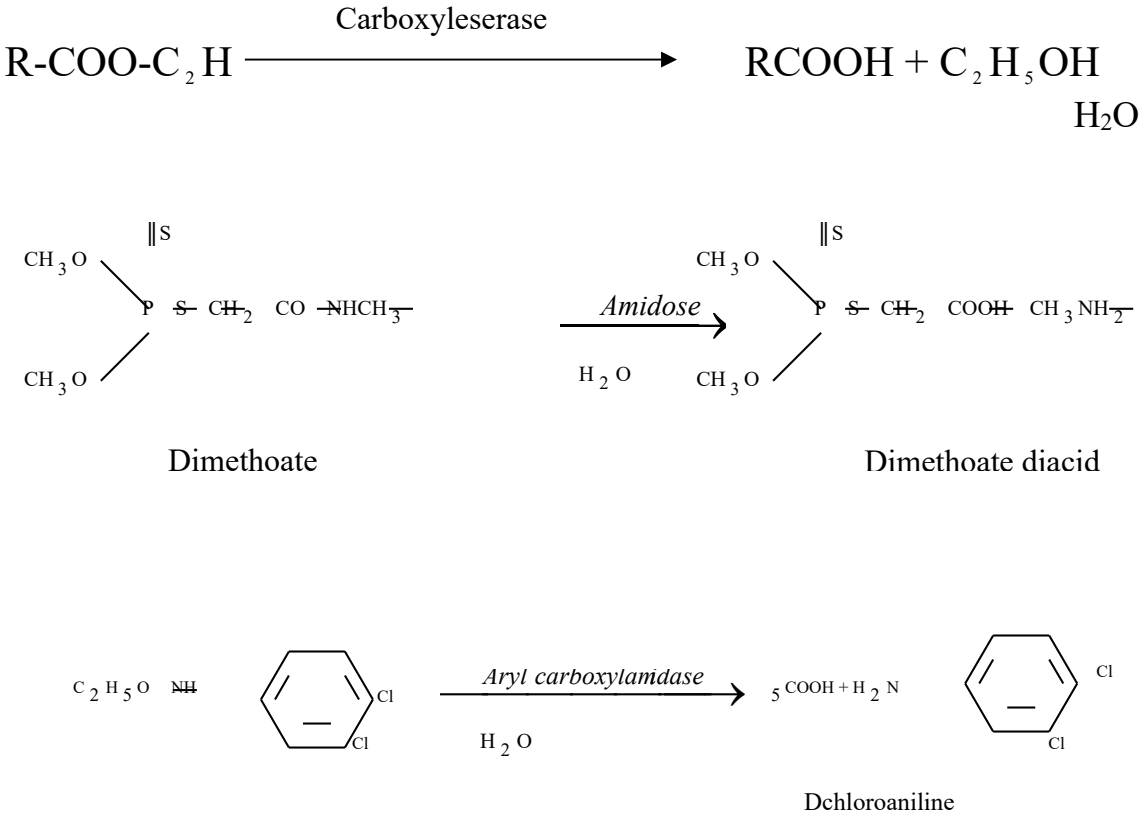
VI- 2- الإستقلاب التنشيطي Activative metabolism

و يتم في هذا النوع من الاستقلاب تحويل المبيد إلى مادة أكثر سمية كتحويل مبيد Parathion في الثدييات و الحشرات إلى Paraxon بواسطة مجموعة الأنزيمات Microsomal mixed function oxidases.



و يتم التخلص من المادة السامة في الحيوان و النبات بمرحلتين، تتضمن المرحلة الأولى الأكسدة و الاختزان، أو التحليل المائي للمادة و تحويلها إلى مركب قطبي ذائب في الماء. و في حالة عدم ذوبانه تتم المرحلة الثانية بربطه ببعض المركبات الكيماوية الحيوية كالسكريات و الأحماض الآمينية لتساعد على ذوبانه في الماء لكي يمكن التخلص منه. و تسمى المرحلة الثانية بميتابولزم الارتباط Conjugation metabolism.
أما من الوجهة الأنزيمية، هناك ثلاثة أنواع من مجاميع الأنزيمات المسئولة عن عملية استقلاب المبيدات الحشرية في الحشرات و الثدييات و هي :

1- Hydrolase : لا تحتاج هذه المجموعة من الأنزيمات إلى عامل مساعد لنشاطها و يقع تحت هذه المجموعة الأنزيمات Esterases،Aliesterases،Carboxiesterases، Amidases، Phosphatases. وتعمل معظم هذه الأنزيمات على المبيدات الفوسفوعضوية و يرتبط فعلها بظهور المقاومة في الحشرات ضد المبيد.



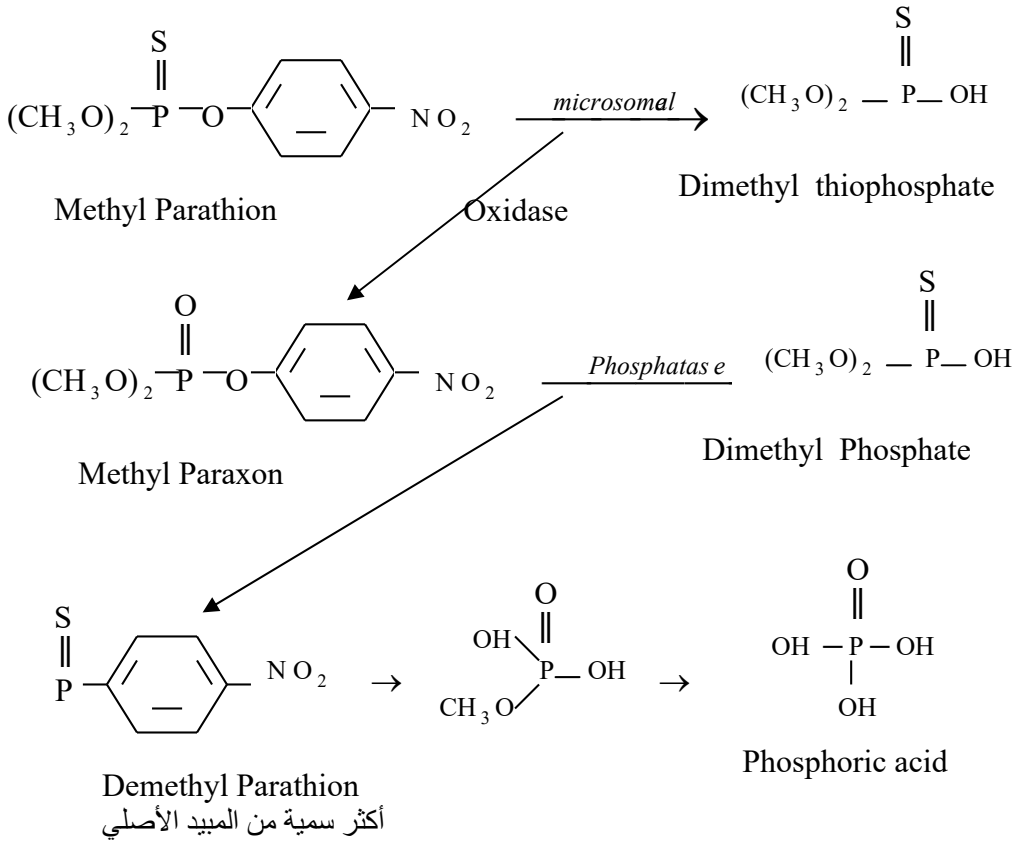
2- Glutathion S-Transferase :

تعد هذه المجموعة أنزيمات تحطيم أساسية بحيث لا تكون مركبات وسطية. و من الأنزيمات التابعة لها DDT-dehydrochlorinase و أنزيم Dechlorinase الذي يزيل ذرة الكلور من المبيد (Hexachloro cyclohexane HCH) و كذلك أنزيمات Demethylases التي تزيل مجموعة المثيل من المبيدات التي تحويها مثل Methyl parathion.

3- Microsomal oxidases:

الميكروزومات عبارة عن جسيمات صغيرة متكونة من بروتين و حامض نووي RNA كما تحتوي على مجموعة من الأنزيمات غير المشخصة و التي تلعب دورا أساسيا في استقلاب المبيدات الكيماوية و تسمى (Mixed function oxidases) و تحتاج هذه الأنزيمات لنشاطها عند عزلها من النسيج الحي إلى مادة NADPH و أوكسجين.

و تلعب هذه الأنزيمات دورا مهما في استقلاب العديد من المبيدات مثل DDT و المركبات القريبة منه و المبيدات الكربماتية و الفوسفوعضوية.



Demethyl Parathion
أكثر سمية من المبيد الأصلي