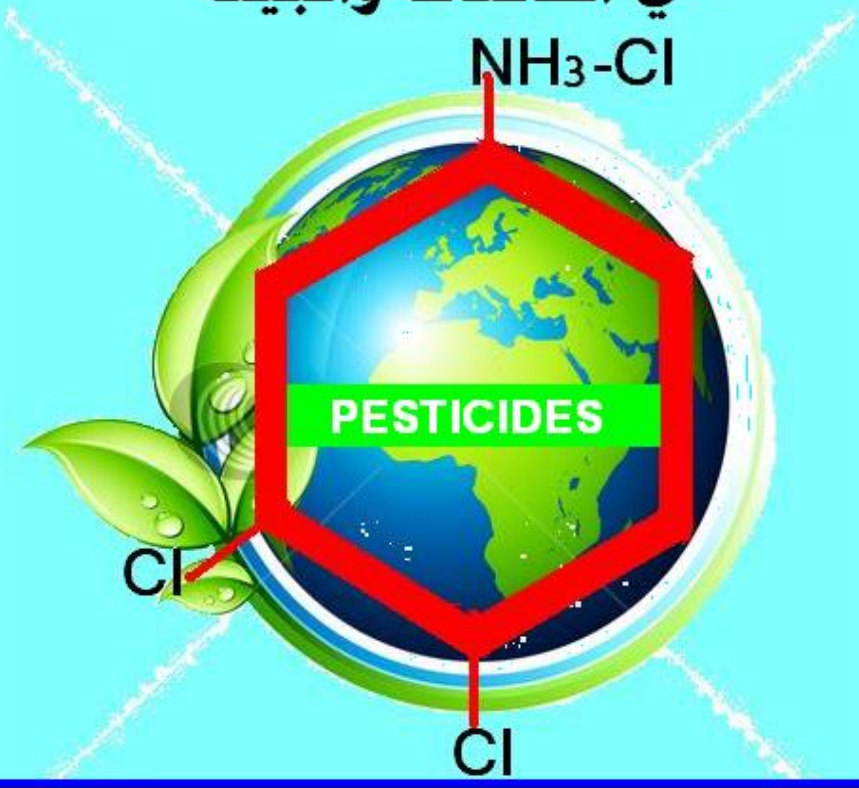
المبيدات الكيميائية

مجاميعها وطرائق تاثيرها وتأيضها في الكائنات والبيئة



تأليف

الدكتور
نـــزار مصطفى الملاح

الدكتور
عبدالرزاق يونس الجبوري

2012 م

المبيدات الكيميائية مجاميعها وطرائق تأثيرها وتأيضها في الكائنات والبيئة
د. نزار مصطفى الملاح د. عبدالرزاق يونس الجبوري 2012م

هـــــذا الكتـــــاب

يعد بحق موسوعة في مجال مبيدات الافات حيث يجد القارئ بين دفتيه حاضر ومستقبل استعمال المبيـــدات فضلا عن اهم المفاهيم المرتبطـة بعلـم الســـموم .....

كما يتناول هـذا الكتـاب شـــرحا مفـصلا ، لكل مجموعة مـن مبيـــدات الافـات قديمـها وحـــديثـها وطـرائـــق تاثـــيرها وايضـــها فـــي الكائنـــات والبيئـــة.....

الإهداء

إلى ...

أسرة وقاية النبات

العاملين في مجال صناعة المبيدات وتطويرها

أفراد أسرتينا الأعزاء

طلابنا الأعزاء

محبي العلم من أجل غد مشرق لأمتنا

المؤلفان

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
المقدمة	1
الباب الأول : مبيدات الآفات ، مبادئ ومفاهيم عامة	2
الفصل الأول : مبيدات الآفات ، الحاضر والمستقبل	3
مقدمة	4
المكافحة الكيميائية للآفات ضرورة حتمية	4
خطوات اكتشاف مبيد جديد	4
أولاً : تصنيع المركبات العضوية	5
ثانياً : الغربلة الأولية	5
ثالثاً : التقديم للحصول على براءة الاختراع	5
رابعاً : الغربلة الثانوية	5
خامساً : قرار الاستمرار في التطوير	5
سادساً : دراسات السمية الحادة	5
سابعاً : إدخال المركب للجامعات	5
ثامناً : إنجاز الدراسات الأولية	6
تاسعاً : كتابة نموذج العلامة المقترح	6
عاشراً : تسجيل المبيد	6
مستقبل صناعة مبيدات الآفات	6
مبيدات الآفات في الاستخدام	7
العوامل المؤثرة في استخدام مبيدات الآفات	11
1- العوامل الاقتصادية	11
2- العوامل الصحية	11
3- العوامل السياسية	11
4- العوامل البيئية	12
5- العوامل النفسية	13
6- العوامل الأخلاقية	13
7- عوامل الأمان	13
8- العوامل الجمالية	13
مستقبل استخدام مبيدات الآفات	14
الفصل الثاني : مبيدات الآفات ومفاهيم في السمية	15
مقدمة	16
مجالات علم السموم	16
أولاً : علم السموم البيئي	16
ثانياً : علم السموم التوكسيني	16
ثالثاً : علم السموم الكيموحيوي	16
رابعاً : علم السموم الجنائي	17
خامساً : علم السموم الاقتصادي	17
سادساً : علم السموم السريري	17

الموضوع	الصفحة
سابعاً : علم السموم التشريعي	17
علم السموم الزراعي والمبيدات	18
مبيدات الآفات ، تعريفها وتسميتها	18
العلاقة بين الجرعة والتركيز والسمية	20
أولاً : الجرعة	20
ثانياً : التركيز	21
ثالثاً : السمية أو الاستجابة	21
العوامل المؤثرة في السمية	22
قوة إحداث الفعل السام	25
امتصاص وانتقال مبيدات الآفات	26
أولاً : امتصاص المبيدات خلال المواد غير الحية	26
ثانياً : امتصاص وانتقال المبيدات خلال النبات	27
ثالثاً : نفاذية المبيدات خلال كيوتكل مفصليات الأرجل	30
التأثير السام لمبيدات الآفات	31
الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الآفات	33
أولاً : تقسيم المبيدات بحسب نوع الآفة التي تقوم بمكافحتها	33
ثانياً : تقسيم المبيدات بحسب سميتها	33
ثالثاً : تقسيم المبيدات بحسب طريقة دخولها لجسم الآفة	34
رابعاً : تقسيم المبيدات حسب طريقة تأثيرها السام	34
خامساً : تقسيم المبيدات بحسب صورة التجهيز	35
سادساً : تقسيم المبيدات بحسب حدود السماح	36
سابعاً : تقسيم المبيدات بحسب مصدرها	36
ثامناً : تقسيم المبيدات بحسب تركيبها الكيميائي	36
تاسعاً : تقسيم المبيدات بحسب طريقة تغطيتها للسطوح المعاملة	36
مميزات المبيدات الجهازية	37
الفصل الثالث : الانتخابية والتخصص في مبيدات الآفات الحيوانية	38
مقدمة	39
المحور الأول : الانتخابية مفهومها وأنواعها	39
الانتخابية أو الاختيارية	39
التخصص	39
أنواع الانتخابية	39
أولاً : الانتخابية السلوكية	39
ثانياً : الانتخابية البيئية	40
ثالثاً : الانتخابية الفسيولوجية	40
المحور الثاني : الأهداف المهمة التي تهاجمها المبيدات	41
أولا : الجهاز العصبي Nervous system	41
1-الجهاز العصبي في الفقاريات	41
2- الجهاز العصبي في الحشرات	42
طرائق التوصيل العصبي Nerve conduction	43

الموضوع	الصفحة
انتقال الإشارات العصبية خلال المحور العصبي	43
انتقال الإشارات العصبية خلال الفراغات العصبية	44
المحور الثالث : العوامل المؤثرة في الانتخابية الفسيولوجية	49
أولاً : النفاذية	49
ثانياً : الارتباط والفقد في مناطق مختلفة	51
ثالثاً : الإخراج	52
رابعاً : التحوير الايضي للسموم	52
خامساً : التنشيط كقوة انتخابية	55
سادساً : مواقع التأثير	55
المجموعة الأولى : مواقع تأثير توجد وضرورية في الكائنات المستهدفة وغير المستهدفة	55
المجموعة الثانية : مواقع تأثير خاصة بالعدو أو أهداف تنفرد بها الآفات	56
سابعاً : الطبيعة المتعددة العوامل للانتخاب	57
المحور الثالث : قياس الانتخابية	57
الفصل الرابع : مبيدات الحشرات غير العضوية	61
مقدمة	62
الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الحشرات	62
الأساس الأول : تقسيم مبيدات الحشرات حسب الطور الحشري الـــذي تقـــوم بمكافحته	62
الأساس الثاني : تقسيم مبيدات الحشرات حسب التركيب الكيميائي والمصدر	63
I) مبيدات الحشرات غير العضوية	63
مركبات الزرنيخ	63
أولاً : المركبات التابعة لاكاسيد الزرنيخوز	64
ثانياً : المركبات التابعة لخامس اوكسيد الزرنيخ	65
العوامل المؤثرة في سمية مركبات الزرنيخ	67
أعراض التسمم بمركبات الزرنيخ	67
أولاً : بالنسبة للحشرات	67
ثانياً : بالنسبة للفقريات	67
آلية التأثير السام لمركبات الزرنيخ	68
الدفاعات الحشرية ضد مركبات الزرنيخ	68
مركبات الفلور	69
أولاً : الفلوريدات	69
ثانياً : الفلوسيليكات	70
أعراض التسمم بمركبات الفلور	71
أولاً : بالنسبة للحشرات	71
ثانياً : بالنسبة للحيوانات الفقرية	71
آلية التأثير السام لمركبات الفلور	71
علاج التسمم بمركبات الفلور	72

الموضوع	الصفحة
مركبات السيانيد	72
أعراض التسمم بمركبات السيانيد	72
علاج التسمم بمركبات السيانيد	72
آلية التأثير السام لمركبات السيانيد	72
مركبات الفسفور غير العضوية	73
مركبات السيانات	73
المساحيق الخادشة	73
العوامل المشجعة على استخدام المساحيق الخادشة	73
الأسس المعتمدة في تقسيم المواد الخادشة	74
أولاً : حسب المصدر	74
ثانياً : حسب طريقة تأثيرها	74
آلية التأثير السام للمساحيق الخادشة	74
الفصل الخامس : مبيدات الحشرات العضوية الطبيعية	75
مقدمة	76
مبيدات الحشرات العضوية غير الحيوية	76
الزيوت	76
أولاً : الزيوت البترولية	76
تقسيم الزيوت البترولية	76
ثانياً : الزيوت القطرانية	77
استخدامات الزيوت	78
مزايا استعمال الزيوت	78
مساوئ استعمال الزيوت	78
آلية التأثير السام للزيوت	79
مبيدات الحشرات العضوية الحيوية	79
أولاً : مبيدات الحشرات العضوية الكيموحيوية نباتية المصدر	79
خطوات اكتشاف وإنتاج مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر	80
اختيار النبات المناسب	80
الاستخلاص	80
التقييم الحيوي للمستخلصات	80
التوحيد القياسي	81
صورة المستحضر النهائي	81
المجموعة الأولى : مبيدات حشرات كيموحيوية نباتية المصدر سريعة المفعول	82
المجموعة الثانية : مبيدات حشرات كيموحيوية نباتية المصدر بطيئة المفعول	90
ثانياً : مبيدات الحشرات العضوية الكيموحيوية مايكروبية المصدر	91
ثالثاً : مبيدات الحشرات العضوية الكيموحيوية حيوانية المصدر	98
1- منظمات النمو الحشرية الطبيعية	98
التنظيم الهرموني في الحشرات	98
2- الفيرمونات الطبيعية	100
الفصل السادس : مبيدات الحشرات العضوية المصنعة سريعة المفعول	101

الموضوع	الصفحة
مقدمة	102
مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية	102
أولاً : مجموعة دايكلورودايفنيل ايثان	102
ثانياً : مركبات الهكسان الحلقية	104
ثالثاً : مركبات السايكلودايين	105
علامات وأعراض التسمم بمركبات الكلور العضوية	107
آلية التأثير السام لمبيدات الحشرات الكلورينية العضوية	107
علاج التسمم بمركبات الكلور العضوية	112
مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية	112
تسمية مركبات الفسفور العضوية	113
أولاً : أسترات المركبات الفسفورية العضوية الاليفاتية	114
ثانياً : أسترات المركبات الفسفورية العضوية العطرية	116
ثالثاً : استرات المركبات الفسفورية العضوية مختلفة الحلقة	117
مبيدات الحشرات الكارباماتية	118
علامات وأعراض التسمم بمبيدات الفسفور والكارباميت العضوية	122
آلية التأثير السام للمبيدات المثبطة للكولين استريز	122
التثبيط المُعَمر أو الهرم	124
علاج التسمم بالمبيدات المثبطة للكولين استريز	124
مبيدات الحشرات البايروثرويدية المصنعة	126
تقسيم مركبات البايروثرويدات المحضرة صناعياً	126
أولاً : بحسب درجة ثباتها	126
ثانياً : بحسب المجاميع المرتبطة بتركيب الاستر العام	128
ثالثاً : بحسب وجود الاستر أو عدم وجوده	128
رابعاً : بحسب مجالات استعمالها	128
علامات وأعراض التسمم بالبايروثرويدات المصنعة	131
آلية التأثير السام لمبيدات البايروثرويد	132
علاج التسمم بمركبات البايروثرويد	134
مبيدات الحشرات النيونيكوتينية	135
مبيدات حشرات من مجاميع متفرقة	136
الفصل السابع : مبيدات الحشرات العضوية المصنعة بطيئة المفعول	140
مقدمة	141
مثبطات نمو الحشرات المصنعة	141
المجموعة الأولى : منظمات نمو الحشرات	141
المجوعة الثانية : مثبطات تصنيع الكايتين	141
أولاً : مركبات البنزول يوريا	141
ثانياً : مركبات الترايازين	144
ثالثاً : مركبات الثاياديازين	144
سمية مثبطات نمو الحشرات	145
آلية التأثير السام لمثبطات نمو الحشرات	145
المركبات الطاردة	148

الموضوع	الصفحة
خواص المواد الطاردة	149
الأسس المعتمدة في تقسيم المواد الطاردة	149
أولاً : بحسب الوظيفة التي تؤديها	149
ثانياً : بحسب المجاميع الحشرية التي تقوم بطردها	149
المركبات الجاذبة	151
المجموعة الأولى : مواد جاذبة غير فيرمونية	151
المجموعة الثانية : الفيرمونات	153
أولاً : الفيرمونات الجنسية	153
ثانياً : فيرمونات التجمع	156
آلية عمل المركبات الجاذبة	157
المركبات المانعة للتغذية	158
آلية عمل مانعات التغذية	159
المركبات العاقمة	160
متطلبات نجاح استخدام العاقمات الكيميائية	160
مجاميع المواد الكيميائية العاقمة للحشرات	160
آلية عمل العاقمات الكيميائية	163
الفصل الثامن : مبيدات الاكاروسات	165
مقدمة	166
أضرار الاكاروسات	116
أولاً : أضرار الاكاروسات للنباتات	166
ثانياً : أضرار الاكاروسات للإنسان والحيوان	166
ثالثاً : أضرار الاكاروسات للمواد المخزونة	166
مبيدات الاكاروسات	166
أولاً : مبيدات الاكاروسات غير العضوية	167
ثانياً : مبيدات الاكاروسات العضوية الطبيعية	167
ثالثاً : مبيدات الاكاروسات العضوية المصنعة	170
الفصل التاسع : مبيدات الآفات الحيوانية ما عدا مفصليات الأرجل	179
مقدمة	180
مبيدات الديدان الثعبانية	180
طرائق مكافحة الديدان الثعبانية	180
أولاً : الطرائق غير الكيميائية	180
ثانياً : المكافحة الكيميائية	180
أولاً : معقمات التربة	181
ثانياً : المبيدات الجهازية	183
ثالثاً : مثبطات تصنيع الكايتين	185
رابعاً : مبيدات الحشرات غير الجهازية	185
مبيدات الرخويات	185
طرائق مكافحة القواقع والبزاقات	186
مبيدات القوارض	187

الموضوع	الصفحة
طرائق مكافحة القوارض	188
المدخنات	189
الطعوم السامة	190
أولاً : السموم سريعة المفعول	190
ثانياً : السموم بطيئة المفعول	193
آلية التأثير السام للمركبات المانعة لتخثر الدم	195
مبيدات الحشرات لمكافحة القوارض	195
مبيدات الطيور	196
طرائق مكافحة الطيور	196
أولاً : طرائق المكافحة غير الكيميائية	196
ثانياً : المكافحة الكيميائية	196
الفصل العاشر : مبيدات الفطريات	199
مقدمة	200
الأمراض النباتية واستخدام مبيدات الفطريات	200
تقسيم مبيدات الفطريات	200
أولاً: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة تغطيتها للأجزاء المعاملة بها	200
ثانياً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة الاستخدام	201
ثالثاً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب تركيبها الكيميائي	201
رابعاً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب المصدر والتركيب الكيميائي	201
آلية التأثير السام العامة لمبيدات الفطريات	202
الاختيارية في مبيدات الفطريات	202
مبيدات الفطريات غير العضوية	203
أولاً : الكبريت	203
آلية التأثير السام لمركبات الكبريت	203
ثانياً : مركبات النحاس	204
آلية التأثير السام لمركبات النحاس	205
ثالثاً : مركبات الزئبق	205
آلية التأثير السام لمركبات الزئبق	205
مبيدات الفطريات العضوية	206
أولاً : مبيدات الفطريات العضوية الحيوية	206
ثانياً : مبيدات فطريات عضوية مصنعة	212
مركبات الزئبق العضوية	212
مركبات الكبريت العضوية	214
المجموعة الأولى : مركبات داي ثايوكارباميت	214
المجموعة الثانية : مجموعة مركبات الكبريت النتروجينية العضوية	217
أولاً : المركبات النتروجينية الحلقية غير المتشابهة	217
ثانياً : المركبات النتروجينية الحلقية	220
ثالثاً : المركبات النتروجينية الاليفاتية	224
مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية	224
مبيدات الفطريات الكارباماتية	225

الموضوع	الصفحة
مبيدات الفطريات من مشتقات النايتروفينول	227
مبيدات الفطريات الجهازية	228
أولاً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة الاستخدام	228
ثانياً : تقسيم مبيدات الفطريات الجهازية بحسب تركيبها الكيميائي	230
المطهرات	237
الفصل الحادي عشر : مبيدات الأدغال	242
مقدمة	243
مميزات استخدام مبيدات الأدغال	243
مبيدات الأدغال ، مفهومها والأسس المعتمدة في تقسيمها	243
أولاً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب تخصصها	244
ثانياً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب طريقة تغطيتها للنبات	244
ثالثاً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب وقت الاستخدام	244
رابعاً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب مكان المعاملة	245
خامساً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب تركيبها الكيميائي	245
سادساً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب آلية تأثيرها السام	246
التخصص أو الانتخابية في مبيدات الأدغال	246
مبيدات الأدغال هرمونية التأثير	247
أولاً : مجموعة فينوكسي	248
ثانياً : مجموعة حامض البنزويك	250
ثالثاً : مجموعة البيريدين	252
مبيدات الأدغال المثبطة لعملية التركيب الضوئي	253
أولاً : مجموعة ترايازين	254
المجموعة الأولى : الترايازين المتناظرة	254
المجموعة الثانية: الترايازين غير المتناظرة	257
ثانياً : مجموعة اليوريا	257
ثالثاً : مجموعة اليوراسيل	259
مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الكلوروفيل والكاروتين	263
مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الدهون	266
مبيدات الأدغال المثبطة لعملية الانقسام الخلوي	270
مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية	274
أولاً : مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية العطرية	274
ثانياً : مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الحامض الاميني الكلوتامين	275
ثالثاً : مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية ذات السلاسل المتفرعة	276
مبيدات الأدغال التابعة لمجاميع متفرقة	278
مبيدات الطحالب	280
الفصل الثاني عشر : التلوث البيئي بمبيدات الآفات المصادر والأضرار والإدارة	285

الموضوع	الصفحة
مقدمة	286
مصادر تلوث البيئة بالمبيدات	286
أولاً : المبيدات الكاسدة أو الراكدة	286
ثانياً : استخدام المبيدات في مكافحة الآفات	287
الطرائق المستخدمة في التخلص من المبيدات الكاسدة	287
أولاً : الطرائق المقبولة للتخلص من المبيدات الكاسدة	287
ثانياً : الطرائق الحديثة	288
تأثير تلوث البيئة بالمبيدات	288
أولاً : تسمم الإنسان	289
المجموعة الأولى : التسمم العرضي	289
المجموعة الثانية : التسمم المقصود	289
أشهر حالات التسمم التي حدثت في العالم	290
ثانياً : التأثير في التوازن الطبيعي	291
ثالثاً : تلوث الماء بالمبيدات	291
العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في الماء	292
الأخطار الناجمة عن تلوث الماء بالمبيدات	293
وسائل مكافحة تلوث المياه بالمبيدات	294
رابعاً : تلوث التربة بالمبيدات	294
كميات المبيدات في التربة	295
العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في التربة	295
الأخطار الناجمة عن تلوث التربة بالمبيدات	296
وسائل مكافحة تلوث التربة بالمبيدات	297
خامساً : تلوث الهواء بالمبيدات	298
مصادر تلوث الهواء بالمبيدات	298
سادساً : تلوث الغذاء بالمبيدات	299
مصادر تلوث الغذاء بالمبيدات	299
العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في الغذاء	299
الأخطار الناتجة عن تلوث الغذاء	299
وسائل مكافحة تلوث الغذاء	300
الفصل الثالث عشر : التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها	301
مقدمة	302
عناصر التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها	302
العنصر الأول : الحيوانات والنباتات	302
المجموعة الأولى : تفاعلات الطور الأول	302
أولاً : إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة	302
ثانياً : تفاعلات الاختزال	304
ثالثاً : إنزيمات التحلل المائي	305
المجموعة الثانية : تفاعلات الطور الثاني	306
أولاً : تفاعلات الاقتران بالكلوتاثيون	306
ثانياً : مقترنات الحوامض الأمينية	308

الموضوع	الصفحة
ثالثاً :مقترنات الكلوكورونايد	308
رابعاً :مقترنات الكلوكوسايد	309
خامساً : مقترن الكبريتات	309
خطوات تكوين مقترنات الكبريتات	309
العنصر الثاني : الكائنات الدقيقة	309
الايض المايكروبي لبعض مجاميع المبيدات	310
مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية	310
مبيدات الحشرات من مجموعة الفسفور والكارباميت العضوية	311
مبيدات الأدغال	312
الفصل الرابع عشر : مقاومة الآفات للمبيدات المفهوم والأساليب والحلول	315
مقدمة	316
التاريخ التطوري للمقاومة	316
المقاومة مفهومها وأنواعها	317
أنواع المقاومة	317
تطور المقاومة	318
انعكاس المقاومة	319
العوامل المؤثرة في تطور المقاومة	320
آلية مقاومة الآفات للمبيدات	321
المقاومة والانبعاث والإحلال	322
أولاً : الانبعاث	322
ثانياً : الإحلال	323
أمثلة في المقاومة	324
أولاً : مفصليات الأرجل	324
ثانياً : مسببات الأمراض	32
ثالثاً : الأدغال	325
حلول مشكلة المقاومة	325
المجموعة الأولى : مكافحة الآفات دون استخدام المبيدات	326
المجموعة الثانية : الاختيار الأمثل للمبيدات المستخدمة في المكافحة	326
المجوعة الثالثة : إدارة المقاومة	327
الفصل الخامس عشر : وثيقة السلوك الدولية لاستخدام وتداول المبيدات	329
مقدمة	330
وثيقة السلوك الدولية لاستخدام وتداول المبيدات	330
المادة الأولى : أهداف الوثيقة	330
المادة الثانية : تعاريف	331
المادة الثالثة : إدارة المبيدات	333
المادة الرابعة : اختبار المبيدات	333
المادة الخامسة : تقليل المخاطر الصحية	334
المادة السادسة : المتطلبات التنظيمية والفنية	335
المادة السابعة : توافر المبيدات واستعمالاتها	336
المادة الثامنة : التوزيع والتجارة	336

الموضوع	الصفحة
المادة التاسعة : تبادل المعلومات والموافقة المسبقة عن علم	337
المادة العاشرة : وضع البيانات على العبوات والتعبئة والتخزين والتصريف	339
المادة الحادية عشر : الإعلان	340
المادة الثانية عشر : رصد مراعاة الوثيقة	341
المراجع العربية	342
المراجع الأجنبية	345

المقدمـــــة

في عام 2007 بلغت المبيعات العالمية من مبيدات الآفات أكثر من ثلاثين مليار دولار ، وهو خير مؤشر على أن المبيدات لازالت هي السلاح المعـــول عليه في مكافحة الآفات بالرغم من معرفة الإنسان المسبقة بالمخاطر والأضرار التي سببتها المبيدات ولازالت تسببها للبيئة وللـــصحة العامـــة ، فـــضلاً عـــن الدعوات المستمرة إلى ضرورة اعتماد الوسائل والطرائق البديلة للمبيدات فـــي مكافحة الآفات ، كالمكافحة الحيوية والطرائق الزراعية والفيزيائية والوراثيـــة وما نتج عن هذه الدعوات من تطوير لبرامج الإدارة المتكاملة للآفات وأنظمـــة إدارة الآفات التي تسعى جاهدة إلى تغليب الوسائل البيئية في مكافحة الآفات من أجل خفض استخدام المبيدات في محاولة لحماية البيئة والإنسان.

إن فاعلية هذه الأنظمة وتكاملها لم تتمكن من الحد من استخدام المبيـــدات بدليل ارتفاع أرقام المبيعات الخاصة بالمبيدات سنة بعد أخرى ، وذلك لأن هذه الأنظمة هي أنظمة متطورة تحتاج إلى مهارات فنية وتقنيـــات ومعلومـــات لا يملكها المزارعون في الغالب ، فضلاً عن كونها أنظمة تحتاج إلى تـــشريعات وقوانين وجهود منظمات حكومية وغير حكومية لتنفيذها.

مما سبق يتبين أن المبيدات لازالت هي الأداة الرئيسة في مكافحة الآفات ، وطالما أن الأمر كذلك فإن الفلسفة التي نؤمن بها هي التأكيد على الاســـتخدام العقلاني للمبيدات وأن تستخدم المبيدات كخنجر وليس كمنجل ، وعليـــه فـــإن تحقيق هذه الفلسفة يتم من خلال نشر الوعي والمعرفة الخاصة بالمبيـــدات ، إذ أن المعرفة تعني مزيد من الحركة في استخدام المبيدات بشكل صحيح. والحرية كذلك تعني المزيد من المسؤولية تجاه البيئة والإنسان ، لذلك سعينا فـــي هـــذا الكتاب إلى محاولة تعريف العاملين في مجال المبيدات ومكافحة الآفات بـــأهم مجاميع المبيدات الكيميائية ومميزات كل مجموعة وطريقة تأثيرها وتأييـــضها في الكائنات والبيئة ، آملين من ذلك أن نكون قد ساهمنا في نشر الوعي العلمي في مجال المبيدات واستخدامها.

والله ولي التوفيق

المؤلفان

الباب الأول

مبيدات الآفات

مبادئ ومفاهيم عامة

Pesticides, Principles and General Definitions

الفصل الأول : مبيدات الآفات ، الحاضر والمستقبل

الفصل الثاني : مبيدات الآفات ومفاهيم في السمية

الفصل الثالث : الانتخابية والتخصص في مبيدات الآفات الحيوانية

الفصل الأول

مبيدات الآفات ، الحاضر والمستقبل

Pesticides Present And Future

- مقدمة
- الآفات الزراعية ، تاريخ صراع
- المكافحة الكيميائية للآفات ضرورة حتمية
- خطوات اكتشاف مبيد جديد
- مستقبل صناعة مبيدات الآفات
- مبيدات الآفات في الاستخدام
- العوامل المؤثرة في استخدام مبيدات الآفات
  - العوامل الاقتصادية
  - العوامل الصحية
  - العوامل السياسية
  - العوامل البيئية
  - العوامل النفسية
  - العوامل الأخلاقية
  - عوامل الأمان
  - العوامل الجمالية
- مستقبل استخدام مبيدات الآفات

مقدمة Introduction

إن قراءة تاريخ الإنسانية وصراعها مع الآفات من أجل البقاء والاستمرار الذي يعتمد في جوهره على توفير الغذاء والحفاظ عليه ، يمكن أن يوضح أهمية وجود المبيدات كسلاح بيد الإنسان للفوز في هذا الصراع ، إلا أن مفرزات عملية الاستخدام الواسع لهذه المبيدات والمتمثلة بحالات التسمم والتأثيرات السلبية في البيئة وما أحدثته المبيدات من خلل في التوازن البيئي الذي أدى إلى ظهور العديد من الآفات الثانوية بشكل وبائي ، دفع العاملين في مجال المكافحة والمستثمرين في مجال تطوير وتصنيع المبيدات والجهات المسؤولة عن حماية البيئة والصحة العامة إلى التفكير كثيراً قبل اتخاذ أي قرار يتعلق بالمبيدات تصنيعاً واستخداماً ، لذلك سنحاول في هذا الفصل تسليط الضوء على أهم المحاور المرتبطة بحاضر ومستقبل استخدام مبيدات الآفات.

المكافحة الكيميائية للآفات ضرورة حتمية Necessity of Chemical Pest Control

من مراجعة تاريخ مكافحة الآفات الزراعية يتبين انه بالرغم من النجاح المحدود الذي حققته عمليات المكافحة باستخدام وسائل التحكم بالنظم البيئية واستخدام الطرائق الزراعية ، فان ظهور المبيدات العضوية المصنعة دفع المزارعين والعاملين في مجال مكافحة الآفات الزراعية إلى الاعتماد بشكل كبير على المكافحة الكيميائية وذلك لفاعليتها في قتل الآفات المستهدفة وسهولة استخدامها ورخص ثمنها مقارنة بالطرائق الأخرى خاصة الزراعية والحيوية وذلك لبطء نتائجها التي قد تكون غير مرئية أحيانا بالنسبة للمزارع. والذي يدعم هذه الحقيقة هي الإحصائيات العديدة التي تشير إلى الزيادة المطردة في إنتاج واستخدام المبيدات على مستوى العالم بهدف زيادة إنتاجية المحاصيل وحماية الإنسان من الآفات الضارة التي تهدد حياته ومستقبله ، لذلك فان المبيدات أصبحت اليوم جزءاً مكملاً للإنتاج الزراعي حيث تساعد في زيادة الإنتاج العالمي من الغذاء وتحقيق عائد مجز للمزارعين والفرق بين الدول النامية والمتقدمة فيما يتعلق بأهمية استعمال المبيدات أن الأخيرة تعتبرها استثماراً اقتصادياً بينما الأولى تعطي الأولوية لمنع أو تقليل الفقد في الغذاء نتيجة لمهاجمة الآفات ودليل ذلك أن أكثر من ثلث الإنتاج العالمي من المبيدات يستخدم في أمريكا الشمالية وأوربا الغربية واليابان. ولتأكيد دور وأهمية استخدام المبيدات يكفي أن نذكر انه في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها كان الفقد في الإنتاج الزراعي بسبب الإصابة بالآفات حوالي 34% في الستينات منها 13% للحشرات وفي السبعينات كانت قيمة الفقد حوالي 11.1% بليون دولار ، وفيما يتعلق بالصحة العامة كان يصاب بالملاريا كمثال حوالي 300 مليون إنسان ويموت نتيجة هذا المرض الذي ينقله البعوض حوالي 3 مليون وبعد استخدام المبيدات في مكافحة البعوض الناقل انخفض عدد المصابين إلى 120 مليوناً وبلغ عدد الوفيات مليوناً واحداً فقط وذلك بالرغم من تضاعف عدد السكان في العالم. وقد أشار الباحث Pimentel عام 1973 إلى أن كل دولار ينفق على المبيدات يوفر 3 دولارات في أمريكا بينما في بريطانيا وصلت النسبة 6:1 وفي البلدان النامية تكون النسبة 1.15:1. ولا يقتصر تأمين المبيدات على زيادة الإنتاج ولكنه يمتد إلى تحسين نوعية المنتج الزراعي أيضا. مما سبق يتبين أن استخدام المبيدات أصبح ضرورة لزيادة الإنتاج كماً ونوعاً وذلك بالرغم من أن الفقد في الإنتاج الزراعي لم يتوقف نهائياً ، وعليه يتضح أن استخدام المبيدات أصبح ضرورة لحماية المحاصيل والمنتجات الزراعية وحماية الإنسان وحيواناته من الأمراض التي تنقلها الحشرات والاكاروسات وهذه الحقيقة كما أشرت سابقاً تتضح من تصاعد وتيرة إنتاج وتسويق المبيدات على مستوى العالم بالرغم من مشاكل التلوث والأضرار أو التأثيرات الجانبية للمبيدات في النظام البيئي ، لذلك فان عملية تقليل الآثار الجانبية للمبيدات تتطلب منا نشر الوعي في مجال المبيدات وطرائق استخدامها وإقامة الدورات التدريبية الخاصة باستخدام المبيدات فضلاً عن وضع القوانين والتشريعات التي تنظم عمليات إنتاج وتسويق وتداول واستخدام المبيدات.

خطوات اكتشاف مبيد جديد Pesticide Discovery Steps

مما لاشك فيه أن المبيدات التي اكتشفت لأول مرة تم اكتشافها عرضياً من قبل بعض الأشخاص الأذكياء بالصدفة وذلك عن طريق الملاحظة الذكية لكيفية حدوث الظواهر المختلفة، وقد استمرت هذه العملية ، أي اكتشاف مبيدات الآفات بالصدفة حتى عام 1939 حيث اكتشف التأثير القاتل للحشرات من قبل المركب DDT وأعقبه بعد ذلك اكتشاف 2,4-D كمبيد للأدغال عريضة الأوراق في عام 1942 ، بعد ذلك بدأت مرحلة أو عملية اكتشاف المبيدات من المركبات العضوية المصنعة ومنذ عام 1940 فإن عملية اكتشاف مبيدات جديدة للآفات بدأت تتم وفق الخطوات التالية :

أولاً : تصنيع المركبات العضوية Organic Compounds Synthesization

يقوم الكيميائيين العاملين في الشركات الكيميائية بتصنيع العديد من المركبات الكيميائية الجديدة ، هذه العملية أصبحت منذ عام 1990 تتم آلياً باستخدام الحاسوب من خلال برامج خاصة لعمليات خلط أو مزج المركبات الكيميائية لإنتاج مركبات جديدة وبأعداد كبيرة وبتراكيب كيميائية مختلفة جداً والتي يتم اختيار تأثيرها في الأنظمة الحية المختلفة.

ثانياً : الغربلة الأولية Primary Screening

في هذه الخطوة يتم إخضاع المركبات الكيميائية الجديدة المصنعة إلى العديد من اختبارات الغربلة الأولية لتقييم نشاطها الحيوي وعادة يتم في هذه الخطوة اختبار تأثير هذه الكيميائيات في عشرة أنواع مختلفة لكل من الأدغال والحشرات والمسببات المرضية وعند ملاحظة أي تأثير حيوي فعّال لأحد هذه المركبات يتم بعدها إخضاعه لمزيد من الاختبارات ، أما بالنسبة لاختبار تأثير هذه المركبات على الفقريات والرخويات فإنها تكون نادرة في هذه الخطوة أو المرحلة وعادة يتم إجراء الغربلة الأولية على الآفات ذات الأهمية الاقتصادية وذلك لأن استمرار إجراء مثل هذه الاختبارات يعتمد على المردود الاقتصادي لهذه العملية ، إذ إن اكتشاف مركب يعمل كمبيد لآفة اقتصادية مهمة يشجع على الاستمرار في عمليات البحث والتطوير لهذا المركب. ومنذ عام 1990 بدأت الشركات الكيميائية باستخدام الروبوت (الإنسان الآلي) في إجراء أعداد كبيرة من هذه الاختبارات في وقت قصير ، كذلك فإن العديد لا بل إن معظم شركات الكيميائيات لديها اليوم أقسام خاصة تعنى بالدراسات السمية الخاصة بمتابعة مصير المركبات الكيميائية التي تنتجها في الكائنات الحية وفي البيئة. وإن نتائج هذه الدراسات قد تحدد لحد كبير الاستمرار أو التوقف عن إنتاج وتطوير بعض المركبات الكيميائية.

ثالثاً : التقديم للحصول على براءة الاختراع Patent Application

إن اكتشاف أحد المركبات على أنه مبيد لمجموعة معينة من الآفات سيدفع الشركة فوراً إلى ملئ الاستمارة الخاصة ببراءة الاختراع ، لكي تتمكن من الاحتفاظ بحق إنتاج هذا المركب وتطويره.

رابعاً : الغربلة الثانوية Secondary Screen

في هذه الخطوة يتم إجراء المزيد من اختبارات التقييم الحيوي للمركبات الكيميائية التي أظهرت تأثيراً حيوياً في عمليات الغربلة الأولية ، حيث يتم إجراء عمليات الغربلة الثانوية على المزيد من المحاصيل وعلى مدى أوسع من الآفات وباستخدام تراكيز وجرعات مختلفة ، كما يتم في هذه الخطوة أيضاً دراسة تأثير هذه المركبات في الحشرات النافعة كالمفترسات والطفيليات ونحل العسل وذلك في محاولة لإنتاج مبيدات متخصصة لحماية الأعداء الحيوية. كما يتم في هذه المرحلة إجراء العديد من الدراسات السمية الأولية ومحاولة تطوير طرائق تحليلية خاصة بهذه المركبات لمتابعة متبقياتها في البيئة فضلاً عن إجراء العديد من الاختبارات الحقلية في المحطات البحثية للشركات المنتجة لهذه المركبات.

خامساً : قرار الاستمرار في التطوير Pursue Development of The Chemical

على ضوء نتائج الخطوة الرابعة ، يتم في هذه المرحلة تقييم نتائج الخطوة الرابعة من قبل الشركة لاتخاذ قرار الاستمرار في تطوير المركب الكيميائي ويعتمد هذا القرار على حجم التسويق المتوقع وكلفة تصنيع هذا المركب والمعلومات المرتبطة بالسمية الابتدائية لهذا المركب.

سادساً : دراسات السمية الحادة Acute Toxicity Studies

في هذه الخطوة يتم استكمال الدراسات الخاصة بالسمية الحادة للمركب الكيميائي ، فضلاً عن دراسات التغذية الطويلة الأمد الابتدائية لملاحظة المشاكل المحتملة لهذا المركب عند وجوده في المواد الغذائية ، فضلاً عن دراسة التأثيرات المزمنة مثل حالات الإجهاض والتشوهات وحالات السرطان وإن هذه الدراسات تتم على المركب الأصلي ونواتج أيضية ، كما يتم في هذه المرحلة إجراء المزيد من الدراسات الحقلية حول كفاءة المركب في مكافحة الآفات وملاحظة انتخابية هذا المركب ، جميع هذه الدراسات تتم في المراكز البحثية وحقول الشركات المنتجة للمركب.

سابعاً : إدخال المركب للجامعات Compound Introduced To University

في هذه الخطوة يتم إدخال المركب إلى الجامعات ومراكز البحث العلمي المختلفة لإجراء المزيد من الدراسات وعقد الحلقات النقاشية حول المركب الذي تم اختياره كمبيد لمجموعة معينة من الآفات ، علماً أن الشركة لا تصرح عن الاسم الكيميائي للمركب في هذه المرحلة ، حيث يعطى له رقم خاص.

ثامناً : إنجاز الدراسات الأولية Completion Initial Research

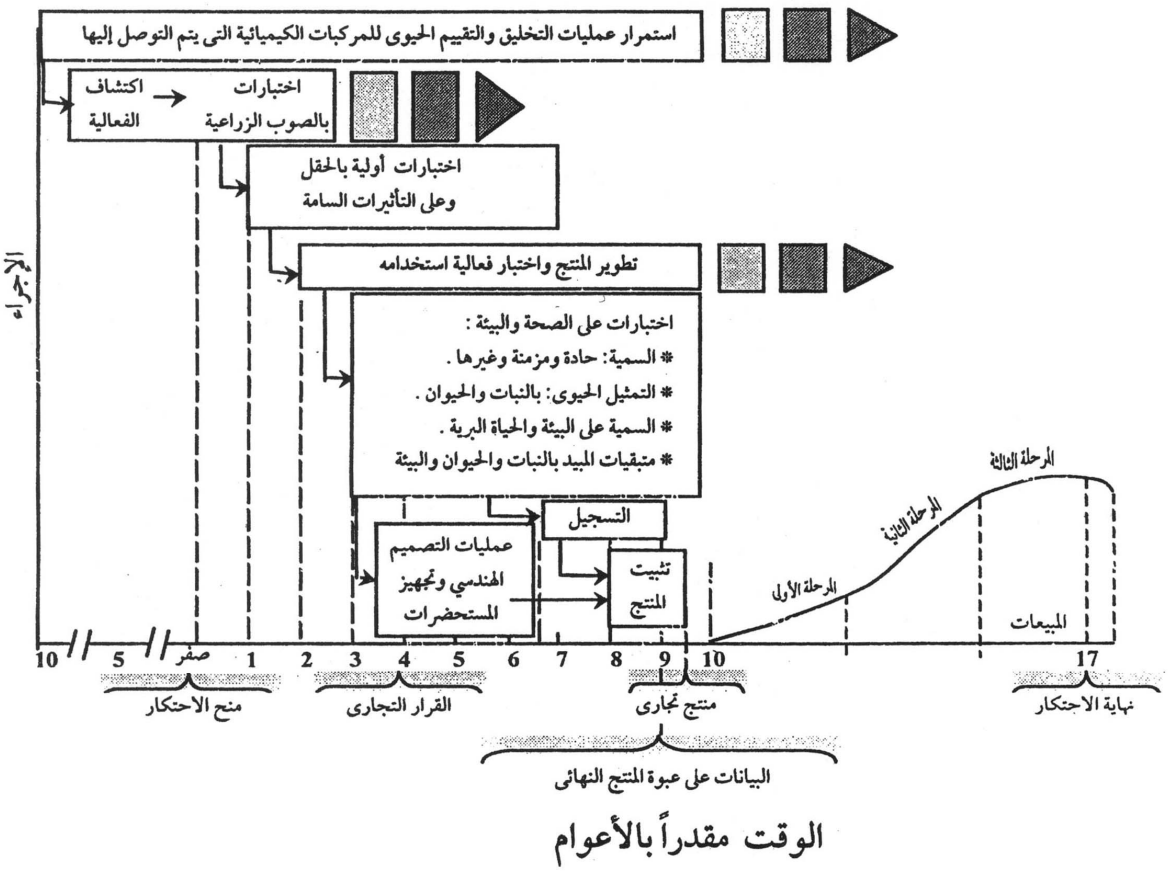
في هذه الخطوة يتم مراجعة نتائج الدراسات والتأكد من سلامة استخدام المركب كمبيد، حيث تبدأ الشركة على ضوء ذلك بوضع السياسة التسويقية للمبيد.

تاسعاً : كتابة نموذج العلامة المقترح Writing Proposed Label

تعد علامة المبيد الوثيقة التي توجه المستخدم إلى نوع الآفة والمحصول الذي يمكن استخدام المبيد لمكافحتها ، وكيفية استخدام المبيد بطريقة سليمة وأمينة ، كما يتم التأكد من احتواء العلامة المقترحة جميع الفقرات المتفق عليها دولياً في علامة المبيد ، فضلاً عن الإشارة إلى رقم تسجيل المبيد لدى وكالة حماية البيئة.

عاشراً : تسجيل المبيد Pesticide Registration

في هذه الخطوة يتم تقديم جميع نتائج الدراسات التي تثبت أن استخدام المبيد وفق الإرشادات المثبتة في علامة المبيد سيكون أميناً على البيئة والصحة العامة ، إلى الجهات الحكومية ذات العلاقة ومنها وكالة حماية البيئة ، حيث تقوم هذه الجهات بدورها في فحص المبيد وعند التأكد من صحة الوثائق المقدمة يتم منح المبيد رقم تسجيل خاص به حيث تقوم الشركة بعد ذلك بتسويق المبيد (الشكل 1).



الشكل (1) مراحل اكتشاف مبيد جديد والتي تمثل الدورة العامة لحياة المبيد (عبدالخالق ، 2005)

مستقبل صناعة مبيدات الآفات Development of Pesticides Industry

إن تطور أي صناعة يعتمد على العديد من العوامل وتطور صناعة المبيدات يعتمد على ما يلي:

1- الحاجة المتزايدة إلى المبيدات Increasing The Needs To Pesticides : إن الحاجة إلى الغذاء والتوجه نحو زراعة المحصول الواحد Monoculture أدى إلى ظهور الآفات بشكل وبائي مما يتطلب استخدام المبيدات لخفض أعداد هذه الآفات والحد من أضرارها. وهذا أدى إلى انتشار استخدام المبيدات في شتى أنحاء العالم حيث بلغت كمية المستهلك منها في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي 30-50%

من مجموع الاستهلاك العالمي ويكفي للتدليل على مقدار الحاجة للمبيدات أن نذكر أن الإنتاج العالمي من المبيدات بلغ مليوني طن عام 1999 وذلك حسب تقرير وكالة حماية البيئة (EPA) Environmental Protection Agency وفي نفس العام بلغت مبيعات أكبر تسع شركات عالمية من المبيدات كما يلي :

اسم الشركة	المبيعات/ مليون دولار
سنجنتا Syngenta	3690
اجريفو Agrevo	2050
دوبونت Dupont	2000
مونسانتو Monsanto	1850
باير Bayer	1790
رون بولانك Rhone Poulenc	1750
اميركان سيانايد + شل American Cyanamide + Shell	1700
داو الانكو Dow Elanco	1600
باسف Basf	1500
المجموع	**19930**

2- تطور اكتشاف المبيدات The Development of Pesticides Discovery : إن النجاح الذي حققه المبيد (DDT) بعد الحرب العالمية الثانية دفع الباحثين والشركات إلى البحث عن مركبات أخرى ذات تأثير أبادي للآفات فكانت مركبات الفسفور والكارباميت العضوية هي النتاج الطبيعي لهذا البحث تلا ذلك ظهور مركبات البايروثرويدات المحضرة صناعياً. إن الحاجة المتزايدة للمبيدات دفعت الشركات إلى الاستثمار في هذا المجال وقد ارتبط ذلك ارتباطاً وثيقاً بتطور الصناعات الكيميائية فضلاً عن التطور في مجال الكيمياء الحياتية وعلوم الفسلجة والبايولوجي مما مكن الباحثين من تصميم المبيد المناسب ليعمل على تثبيط آلية أو ميكانيكية معينة في جسم الآفة. إن هذا التطور في صناعة المبيدات دفع العاملين في صناعة المبيدات إلى وضع فلسفة خاصة بتطويرها ونجاحها تقول (المركب المناسب في المكان المناسب في الوقت المناسب وبالثمن المناسب) وقد أخذت في الاعتبار تحقيق النواحي التكنولوجية والاقتصادية والاجتماعية المناسبة.

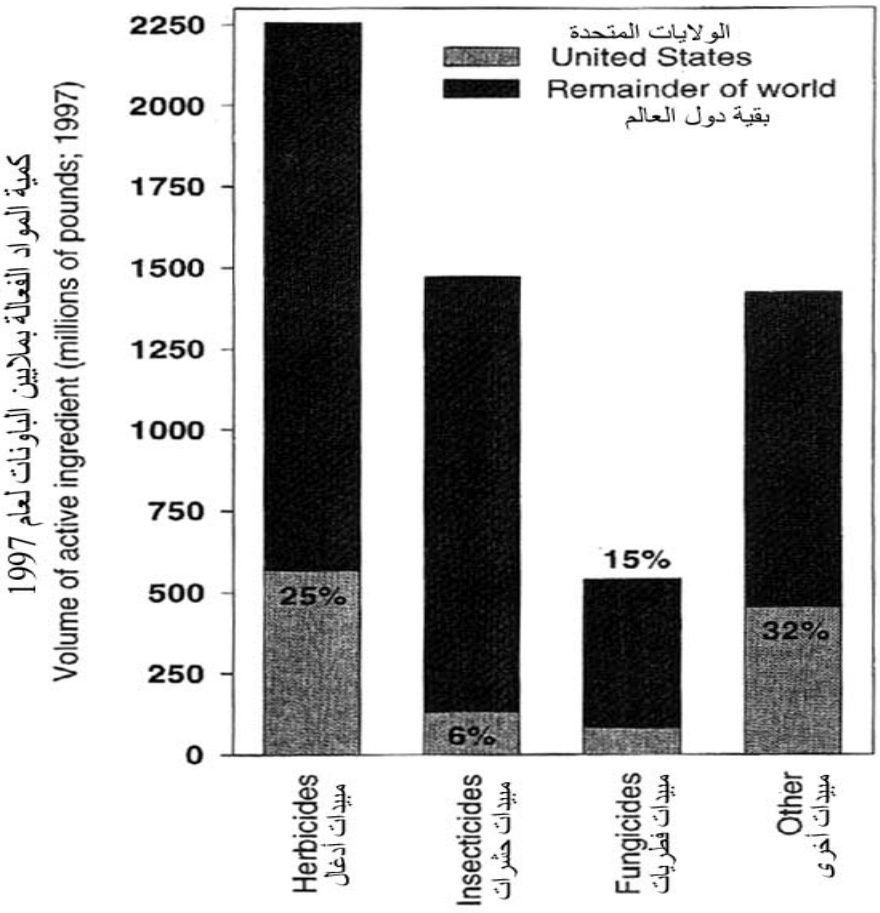
3- الاستثمار في صناعة المبيدات Investment In Pesticides Industry : بالرغم من خطورة الاستثمار في مجال صناعة المبيدات وذلك نتيجة التكاليف الباهظة لعملية اكتشاف مركب جديد يجتاز جميع الاختبارات اللازمة لكي يحصل على رقم تسجيل للمركب أو المبيد لدى وكالة حماية البيئة حتى يمكن للشركة المنتجة طرحه في الأسواق العالمية. والتي قد تكلف أحيانا من 70-100 مليون دولار خاصة وإن من الأمور الصعبة في هذا الاستثمار أن الشركة لا تحتفظ بفترة احتكار براءة الاختراع لأكثر من 5-7 سنوات وهي فترة قد لا تكفي لتعويض الشركة عما أنفقته من اجل إنتاج هذا المبيد. ولكن بالرغم من ذلك نجد أن الاستثمار في مجال صناعة المبيدات لا زال في زيادة مستمرة مما يشير إلى أنه استثمار مربح وذلك لان المبيدات الكاسدة يمكن استخدامها في إنتاج مبيدات أو مركبات أخرى حيث أن المواد الكيميائية تكون في الغالب متعددة الاستخدام.

مبيدات الآفات في الاستخدام Pesticides In Use

1- بلغ الإنتاج العالمي من المبيدات عام 1997 (2.85) بليون كغم ، وشكلت مبيدات الأدغال 40% و 26% مبيدات حشرات و 9% مبيدات فطريات و 25% مبيدات أخرى مثل المبخرات ومبيدات طيور وأسماك ورخويات وغيرها (الشكل 2).

2- وصلت ذروة استخدام المبيدات في الولايات المتحدة في ثمانينات القرن العشرين ووصلت إلى 506 مليون كغم ثم انخفضت إلى 500 مليون كغم في تسعينات القرن العشرين (الشكل 3) وذلك بسبب زيادة أسعار المبيدات ، كما أن مبيدات الأدغال والفطريات المستخدمة في الثمانينات والتسعينات بقيت ثابتة تقريباً (الشكل 4). أما بالنسبة لمبيدات الحشرات فقد حدث انخفاض في استخدامها ، بينما زاد استخدام المبخرات ومبيدات الآفات التقليدية.

3- في عام 1997 كان هناك بحدود 890 مبيد مختلف من أصل 1200 مبيد مختلف كانت موجودة في أواسط الثمانينات.



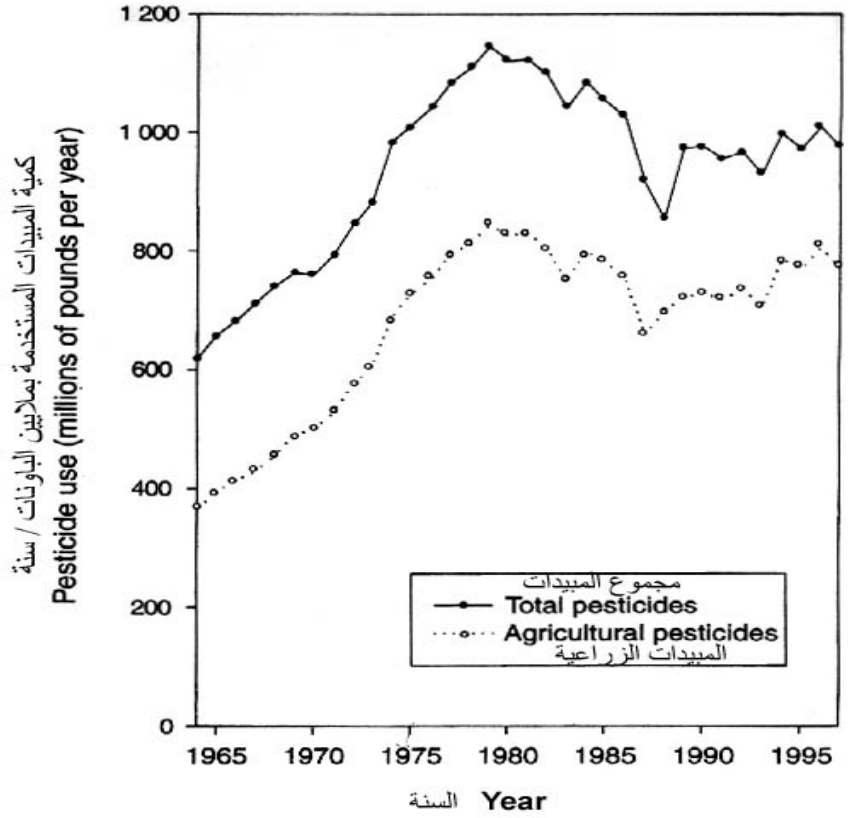
الشكل (2) الإنتاج العالمي المقدر من المبيدات للعام 1997 لمجاميع مبيدات الآفات (عن Aspelin و Grube ، 1999)

4- إن 90% من مبيدات الأدغال والحشرات المستخدمة في الولايات المتحدة استخدمت على الذرة وفول الصويا والقطن والذرة البيضاء ، ولكن تبقى المبيدات المستخدمة للأغراض الزراعية تمثل جزء صغير من إجمالي المبيدات المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية (الشكل 5)

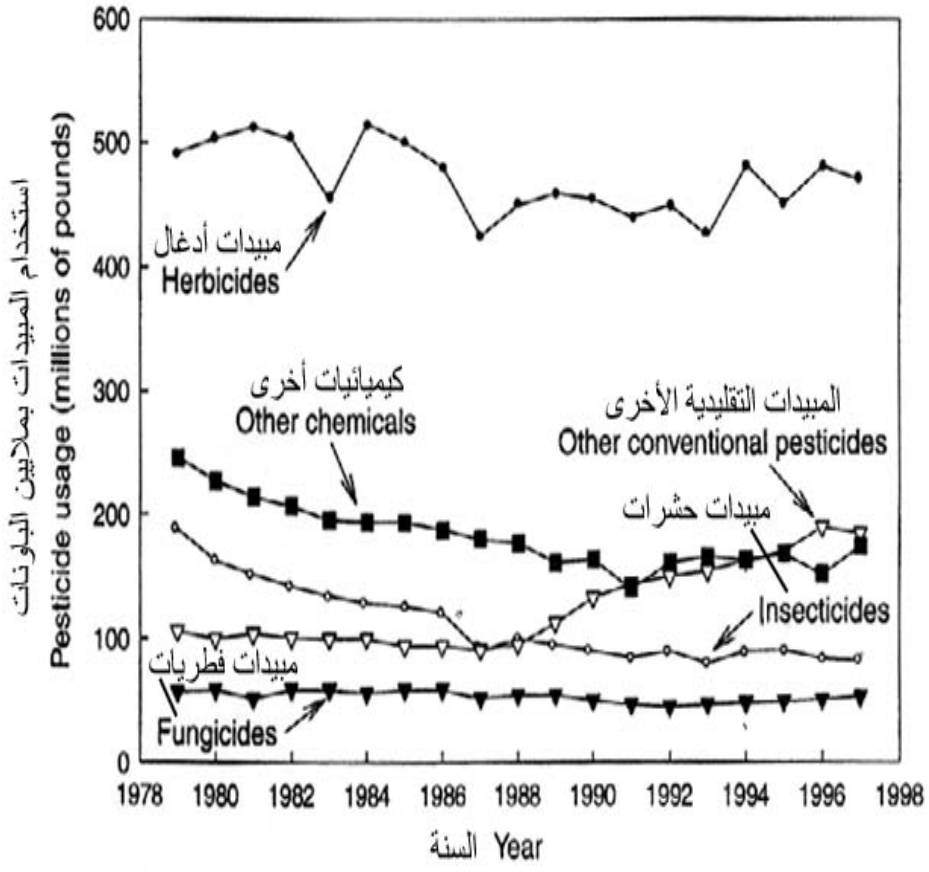
5- إن مبيدات الأدغال تمثل الكمية الأكبر من المبيدات التقليدية المستخدمة في الولايات المتحدة تليها المبخرات ومبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات (الشكل 6).

6- في عام 1997 كان هناك 25 مبيد هي الأكثر مبيعاً كمبيدات زراعية ، 16 منها هي مبيدات حيوية و 3 منها مبيدات فطريات واثنان منها مبيدات حشرات.

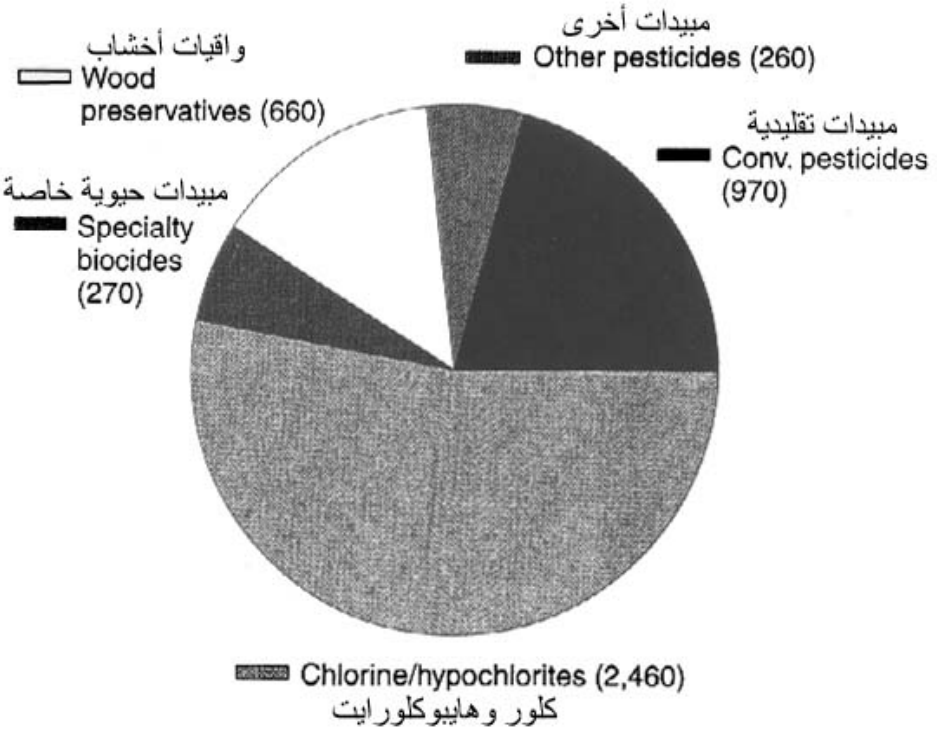
7- تعد مادة هايبوكلورات الصوديوم Sodium Hypochlorite والمستخدمة لقتل الكائنات الدقيقة وكمادة معقمة لمياه الشرب وأحواض السباحة وكمادة معقمة في المستشفيات والمطاعم والأماكن العامة الأخرى والتي توضع ضمن مبيدات الآفات الزراعية من أكثر المبيدات استخداماً (الشكل 5).



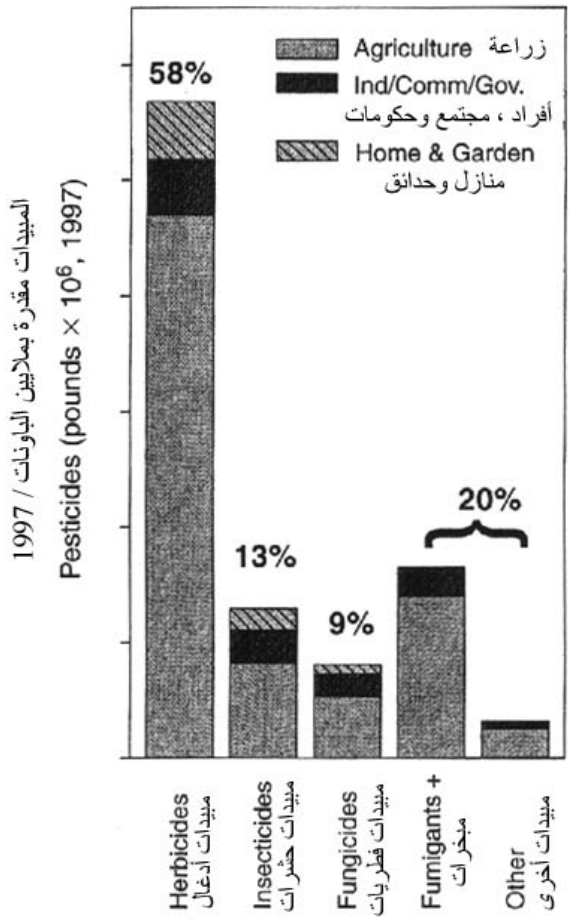
الشكل (3) الكميات التقديرية من المبيدات التقليدية المستخدمة في الولايات المتحدة من عام 1964 لغاية 1997 (عن Aspelin و Grube ، 1999)



الشكل (4) التغييرات الحاصلة في استخدام مجاميع المبيدات المختلفة بضمنها الكيميائيات الأخرى كمنظمات النمو والمجففات في الولايات المتحدة الأمريكية (عن Aspelin و Grube ، 1999)



الشكل (5) نسبة مبيعات المجاميع المختلفة من المبيدات في الولايات المتحدة الأمريكية ، والأرقام بين الأقواس تعني ملايين الباونات/سنة (عن Aspelin و Grube ، 1999)



الشكل (6) النسب المقارنة لاستخدام المجاميع الرئيسة من المبيدات في الولايات المتحدة لعام 1997 (عن Aspelin و Grube ، 1999)

العوامل المؤثرة في استخدام مبيدات الآفات

Factors Affecting The Pesticides Application

لاحظنا مما سبق أن استخدام المبيدات الكيميائية أصبح ضرورة ملحة لزيادة إنتاج الغذاء وحماية صحة الإنسان وتحسين ظروف الحياة وبالرغم من الجوانب الايجابية للمبيدات فان لهذه المركبات العديد من الآثار الجانبية غير المرغوبة كالتأثير على البيئة وصحة الإنسان والحيوان بالإضافة إلى تأثيرات السمية المزمنة التي تظهر على المدى الطويل والتي قد يصعب حلها. إذ من المعروف أن المبيدات بأنواعها المختلفة هي سموم ومن الصعوبة إيجاد أو تحقيق موازنة بين منافع ومخاطر استخدامها. لذلك فان هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في هذا القرار وهي :

1- العوامل الاقتصادية Economic Factors :إن عملية المكافحة الكيميائية هي عملية اقتصادية بحته فإذا كان استخدام المبيد سيؤدي إلى زيادة الإنتاج في وحدة المساحة بما يعوض أو يزيد عن كلفة المكافحة فإن ذلك يعتبر عاملاً مشجعاً لاستخدام المبيد ، فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية أوضحت التقديرات أن صرف دولار واحد في المكافحة يعود بعشرة دولارات ويختلف هذا العائد باختلاف الظروف، إلا أن هناك بعض الحقائق التي تقلل من التأثير الاقتصادي الايجابي وهو ظهور العناكب الحمراء كمشكلة خطيرة عقب استخدام المبيد د.د.ت لمكافحة دودة ثمار التفاح فضلاً عن الحروق التي سببتها المبيدات للنباتات المعاملة وما يرافق ذلك من خفض إنتاجية النبات.

2- العوامل الصحية Health Factors : بالرغم من الدور الذي لعبته المبيدات في حماية صحة الإنسان والحيوان إلا أن من المعلوم أيضا أن المبيدات هي مركبات سامة للإنسان والحيوان وقد تمت دراسة التأثير السام لهذه المركبات في عدد من حيوانات التجارب وخاصة الفئران والأرانب ورغم وجود الكثير من أوجه التشابه بين حيوانات التجارب والإنسان إلا انه لا يمكن تعميم نتائج التجارب التي أجريت على الحيوان على الإنسان وذلك للأسباب التالية:

أ - لا يوجد حيوان يمكن أن يكون بديلاً للإنسان.

ب- الإنسان يختلف عن الحيوان بدرجات كبيرة جداً في طريقة ومعدلات الايض للمبيدات.

ت- اعتماد معدل الايض على طبيعة المركب الكيميائي.

ث- الاختلاف في تفاعلات إزالة السمية.

إذا كانت التأثيرات المباشرة أي السمية الحادة هي الهدف فان الأمر يبدو في غاية البساطة إلا أن هذا ليس هو المقصود وإنما المقصود هو السمية المزمنة لهذه المركبات والتي لا تظهر تأثيراتها إلا بعد سنوات لذلك فان الطرائق الحديثة للاختبارات تهدف إلى تعريض الإنسان للمركبات السامة عن طريق الغذاء والهواء والماء ودراسة تأثير التعرض لهذه المركبات على المدى الطويل. وقد أظهرت الدراسات الحديثة في هذا المجال التأثير المزمن لمخلفات الزئبق على المستهلك وانتقال التأثير إلى أبنائه من بعده وكذلك ثبت تأثير المركب Diethylstibestrol على حدوث سرطان المهبل لإناث الجيل التالي بعد تعريض جيل الآباء لهذا المركب. وما زالت الإحصائيات والبيانات المرتبطة بتأثير المبيدات في الصحة العامة غير مخيفة بالمقارنة بالتعداد الكلي ، كما أن الأمراض الناشئة عن المبيدات ليست هي المشكلة الرئيسة ولكن تكمن الخطورة في الأمراض التي تصيب العاملين في مصانع تجهيز مستحضرات المبيدات وكذلك القائمين بالتطبيق الميداني والعاملين في الحقول المعاملة والملوثة. ولعل من أكثر الأمور خطورة هي ثبات متبقيات بعض المبيدات في الأنسجة الدهنية لجسم الإنسان مثل المبيد د.د.ت والديلدرين والهيبتاكلور وإمكانية إفراز هذه المركبات ونواتج أيضها في حليب الأم بمستوى يزيد عن الحد المسموح به. وحتى الآن لا يوجد وضوح كامل عن مدى تأثير المبيدات المستخدمة في إحداث السرطان والتشوهات الخلقية عند مستويات التعرض في الغذاء أو البيئة وبشكل عام يمكن القول أن الآثار السلبية للمبيدات على صحة الإنسان تظهر نتيجة استخدام المبيدات بأسلوب غير واع خاصة في الدول النامية.

3- العوامل السياسية Political Factors : تعد المبيدات من أهم عناصر النظام الإنتاجي في الدول المتقدمة إلا أنها ذات تفاعلات ايجابية وسلبية على البشر ولذا فإنها ذات أهداف وأبعاد سياسية. فقد أشار تشرشل إلى الدور الذي لعبه المبيد د.د.ت في وقف موجة حمى التيفوئيد الوبائية التي تعرضت لها جيوشه عام 1944 ، إلا أنه أي المبيد د.د.ت المسحوق المعجزة وبعد عشرين عاماً من استخدامه اعتبرته Carson

بأنه أكسير الموت. لذلك فان الرأي السياسي ينقسم اليوم إلى معسكرين ، المعسكر الأول يمثله رجال الزراعة والغابات وأصحاب مصانع المبيدات وهذا المعسكر يؤيد استمرار استخدام المبيدات وزيادة معدل الاستخدام ويعتمدون في ذلك على العائد الكبير الذي تحققه هذه الصناعة المتطورة وفي قدرة هذه المواد على حماية الإنتاج الزراعي وزيادته. أما المعسكر الآخر الذي ينادي بوقف استخدام المبيدات وتمثله منظمات حماية البيئة وجميع الهيئات المعنية بالقضاء على التلوث أينما كان وينادي هذا المعسكر بإمكانية الحصول على الغذاء الكافي دون المبيدات ، حيث تشير الإحصائيات إلى أن المبيدات خاصة الثابتة مثل المبيد د.د.ت وغيره من المركبات التي لا تتحلل بيولوجياً قد أحدثت ضرراً بالغاً في حياتنا الطبيعية وان استمرار استخدامها هي عملية تدمير للبيئة ولعل المعارضين لاستخدام المبيدات يظهرون بعض الحقائق عن مخاطرها تجاه الصحة العامة خاصة مع إمكانية ظهور التأثيرات السرطانية والتشوهات الخلقية أمر وارد ، ولا يمكن تجاهله لذا فان آرائهم قد تجد صدى لدى العاملين في ميدان الطب والصحة العامة وبين المثقفين والبسطاء أيضا ومع ذلك فقد تواجه هذه الآراء بمعارضة أمام بعض الحقائق منها ندرة حدوث هذه الأخطار في الولايات المتحدة الأمريكية.

وعموماً فان الحاجة للتوسع في استخدام المبيدات للوقاية من الأمراض لم تعد أمراً وارداً ولو أن منظمة الصحة العالمية مازالت تؤيد التوسع في برامج استخدام المبيدات في مكافحة ناقلات مسببات الأمراض التي تسود العالم. وعموماً فإن السياسة تتدخل في مجال استخدام المبيدات سواء على المستوى المحلي أو الإقليمي أو العالمي فمثلاً استخدمت مسقطات الأوراق في فيتنام لقتل الخضرة وإجبار المقاتلين على التسليم بدلاً من استخدامها لمكافحة الأدغال ، كما انخفضت مشكلة الأمراض التي ينقلها البعوض نتيجة لمكافحته في أماكن التوالد. وفي دول أخرى مازالت الوسائل البيولوجية فعالة لمكافحة معظم الآفات الضارة. ومن هنا فان المعضلة السياسية تمثل الاعتبار الأول في اتخاذ القرار ، كما قد تستخدم المبيدات كسلعة إستراتيجية للضغط على الحكومات من قبل الدول التي تحتكر صناعتها وتتساوى في ذلك مع استراتيجيات إمداد الدول بالسلاح.

4- العوامل البيئية Ecological Factors : من المعروف أن البيئة عبارة عن معقد للعوامل المناخية والأرضية والحيوية التي تتفاعل مع الكائن الحي أو المجتمع البيئي وتحدد شكله وحياته وبقاءه ، ولعل واحدة من أهم هذه العوامل هي المبيدات التي تمكنت من غزو كل جزء على سطح الكرة الأرضية إلا أنه وبالرغم من استخدام المبيدات منذ عشرات السنين إلا أن تأثيراتها البيئية لم تكن محل دراسة أو اهتمام إلا في السنوات الأخيرة لسببين رئيسيين هما :

أ – عدد المبيدات المستخدمة كان محدوداً.

ب- قلة كميات المبيدات المستخدمة علماً بأنها كانت على درجة عالية من الخطورة (الزرنيخات–الفلوريدات–مركبات الزئبق) بالمقارنة بالمبيدات المستعملة حالياً.

لقد اختلف موقف المبيدات منذ ظهورها حتى الآن من حيث زيادة عددها واتساع نطاق استخداماتها ، مما زاد من تلوث البيئة بمركبات جديدة ، وكذلك فإن معظم التكوينات البيئية تتركز حول أو قرب البيئات المائية أو بيئات الغابات وهذا يفسر أن معظم الوثائق التي تظهر تأثير المبيدات في الكائنات الحية غير المستهدفة جاءت من هذه المجتمعات وهذا خطأ كبير حيث يتحيز معظم علماء البيئة المهتمين بدراسة هذه التأثيرات في اختيار المجتمعات الحية مجال الدراسة.

لقد تركزت معظم المشاكل البيئية المرتبطة بالمبيدات حول المبيد د.د.ت وغيره من المبيدات الكلورونية العضوية التي تمتاز بالثبات ، حيث تؤدي هذه المركبات أحيانا إلى قتل الأسماك عند استخدامها في المناطق المائية كما أن تركيزاتها في بعض الطيور الجارحة قد تزيد بدرجة تكفي للتأثير على معدل تكاثرها ومدى اكتمال نمو صغارها. والى ألان لا توجد نتائج وبيانات دقيقة بهذا الخصوص كما أن النتائج تتناقض فيما بينها ، لهذه الأسباب فانه لم يتم لحد الآن تحديد الاعتبارات البيئية المتعلقة بتسجيل وتداول المبيدات ولعل الاستخدام غير العقلاني للمبيدات قد احدث بعض المظاهر البيئية المؤقتة غير المرغوبة ويجب أن نتذكر دائماً أن الطبيعة ليست ساكنة أو مستقرة وان الحفاظ على التوازن الطبيعي هو الصراع الدائم والأزلي الذي لا ينتهي بين المجتمعات الحية. وهناك حقيقة مؤكدة تتمثل في أن المبيدات قد أضافت عنصر آخر في هذا الصراع مما أدى إلى قلب التوازن مؤقتاً ويمكن القول أن أي تغير يبدو سيئاً وذلك إذا سلمنا بان التطور قد وصل إلى مرحلته المثالية ، والبيئة التي تضررت في السنوات السابقة لا يمكن إرجاعها لحالة التوازن الأولى في زمن قصير ولكنها تحتاج إلى مجهودات مضنية خلال فترة طويلة تماثل أضعاف الفترة التي حدث خلالها التلوث واختلال التوازن.

5- العوامل النفسية Psychological Factors : لاستعمال المبيدات آثار نفسية ايجابية أو سلبية ، إذ أن هناك العديد من التحذيرات التي تشير إلى خطورة هذه المركبات على الطبيعة والإنسان وبالتالي يلزم تجنبها ولتأكيد هذا الشعور فقد عمد البعض إلى النصح بشراء الغذاء الذي أطلق عليه الغذاء الطبيعي وغالباً ما تعرض المنتجات الغذائية التي تحوي بقايا المبيدات ويقارن بينها وبين المنتجات الجذابة الخالية منها في المحال الكبرى ، ويفضل الناس هذه المنتجات عن مثيلتها التي تحتوي آثار للمبيدات بالرغم من ارتفاع ثمنها. وهناك رد فعل آخر مختلف حيث أن وجود الديدان الخضراء بالسلطة أو الخنافس في الطماطة المعلبة أو يرقات ذات الجناحين في معلبات التفاح يؤدي إلى عدم شراء وتناول هذه الأغذية وإن استخدام المبيدات يؤدي إلى التخلص من هذه الظاهرة ، هذا التردد يخلق حالة من القلق النفسي لدى الكثير من الأشخاص.

6- العوامل الأخلاقية Moral Factors : إن الحاجة إلى الغذاء قد تتباين من مكان لآخر إلا أن ثلث سكان العالم يعاني من الجوع وتعمل منظمة الأغذية والزراعة على حل مشكلة المجاعة في العالم وهي تمتلك مراكز بحثية في مناطق متفرقة من العالم بهدف تحسين إنتاج الغذاء وذلك من خلال استنباط بعض الأصناف ذات الإنتاجية العالية وكذلك تحسين عمليات الإنتاج التي تزيد من إنتاج الغذاء ، إلا أن الفجوة مازالت واسعة بين الإنتاج والاحتياجات نظراً للزيادة الرهيبة في تعداد السكان. وفي ظل هذا الصراع والتنافس تلعب المبيدات دوراً هاماً وقد احتل المبيد (DDT) د.د.ت مرتبة عالية في هذا المجال لحمايته ملايين البشر من وطأة الأمراض بعد اكتشافه وقضائه على معظم الحشرات الناقلة للأمراض. كما لعبت المبيدات دوراً هائلاً في تحسين الإنتاج الزراعي فهناك الكثير من الحالات الموثقة التي تشير إلى حصول زيادة في إنتاج المحاصيل نتيجة مكافحة الحشرات والأدغال والأمراض والطيور والقوارض باستخدام المبيدات. خاصة وأن هناك حقيقة تشير إلى أن معظم محاصيلنا الغذائية الحالية ضعيفة بايولوجياً بحيث لا يمكنها المنافسة في الظروف البيئية الطبيعية دون إضافة أسمدة أو وقايتها من الآفات لأنها أصناف مهجنة وذلك لرغبة المنتجين في الحصول على أصناف ذات إنتاجية وقيمة غذائية عالية أما قدراتها البقائية تحت الظروف البيئية المعاكسة فتأتي في المرتبة الثانية ، وقد استخدمت الثورة الخضراء أصنافا يعتمد إنتاجها العالي على استخدام المبيدات لمكافحة الآفات ويعتبر الرز أهم محصول غذائي عالمي ويتعرض للإصابة بحوالي 70 نوعاً من الحشرات منها حوالي 20 نوعاً تعتبر آفات خطيرة في معظم مناطق إنتاج الرز بالعالم وتدخل مكافحة الآفات كجزء من العملية الإنتاجية في برامج انتخاب الأصناف ولذا تفقد الأصناف المختارة قدرتها على مجابهة الآفات في غياب المبيدات ومن هنا اتجهت الأنظار الآن لانتخاب أصناف مقاومة لبعض الآفات. مما سبق يتبين أن العائد الأخلاقي من استخدام المبيدات سيختلف تبعاً لمدى القناعة الشخصية ، حيث أدى دورها في تحسين الصحة العامة إلى زيادة تعداد البشر في العالم بحيث أصبحت هذه الزيادة اكبر من الغذاء المنتج ولذا فان اعتمادنا على المبيدات قد يؤدي إلى وجود إحساس خادع بالأمان ذلك انه في غياب المبيدات قد تواجه هذه المزروعات تدمير كامل ولذا فانه من الضروري خفض الزيادة في تعداد سكان العالم حتى يمكن توفير الطعام الكافي لكل إنسان ، فيما يدعو البعض إلى التوقف عن استخدام المبيدات في مجال الصحة العامة أو التخلص من دور ومساهمة هذه المبيدات في غذاء الإنسان ولعل الاقتراح الأخير أكثر قبولاً.

7- عوامل الأمان Safety Factors : إضافة إلى عناصر الأمان الخاصة بصحة الإنسان فان أمان الطرق العامة السريعة والحرائق لا بد أن تؤخذ بنظر الاعتبار حيث أن وجود الخضرة في الطرق السريعة أمر في غاية الأهمية ، كما أن إزالة النموات الخضرية عند تقاطع الطرق وعند العلامات المميزة لها يضفي جواً من الأمان لسائقي السيارات وينطبق ذلك على السكك الحديدية ، حيث أن وضوح الرؤية في التقاطعات وخاصة غير المحمية بحواجز أو إشارات ضوئية يساعد على الأمان وفي الجانب الآخر قد يؤدي وجود الأدغال على جانبي الطرق أو بين خطوط السكك الحديدية إلى إشعال الحرائق أما نتيجة لجفاف الحشائش وسهولة اشتعالها بفعل الشرارة الناتجة من احتكاك العجلات بقضبان السكك الحديدية أو نتيجة قذف احد الركاب أو احد العابرين لسيجارة مشتعلة دون اكتراث. والسؤال المطروح هو أي الوسائل يمكن أن تحقق هذه الغاية وقد يكون تقطيع الأدغال وإزالتها بالوسائل الميكانيكية امراً ممكناً ولكنه أكثر تكلفة من استخدام مبيدات الأدغال وتعتبر حرائق الغابات أمرا بالغ الخطورة وقد يرجع ذلك إلى تساقط الأوراق طبيعياً أو بفعل الحشرات وتعتبر حشرة براعم الصنوبر من أهم الحشرات المسببة لذلك أو نتيجة لموت الأشجار ولذا يلزم استخدام المبيدات للقضاء على هذه الحشرات ، كما يجب الاستمرار في استخدام مبيدات الأدغال تجنباً لانتشار الحرائق.

8- العوامل الجمالية Aesthetic Factors : يشكل العامل الجمالي عاملاً محدداً للمنافع والمخاطر الناتجة عن استخدام المبيدات فقد يعتقد البعض أن وجود منطقة حشائش خضراء أو ساحة غولف أو منطقة عشبية أمراً مهماً يبرر استخدام المبيدات لحمايتها من الآفات لتحقيق هذا الهدف ، بينما يرى البعض انه يمكن

الحصول على المياه من باطن الأرض من هذه المناطق ، أي أن التناقض في الرؤية الفردية للناحية الجمالية يجعل منها إلى حد ما معايير اقتصادية فمثلاً الحفاظ على الأشجار للنواحي الجمالية أو لغرض التضليل قد يكون أكثر أهمية بحيث يبرر استخدام المبيدات الباهظة التكاليف لحقن هذه الأشجار منعاً للآفات التي تهاجمها ، وكذلك فان المحافظة على جمالية الأبنية من الطيور وأعشاشها وأوساخها قد يبرر استخدام المبيدات بغض النظر عن الكلفة ، إذ المهم الحفاظ على جمالية المدينة.

مستقبل استخدام مبيدات الآفات The Future of Using Pesticides

يمكن القول انه بالرغم من أن الصراع حول مسألة استخدام المبيدات أو التوقف عن استخدامها لازال مستمراً ، إلا أن جميع المعطيات الحالية تشير إلى أن استخدام المبيدات أصبح واقعاً وسلوكاً لدى المنتجين والمستثمرين في هذا المجال ، خاصة وان الزيادة في أعداد البشر آخذة في الزيادة وان عدد سكان العالم سوف يزيد عن سبعة مليارات عام 2011 حسب تقارير الأمم المتحدة وان هذه الزيادة السكانية لا بد أن ترافقها زيادة في الإنتاج الزراعي والغذائي مما يجعل من عملية استخدام المبيدات في المستقبل القريب على الأقل امراً لا مفر منه مما يتطلب التعامل مع مسألة المبيدات بطريقة واقعية تقول ما دام أن استخدام المبيدات شر لا بد منه فلنحاول إذا أن نخفف من شرور وأضرار المبيدات ما أمكن و ذلك بأتباع ما يلي:

1- استخدام المبيدات سريعة التحلل في البيئة وتجنب استخدام المبيدات ذات الأثر الباقي الطويل.

2- استخدام المبيدات بطريقة المعاملة البقعية Spot Treatment أو مخلوطة مع الفيرمونات الجاذبة للآفة المستهدفة بالمكافحة في حالة وجودها لتجنب رش جميع المساحة المزروعة.

3- استخدام المبيدات بتراكيز منخفضة والابتعاد عن مفهوم الإبادة الكاملة للآفة الذي يتطلب مستوى مكافحة مرتفع ، إذ أن تحقيق نسبة مكافحة مقدارها 50-60% تكون كافية في كثير من الأحيان لتجنب الخسارة.

4- استخدام المبيدات المتخصصة ما أمكن ذلك لتجنب التأثيرات الجانبية للمبيدات غير المتخصصة على الأعداء الحيوية والكائنات غير المستهدفة بعملية المكافحة.

5- تفعيل دور الطرائق البديلة للمبيدات ضمن برامج المكافحة المتكاملة وعدم الاعتماد على المكافحة الكيميائية كطريقة لا بديل لها.

6- زيادة الوعي في مجال المبيدات من خلال الدورات التدريبية الخاصة بتعريف العاملين في مجال المكافحة بالمبيدات ومخاطرها وطرائق تحضير التراكيز وخلطها ورشها في الحقول.

7- توقيت عمليات رش المبيدات : إن تقليص عدد مرات الرش من خلال تحديد أوقات ظهور الآفات وأماكن وجودها والطور الأكثر حساسية للمبيدات فضلاً عن تحديد قيمة الحد الاقتصادي الحرج للآفة المستهدفة سيقلل بالتأكيد من عدد مرات الرش وبالتالي يخفف من ضغط المبيدات على البيئة.

8- الالتزام بحدود السماح : وهي كمية المبيدات التي يسمح بوجودها على الفواكه والخضراوات والمواد الغذائية وهذا يتطلب الالتزام بالفترة التي يجب أن تنقضي بين آخر معاملة وجني المحصول وهذه الفترة تتباين تبعاً لنوع المبيد المستخدم ونوع المحصول.

9- الالتزام باحتياطات الأمان : إن العاملين في مجال تصنيع المبيدات وكذلك القائمين على عمليات رش المبيدات هم أكثر الناس عرضة لمخاطر التسمم لذلك يتعين الالتزام بجميع الإرشادات التي يمكن أن تقلل من خطر المبيدات كارتداء الملابس الواقية والقفازات والأقنعة فضلاً عن الامتناع عن التدخين وتناول الطعام خلال عمليات المكافحة ، كذلك تجنب القيام بعمليات الرش في الأجواء الحارة أو عند اشتداد الرياح.

10- وضع التشريعات والقوانين التي تنظم عملية تداول المبيدات ونقلها واستيرادها وفحصها بما يضمن إنتاج واستيراد واستخدام المبيدات ذات الجودة العالية وهذا يتم من خلال تشكيلات وزارة الزراعة والصحة والبيئة.

الفصل الثاني

مبيدات الآفات ومفاهيم في السمية

Pesticides And Definitions In Toxicity

- مقدمة
- مجالات علم السموم
- علم السموم الزراعي والمبيدات
- مبيدات الآفات تعريفها وتسميتها
- العلاقة بين الجرعة والتركيز والسمية
- امتصاص وانتقال مبيدات الآفات
- التأثير السام لمبيدات الآفات
- الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الآفات

مقدمة Introduction

السموم بشكل عام هي المواد المؤذية للكائنات الحية ، والسموم قد تكون مواد غريبة عن الجسم وتسمى سموم خارجية المنشأ Exogenous Poison أو هي نواتج ايض داخلية المنشأ وتسمى سموم داخلية المنشأ Endogenous Poison. وخير ما يعبر عن مفهوم السموم ما ذكره Paracelsus الذي عاش للفترة من 1493-1541 من أن جميع المواد في الطبيعة هي سموم والجرعة الصحيحة هي فقط التي تميز بين ما هو سام وما هو دواء ، كذلك قوله بأنه لا توجد مواد مؤذية وإنما هناك الطرائق المؤذية لاستخدام تلك المواد(فالاسبرين دواء عندما يؤخذ بالجرعة المناسبة وهو سم قاتل عند اخذ جرعة كبيرة منه ، والماء أساس الحياة ولكنه يصبح مادة مؤذية عند أخذه عن طريق الأنف وهكذا الحال مع بقية المواد). أما المبيدات فهي مجموعة المركبات السامة التي تستخدم لقتل الآفات لذلك فان المبيدات هي سموم ولكن ليس جميع السموم يمكن أن تستخدم كمبيدات. إن ما ذكره Paracelsus قبل قرون يشكل في جوهره الأسس العلمية لما يعرف اليوم بعلم السموم Toxicology الذي يهتم بدراسة المواد السامة من حيث طبيعتها وطريقة تأثيرها وكيفية الكشف عن وجودها وتحديد خواصها الكيميائية والفيزيائية ، ومع زيادة الاهتمام بموضوع تلوث البيئة بالكيميائيات المختلفة وما رافق ذلك من تأثيرات ضارة على الإنسان والحيوان بصورة عامة ، نجد اليوم أن اهتمامات علم السموم قد تشعبت هي الأخرى وتنوعت لتشمل مجمل الفعاليات البشرية وتأثيراتها على البيئة.

مجالات علم السموم The Scope of Toxicology

لاشك أن التطور العلمي المتسارع الذي ميّز القرن العشرين وبدايات القرن الواحد والعشرين ألقى بضلاله على علم السموم الذي زادت مهماته وارتباطاته بالعلوم الأخرى بحيث لم نعد نجد أي حقل من حقول العلم يخلو من نوع أو مجال لا يكون فيه حصة لعلم السموم ، لذلك فإن علم السموم أصبح يضم اليوم عدداً كبيراً من الفروع أهمها ما يلي :

أولاً : علم السموم البيئي Environmental Toxicology : ويهتم بدراسة التأثيرات السامة للسموم والملوثات البيئية وآثارها السامة الجانبية والناجمة عن الأنشطة البشرية والمصادر الطبيعية في مكونات النظام البيئي كالهواء والتربة والترسبات الطينية والماء والكتلة الحية Biomass كالنبات والحيوان والإنسان وبتحديد أكثر مكونات طبقة الهواء الجوي Biosphere التي يعيش فيها البشر والكائنات الحية الأخرى والتي تتأثر بشكل مباشر أو غير مباشر بالملوثات. ونظراً لسعة مجال عمل هذا العلم فإننا نرى اليوم عدداً من الفروع الخاصة بعلم السموم قد انضوت تحته ومنها :

1- علم سموم الملوثات Pollutants Toxicology.

2- علم سموم الملوثات الدقيقة Micro-Pollutants Toxicology.

3- علم السموم الزراعي Agricultural Toxicology : ويهتم بدراسة الكيميائيات المستخدمة في الزراعة كالمبيدات والأسمدة ومنظمات النمو.

4- علم السموم البيطري Veterinary Toxicology : ويهتم بدراسة المواد السامة التي يمكن أن يتعرض لها الحيوان ثم الإنسان بتناوله للمنتجات الحيوانية مع دراسة كيفية علاج حالات التسمم.

5- علم السموم الصناعي Industrial Toxicology : ويهتم بتوفير الأمان للعاملين في مجال تصنيع المبيدات والعقاقير والمواد الكيميائية المختلفة.

ثانياً : علم السموم التوكسيني Toxinology :ويهتم بدراسة السموم التي تنتجها الكائنات الحية أي السموم الحيوية والتي ينجم عنها أضرار في الكائنات الحية مثل سموم الثعابين ، سموم العناكب والعقارب ، سموم الحشرات والسموم البكتيرية مثل البوتيوليم المستخرج من البكتريا والذي يعمل على إيقاف إفراز Acetylcholine والسموم النباتية كالهيدرازينات والفلافونويدات والكلوكوسيدات وغيرها من السموم.

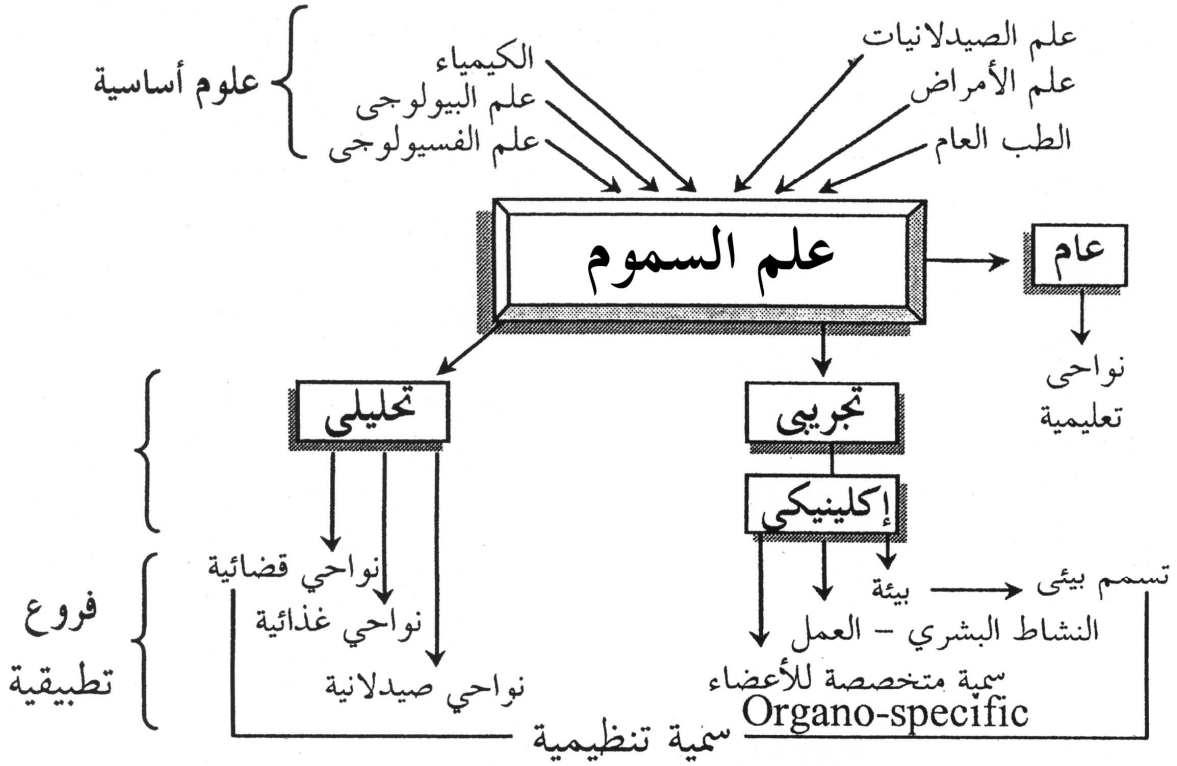
ثالثاً : علم السموم الكيموحيوي Biochemical Toxicology : ويهتم بتقديم الطرائق والمعلومات الأساسية والحيوية والمستندة عليها فروع علم السموم الأخرى ويهتم بدراسة التأثيرات التي تحدث على المستوى الجزيئي نتيجة تداخل جزئيات المركبات السامة مع الكائنات الحية موضع الاختبار وهو ما يؤدي بدوره لتفهم أعمق للعمليات الناشئة والمؤدية لحدوث التسمم وفي نفس الوقت لها أهميتها في كيفية الوصول للطرائق العلاجية وتقييم الأخطار الناجمة عنها.

رابعاً : علم السموم الجنائي Forensic Toxicology : ويهتم بدراسة الجانب الجنائي لاستخدام وتداول السموم مع تشخيص الأعراض والتحاليل الكيميائية والحياتية والطبية الخاصة بإثبات وجود السموم ومتبقياتها ونواتج ايضها وتأثيراتها في الإنسان المتسمم أو المقتول بالسم وذلك من خلال تطوير الوسائل التحليلية لتقدير متبقياتها وتحديد نوع السم المستخدم في الجرعة.

خامساً : علم السموم الاقتصادي Economic Toxicology : ويهتم بدراسة وتطوير السموم واستخداماتها لينطبق عليها مبدأ الربح والخسارة حيث يجب أن تكون الخسارة الناجمة عن الإصابة بعد استخدام المبيد أو المركب أقل ما يمكن ، أي عملية انتقاء الأحسن والأكثر مناسبة للإصابة أو الآفة أو المرض المنتشر من حيث الفاعلية البايولوجية مع قلة التكاليف وانعدام التأثيرات الجانبية السلبية.

سادساً : علم السموم السريري Clinical Toxicology : ويهتم بتطوير تشخيص حالات التسمم الناتجة عن السموم والعقاقير خاصة حالات التسمم الحاد والمزمن وطرائق علاجها وتطوير الجرعات المضادة للتسمم وطرائق التحليل الدقيق لمتبقيات ونواتج ايض السموم بالعينات الحيوية.

إن عمل فروع علم السموم المختلفة لا يمكن أن تستمر وتتطور بعيداً عن العلوم الأخرى وخاصة علم الفسلجة وعلم الكيمياء التحليلية وعلم الأدوية وعلم الأمراض وعلم الأوبئة والبيئة وغيرها من العلوم فهي حلقات مكملة لبعضها (الشكل 7).



الشكل (7) العلاقة التي تربط علم السموم بغيره من العلوم (عن عبدالخالق ، 2005)

سابعاً : علم السموم التشريعي Legislative Toxicology : وهو العلم الذي يهتم بدراسة القوانين والتشريعات الصادرة من الوزارات والمنظمات والجهات المعنية بالحفاظ على صحة السكان وضمان سلامتهم وعليه فإن علم السموم التشريعي يشكل الهيكل التشريعي لعلم السموم ومن أمثلة تلك التشريعات ما يلي :

1- تحديد مستوى استهلاك المشروبات الكحولية والأدوية والمواد المخدرة التي يتم تناولها والكشف عن متبقياتها بالدم والبول ، خاصة للأفراد العاملين بقيادة وسائل النقل العامة والخاصة.

2- الكشف عن تلوث الأغذية والمشروبات بالمواد السامة سواء كانت كيميائية أو طبيعية المنشأ وكذلك من حيث احتوائها على المضافات الغذائية وذلك أينما كانت تلك الأغذية وسواء كانت للاستهلاك البشري أو الحيواني.

3- الكشف عن مستوى الملوثات الصادرة من عوادم السيارات والمصانع والتي تعمل على تلوث البيئة بمكوناتها المختلفة.

4- الكشف عن مستوى تركيزات المواد الغريبة ونواتج أيضها الحيوي في سوائل الجسم ، خاصة في حالة العاملين المتعرضين لمثل هذه المواد.

5- التشريعات الخاصة بالقواعد المنظمة بتسجيل وتداول وتسويق مبيدات الآفات والأدوية ومستحضرات التجميل والمنظفات والمواد الأخرى المستخدمة زراعياً وصناعياً.

علم السموم الزراعي والمبيدات Agricultural Toxicology And Pesticides

سبق أن أشرنا إلى أن علم السموم الزراعي هو العلم الذي يهتم بدراسة الكيميائيات المستخدمة في الزراعة كالمبيدات والأسمدة ومنظمات النمو ، كما يهتم هذا العلم بمشاكل تلوث الغذاء بالمواد الكيميائية المرتبطة بعمليات التصنيع الغذائي كالمواد الحافظة والمطعمات إضافة إلى الملوثات الأخرى وخاصة مخلفات مبيدات الآفات التي تم استخدامها على المحاصيل الزراعية المختلفة بهدف حمايتها من الآفات الزراعية والتي قد تبقى في المنتجات الغذائية حتى بعد تصنيعها ، كما يهتم هذا العلم بدراسة حالات التسمم الحاد والمزمن الناتجة عن تغذية الإنسان على ما تنتجه الحيوانات التي تغذت على عليقة غذائية أو أعلاف ملوثة والتي قد يمتد التأثير السلبي لهذه الملوثات إلى اللحوم أو الألياف أو البيض ، فعلى سبيل المثال مركب الكلمبيترول الذي يعمل على زيادة حجم العضلات وتقليل نسبة الدهن ، هذا المركب منع استخدامه دولياً وذلك لما يسببه من تأثيرات صحية خطيرة في الإنسان الذي يتغذى على لحوم ذلك الحيوان لتسببه في تضخم عضلة القلب والتراكم بالخلايا الكبدية والتأثير على وظائف الكبد وتداخلاته بالعديد من المسارات الأيضية الحيوية المتحكمة في حيوية الجسم ، كذلك فإن الاستخدام المكثف وغير المدروس للهرمونات والمضادات الحيوية لزيادة إنتاج الدجاج البياض أو زيادة أوزان دجاج اللحم انعكس سلبا على الانسان تمثل بحدوث حالات غريبة من السمنة .

إن مشكلة تلوث الغذاء بمبيدات الآفات قد تم اعتباره من المشاكل الدولية ، خاصة المرتبطة منها بمتبقيات المبيدات التابعة لمجموعة الكلور العضوية والتي تتميز بصفة الثبات العالي بالبيئة وتداخلها بالسلسلة الغذائية وبالمكونات البيئة من نبات وماء وهواء وحيوان وتربة، وقد أظهرت إحدى الدراسات أن 100% من المدمنين البالغين وجد أن بأجسامهم متبقيات من مركب (DDT). كما لا يخفى على أحد مرض مينماتا الذي ظهر في اليابان وكان سببه تناول الأشخاص المصابين للأسماك الملوثة بمركبات زئبقية مؤلكلة والتي كان مصدر وجودها بالمياه هو وجود مخلفات صناعية ناتجة عن المصانع المتخصصة في صناعة الورق.

مما سبق يتبين أن مجال عمل علم السموم الزراعي هو مجال واسع وكبير ومتنوع تنوع المركبات الكيميائية المستخدمة في المجال الزراعي وخاصة مبيدات الآفات.

مبيدات الآفات ، تعريفها وتسميتها Pesticides, Definition And Nomenclature

المبيد هو مادة أو خليط من مواد كيميائية طبيعية أو مصنعة تعمل على قتل الآفات ، هذا التعريف أصبح اليوم بحاجة إلى تغيير ليشمل العديد من الكيميائيات المصنعة التي تستخدم لمنع تكاثر الآفات وزيادة أعدادها كالمواد الكيميائية العاقمة ومانعات التغذية والفيرمونات وغيرها ، إضافة إلى ظهور العديد من المركبات الحيوية البكتيرية التي بدأت تستخدم كمبيدات حيوية لمكافحة الآفات لذلك فانه يمكن القول أن المبيد هو أي مادة حيوية أو كيميائية طبيعية أو صناعية تعمل على خفض أعداد الآفات إما بقتلها أو طردها أو منع تكاثرها. ولكي يحقق المبيد هدفه في قتل الآفة لابد أن يجهز بصورة أو أكثر تجعله جاهزاً للاستخدام الحقلي ، لذلك فان المبيدات تتكون عادة من المادة الفعالة التي تضاف بنسب مختلفة لصورة تجهيز المبيد استناداً إلى الطبيعة الكيميائية للمركب فضلاً عن مجموعة من المواد المضافة للمادة الفعالة كالمواد الحاملة والمواد المساعدة وتشمل المواد اللاصقة والمفرقة والمستحلبة والمواد المبللة والناشرة وغيرها من المواد التي تزيد من فاعلية المبيد وتحسن من مواصفاته. وكما أن للمبيدات صور تجهيز متباينة (مساحيق تعفير ، محببات ، مركزات قابلة للاستحلاب ، مدخنات ... الخ) فان للمبيدات أيضا أسماء متعددة لابد من التعرف عليها وهي :

1- الاسم العام أو الشائع Common Name : حيث يتم اقتراح الاسم العام للمبيد من قبل جمعية علمية متخصصة في الحشرات أو الأعشاب أو الفطريات ... الخ وتتم الموافقة عليه من الهيئة الدولية للمقاييس International Standardization Organization (ISO) وفي المعتاد يحمل المبيد اسماً عاماً واحداً في كل أنحاء العالم وقد يحمل عدة أسماء تجارية ويكتب الحرف الأول بحرف صغير إلا إذا ورد في بداية الجملة.

2- الاسم التجاري Trade or Brand Name :يعطى هذا الاسم للمبيد من قبل الشركة المصنعة للمبيـــد أو المجهزة له ويكتب فوق الاسم التجاري الرمز ® الذي يدل على علامة التسجيل للشركة. وقد يحمـــل المبيـــد اسماً واحداً هو الاسم العام والتجاري وقد يكون لنفس المبيد عدة أسماء تجارية ويكتب الحرف الأول من الاسم التجاري بحرف كبير.

3- الرمز التركيبي Structural Formula : يدل هذا الرمز على الصورة المطبوعة لجزئ المبيد.

4- الاسم الكيميائي Chemical Name : ويتم وضع الاسم الكيميائي وفقـــاً لمبـــادئ التـــسمية الكيميائيـــة المتعارف عليها دولياً.

5- الرمز الجزيئي Empirical Formula : ويدل هذا الرمز على مختلف الذرات الداخلة في تركيب المبيد وعددها.

ومن الأمثلة على ذلك :

أ - المبيد د.د.ت

1- الاسم الشائع : D.D.T

2- الاسم التجاري : Anofex

3- الرمز التركيبي :

4- الاسم الكيميائي :

1,1,1-Trichoro-2,2-bis(p-choropheny) ethane OR Dichloro Diphenyl Trichloroethane

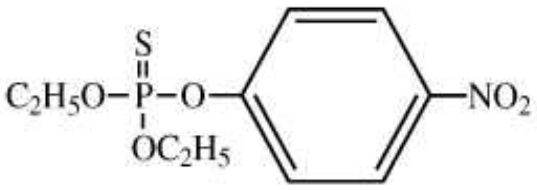
5- الرمز الجزيئي : $C_{14}H_9Cl_5$

ب- مبيد الباراثيون

1- الاسم الشائع : Parathion

2- الاسم التجاري : Alkron

3- الرمز التركيبي :



4- الاسم الكيميائي :

O,O-Diethyl O-(p-nitrophenyl) phosphorothionate

5- الرمز الجزيئي : $C_{10}H_{14}No_5PS$

العلاقة بين الجرعة والتركيز والسمية

Relationship Between Dose, Concentration And Toxicity

إن العلاقة بين الجرعة والتركيز والسمية هي علاقة سببية إذ لا يمكن الكلام عن الجرعة دون ربطها بالتركيز وطبيعة ودرجة الاستجابة التي يظهرها الكائن الحي لجرعة أو تركيز المبيد والتي تمثل بمجملها السمية. لذلك سيتم تناول هذه المرادفات الثلاثة بشيء من التفصيل.

أولاً : الجرعة Dose : وتعرف بأنها كمية معلومة وبدقة من تركيز معين من المادة السامة ، أي حجم معلوم من تركيز معلوم وبدقة أعطيت إلى كائن حي واحد بالنسبة إلى وزنه وذلك عند معاملة كائنات الاختبار بإحدى الطريقتين فقط :

1- **الحقن Injection** : وفيها يتم حقن جرعة محددة في الوريد Intravenous Injection أو في العضلة Intramuscular Injection أو في الغشاء البريتوني Intraperitonial Injection أو تحت الجلد Sub-coetaneous Injection.

2- التعاطي عن طريق الفم Oral Administration : ويتم من خلالها التأكد من إدخال كمية معلومة بالضبط من المركب (جرعة) داخل جسم كل كائن حي محسوبة بـ 1 ملغم/كغم من وزن جسم الكائن الحي المعامل.

ويشتق من تعريف الجرعة عدة تعريفات متفاوتة أخرى وهي :

1- الجرعة الدنيا Minimum Dose : وهي أدنى جرعة من المادة السامة (ملغم/كغم من وزن الجسم) والمؤدية لموت أفراد من مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار.

2- الجرعة القصوى Maximum Dose : وهي أقصى جرعة من المادة السامة (ملغم/كغم من وزن الجسم) والمؤدية لموت أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار وزيادتها عن ذلك لا تؤثر على زيادة نسبة الموت.

3- أقصى جرعة متحملة Maximum Tolerance Dose (MTD) : وهي أقصى جرعة من المادة السامة (ملغم/كغم من وزن الجسم) والمؤدية لموت أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار ودون حدوث تغير في دورة حياة الكائن المعامل.

4- مستوى الحد الحرج للجرعة Threshold Level of Dose (TLD) : وهي قيمة الحد الحرج لجرعة من المادة السامة (ملغم/كغم من وزن الجسم) والتي لا تنتج عنها تأثيرات معاكسة Reversible Effects.

5- الجرعة المؤثرة Effective Dose (ED) : وهي قيمة الجرعة من المادة السامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) والمؤثرة في أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

6- الجرعة المؤثرة النصفية Effective Dose 50 (ED_{50}) : وهي قيمة الجرعة من المادة السامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) والمؤثرة في نصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

7- الجرعة القاتلة للنصف Lethal Dose 50 (LD_{50}) : وهي قيمة الجرعة من المادة السامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) والقاتلة لنصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

8- الجرعة الصادمة للنصف Knock Down 50 (KD_{50}) : وهي قيمة الجرعة من المادة السامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) والمؤدية لصدمة نصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

9- جرعة التنكرز النصفية Necrotic Dose 50 (ND_{50}) : وهي قيمة الجرعة من المادة السامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) والمؤدية لموت موضعي (تنكرز) لنصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

10- الجرعة السامة المتماثلة Equitoxic Dose (Eq. D) : وهي قيمة الجرعة من عدة مواد سامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) تحدث نفس الأثر السام لأفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

11- الجرعة المأمونة الفعلية Virtually Safe Dose (VSD) : وهي قيمة الجرعة من المادة السامة (ملغم / كغم من وزن الجسم) والتي لا تحدث تأثيرات معاكسة ملحوظة Non-Observed Effect Level (NOEL).

ثانياً : التركيز Concentration : وهو تركيز معلوم (جزء لكل مليون جزء) من المادة السامة أو المبيد والمتعرض له تعداد معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة. ويستخدم التركيز في التعريض بالحالات التي لا يمكن فيها تقدير الكمية المأخوذة من المادة السامة بالضبط لكل كائن حي معامل على حدة بالنسبة لوزن جسمه ، وتختلف طرائق التعريض باستخدام محاليل معلومة التركيز كاستخدام الرش والتغفير والغمر أو الخلط مع البيئة الغذائية وهذه الطرائق تقيس قوة تركيز المحلول المستخدم من المادة السامة في أفراد المجموع ولا يمكننا التأكد من معرفة كمية الجرعة التي وصلت إلى كل فرد معامل على حدا ، ويشتق من تعريف التركيز عدة تعريفات هي :

1- التركيز الأدنى Minimum Concentration : وهو أدنى تركيز من محلول المادة السامة يؤدي إلى موت أفراد من مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

2- التركيز الأقصى Maximum Concentration : وهو أقصى تركيز من محلول المادة السامة يؤدي إلى موت أفراد من مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار وزيادة تركيزه عن ذلك لا يؤثر على زيادة نسبة الموت.

3- أقصى تركيز متحمل Maximum Tolerance Concentration (MTC) : وهو أقصى تركيز من محلول المادة السامة والمؤدي لموت أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار ودون حدوث تغير في دورة حياة الكائن المعامل.

4- مستوى الحد الحرج للتركيز Threshold Level Concentration (TLC) : وهي قيمة الحد الحرج لتركيز محلول مادة سامة والذي لا تنتج عنه تأثيرات معاكسة (Reversible effects).

5- التركيز المؤثر Effective Concentration (EC) : وهو قيمة التركيز لمحلول من المادة السامة والمؤثر في أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

6- التركيز المؤثر النصفي Effective Concentration 50 (EC_{50}) : وهو قيمة التركيز من محلول المادة السامة والمؤثر في نصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

7- التركيز القاتل للنصف Lethal Concentration 50 (LC_{50}) : وهو قيمة التركيز من محلول المادة السامة والقاتل لنصف عدد أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

8- التركيز الصادم للنصف Knock Down Concentration 50 (KC_{50}) : وهو قيمة التركيز من المادة السامة والمؤدي لصدمة نصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

9- تركيز التنكرز النصفي Necrotic Concentration 50 (NC_{50}) : وهو قيمة تركيز المحلول من المادة السامة والمؤدية لموت موضعي : تنكرز لنصف أفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

10- التركيز السام المتماثل Equitoxic Concentration (Eq. C) : وهو قيمة التركيز السام من عدة مواد سامة تحدث نفس الأثر السام لأفراد مجموع معين من الكائنات الحية المستخدمة في الاختبار بعد معاملتها مرة واحدة.

11- التركيز المأمون الفعلي Virtually Safe Concentration (VSC) : وهو قيمة التركيز من محلول المادة السامة والذي لا يحدث تأثيرات معاكسة ملحوظة Non-Observed Effect Level (NOEL).

ثالثاً : السمية أو الاستجابة Toxicity or Response : هي مقدار التلف أو الضرر الذي تحدثه المادة السامة في أنسجة الكائن الحي والتي قد تتراوح بين أعراض خفيفة كوجع الرأس والتقيؤ أو الموت تبعاً لكمية الجرعة المتناولة من المادة السامة. من التعريف السابق يتبين أن السمية أو الاستجابة ترتبط بالجرعة إذ من المعروف أن المواد الغريبة Xenobiotics عن نظام الكائن الحي المتعرض لها كالسموم أو المبيدات تظهر

تأثيرات ضارة متفاوتة بين الكائنات الحية والتي تختلف درجتها تبعاً للاختلاف في قيمة الجرعة والتي تحدث عندها هذه التأثيرات والتي قد تكون نتيجتها الموت ، فالجرعات العالية تظهر استجابة أو سمية في جميع الأفراد المعرضة لها بينما الجرعات المنخفضة لا تظهر أي تأثيرات في الافراد المعرضة لها وكلما زاد المدى المتفاوت بين الحد الأدنى والأعلى للجرعات أدى ذلك إلى زيادة الأفراد المستجيبة من الكائن المعرض لهذه الجرعات وتحدث الاستجابة أو السمية في النهاية كنتيجة لتفاعل جزيئات السم أو المبيد مع مكون حيوي أو أكثر في نظام أو أنظمة بالكائن الحي كما تتفاعل معه ونتيجة لهذه التفاعلات تظهر مجموعة من التأثيرات السامة كأعراض مرضية والتي قد تحدث في احد الأجهزة الحيوية بالجسم كالجهاز العصبي المركزي أو الجهاز التنفسي أو الهضمي أو الإخراجي. إذا من خلال العلاقة بين الجرعة والاستجابة يمكن استنباط ما يلي :

1- إن الاستجابة أو السمية الحادثة ترجع إلى المادة أو المركب السام موضع البحث.

2- أن مدى الاستجابة يتباين باختلاف الجرعات أو التراكيز المستخدمة في الدراسة.

3- يرجع ارتباط الجرعة بالاستجابة إلى تداخل أو تفاعل جزيء المادة مع المستقبل الحيوي.

4- ترتبط قيمة التركيز للمادة السامة عند المستقبل الحيوي بقيمة الجرعة أو التركيز المستخدم والتي تعرض لها الكائن الحي فالجرعة والاستجابة مرتبطتان ايجابياً فالاستجابة تعتبر دالة لمدى تركيز جزئيات المادة عند مكان التأثير والتي تعد بدورها دالة للجرعة.

في السنوات الأخيرة بدأ العديد من الباحثين بدراسة تأثير التراكيز أو الجرعات تحت القاتلة LD_{10} و LD_{25} في الكائنات الحية وخاصة الآفات الحشرية وقد أظهرت دراساتهم أن للجرعات والتراكيز تحت القاتلة تأثيرات مزمنة تعمل على خفض الكفاءة الحيوية للآفات وخفض أعدادها تدريجياً دون الحاجة إلى استخدام تراكيز أو جرعات عالية تعمل على خفض أعداد الآفة بشكل سريع وتأثيرها في الأعداء الطبيعية وتلوث عناصر البيئة المختلفة. إن نتائج هذه الدراسات فتحت اليوم آفاقاً جديدة لدراسة تأثير التراكيز المنخفضة في الآفات وهي ستراتيجية جديدة في مجال إدارة الآفات.

العوامل المؤثرة في السمية Factors Affecting Toxicity

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في شدة السمية أو درجة الاستجابة التي يظهرها الكائن الحي نتيجة التعرض للسموم ومنها ما يأتي :

1- مدى الجرعة Dose Spectrum : من المعلوم أن أي مادة لها المقدرة على إحداث ضرر ما بالكائن الحي المتعرض لها حيث يتفاوت هذا الضرر من ضرر بسيط إلى ضرر خطير قد يصل إلى الموت تبعاً لنوعية المادة السامة وقيمة الجرعة المتعرض لها الكائن فجميع المواد كما أشار Paracelus الطبيعة والكيميائية ما هي إلا مواد سامة قادرة على إحداث استجابة واضحة بنظام بايولوجي فتتلف فاعليته أو تؤدي إلى وفاته فلا توجد مادة غير سامة ولكن الجرعة المناسبة لنوع وعمر ووزن كائن معين هي التي تفرق بين ما هو سام أو دواء. كما انه لا توجد مادة سامة لكائن ما بجميع تركيزاتها فالتسمم يحدث فقط عندما يصل تركيز جزيئات هذه المادة إلى التركيز الحرج داخل أنسجة عضو أو نظام إنزيمي معين مما يؤدي إلى إخراجه عن دوره الطبيعي الفسيولوجي وعليه فالجرعة المضبوطة (Right Dose) هي التي تفرق بين المادة كسم أو مادة عادية وبناء على ذلك تتفاوت قيمة الجرعة القاتلة للنصف لبعض المواد المختلفة لنفس الكائن.

2- طريقة التعريض Exposure Method : إن لطريقة التعريض أهميتها من حيث التأثير سواء أكانت عن طريق الفم أو عن طريق الجلد أو عن طريق الاستنشاق أو الحقن بأنواعه المختلفة.

3- مكان التعريض Exposure Site : كلما كان مكان التعريض قريباً من موقع التأثير كلما كانت استجابة الكائن أسرع حيث أن معاملة استرنات المنطقة البطنية للصرصر بأحد مبيدات الفسفور يؤدي إلى ظهور حالات التسمم بشكل أسرع لقرب الحبل العصبي من منطقة المعاملة. كذلك فالجرعة القاتلة بالملامسة عن طريق الجلد تكون اكبر من الجرعة القاتلة بالحقن بالدورة الدموية عشرات المرات حيث يرجع كبر الجرعة بالملامسة أو عن طريق الجلد نتيجة مقابلتها للعديد من الحواجز أثناء نفاذها وتغلغلها حتى وصولها للدورة الدموية لتحدث تأثيرها.

4- وقت وتكرار التعريض Time And Frequency of Exposure : لوقت التعريض وتكرار عملية التعريض أثر على درجة حدة السمية ولهذا تقسم السمية إلى:

أ – سمية حادة Acute Toxicity : وهي الضرر أو التلف الناتج عن التعرض للمادة السامة بجرعة أو جرعتين ولفترة زمنية قصيرة وإذا كانت الجرعة مأخوذة عن طريق الفم فتسمى السمية الحادة الفموية Acute Oral Toxicity أو عن طريق التنفس وتسمى بالسمية الحادة الاستنشاقية Acute Inhalation Toxicity وإذا كانت عن طريق الجلد فتسمى السمية الحادة الجلدية Acute Dermal Toxicity حيث يمتص السم سريعاً وتظهر أعراضها مباشرة وخلال فترة زمنية قصيرة تتراوح من دقائق إلى ساعات وتصل أقصاها 24 ساعة وتحدث هذه السمية في الغالب للعاملين في مجال المكافحة ومعامل تصنيع المبيدات وهي سمية يمكن علاجها وتقاس السمية الحادة على أساس الجرعة القاتلة Lethal Dose والتي يعبر عنها بعدد المليغرامات من المادة السامة لكل كيلوغرام من وزن الجسم ، وهي سمية يمكن علاجها.

ب– السمية شبه المزمنة Sub-Chronic Toxicity : وهي الضرر أو التلف الناتج عن التعرض لجرعة من المركب السام لعدة ساعات 6–7 ساعة/يوم ولمدة 5–7 يوم/أسبوع ويتخللها راحة في بعض أيام الأسبوع ويستمر ذلك لمدة 90 يوماً أي 6–7 /24 ساعة/5–7/يوم/أسبوع/90 يوم ، وهي سمية يصعب علاجها.

ت– السمية المزمنة Chronic Toxicity : وهي الضرر أو التلف الناتج عن التعرض لجرعات قليلة من المادة السامة ولفترة طويلة أي عدة ساعات 6–7 ساعة في اليوم ولمدة 5–7 أيام أسبوعيا ويتخللها راحة في بعض أيام الأسبوع ويستمر ذلك لمدة سنة على الأقل وقد تستمر لـ 2–7 سنوات. هذا النوع من السمية لا يقتصر على مجموعة معينة من الناس بل يمتد ليشمل المستهلكين عن طريق تناولهم للخضراوات والفواكه والمنتجات الحيوانية الحاوية على بقايا السموم ، وهي سمية لا يمكن علاجها.

5– تجزئة الجرعة Dose Dividing : يؤدي تجزئة أو تقسيم الجرعة إلى الإقلال من التأثير الناجم عن الجرعة الكاملة غير المجزئة التي تعطي أعراض التسمم القياسية ، وسوف تعطي نصف هذا التأثير فيما لو أعطيت على جرعتين وسوف لا تعطي تأثير لو أعطيت على عشرة جرعات على مدى أيام حيث يسهل هنا على أعضاء جسم الكائن الحي تمثيلها وتحويلها حيوياً وربما قبل وصول الجرعة الثانية وهكذا يقل أثرها الضار إذا ما أخذنا في الاعتبار مقدرة بعض الكائنات على تخزين كميات من جزيئات المادة السامة والتي تكفي لإحداث القتل الحاد عند تعاطي هذه الكمية دفعة واحدة وهو ما يحدث مع السموم الهيدروكاربونية العضوية الكلورونية مثل المركب د.د.ت وتخزينها في الأنسجة الدهنية.

6– طبيعة التركيب الكيميائي للمركب Nature of The Chemical Compound : إن الطبيعة الكيميائية للمركب قد تكون سبباً رئيسياً في تباين سمية المركبات الكيميائية حتى تلك التابعة لنفس المجموعة الكيميائية وذلك بسبب طبيعة المجاميع الفعالة الموجودة على المواقع الاستبدالية الموجودة في التركيب الأصلي للمبيد فمثلاً نجد أن جميع مبيدات الحشرات التابعة لمركبات الفسفور العضوية تعمل على تثبيط إنزيم الكولين استريز ، إلا انه يوجد تباين معنوي بين سمية المبيد (Chlorpyrifos-ethyl) والذي تفوق سميته 2000 مرة سمية المبيد (Chlorpyrifos-methyl). وبناءاً على ذلك فإن هناك اختلافات في درجة سمية المبيدات التابعة لمجاميع كيميائية مختلفة وكذلك فيما بين المبيدات العضوية المختلفة وبين المبيدات المستخلصة من نباتات طبيعية.

7– نواتج ايض المبيد Pesticides Metabolites : إن التباين في درجة سمية المبيدات لا يعزى فقط إلى التباين في التركيب الكيميائي للمركب الأصلي وإنما قد تكون هناك فروق معنوية فيما بين سمية المبيد (المركب الأصلي) وبين نواتج ايضه والتي قد تكون ذات درجة سمية أعلى واشد من المركب الأصلي. فمثلاً في معظم المبيدات الفسفورية العضوية نجد أن ذرة الفسفور المرتبطة بالكبريت تتحول بالايض الحيوي لتصبح مرتبطة بالاوكسيجين بدلاً من الكبريت ومن ثم يطلق على ناتج الايض المحتوي على الاوكسيجين اسم (Oxon) وهي الصورة الأكثر سمية من حيث التثبيط لإنزيم الكولين استريز ، مثال ذلك تحول المبيد (Malathion) إلى (Malaxon) و (Parathion) يتحول إلى (Paraxone) وذلك نتيجة تفاعلات التحولات الحيوية والتي من خلالها يتحول المبيد من مركب قابل للذوبان في الدهن إلى نواتج ايض أكثر قابلية للذوبان في الماء ومن ثم تكون أكثر قابلية للإخراج أو الطرح.

8– التفاعل بين المبيدات أو المركبات Reaction Between Pesticides : إن جميع المركبات تتفاعل معاً بداخل جسم الإنسان أو الكائنات الحية سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لذلك فإن معظم هذه التفاعلات غالباً ما تكون في غاية التعقيد ومع ذلك، فهناك بعض المركبات الغريبة التي يكون تفاعلها معروفاً ومحدداً

في الجسم حتى لدرجة انه قد تم تحديد ميكانيكيات تفاعل هذه المركبات بشكل دقيق ، وبناءاً على ذلك فقد اتضح أن تفاعلات المبيدات بداخل جسم الكائن الحي يمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع من التفاعلات هي:

أ – تداخل متبادل بين مركبين معاً.

ب– تفاعل تنشيط بالإضافة.

ت– تفاعل تنشيط بالمؤازرة.

ث– تفاعل تضاد.

هذه التفاعلات تتم بواسطة العديد من الميكانيكيات منها :

أ – حدوث تفاعلات مخلبية Chelation.

ب– التغيرات في معدلات تأييض كل مركب بالنسبة للآخر.

ت– حدوث تغيرات في معدلات ارتباط أي من المركبين بالبروتين.

ث– حدوث تثبيط أو إعادة تنشيط أو حث لنشاط الإنزيمات.

ج– مستحضرات المبيدات: حيث تضاف العديد من المواد المساعدة والمحسنة للصفات الطبيعية للمادة الفعالة كالمواد المستحلبة والمبللة والناشرة والمفرقة وغيرها من المواد التي يتم إضافتها للمادة الفعالة ومن ثم يكون لها تأثير في زيادة سمية المبيد للكائن الحي.

فضلاً عما سبق فان هناك عوامل أخرى قد تؤثر في التفاعل بين المبيدات أو المركبات منها:

أ – المادة الكيميائية الموجودة في البيئة المحيطة.

ب– كمية الغذاء المتناول تحدد كمية المبيد الذي يدخل الجسم.

ت– التباين في القدرات الايضية للكائنات الحية.

ث– التباين في حساسية أفراد النوع الواحد.

ج– التباين في الجنس والعمر والطور.

ح– الحالة التغذوية للكائن الحي.

9– نقاوة مستحضرات المبيدات Purity of Pesticides Formulations : تتوفر المبيدات في بلدان العالم بشكل مستحضرات مختلفة لتوفير المرونة اللازمة للاستخدام الحقلي ، إلا أن الاختلاف يرجع إلى أن احد المستحضرات يكون أصليا بينما المنتج الآخر يكون عبارة عن المنتج المقلد الذي تقوم شركات أخرى غير الشركة الأصلية بإنتاجه وان الفرق شاسع بين كلا المستحضرين من حيث الصفات الطبيعية والكيميائية على الرغم من تطابق المادة الفعالة إلا أن الفرق يكمن في احتواء المنتج المقلد على نسبة كبيرة من الشوائب الكيميائية والتي قد يعود إليها بعض التأثيرات التي قد تكون مسرطنة وهذا سبب رئيس في انخفاض سعر ذلك المنتج المقلد عن المنتج الأصلي. وهو في الحقيقة سبب مهم في تباين سمية هذه المستحضرات.

10– المكونات الغذائية الأساسية Essential Food Constituents : يعد البروتين من أهم مكونات جسم الكائن الحي والسبب في ذلك يرجع إلى أن البروتين يدخل في تركيب جميع النظم الإنزيمية ومن ثم فان الإنزيمات المايكروسومية بالكبد والتي لها دور مهم في تحديد درجة سمية المبيد ستكون بالطبع من أوائل النظم الإنزيمية التي ستتأثر بسمية المبيد إذا ما انخفض مستوى البروتينات في جسم الكائن بناءاً على ذلك فسوف تكون النتيجة تأثر كفاءة عمليات التحولات الكيموحيوية ومن ثم إزالة السمية ، خاصة إذا ما حدث ارتباط بين البروتينات الموجودة وبين المبيد الممتص بجسم الكائن الحي وعموماً فقد أثبتت التجارب أن سمية المبيد تزداد بانخفاض كمية البروتين بجسم الكائن الحي. أما فيما يتعلق بالدهون فقد وجد أن لها تأثير مباشر على مستوى سمية المبيدات على الثدييات حيث وجد أن زيادة كمية الدهون تؤدي إلى خفض سمية المبيدات على الكائنات الحية بسبب أن الدهون تعتبر أماكن امتصاص وتخزين لهذه المبيدات ومن ثم تقلل من وصول المبيدات بالجرعة الكافية إلى أماكن القتل. كذلك وجد أن بعض العناصر الأساسية مثل الزنك والموليبدنم لها تأثير على درجة سمية المبيدات وذلك لان لهذه العناصر علاقة وطيدة بمستويات الهيموكلوبين في الدم ومن ثم تأثر الكائن المختبر بسمية المبيدات ومما لاشك فيه أيضا أن محتوى الجسم من الكاربوهيدرات والفيتامينات يكون له التأثير المباشر على طبيعة استجابة الجسم للمبيدات.

11- سلوك الكائن الحي Organism Behavior : دراسات كثيرة أشارت إلى أن هناك العديد من النواحي السلوكية للحيوانات التي قد تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على درجة تسمم الكائنات الحية بالمبيدات. تلك النواحي السلوكية قد يتجاهلها بعض الباحثين فمثلاً وجد أن لكل من الزحام الشديد أو الانعزال المبالغ فيه تأثيراً سلبياً على حيوانات التجربة وذلك قبل أن يتم تقديم المبيد إليها وان تلك التأثيرات كانت على هيئة تغيرات فسيولوجية وكيميائية حيوية مختلفة وانه سيكون لتلك التأثيرات تأثير إضافي على مقدار الضرر الذي سينتج عن المبيد حيث وجد أن عزل الفئران لمدة 10 أيام قد ينتج عنه مقاومة اقل وجعلها اقل استهلاكاً للغذاء واقل تزايداً في الوزن بل واقل في وزن غددها الادرينالية وذلك بالمقارنة بالفئران التي تكون في مجاميع مكونة من اثنان أو أكثر ، أما العزل لمدة أكثر من شهر ، فقد ينتج عنه تأثير معتاد حيث قد تزداد معدلات استهلاك الغذاء وزيادة حجم الغدد الادرينالية بينما تقل أوزان الأعضاء الأخرى مثل الطحال والغدة الدرقية والمبايض بينما تزداد معدلات استهلاك الأوكسجين إلا أن هذه التأثيرات غالباً ما تتراجع إذا ما تم تجميع الفئران في مجاميع. أما بالنسبة للتزاحم فقد لوحظ انه يؤدي إلى تغير سلوك الحيوانات لتكون أكثر عدوانية وينشأ التنافس وزيادة معدلات الإصابة بالأمراض وظهور ظاهرة الافتراس. وفضلاً عن العوامل الأخرى مثل العوامل النفسية والضوضاء والمؤثرات على الرؤية والسمع والشم والمنبهات الحسية الأخرى فقد وجد أن لجميعها تأثيراً على مستوى الضرر الذي يحدثه المبيد حتى لدرجة أن تغيير شكل القفص باستمرار تسبب في حدوث تغيير في طبيعة البراز ومن ثم الإخراج.

12- الظروف البيئية المحيطة بالكائن Environmental Condition : قد تتضافر الظروف البيئية لجعل المادة السامة أكثر أو اقل سمية ومن هذه العوامل :

أ - درجة الحرارة Temperature : وهي من العوامل المعقدة التي تتداخل مع تأثير المبيدات والتي يجب أخذها في الاعتبار عند تفسير النتائج المتحصل عليها ، بمعنى آخر قد يكون هناك تداخل ما بين المبيد وبين الحرارة من حيث ما تحدثه هذه الحرارة من تأثيرات في معدلات ايض هذا المبيد حيث وجد أن زيادة الحرارة تؤدي إلى زيادة درجة سمية المبيد خاصة مع المبيدات ذات المعامل الحراري الموجب وقد تكون العلاقة سالبة ، بمعنى أن تزداد السمية بانخفاض الحرارة وذلك مع المبيدات ذات المعامل الحراري السالب ، كذلك فان من المعروف أن الحرارة تساعد إلى حد كبير على إتمام العديد من التفاعلات الحيوية ومن ثم تأثير المبيدات ووصولها إلى أهدافها الحيوية.

ب- الرطوبة النسبية Relative Humidity : وجد أن للرطوبة النسبية علاقة وثيقة من حيث تأثيرها في درجة سمية المبيدات سواء على الفقريات أو اللافقاريات ، إذ من المعروف أن الرطوبة من الوسائل الطبيعية التي من خلالها يتم الحفاظ على حرارة الجسم بصورة طبيعية خاصة في البيئة الحارة ، إذ أن هناك العديد من المبيدات التي تعمل على ارتفاع حرارة الجسم أو يكون لها تأثير على درجة التنظيم الحراري للجسم ، من جهة أخرى ، فان حرارة الجسم يكون لها تأثير مباشر على معدلات امتصاص المبيد وتوزيعه ووصوله إلى أماكن فعله وتخزينه بل وإخراجه من الجسم.

ت- الضوء والإشعاع Light And Radiation : وهما من العوامل ذات الصلة الوثيقة باستجابة الكائن الحي للمبيد الذي تم التعرض له، إذ وجد أن لبعض الأطوال الموجية للضوء تأثير في الوظائف الفسلجية ومن ثم تتأثر استجابة الكائن الحي للمبيد.

بناءاً على ما سبق فقد أمكن تثبيت جميع تلك العوامل سالفة الذكر وجعلها في صورة قياسية تكون صالحة للكائن الحي بالشكل الذي أمكن معه إيجاد طرائق قياسية يتم إتباعها لاختبار المبيدات والتي تشتمل على جميع المراحل التي يتعرض لها المبيد والتي من أولها الكائن الحي. ولذلك فقد اشتملت تلك الطرائق على الوسائل العديدة والكفيلة بالعناية بالحيوانات المختبرية لضمان سلامة النمو والتغذية بما يضمن لها أداءها لوظائفها الفسيولوجية بشكل دقيق ومن بعدها تتم معاملتها بالمبيد المختبر.

قوة إحداث الفعل السام Potential Toxicity

وهو معيار جديد لقياس سمية المركبات المختلفة وقد تم وضع مصطلح Potential Toxicity (PT) فاعلية السمية من قبل Luckey و Venugopal وذلك لوضع معيار أو مقياس لتقييم سمية المواد السامة بشكل كمي وأكثر دقة ويمكن تعريف فاعلية السمية بأنها عبارة عن مقلوب اللوغاريتم للأساس 10 للجرعة معبراً عنها بـ مول/كغم من وزن الحيوان وذلك لتعطي تأثيراً معيناً وبمعنى آخر فان $PT=-\log T$ حيث أن T = الجرعة بالمول ، وعليه يمكن حساب قيمة (PT) بمعرفة قيمة LD_{50} للمادة السامة ومعرفة الوزن الجزيئي للمادة المختبرة.

امتصاص وانتقال مبيدات الآفات Pesticides Absorption And Transportation

تعد عملية امتصاص وانتقال المبيدات خلال الأجزاء النباتية والحيوانية والسطوح المعاملة من المسائل المهمة التي تحدد عملية ثبات مخلفات المبيدات وفاعليتها في مكافحة الآفات المختلفة ، ولغرض تسليط الضوء على هذا الموضوع فسوف يتم تناوله من ثلاث جوانب هي :

أولاً : امتصاص المبيدات خلال المواد غير الحية.

ثانياً : امتصاص وانتقال المبيدات خلال النبات.

ثالثاً : امتصاص ونفاذية المبيدات خلال كيوتكل مفصليات الأرجل.

أولاً : امتصاص المبيدات خلال المواد غير الحية

Pesticides Absorption Via Non Living Materials

قد يكون نفاذ المبيد خلال المواد غير الحية مرغوباً فيه في أحيان كثيرة حيث أن نفاذ المبيد خلال الأخشاب أو قلف الأشجار يعتبر من العوامل المهمة لتحديد كفاءة عملية المكافحة ، فنفاذ المبيد يكون مرغوباً فيه عند مكافحة الآفات التي تختبئ بداخل الأخشاب ويكون غير مرغوب فيه إذا كان المطلوب هو ترك طبقة واقية من المبيد فوق سطح معين ، فمثلاً إذا كانت الحشرات المراد مكافحتها موجودة فوق قلف الأشجار فان خفض التوتر السطحي لسائل الرش بإضافة المواد المبللة ذات النشاط السطحي يساعد على ابتلال الحشرات بسهولة ويقلل من نفاذه خلال أنسجة القلف وذلك لان نفاذ سائل الرش خلال القلف سيكون نوعاً من الارتفاع في الأنابيب الشعرية والذي يتناسب طردياً مع قيمة التوتر أو الشد السطحي. كما وجد أيضا أن استخدام المبيدات بخلطها مع طلاء الجدران الخشبية والجدران المبنية المسامية غير الطينية بشكل مستحلبات أو مساحيق قابلة للبلل يساعد في بقاء كميات من المبيد في الطبقات السطحية للجدران ، أما عند استخدام المبيدات مذابة في المذيبات العضوية فيجب أن تكون هذه المحاليل مشبعة عندما يكون الغرض من المعاملة ترك طبقة واقية من المبيد فوق الجدران المعاملة حيث تنفصل بلورات المبيد عن المذيب نتيجة التشبع فيما ينفذ المذيب إلى الداخل ، وأن تكون المذيبات غير مشبعة بالمبيد عندما يكون الغرض مكافحة آفات موجودة داخل الجدران الخشبية. أما عند معاملة الجدران الطينية بمعلقات المبيدات فان زيادة الرطوبة في هذه الجدران يقلل من نفاذية المبيد مما يؤدي إلى زيادة فاعلية المبيدات على الطبقات السطحية للجدران ، كما أشارت بعض الدراسات إلى انه بعد امتصاص المبيدات وتركزها على الطبقات السطحية للجدران الطينية تبدأ المخلفات بالانتشار التدريجي في الطبقات الداخلية من الطين وقد وجد أن أقصى نفاذية تحققت للمبيد د.د.ت مع المذيبات العضوية ويليه المستحلبات أما معلقاته فكانت اقل الصور في مقدرتها على النفاذ.

ولفهم عملية امتصاص وانتقال المبيدات خلال النبات ، سيتم بيان أهمية كيوتكل ورقة النبات في هذا المجال:

كيوتكل ورقة النبات Plant Leaf Cuticle

من اهم الصفات الطبيعية لسطح ورقة النبات هو وجود الطبقة الشمعية والتي تشكل حاجزا هاما أمام مرور المياه خلال سطح الكيوتكل ، حيث انها وسط كاره للماء Hydrophobic . تترسب هذه الطبقة فوق طبقة السليلوز Cellulose وتندمج فيها . يختلف تركيب وسمك الكيوتكل حسب الأنواع النباتية وحسب الأجزاء النباتية لنفس النوع ، يتكون الكيوتكل من العديد من المكونات المتداخلة على شكل معقد يتراوح سمكه عادة بين 5– 20 ميكرون . وليس للكيوتكل شكل محدد . تتكون مادة الكايتين Chitin – المكون الرئيسي للطبقة الكارهة للماء _ من أحماض وكحولات مبلمرة تختلف درجاتها بين طبقة واخرى . فهي عالية في الجزء الخارجي وتقل في اتجاه طبقة السليلوز . مادة الكايتين غير قابلة للذوبان في معظم المذيبات العضوية . تتناسب نفاذيتها للماء – عكسيا –مع درجة البلمرة . لذا فان الكيتين الداخلي اكثر نفاذية للمحاليل المائية من الكيتين الخارجي .

تتباين الطبقة الشمعية التي تغطي الكيوتكل في تركيبها . لكنها تتكون – في اغلب الاحيان – من سلاسل هيدروكربونية مستقيمة تحتوي في جزء منها – على بعض المجموعات الكيميائية الطرفية – مثل الهيدروكسيل والكاربوكسيل . يتراوح طول السلسلة الكربونية في الهيدروكربونات – التي لايتواجد فيها مجموعات طرفية – ين (21– 35 ذرة كربون) في حين يتراوح طول السلسلة الكاربونية للكحولات والاحماض بين (20– 24 ذرة كاربون) . يترسب على الطبقة العلوية من الكيوتكل – غالبا – طبقة شمعية رقيقة من الشمع اللين Soft wax او المتبلور على هيئة بلورات دقيقة Microcrystals او كلا النوعين .

يمكن اتلاف هذه الطبقة عند وجودها بواسطة المذيبات العضوية بسهولة في حين يندمج معظم الشمع في طبقة الكيوتيكل في الطبقة الخارجية من الكيوتيكل (مطمورا) ولا يمكن ازالته من ورقة النبات عند غمرها في المذيبات العضوية . توجد بعض التركيبات المورفولوجية الخارجية على سطح ورقة النبات – هي الثغور Stomata والشعيرات Trichomes والقنوات المائية Hydathodes channels ولجميعها تركيب خاص في معظم الاوراق النباتية ، يتباين دور كل منهم عند التعرض للمبيد .تمر القنوات المائية – خلال الكيوتكل حتى تصل الى الاوعية الناقلة وتسمح بحركة مرور الماء الى الخارج – لكنها لا تلعب دورا هاما في عملية مرور محاليل المبيدات الى داخل النبات . لا تسمح الثغور – بالضرورة – بمرور المحاليل المائية خلالها إلا في حالة احتواء هذه المحاليل على مواد ذات نشاط سطحي . يمكن لبعض المحاليل الزيتية أن تمر – يؤدي هذا إلى حدوث أضرارا للخلايا المبطنة لتجويف الثغر. أما الشعيرات فلها بعض الأهمية في مجال فاعلية المبيدات إذا وجدت بكميات مناسبة . تعمل على منع سقوط قطرات المبيدات من على سطح ورقة النبات وبالتالي الاحتفاظ بأكبر قدر من المبيد .

يتضح – مما سبق – أن كيوتكل ورقة النبات هو نظام ثنائي النفاذية محبا للماء Hydrophilic ومحبا للدهون Hydrophobic . هذا التوازن هام في مجال المبيدات فيحجز الكيوتكل – كغشاء متوازن – الايونات واغلب الجزيئات الذائبة في الماء . قد تنفذ الجزيئات غير القطبية الصغيرة من المبيدات او الزيوت المحتوية على مواد سامة الى المنطقة الخارجية بواسطة الامتصاص الطبيعي – وبالتالي تنجح هذه المواد في البقاء على النبات بدون إزالة تحت الظروف البيئية غير المناسبة مثل الرياح والإمطار . قد تتحرك بعض المبيدات الى داخل النبات وتستقر تحت الطبقة الشمعية ويكون لها تاثيرا موضعيا وتعرف هذه المبيدات باسم المبيدات الجهازية الموضعية Loco-systemic Pesticides مثل مبيد الحشرات ملاثيون Malathion . على العكس من ذلك فان هناك مبيدات أخرى تستطيع الدخول والانتقال إلى جميع أجزاء النبات من خلال العصارة النباتية وتسمى بالمبيدات الجهازية Systemic Pesticides . بناء على ما سبق – يمكن اعتبار كيوتيكل ورقة النبات حاجزا ميكرسكوبيا (بالغ الصغر) يسمح للعديد من المبيدات بالمرور والنفاذ الى الداخل ..أو قد لا يسمح.

يحيط بالمادة الحية في الخلية غشاء بلازمي من البروتينات والدهون Lipoprotein يمتد – في بعض الأحيان – ليحتوي على طبقتين خارجيتين من البروتين وطبقتين داخليتين متجاورتين من الدهون (بروتين – دهون – دهون– بروتين) . يسمح –هذا الغشاء– بنفاذية اختيارية تحتاج إلى طاقة لإتمامها . وإن كان هناك حد أقصى لحجم الجزيئات التي يمكن ان تمر خلال هذا الغشاء – إلا أن الحجم وحده ليس هو العامل الفاصل في هذا الشأن . فهناك مواد لا تستطيع المرور بالرغم من الصغر المتناهي لحجم جزيئاتها . كما انه قد يسمح للجزيئات – بغض النظر عن الحجم – بالمرور في اتجاه معين دون الاتجاه المضاد حيث تمر – مثلا – من خارج الخلية إلى داخلها وليس بالعكس . تختلف النفاذية – أيضا – باختلاف الحالة الفسيولوجية للخلية . قد يعمل هذا الغشاء كحاجز اختياري لمرور جزيئات العديد من أنواع السموم بالرغم من الضرر الذي قد يحدث له نتيجة مرور هذه الجزيئات . قد تؤثر العديد من العوامل في عملية الامتصاص وإعادة توزيع المبيدات في ورقة النبات ، لكن – نادرا – ما تؤثر بشكل كبير ، ففي دراسة على نفاذية 14 مبيدا مذابة في الاسيتون ثبت أن 4%فقط من الجرعة (كقيمة وسطية) قد نفذت إلى أوراق النباتات خلال 2–3 دقائق من المعاملة . في حين اختلفت النسبة التي نفذت إلى داخل النبات – بعد 24 ساعة من المعاملة تبعا لنوع المبيد وتراوحت بين 1– 97% . وجد أن درجة نفاذ المبيدات تقل بزيادة درجة الغليان وبزيادة درجة ذوبان هذه المبيدات في الماء واتضح أن للمواد التي لها درجة نفاذ عالية – يكون لها معامل توزيع جزئي مناسب بين الماء والزيت Oil/ Water Partition Coefficient وتراوحت قيمة لوغاريتم هذا المعامل بين (صفر–2) .

ثانياً : امتصاص وانتقال المبيدات خلال النبات

Pesticides Absorption And Transportation In Plants

تعد دراسة عملية امتصاص وانتقال المبيدات خلال النبات من الأمور المهمة نتيجة التوسع والزيادة في استخدام المبيدات المستأصلة Eradicant Pesticides التي تمتاز بقدرتها على النفاذ إلى داخل الأجزاء المعاملة ، والمبيدات الجهازية Systemic Pesticides القادرة على النفاذ داخل أنسجة النبات ثم الانتقال إلى الأجزاء الأخرى بكميات كافية لقتل الآفة ووقاية النبات وخاصة النموات الحديثة من الإصابات الجديدة.هنا(كيوتيكل ورقة النبات).

1- امتصاص ونفاذية المبيدات المستأصلة

Absorption And Penetration of Eradicant Pesticides

إن نفاذ هذه المجموعة من المبيدات يكاد ينحصر في اجتياز طبقة الكيوتكل المحيطة بالأجزاء النباتية وتتم هذه النفاذية عن طريق الطبقات الشمعية التي تستطيع المركبات العضوية غير القطبية النفاذ من خلالها نتيجة ذوبانها في الدهون ، كذلك وجد أن ثغور النبات تشكل طريقاً جيداً لدخول سوائل الرش والمبيدات ولكن بمجرد دخول المبيد إلى الثغر التنفسي فانه يلتقي بطبقة كيوتكل داخلية شمعية إلى حد ما في منطقة تحت الثغر إلا أنها ارق بكثير من الكيوتكل الخارجي. وقد وجد فعلاً أن متخلفات بعض مبيدات الحشرات بالملامسة مثل مبيد (DDT) تستطيع اختراق الكيوتكل لتبقى تحت طبقة الكيوتكل بتركيزات عالية وتبقى مؤثرة على الحشرات التي تتحرك على تلك الأوراق وقد أمكن فعلاً الاستفادة من هذه الظاهرة في مكافحة ناخرات الأوراق التي تحفر أنفاقها أسفل طبقة الكيوتكل. كما أثبتت دراسات أخرى أن معاملة السطح العلوي لأوراق بعض النباتات ببعض هذه المبيدات أدت إلى إبادة الاكاروسات التي كانت تتغذى على السطح السفلي ، وهذا دليل على أن هذه المبيدات قد امتصت تحت كيوتكل السطح العلوي ثم أن تركيزها كان كافياً ليصل إلى منطقة كيوتكل السطح السفلي بتركيز كاف لقتل الاكاروس.

2- امتصاص وانتقال المبيدات الجهازية

Absorption And Transportation of Systemic Pesticides

تعتمد حركة المبيد الجهازي ونفاذه خلال الكيوتكل على قابليته للذوبان في الماء حيث يتكون الكيوتكل من مادة الكيوتين المنفذ للماء أما كيوتكل الجذور فيحوي مادة السوبرين Suberin المنفذة للماء أيضا كما يستطيع المبيد الجهازي أن ينفذ من خلال الثغور التنفسية وهو الطريق الأسرع مقارنة بالنفاذ عن طريق الكيوتكل. بعد ذلك يصل المبيد إلى الأوعية الناقلة لينتقل بأوعية الخشب إلى الأعلى وتتوقف حركته في هذا المسار على درجة ذوبانه في الماء وزيادة عملية النتح ولا يمكن للمبيد الذي ينتقل بهذه الطريقة من العودة إلى الأسفل ، أو قد ينتقل المبيد في أنسجة اللحاء وتعتمد حركته حينذاك على حركة المواد الغذائية المصنعة في النبات ويمكن للمبيد الكيميائي الذي ينقل عن طريق اللحاء بالحركة إلى الأسفل أو الأعلى ، كما يمكنه الدوران في النبات من هذا يتضح أن كفاءة المبيد ألجهازي الذي ينتقل بواسطة الأنسجة أللحائية أكثر كفاءة من ذلك الذي ينتقل بواسطة الأوعية الخشبية.

العوامل المؤثرة في امتصاص وانتقال مبيدات الآفات في النبات

Factors Affecting Absorption And Transportation of Pesticides In Plants

إن عملية امتصاص وانتقال المبيدات في النبات ترتبط بالعديد من العوامل الفيزيائية والفسلجية والمورفولوجية والكيميائية لذلك فهي عملية معقدة ومتداخلة وعليه فان من الضروري معرفة وتحديد أهم العوامل المؤثرة في هذه العملية ومنها :

1- **نوع النبات المعامل Plant Kind Treated** : من المعروف أن تركيب الأوراق والجذور والسيقان يختلف في النباتات المختلفة وهذا بطبيعة الحال يؤثر على عملية امتصاص وانتقال المبيد الكيميائي. حيث يلعب سمك طبقة الكيوتكل دوراً مهماً في سرعة وكمية نفاذ المبيد.

2- **التركيب الكيميائي للمبيد Pesticide Chemical Structure** : وجد أن المبيدات التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة غير القطبية تتجمع في الطبقة الشمعية السطحية ولا ينتقل منها إلى الطبقات الداخلية إلا ببطء شديد. فيما وجد أن المبيدات غير القطبية القابلة للذوبان في الدهون تقتصر حركتها على أنسجة اللحاء أما المبيدات القطبية الذائبة في الماء فإنها غير قادرة على دخول أنسجة اللحاء ، وتبقى في مناطق بين الخلايا أما المركبات الحاوية على مجاميع قطبية وأخرى غير قطبية فتكون سريعة الحركة في أنسجة النبات وذلك لقدرته على اختراق الحواجز المائية والزيتية.

3- **الذوبان في الماء Solubility In Water** : إن المبيدات التي تمتاز بقابلية ذوبان عالية في الماء تمتاز بقابلية جيدة للنفاذ والامتصاص من قبل النبات وهي صفة تكاد تكون مميزة للمبيدات الجهازية حيث تمتاز بقوة ذوبان جيدة في الماء مقارنة ببقية المبيدات.

4- **نوع المذيب Solvent Kind** : إن استخدام المذيبات العضوية في عمل محاليل الرش يزيد من قدرة المبيد على النفاذ خلال أنسجة النبات وقد ثبت أن الزيوت المعدنية تزيد من النفاذية سواء عن طريق الجذور أو عن طريق الفراغات بين الخلوية.

5- **طريقة المعاملة Treatment Method** : تزداد عملية امتصاص ونفاذ المبيد عند رشه بشكل طبقة رقيقة على السطح المعامل مقارنة بوضع المبيد بشكل متجمع وذلك راجع إلى زيادة المساحة السطحية التي ينفذ منها المبيد في الحالة الأولى.

6- **درجة PH أو الحامضية Acidity** : وهي إحدى العوامل المحددة لنفاذ وامتصاص المواد المختلفة وقد وجد أن امتصاص المواد الحامضية يزداد مع انخفاض قيمة PH والعكس بالنسبة للمواد القاعدية وهذا يساعد على جعل الجزيئات في اقل نشاط قطبي ويهيئ لها فرصة النفاذ السريع.

7- **المواد المساعدة للمبيدات Adjuvants** : حيث تساعد المواد الناشرة ذات النشاط السطحي سواء أكانت أيونية أم كاتيونية على نفاذ جزيئات المبيد خلال الأوراق عن طريق تأثيرها على درجة الحموضة في البيئة.

8- **عمر النبات Plant Age** : إن لعمر النبات تأثيراً على كفاءة النبات الفسلجية والتركيبية والتي تلعب دوراً مهماً في عملية انتقال وامتصاص المبيدات.

9- **الظروف البيئية Environmental Condition**: تلعب درجات الحرارة والرطوبة وتوفر الضوء والأوكسجين دوراً مهماً ومؤثراً في العمليات الحيوية للنبات ونتيجة لذلك تتأثر عملية امتصاص وانتقال المبيد الكيميائي ، كذلك وجد أن توفر العناصر الغذائية الكبرى والدقيقة في الوسط الذي ينمو فيه النبات كان له تأثيراً على امتصاص وانتقال المبيدات.

جدار جسم الحشرة Insect integuments :

يتركب جدار جسم الحشرة من طبقة البشرة Epidermis وهي طبقة خلايا حية تحتوي على بعض الخلايا الحسية والعصبية ، تفرز هذه الطبقة على سطحها الخارجي طبقة أخرى عضوية غير حية تسمى الكيوتيكل Cuticleتغطي جسم الحشرة من الخارج وكذلك الفتحات المختلفة مثل القناة الهضمية وتجاويف الثغور التنفسية . يختلف الكيوتيكل في سمكه وصلابته من منطقة إلى أخرى في جسم الحشرة .يؤثر هذا الاختلاف على درجة النفاذية . وتعتمد كفاءة مبيد الحشرات من الناحية العملية على قدرته على النفاذ من خلال هذه الطبقة . يشكل جدار جسم الحشرة الحاجز الخارجي الهام – الذي يلزم اجتيازه بواسطة المبيد – ليصل إلى الهدف Target أو إلى مكان تأثيره site of action. يتكون كيوتكل الحشرة من منطقتين رئيسيتين – منطقة الكيوتيكل السطحي Epicuticle – طبقة رقيقة – ومنطقة الكيوتيكل الأولي Procuticle – طبقة سميكة .

ويتكون الكيوتكل السطحي من ثلاث طبقات :

- طبقة داخلية تحتوي على نسبة عالية من البروتين والدهون تسمى Lipoprotein وغنية بالفينولات ومادة شبيهة بالليبوبروتين تسمى Cuticulin.
- طبقة وسطية غنية بكل من الدهون والشموع .
- طبقة خارجية تتكون من غشاء رقيق جدا من مادة سمنتية Cement قد تسمى تكتوكيوتيكل Tectocuticle ، لا يتعدى سمكها 1 ميكرون . تغطي طبقة الشموع تغطية كاملة وقد تختفي في بعض الأحيان ، مسؤولة عن نفاذية الكثير من المواد، حيث أن الطبقة الخارجية والوسطى من منطقة الكيوتكل السطحي Epicutical تكون محبة للدهون Hydrophobic بعكس الطبقات الأخرى للكيوتكل المحبة للماء Hydrophilic .تتحكم هاتان الصفتان في نفاذ المبيدات .فالكيوتيكل السطحي – المحب للدهون- حاجز يمنع المواد القطبية من الاختراق والدخول إلى أنسجة الحشرة الداخلية ويمنع تبخر الماء من داخل الحشرة . فإذا حدث أي تلف لمنطقة الكيوتكل السطحي للحشرة فإنها تتعرض للجفاف والموت .

أما منطقة الكيوتيكل الأولى Procuticle فتفرز على هيئة طبقات واضحة فوق طبقة خلايا البشرة Epidermal cells وتكون أكثر من 90% من سمك الكيوتيكل . تتكون من طبقتين رئيسيتين ، عليا تسمى الكيوتكل الخارجي Exocuticle غنية بمواد Sclerotin , Cuticle , Melanin وسفلى تسمى الكيوتكل الداخلي Endocuticle مكونة من مادتي الكايتين والبروتين في طبقات متداخلة وليس لهذه المنطقة أي دور في درجة نفاذية الكيوتكل لمواد كثيرة رغم أنها تشكل نسبة وزنيه عالية من مكونات الكيوتيكل .

إن تقسيم جدار جسم الحشرة إلى مناطق مميزة في تركيبها الكيميائي وخواصها الطبيعية لا يجعلنا نهمل حقيقة أن جدار الجسم يتكون من طبقات مندمجة وبينها اختلافات كثيرة في كل من السمك والتركيب

الكيميائي باختلاف أنواع الحشرات . ففي بعض الحالات تختفي طبقة السمنت وفي حالات أخرى قد يختفي الكايتين المكون الرئيسي للكيوتيكل ، كما قد يختلف – أيضا – تركيب وسمك طبقات الكيوتيكل في الأجزاء المختلفة للحشرة الواحدة بدرجة كبيرة ، فطبقة الكيوتيكل الأولي Procuticle – مثلا – رخوة شفافة في المناطق بين الحلقات . كما يميل الكيوتيكل إلى أن يكون رقيقا جدا في مناطق نهايات الأعصاب وأماكن تبطين القصبات الهوائية . ويحدث تحوير في المناطق التي تحتوي على خلايا حسية حيث تتضخم هذه الخلايا – الموجودة ضمن طبقة خلايا القاعدة وتستطيل حتى تصل إلى أسفل منطقة الكيوتيكل السطحي Epicuticle ويبدو الكيوتيكل في هذه المناطق وكأنه مثقوب بواسطة الخلية الحسية كما قد يختلف سمك الكيوتيكل في الطور اليرقي في الحشرات باختلاف عمر اليرقة فيزداد سمكه إلى حوالي ثلاثة أضعاف أو أكثر بين انسلاخين متتاليين . كما انه ليس من الضروري أن يكون كيوتيكل الحشرة الكاملة أكثر سمكا من العمر اليرقي الأخير ، لكنه قد يختلف من ناحية المكونات حيث يحتوي على كمية اكبر من مادة Sclerotin وتزداد صلابته. يوجد – في اغلب أنواع الكيوتيكل – قنوات تبدأ من طبقة خلايا البشرة Epidermal cells تخترق طبقاته وتصل إلى الحدود الداخلية لمنطقة الكيوتيكل السطحي . تلعب هذه القنوات دورا هاما في عملية ترسيب الطبقة الشمعية .

أما الكايتين فهو عبارة عن سلسلة مكونة من عدة مئات من وحدات N- acetylglucoseamine والكيتين النقي عبارة عن مادة عديمة اللون ثابتة بدرجة كبيرة .لا تذوب في الماء والأحماض المخففة والقلويات . تتأثر بصعوبة بالمذيبات العضوية .يحلل حامض الهيدروكلوريك HCl المركز جزئ الكايتين ويزيل المحلول المركز من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH بعض مجاميع الاسيتايل مكونا مادة الكيتوسان Chitosan .يكون البروتين أكثر من نصف وزن الكيوتيكل ولقد تم عزل بروتينات مختلفة من كيوتيكل مجاميع حشرية مختلفة كما يمكن استخلاص أكثر من نوع من البروتينات من الحشرة الواحدة ، معظم هذه البروتينات مرتبطة بمادة الكايتين والقليل منها غير مرتبط بأي مكون في الكيوتيكل كما يحوي الكايتين مواد عديدة الفينولات Polyphenols مسؤولة عن حدوث اللون الداكن Darkening والصلابة التي تتميز بها منطقة الكيوتيكل الخارجي Exocuticle . كما تشترك مادة Ortho and para dihydrophenol في عملية تكوين ودباغة مادة Sclerotin التي تتكون من كل من البروتين والكايتين – بواسطة إنزيم Polyphenoloxidase الذي يتواجد في الحشرات بكميات كبيرة . أما مادة الكيوتيكولين Cuticulin فهي عبارة عن ليبوبروتين Lipoprotein حدث له اسمرار بواسطة الكينونات Quinones الناتجة من أكسدة الفينولات Polyphenpls . تتكون طبقة الاسمنت من بروتين دهني Lipoprotein حدث له اسمرار خفيف . الشموع Wax عبارة عن برافينات ، وهي المسؤولة بشكل أساسي عن عدم نفاذية المواد القطبية إلى الداخل . تترتب بلورات الشمع على المحاور الثلاثة في وضع عمودي على سطح الكيوتيكل . قد تختلف طبيعة الشموع اختلافا كبيرا بين أنواع الحشرات المختلفة . مثلا وجد أن الشمع الموجود في كيوتيكل الصرصر ينصهر على درجة 30 درجة مئوية بينما ينصهر شمع حشرة روتنيس *Rhodnius* على درجة 50 درجة مئوية . مما يشير إلى وجود اختلاف كبير في قدرة مادة عضوية معينة على الذوبان في دهون هاتين الحشرتين على درجة حرارة واحدة وقد يسبب ذلك تغيرا مفاجئا في نفاذية الكيوتيكل للماء على درجة حرارة معينة .

على ضوء ما سبق سيتم تناول ما يأتي:-

ثالثاً : نفاذية المبيدات خلال كيوتكل مفصليات الأرجل

Pesticides Penetration Through Arthropods Cuticle

تعتمد عملية نفاذ المبيدات خلال كيوتكل مفصليات الأرجل على مواصفات المبيد إضافة إلى الأمور المتعلقة بموروفولوجية وفسيولوجية الحشرات ويمثل كيوتيكل مفصليات الارجل حاجزا مهما في هذا المجال ، لذلك سيتم استعراض تركيب هذا الحاجز وكما يأتي :

1- **المبيدات العضوية Organic Pesticides** : لقد أصبح من المعروف أن المبيدات العضوية تستطيع أن تنفذ خلال الطبقة الشمعية المغلفة لطبقة الكيوتكل السطحية وذلك راجع إلى الميل الشديد لهذه المركبات على الارتباط بالكايتين الموجود في كيوتكل مفصليات الأرجل. إلا أن نفاذ جزيئات المبيدات تتم في الأغلب عن طريق الأغشية بين العُقلية وكذلك الأغشية الموجودة بين مناطق اتصال الأعضاء والزوائد بالجسم من الخارج ، كما يزداد نفاذ المبيد في الكيوتكل الأقل سمكاً. إلا أن العامل المهم في نفاذ المبيدات هو درجة ذوبانها في الدهون حيث وجد أن المبيدات التي تذوب بالدهون بدرجة عالية تتراكم في الطبقة الشمعية ولا تنفذ إلى

المواقع الحساسة التي يعمل عليها المبيد لذلك فان من الضروري البحث عن درجة الذوبان المفضلة التي تمكن المبيد من النفاذ خلال الطبقات الشمعية والاستمرار في المسير حتى الوصول إلى الموقع الحساس للمبيد في جسم الحشرة ولقد وجد أن للمذيبات العضوية دوراً مهماً في عملية نفاذ المبيدات خلال الكيوتكل ويشترط في المذيب الجيد القدرة على الاحتفاظ بالمبيد والذوبان الجزئي في الماء وذلك لاحتواء طبقة الكيوتكل الداخلية على كمية لا بأس بها من الماء.

2- **المبيدات غير العضوية Non-Organic Pesticides** : تشكل الطبقة الشمعية المغلفة للكيوتكل حاجزاً مهماً يعيق نفاذ المبيدات غير العضوية القابلة للذوبان في الماء لأنها تعتبر طبقة كارهة للماء ، إلا أن هناك بعض المنافذ التي تستطيع من خلالها تلك المبيدات النفاذ عبر الكيوتكل ومن أهم هذه المنافذ ما يأتي :

أ - إن الطبقة الشمعية لا تغطي جسم مفصليات الأرجل بالكامل وان هناك مناطق مكشوفة تمثل مناطق استقبال المؤثرات الكيميائية ومواقع استقبال الرطوبة.

ب- تسمح المسافات البينية الموجودة بين بلورات الطبقة الشمعية السطحية لجزيئات الماء الصغيرة بالنفاذ والذي يؤيد ذلك هو زيادة سمية المبيدات الذائبة في الماء عند زيادة الرطوبة الجوية في المحيط الذي توجد فيه الآفة من مفصليات الأرجل.

ج- الخدوش والجروح الموجودة في جدار الجسم والناتجة عن المواد الحاملة المستخدمة مع المبيدات.

التأثير السام لمبيدات الآفات Pesticides Toxic Effect

نظراً للتنوع الكبير في مجاميع المبيدات المستخدمة حالياً فإننا نجد تنوعاً كبيراً أيضا في طريقة إحداث تلك المبيدات لتأثيرها السام على الآفات المختلفة والتي يمكن إجمالها بالنقاط الآتية :

1- **القتل الفيزيائي Physical Mortality** : تسببه مجموعة المبيدات القادرة على منع الآفات من الاستفادة من الأوكسجين بعملية التنفس ، أو تحدث جفافاً وتشققاً في جدار جسم الحشرات والآفات الأخرى ومن أمثلة هذه المبيدات :

أ - الزيوت المعدنية Petroleum Oils : حيث تستخدم الزيوت البترولية في مكافحة المن والحشرات القشرية والاكاروسات وتعمل على قتل هذه الآفات بمنع وصول الأوكسجين إليها.

ب- المساحيق الخادشة Abrasive Powders : تستخدم في كثير من الأحيان بعض المواد الحاملة الخادشة خاصة مع مساحيق التعفير والتي تعمل على تلف الطبقة الشمعية في كيوتكل مفصليات الأرجل مما يؤدي إلى موتها وجفافها نتيجة فقدان ماء الجسم ومن هذه المواد اوكسيد الألمنيوم و Silica Aerogel.

2- **التأثير على العمليات الحيوية Effect on Biological Process** : تحدث العديد من المبيدات تأثيرها السام في الآفات المختلفة عن طريق تثبيطها للعديد من العمليات الحيوية مما يؤدي إلى موت الكائن الحي في النهاية ومنها :

أ - التأثير على عملية التنفس Effect On Respiration Process : هناك العديد من المبيدات التي تؤثر في الإنزيمات الموجودة في الدورة التنفسية بالجدار الداخلي للمايتوكوندريا ومنها إنزيم (Cytochrome oxidases) فتمنع انسيابية الإلكترونات وتكوين وحدات الطاقة الحرارية (ATP) وبذلك تموت الحشرة اختناقاً مثل الروتينون وسيانيد الهيدروجين وبعض المضادات الحيوية مثل Antimycin A.

ب- مثبطات أنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة Inhibitors of Mixed Function Oxidases : تعتبر المواد المنشطة مثل Piperonyl butoxide و Sesamex والعديد من مركبات الكاربامیت والفسفور العضوية من أهم مثبطات إنزيمات الأكسدةMixed Function Oxidases التي تشكل أحد المنظومات الدفاعية التي تعمل على تأييض المركبات الغريبة.

ت- مثبطات عملية تحطيم الكاربوهيدرات Inhibitors of Carbohydrate Degradation : وهي المبيدات التي تعمل عن طريق تثبيطها لعملية تحطيم الكاربوهيدرات في الجسم حيث تؤثر مادة فلورواسيتات الصوديوم (Sodium fluoroacetate) على إنزيم اكونيتيز (Aconitase) في دورة كربس Krebs Cycle.

ث- مثبطات عملية تحطيم وأكسدة مجموعة الأمين Inhibitors of Amine Group : وجد أن مبيد كلورديمفوم (Chlordimeform) يؤثر على إنزيمات أكسدة مجموعة الأمين الأحادية (Monoamine Oxidase) والثنائية (Diamine Oxidase).

ج- منع تكوين الكايتين Inhibitors of Chitin Synthesizc أو نمو الحشرة للوصول إلى الطور البالغ من قبل بعض مثبطات نمو الحشرات المصنعة مثل Dimilin و Triflumuron.

ح- منع الانقسام الخلوي وتثبيط تخليق الكلوروفيل والكاروتينات في النبات (الأدغال).

خ- تثبيط عملية التركيب أو التخليق الضوئي فضلاً عن إرباك النظام الهرموني في النبات (الأدغال).

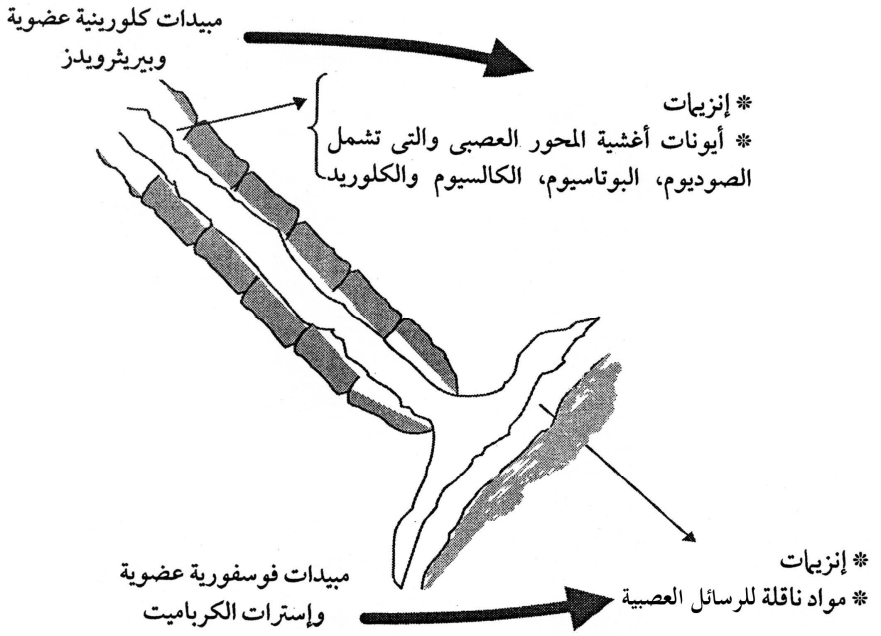
3- **سموم معدية Stomach Poison** : وتعمل هذه السموم عن طريق تأثيرها في طبقة الخلايا المبطنة للأمعاء فترسب البروتين مثل مركبات الزرنيخ ، والنحاس ، والزئبق ، واوكسيد الاثيلين والفورمالديهايد وغيرها كثير. كما تشمل هذه المجموعة أيضا تأثير بعض أنواع المبيدات الميكروبية مثل البكتريا *Bacillus thuringensis* التي تفرز بعض التوكسينات السامة في القناة الهضمية للحشرات.

4- **التأثير على الجهاز العصبي Pesticides Effect on Nervous System** : إن تأثير اغلب مبيدات الفسفور العضوية ومبيدات الكارباميت والهيدروكاربونات المكلورة يكاد ينحصر في الجهاز العصبي للآفات ويمكن إجمال تأثيرها فيما يأتي :

أ - تثبيط أنزيم الكولين استيريز Cholineastrase Inhibition : تعد مادة اسيتيل كولين (Acetyl choline) مادة مهمة في نقل الايعازات العصبية وبعد أن تقوم بتأدية هذه المهمة في مناطق الاشتباك العصبي يتم تحليلها بواسطة أنزيم اسيتيل كولين استريز (Acetylcholinesterase) إلى كحول الكولين وخلات حيث تمتص ثانية من قبل الجسم للاستفادة منها. وتثبيط هذا الإنزيم يؤدي إلى تراكم مادة اسيتيل كولين في نهاية الأعصاب مما يؤدي إلى حدوث الشلل.

ب- التأثير على عملية تبادل الايونات Effect on Ion Exchange : تؤثر العديد من المبيدات على عملية التبادل الأيوني لأملاح الصوديوم والبوتاسيوم عن طريق نفاذها من الغلاف العصبي وتأثيرها على الـ Na – K – ATPase كالـ د.د.ت و BHC ومركبات السايكلودايين.

ت- التأثير على المستلمات الحسية في الأعصاب Effect on Nerve Receptors: تؤثر بعض المواد مثل النيكوتين على مواقع استلام الحس بالجهاز العصبي عندما تكون بتراكيز مخففة جداً وتشابه في عملها عمل الاستيل كولين (الشكل 8).



الشكل (8) المواقع المحتملة لتأثير بعض أنواع مبيدات الآفات في المحاور العصبية (عبدالخالق ، 2005)

5- منع تخثر الدم Blood Anticoagulant : تعمل بعض مبيدات القوارض على منع تخثر الدم وحدوث نزيف داخلي للحيوان يؤدي إلى موته.

فضلاً عن ذلك فان المبيدات تؤثر بشكل غير مباشر وتؤدي إلى حدوث خفض في أعداد الآفات عن طريق :

1- منع التغذية Antifeedants : حيث تعمل العديد من المركبات على منع تغذية الآفات مما يؤدي إلى موت الآفة جوعاً.

2- إحداث العقم Sterilant : للمبيدات تأثير مباشر أو غير مباشر على الآفات في إحداث العقم وخفض القدرة التكاثرية للآفة.

الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الآفات Principles of Pesticides Classification

لقد أصبحت المبيدات اليوم تضم مجموعة كبيرة جداً ومتنوعة من المركبات الكيميائية التي تنتمي لمجاميع كيميائية مختلفة فضلاً عن تنوع طريقة عملها وتأثيرها في الآفات ، لذلك فان عملية تسهيل دراسة هذه المركبات يتطلب تقسيمها إلى مجاميع بشكل يساعد القارئ في معرفتها بصورة أفضل لذلك فان هناك العديد من الأسس التي وضعت لتقسيم المبيدات إلى مجاميع مختلفة وكما يلي :

أولاً : تقسيم المبيدات بحسب نوع الآفة التي تقوم بمكافحتها According To The Pest Kind

وعلى هذا الأساس تقسم إلى :

مبيد العناكب	Acaricide
مبيد الطحالب	Algicide
مبيد الطيور	Avicide
مبيد البكتريا	Bactericide
مبيد الفطريات	Fungicide
مبيد الأعشاب	Herbicide
مبيد الحشرات	Insecticide
مبيد اليرقات	Larvicide
مبيد الحلم	Miticide
مبيد الرخويات	Molluscicide
مبيد الديدان الثعبانية	Nematicide
مبيد القمل	Pediculicide
مبيد الأسماك	Piscicide
مبيد الحيوانات المفترسة	Predicide
مبيد القوارض	Rodenticide
مبيد الأشجار	Silvicide
مبيد الرخويات	Slimicide
مبيد الأرضة	Termiticide

ثانياً : تقسيم المبيدات بحسب سميتها According To The Pesticide Toxicity

وتقسم إلى المجاميع الآتية :

1- مبيدات شديدة السمية Highly Toxic Pesticide : وهي مجموعة المبيدات التي تتراوح قيمة الجرعة القاتلة لنصف الكائنات المختبرة Oral LD_{50} بين صفر-50 ملغم/كغم من وزن الكائن المختبر مأخوذة عن طريق الفم.

2- مبيدات متوسطة السمية Moderately Toxic Pesticide : وتضم المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} لها بين 50-500 ملغم/كغم من وزن الكائن المختبر.

3- مبيدات قليلة السمية Slightly Toxic Pesticide : وهي مجموعة المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} لها بين 500-5000 ملغم/كغم من وزن الكائن المختبر.

أما منظمة الصحة العالمية فتقسم المبيدات بحسب درجة سميتها إلى أربعة مجاميع هي:

1- مبيدات خطرة جداً Extremely Hazardous Pesticides : وتضم المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} للجرذان 5 ملغم/كغم أو اقل من وزن الجسم بالنسبة للمبيدات الصلبة و 20 مل أو اقل /كغم من وزن الجسم بالنسبة للمبيدات السائلة.

2- مبيدات شديدة الخطورة Highly Hazardous Pesticides : وتضم المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} للجرذان بين 5-50 ملغم/كغم بالنسبة للمبيدات الصلبة و 20-200 مل/كغم بالنسبة للمبيدات السائلة.

3- مبيدات متوسطة الخطورة Moderately Hazardous Pesticides : وتضم المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} للجرذان بين 50-500 ملغم/كغم بالنسبة للمبيدات الصلبة و 200-2000 مل/كغم بالنسبة للمبيدات السائلة.

4- مبيدات قليلة الخطورة Slightly Hazardous Pesticides : وتضم المبيدات التي تزيد قيمة Oral LD_{50} للجرذان عن 1-5 غم/كغم بالنسبة للمبيدات الصلبة و 1-20 مل/كغم بالنسبة للمبيدات السائلة.

أما وكالة حماية البيئة الأمريكية Environmental Protection Agency (EPA) فتقسم المبيدات إلى أربعة درجات هي :

1- الدرجة الأولى (I) : وتضم المبيدات التي تقل فيها قيمة Oral LD_{50} للجرذان عن 50 ملغم/كغم من وزن الجسم.

2- الدرجة الثانية (II) : وتضم المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} لها بين 50-500 ملغم/كغم من وزن الجسم.

3- الدرجة الثالثة (III) : وتضم المبيدات التي تتراوح قيمة Oral LD_{50} لها بين 500-5000 ملغم/كغم من وزن الجسم.

4- الدرجة الرابعة (IV) : وتضم المبيدات التي تزيد فيها قيمة Oral LD_{50} عن 5000 ملغم/كغم من وزن الجسم.

ثالثاً : تقسيم المبيدات بحسب طريقة دخولها لجسم الآفة According To The Mode of Entry

1- سموم معدية Stomach Poison : وتضم مجموعة المبيدات التي تدخل عن طريق الفم مثل الرونيل والزكتران.

2- سموم أو مبيدات بالملامسة Contact Poison : وتضم مجموعة المبيدات التي تقتل الآفات عن طريق الملامسة مثل الدورسبان والسفن.

3- سموم أو مبيدات تدخل عن طريق الجهاز التنفسي Respiratory Poison : وهي مجموعة المبيدات ذات الضغط البخاري العالي وبذلك تتحول من الحالة السائلة أو الصلبة إلى غاز سام بدرجات الحرارة الاعتيادية يدخل عن طريق الفتحات التنفسية للآفة ويؤدي إلى موتها (الشكل 9).

رابعاً: تقسيم المبيدات حسب طريقة تأثيرها السام According To The Mode of Action

وتقسم إلى المجاميع التالية :

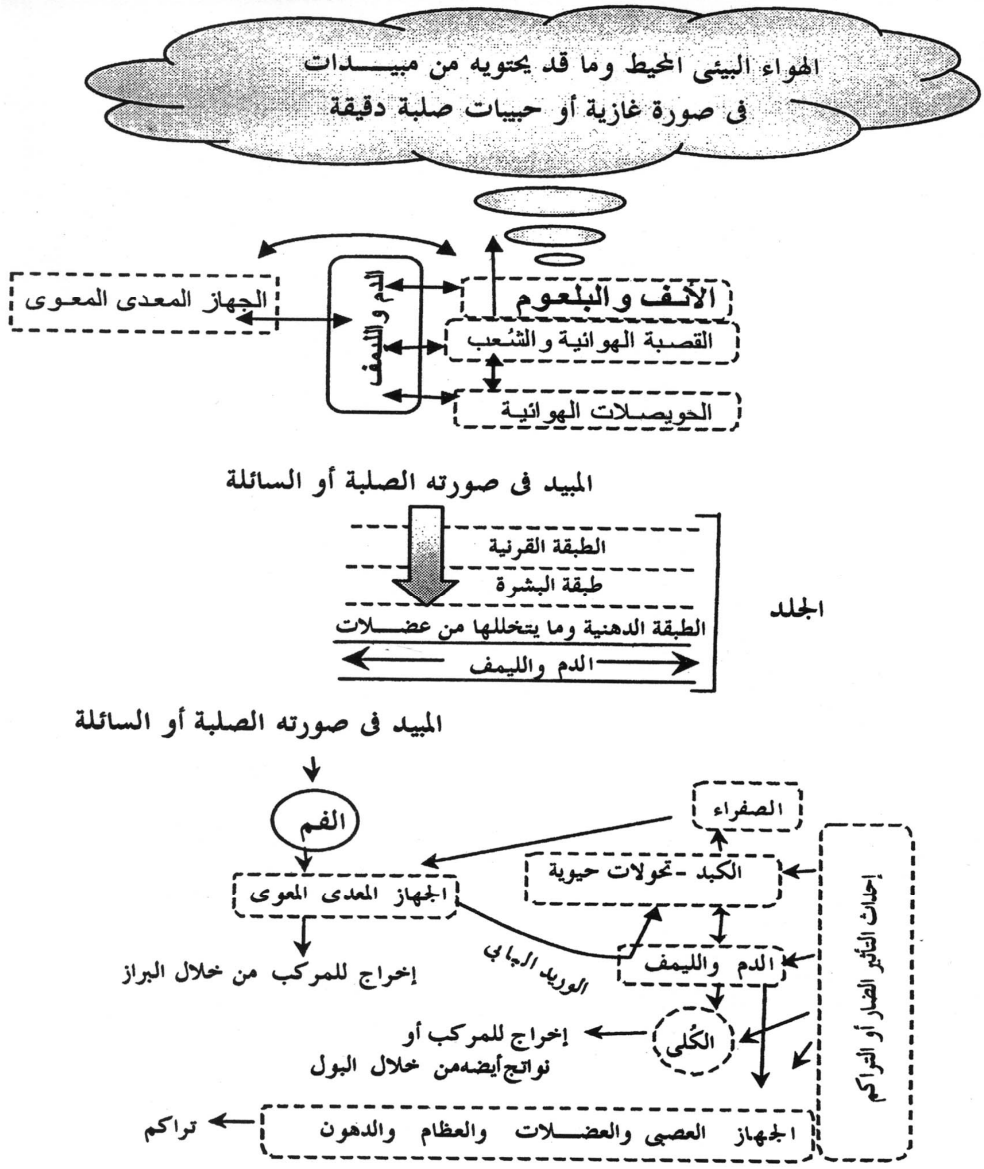
1- سموم طبيعية Physical Poison : المبيدات التي تحدث تأثيرها السام في الآفة عن طريق منع الاستفادة من الأوكسجين بعملية التنفس أو تحدث جفافاً وخدوشاً في بشرة الآفة فتموت الآفة نتيجة فقدان ماء الجسم ومثالها الزيوت البترولية والمساحيق الخادشة.

2- سموم بروتوبلازمية Protoplasmic Poison : وهي السموم أو المبيدات التي تؤثر على الطبقة الطلائية للأمعاء فترسب البروتين مثل مركبات الزرنيخ والفورمالديهايد.

3- السموم المؤثرة على العمليات الحيوية Metabolic Poison : وهي المبيدات التي تؤثر على عمليات الأكسدة وإنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة والعمليات الحيوية المختلفة في الجسم والتي تؤدي بالنهاية إلى موت الآفة.

4- سموم الأعصاب Nervous Poison : وهي السموم أو المبيدات التي تؤثر على الجهاز العصبي من خلال تأثيرها في إنزيم كولين استريز (Cholinesterase) أو على عملية تبادل الايونات أو التأثير على المستلمات الحسية في الأعصاب.

5- سموم معدية Stomach Poison : وتضم السموم التي تنتجها بعض أنواع البكتريا مثل البكتريا *Bacillus thuringiensis* و *Bacillus popllae*. فضلاً عن العديد من السموم اللاعضوية مثل مركبات الزرنيخ والفلور.



الشكل (9) أهم طرائق التعرض وامتصاص الثدييات للمبيدات (عبدالخالق ، 2005)

خامساً : تقسيم المبيدات بحسب صورة التجهيز According To The Type of Formulation

حيث تقسم المبيدات على هذا الأساس إلى :

1- مبيدات بشكل مساحيق.

2- مبيدات بشكل محببات.

3- مبيدات بشكل مساحيق قابلة للبلل.

4- مبيدات بشكل محاليل مركزة وتضم :

أ - مبيدات مركزة قابلة للذوبان بالماء.

ب- محاليل زيتية.

5- مبيدات بشكل مستحلبات مركزة.

6- مبيدات بشكل مواد تبخير وتضم :

أ – مواد تبخير غازية.

ب- مواد تبخير سائلة.

ت- مواد التبخير الصلبة.

7- مبيدات بشكل مستحضرات متنوعة.

سادساً : تقسيم المبيدات بحسب حدود السماح According To The Tolerance Level

1- مبيدات معفية من حدود السماح No Tolerance Pesticides : وهذه المبيدات تعتبر أمينة ولا داعي لتعيين حدود سماح لها مثل : ريانيا ، روتينون ، البايرثرم ، الكبريت وغيرها.

2- مبيدات لها حدود سماح يساوي صفراً Zero Tolerance Pesticides : وهي مبيدات سامة جداً ويجب أن لا تحتوي المواد الغذائية على رواسبها إطلاقا في وقت تسويق الحاصل مثل : مركبات الزئبق ، سيانيد الكالسيوم ، سيانيد الهيدروجين وغيرها.

3- مواد لها حدود سماح معينة Specific Tolerance Pesticides : وهي المبيدات التي لكل منها حدود سماح معينة على المحصول الزراعي ويعبر عنه بجزء من المليون مثل :

ديازينون 0.75 جزء بالمليون على التفاح والكمثرى.

ملاثيون 8 جزء بالمليون على ثمار الفاكهة والحبوب.

سابعاً : تقسيم المبيدات بحسب مصدرها According To The Pesticides Origin

وتقسم إلى :

1- المبيدات المايكروبية Microbial Pesticide : وهي مجموعة المبيدات المتكونة من البكتريا والفطريات والفايروسات.

2- المبيدات المستخرجة من النباتات Botanical Pesticides : وتضم :

أ – السموم النباتية مثل النيكوتين ، البيرثرم ، الروتينون.

ب- الزيوت النباتية.

3- المبيدات غير العضوية Inorganic Pesticides.

4- المبيدات العضوية Organic Pesticides : وتضم :

أ – الزيوت المعدنية Mineral Oils.

ب- المبيدات العضوية المصنعة Synthetic Organics.

ثامناً : تقسيم المبيدات بحسب تركيبها الكيميائي According To The Chemical Structure

وتضم :

1- المبيدات غير العضوية Inorganic Pesticides.

2- المبيدات العضوية الطبيعية Naturally Occurring Organics : وتضم :

أ – الزيوت.

ب- المبيدات المستخرجة من النباتات.

3- المبيدات العضوية المصنعة Synthetic Organics : وتضم معظم مجاميع المبيدات المستخدمة في الوقت الحاضر.

تاسعاً : تقسيم المبيدات بحسب طريقة تغطيتها للسطوح المعاملة

According To The Surface Coverage

وعلى هذا الأساس تقسم المبيدات إلى مجموعتين رئيستين هما :

1- المبيدات غير الجهازية Non-Systemic Pesticides : وهي مجموعة المبيدات التي عند استخدامها على المواد المعاملة رشاً أو تعفيراً تبقى معظمها فوق السطوح المعاملة وتعمل في هذه الحالة على وقاية المواد من الإصابة بالآفات أو قد ينفذ قسم منها إلى داخل المواد أو الأنسجة النباتية المعاملة وتسمى حينذاك بالمبيدات المستأصلة.

2- المبيدات الجهازية Systemic Pesticides : وهي مجموعة المبيدات القادرة على النفاذ داخل أنسجة النبات والانتقال إلى مختلف الأجزاء الأخرى بكميات كافية لقتل الآفات ووقاية النموات الحديثة من الإصابات الجديدة. وتقسم هذه المجموعة من المبيدات إلى مجموعتين بحسب النسيج النباتي الذي تنتقل فيه :

أ - مبيدات جهازية لحائية Symplastic .

ب- مبيدات جهازية خشبية Apoplastic.

كما يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجاميع بحسب تحللها وهي :

أ - المبيدات الجهازية الثابتة Stable Systemic Pesticides : وهي مجموعة المبيدات الجهازية التي تدخل الأنسجة النباتية ولا يحدث لها أي تغيير وتبقى ثابتة داخل أنسجة النبات دون تحلل.

ب- المبيدات الجهازية القابلة للتحلل Endolytic Systemic Pesticides : وفي هذا النوع من المبيدات يلاحظ أنها تكون فعالة بشكلها الأول عند دخولها النبات ثم تتحول بعد ذلك إلى مواد غير سامة من قبل النبات.

ت- المبيدات الجهازية القابلة للتنشيط Endometatoxic Systemic Pesticides : وهي المبيدات التي تدخل النبات ثم تتحول إلى مركبات أكثر سمية للآفة داخل النسيج النباتي بفعل الإنزيمات.

كما تقسم المبيدات الجهازية إلى مجموعتين رئيسيتين بحسب نوع الكائن :

أ - المبيدات الجهازية النباتية Plant Systemic Pesticides : وتضم المبيدات الجهازية التي تمتص بواسطة النبات عند رشها على الأوراق أو عند معاملة البذور أو من التربة عن طريق الجذور ثم تنتقل إلى أجزاء النبات المختلفة بكميات فعالة للقضاء على الآفات.

ب- المبيدات الجهازية الحيوانية Animal Systemic Pesticides : وهي المبيدات الجهازية التي استخدمت على الحيوانات لقدرتها على النفاذ خلال جلد الحيوان لتنتقل بعد ذلك خلال أنسجة الجسم بكميات كافية لإبادة بعض الطفيليات الداخلية والخارجية على حيوانات المزرعة.

مميزات المبيدات الجهازية Advantages of Systemic Pesticide

إن للمبيدات الجهازية العديد من المميزات الجيدة التي شجعت الكثير على استخدامها في مكافحة الآفات ومن أهم هذه المميزات :

1- عدم الحاجة إلى تغطية النباتات المعاملة بالمبيد تغطية كاملة وذلك لانتقال المبيد إلى الأجزاء غير المعاملة. هذه الخاصية تقلل من الكمية المستخدمة من المبيد الجهازي مقارنة بالمبيدات غير الجهازية.

2- المبيدات الجهازية تستخدم في الغالب إما مع مياه الري أو معاملة البذور. كما أن استخدامها رشاً لا يتطلب التغطية الكاملة لقابليتها على الانتقال داخل النبات مما يقلل من الكلفة الاقتصادية لعملية المكافحة.

3- تأثير المبيدات الجهازية على الأعداء الحيوية يكون قليلاً في الغالب وبصورة غير مباشرة حيث توجد المادة السامة في عصارة النبات ولا تتعرض لها الأعداء الحيوية. إلا أن هناك بعض العوامل التي تقلل من انتشار وشيوع هذه المجموعة من المبيدات وهي :

أ- أسعارها مرتفعة مقارنة ببقية المبيدات.

ب- إن معظم المبيدات الجهازية لها القابلية على الانتقال إلى الأعلى في حين لا تنتقل من الأعلى للأسفل وبذلك تنخفض كفاءة هذه المجموعة في مكافحة الآفات التي تصيب الجذور.

ت- بعض المبيدات الجهازية تتحول داخل النبات إلى مركبات أكثر سمية وبذلك يمكن أن تساهم في تلوث الفواكه والخضراوات وبذلك لا ينصح باستخدامها في أوقات نضج المحصول.

الفصل الثالث

الانتخابية والتخصص في مبيدات الآفات الحيوانية

Selectivity And Specifity In Animal Pesticides

- مقدمة
- الأسس العامة في انتخابية مبيدات الآفات
- أنواع الانتخابية
- الانتخابية السلوكية
- الانتخابية البيئية
- الانتخابية الفسيولوجية
- العوامل المؤثرة في الانتخابية الفسيولوجية
- النفاذية
- الارتباط والفقد في مناطق مختلفة
- الإخراج
- التحوير الايضي للسموم
- التنشيط كقوة انتخابية
- موقع التأثير
- الطبيعة متعددة العوامل للانتخاب

مقدمة Introduction

إن الاستخدام الواسع واللاعقلاني لمبيدات الآفات غير المتخصصة ، خاصة في السنوات الأولى التي أعقبت اكتشاف وظهور مبيدات الآفات العضوية المصنعة وما أعقب ذلك من كوارث بيئية مختلفة نتيجة دخول هذه المبيدات في السلسلة الغذائية للكائنات الحية وتراكمها في عناصر البيئة الأساسية ، الماء والتربة والهواء والنبات ، دفعت العاملين في مجال البيئة والصحة العامة إلى رفع أصواتهم عالياً من أجل إيقاف هذه الكارثة المتمثلة باستخدام المبيدات غير المتخصصة وبدأ المشرعون في مجال البيئة بوضع الشروط والقوانين الصارمة من أجل الحد من هذه الظاهرة وإزاء هذه الضغوط بدأت الشركات المنتجة للمبيدات بمحاولة إيجاد مركبات جديدة متخصصة لمجموعة معينة من الآفات تمتاز بفاعليتها ضد الآفات المستهدفة وسرعة تحللها في البيئة وبدأت مع هذه المرحلة تتبلور العديد من المفاهيم في مجال الانتخابية والتخصص والعوامل التي تحكم إنتاج مثل هذه المبيدات خاصة الاعتبارات الاقتصادية والبيئية ، كما بدأت تتبلور في هذه المرحلة أيضاً مفاهيم عامل الأمان والحدود المسموح بوجودها من مبيدات الآفات في الخضراوات والفواكه وغيرها من المنتجات الغذائية ، لذلك ولأهمية هذا الموضوع سنحاول في هذا الفصل التطرق إلى أهم المفاهيم والآليات التي تؤثر في انتخابية وتخصص مبيدات الآفات.

الأسس العامة في انتخابية مبيدات الآفات

General Principles In Pesticides Selectivity

إن فهم موضوع الانتخابية والآليات التي تحكم عمليات الانتخابية في مبيدات الآفات يمكن أن يتحقق من خلال المحاور التالية :

المحور الأول : الانتخابية مفهومها وأنواعها Selectivity, Definition And Kinds

الانتخابية أو الاختيارية Selectivity

يقصد بالفعل الانتخابي للمبيدات قدرتها في قتل مجموعة معينة من الآفات (حشرات ، فطريات ، أدغال ، نيماتودا ...الخ) من دون التأثير على الكائنات الأخرى. وعليه فان إيجاد مركب ذو تخصص عالي لقتل كائن معين دون الضرر بالكائنات الأخرى المحيطة به مع التمتع في نفس الوقت بتوافر درجة ثبات محددة بالبيئة تكفي لإعطاء الفرصة لتحقيق الهدف من استخدام هذه الوسيلة ودون تلويث مكونات النظام البيئي تعتبر مسألة مهمة للعاملين في مجال مكافحة الآفات.

التخصص Specifity

أما تخصص المبيد أو المادة السامة فيقصد به قدرة المبيد في التأثير على مجموعة معينة من الحشرات ، مثلاً حشرات ذات الجناحين بينما يكون غير مؤثر في حشرات رتبة غمدية الأجنحة أو تأثير مبيد فطري في الفطريات البيضية وعدم تأثيره في الفطريات البازيدية وهكذا الحال بالنسبة لمبيدات الأدغال التي تكون لها القدرة في القضاء على دغل الشوفان البري في حقول الحنطة والشعير وهكذا.

أنواع الانتخابية Kinds of Selectivity

هناك ثلاثة أنواع من الانتخابية هي :

أولاً : الانتخابية السلوكية Behavourstic Selectivity :وهي انتخابية ناتجة عن مقدرة الآفة على تجنب التعرض للمبيد نتيجة سلوكية معينة مثال ذلك :

1- في إحدى الدراسات وجد أن من الخوخ الأخضر يتغذى على نبات التبغ نوع *Nicotiana tabaccum* دون أن يموت أو يتأثر بالنيكوتين وذلك لان باستطاعته تحديد المكان أو الجزء النباتي الذي لا يحتوي على النيكوتين كأنسجة اللحاء بينما عند تغذيته على النوع *N. gossei* أو أنواع أخرى فانه سرعان ما يموت وذلك لان المكان الذي اعتاد التغذية عليه يحوي قلويات سامة ، كذلك وجد أن التبغ من نوع *N. gossei* يطلق رواشح ومنها النيكوتين من شعيرات على الأوراق يمكن أن تؤثر على حشرات المن أثناء التغذية على أوراقه.

2- بعض سلالات البعوض المقاومة للمبيد (DDT) تتجنب الجدران المعاملة بالمبيد وبذلك لا تتأثر به.

3- بعض الحشرات القشرية المقاومة لغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S تقفل فتحاتها التنفسية عند وجود الغاز فلا تتأثر به.

4- تجنب القوارض للطعوم السامة بعد موت أحد أفرادها نتيجة التغذية على الطعم السام وعدم الاقتراب منه ثانية.

ثانياً : الانتخابية البيئية Ecological Selectivity : إن الانتخابية البيئية بشكل عام تمثل الفرق بين السمية والخطر أي أن السمية الذاتية أو الأصلية للمركب لا تمثل خطر على الكائنات الحية غير المستهدفة إذا كان تعرضها للمركب يمكن تجنبه أو تقليله إلى الحد الأدنى. إذا الانتخابية البيئية هي محاولة استخدام المبيد بطريقة تجعله يقضي على الآفة المستهدفة بالمكافحة من دون إلحاق ضرر بالكائنات الأخرى ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يلي :

1- استخدام المبيد في بيئة غير بيئة العدو الحيوي ، مثال ذلك استخدم مبيد بريمور (Pirimor) الجهازي لمكافحة مَن المشمش حيث يضاف إلى التربة ، ويمتص من قبل الشجرة فتصبح العصارة سامة للمَن من دون التأثير على الأعداء الحيوية للمَن.

2- ارتداء الملابس الواقية مع مراعاة الاحتياطات اللازمة خلال عملية التعامل مع المبيدات في المصانع والمخازن والحقول.

3- توظيف المعلومات المتوفرة عن بيئية وحياتية الآفة بما يضمن تقديم المبيد بطريقة لا تسبب ضرر على الكائنات غير المستهدفة.

4- استخدام المواد الجاذبة والطاردة.

5- تقليل عدد مرات الرش والتركيز.

6- تحديد الحد الاقتصادي الحرج يساعد في خفض عدد مرات الرش.

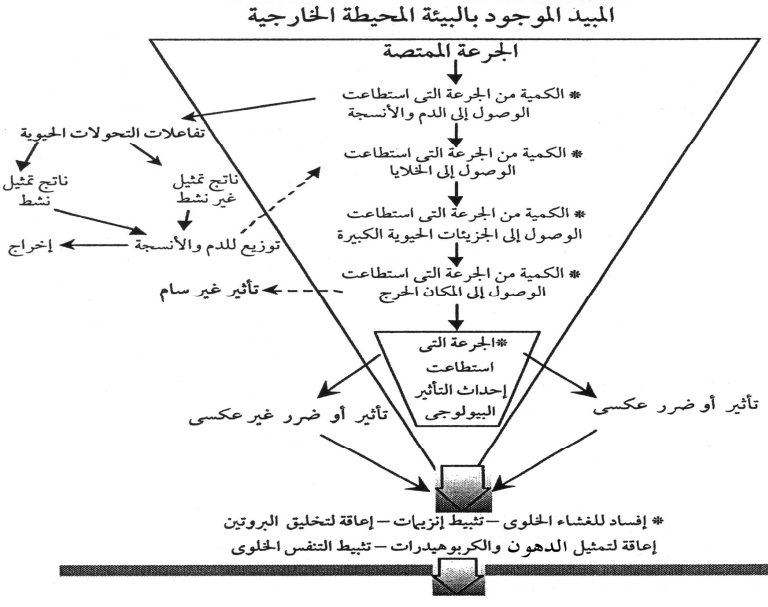
7- استخدام المبيدات بشكل طعوم او كبسولات أو استخدام المبيدات الجهازية.

8- استخدام المبيدات سريعة التدهور.

9- استخدام مثيلات هرمون الشباب والانسلاخ المتخصصة للعمل على الكائنات التي تحوي كيوتكل في تركيبها.كذلك استخدام مثبطات تصنيع الكايتين.

ثالثاً : الانتخابية الفسيولوجية Physiological Selectivity :

وهي انتخابية ناتجة عن مجمل العمليات والأحداث الكثيرة التي يمكن أن تؤثر في المبيد من لحظة تماسه مع الكائن الحي ولحين موت الكائن أو خلاصه من الموت. هذه الأحداث يمكن ملاحظتها في الشكل



.(10)

تغييرات على هيئة استجابات سلوكية وفسيولوجية

الشكل (10) العوامل المؤثرة في مدى انخفاض الجرعة التي تم تناولها وبين الجرعة من المركب الأصلي أو ناتج أيضه التي استطاعت الوصول إلى موقع التأثير (عبدالخالق ، 2005)

حيث يمكن من الشكل (10) ملاحظة أن المرحلة الأولى تتمثل باختراق المبيد للكيوتكل أو أي حاجز خارجي (القناة الهضمية ، الرئة) بعد ذلك يصل المبيد إلى الدورة الدموية العامة للكائن الحي وهناك قد يرتبط مع بعض مكونات الدم ارتباطاً عكسياً أو أن قسم من المركب قد يرتبط عكسياً أيضا مع بعض الأنسجة غير الفعالة والقسم الآخر من المركب يتم تحليله (تأيضه) وذلك بتحويله إلى مركبات اقل سمية Detoxication أو مركبات أكثر سمية Activation. إن نواتج الايض تدخل مرة ثانية إلى الدورة الدموية مع المركب الأصلي وان المركب الأكثر سمية يذهب إلى موقع التأثير ويحدث الموت ، ويكون ارتباط المبيد في هذه الحالة غير عكسي ، أما المواد غير السامة والمركب الأصلي فيمكن أيضا أن يطرح للخارج مع الفضلات ، إن انخفاض مستوى المبيد في الدم نتيجة الارتباط يسرع من عملية نفاذ المبيد من الخارج.

المحور الثاني : الأهداف المهمة التي تهاجمها المبيدات

Important Targets Attacking By Pesticides

هناك العديد من الأهداف التي تهاجمها المبيدات في الآفات الحيوانية المختلفة وان تباين حساسية هذه الأهداف في الكائنات الحية المختلفة تشكل عامل انتخاب مهم للمبيدات ، لذلك سيتم في هذا المحور تناول أهم هذه الأهداف وكما يلي:

أولا : الجهاز العصبي Nervous system : يعتبر الجهاز العصبي من الأهداف الهامة لكثير من مجموعات مبيدات الآفات الحيوانية حيث تؤثر مجموعات مبيدات الفوسفور العضوية والكارباميت عن طريق تثبيط إنزيم Acetylcholinesterase ، في حين يؤدي النيكوتين والقلويدات الأخرى الشبيهة به إلى فعل تشابهي لمادة Acetylcholine ، أما مجموعات مبيدات الكلور العضوية والبيرثرينات الطبيعية والمصنعة فتحدث تأثيرها عن طريق إتلاف الغشاء المغلف للمحور العصبي ، كما انه لا يمكن إصلاح تلف الجهاز العصبي Irreversible damage في الكائنات الحية الفقارية Vertebrate واللافقارية Invertebrate كذلك فان المبيدات السامة التي تهاجم أي هدف غير الجهاز العصبي غالبا ما يرتد تأثيرها النهائي على الجهاز العصبي . من أمثلة ذلك سموم القلب مثل الاتروبين Atropine والسموم التي تثبط قدرة الدم على حمل الأوكسجين فتمنع وصول كميات كافية من الأوكسجين إلى المخ مما يؤدي إلى تلفه .

تتكون الخلية العصبية Nerve cell (Neuron) – وهي الوحدة الأساسية في الجهاز العصبي – من جسم الخلية Cell body (Soma) الذي يحتوي على النواة . يخرج من جسم الخلية تفرعات شجيرية Dendrites حيث يستطيل احد هذه التفرعات ليكون المحور العصبي Axon . تحمل التفرعات الشجيرية النبضات أو الإشارات العصبية إلى جسم الخلية ، أما المحور العصبي فهو الذي يقوم بنقل النبضات أو الإشارات العصبية الخارجة من جسم الخلية إلى الخلايا العصبية الأخرى أو إلى المستقبلات العصبية .

يتكون الجهاز العصبي من جهاز عصبي مركزي Central nervous system (CNS) يمثله المخ والحبل الشوكي في الفقاريات في حين يمثله في الحشرات العقد العصبية Ganglions – وجهاز عصبي طرفي (سطحي) Peripheral nervous system يمثله أعصاب تنقل المعلومات من الأعضاء المختلفة إلى الجهاز العصبي المركزي ، ومن الجهاز العصبي المركزي إلى الغدد والأعضاء والعضلات . تسمى الخلايا العصبية التي تنقل الإشارات العصبية من أعضاء الحس الخارجية إلى الداخل Sensory or Afferent neurons وتوجد في أعضاء الحس المختلفة. وتسمى الخلايا العصبية التي تنقل الإشارات العصبية إلى الخارج Motor or Efferent neurons . يوجد هذا النوع من الخلايا في الجهاز العصبي المركزي . كما يوجد في الجهاز العصبي المركزي – أيضا – خلايا عصبية تربط بين النوعين السابقين من الخلايا تسمى Interneurons .

1-الجهاز العصبي في الفقاريات The nervous system in vertebrate

يشمل جهاز عصبي مركزي وجهاز عصبي سطحي :

أ- **الجهاز العصبي المركزي Central nervous system (CNS)** يتكون من الحبل الشوكي Spinal cordوالمخ Brain .

ب- **الجهاز العصبي السطحي Peripheral nervous system** يتكون من الجهاز العصبي الحشوي والجهاز العصبي اللاإرادي .

I- الجهاز العصي الحشوي Somatic nervous system ينقسم إلى جزئين رئيسيين:

الأعصاب الحسية الجسمية Sensory somatic nervous(Afferent) تنقل الإشارات العصبية من أعضاء الحس الخارجية مثل العين والأذن والمستقبلات الخارجية External receptors أو من الأمعاء أو من المستقبلات الداخلية Internal receptors إلى الجهاز العصبي المركزي .

الأعصاب الحركية الجسمية (Motor somatic nerves (Efferent تنقل النبضات العصبية من الخلايا العصبية الحركية Motor neuron الموجودة في الجهاز العصبي المركزي (CNS) فتقوم بنقل الإشارة العصبية الكهربائية إلى جزء يسمى الصفيحة النهائية الحركية Motor end plate بالقرب من العضلة ويفصله عنها فراغ يسمى الاشتباك العصبي العضلي Neuro muscular junction يفرز فيه هرمون يسمى الاسيتايل كولين Acetylcholine الذي ينتشر في الفراغ ويعمل كوسيط لتتمكن الإشارة العصبية الكهربائية من عبور الفراغ فتنقبض هذه العضلة على الرغم من عدم وجود أي اتصال مباشر بين المحور العصبي والعضلة . ويسمى الجهاز في هذه الحالة Cholinergic.

II- **الجهاز العصبي اللاإرادي** Autonomic nervous system : ينقل الإشارات العصبية إلى الغدد والعضلات اللاإرادية . وخلاياه من النوع (Efferent) يتكون من كل من الجهاز العصبي السمبثاوي Sympathetic والجهاز العصبي الباراسمبثاوي Parasympathetic وكلاهما يضاد عمل الآخر . بمعنى أن العضلة التي تحرك حدقة العين مثلا يغذيها عصب سمبثاوي وعصب آخر باراسمبثاوي فإذا أثار الأول العضلة فانها تضيق وإذا أثارها الثاني فإنها تتسع أي أنهما متضادان في عملهما . يحتوي كل من الجهاز العصبي السمبثاوي والباراسمبثاوي على فراغين عصبيين Synaptic gaps يوجهان الإشارة العصبية عند خروجها من الجهاز العصبي المركزي إلى العضو الذي يتأثر بها . يقطع الفراغ الأول المحور العصبي الخارج من الجهاز العصبي المركزي إلى جزئين هما Presynaptic و Postsynaptic في حين يجاور موقع الفراغ الثاني العضو الذي يستجيب للإشارة العصبية . يحتوي الفراغ الأول في حالة الجهاز العصبي السمبثاوي على مادة الاسيتايل كولين كوسيط كيميائي لنقل الإشارة العصبية . اما الفراغ الثاني فيحتوي على مادة الادرينالين Adrenaline . في حالة الجهاز العصبي الباراسمبثاوي ينتشر في كلا الفراغين مادة الاسيتايل كولين .

2- الجهاز العصبي في الحشرات The nervous system in insects:

الجهاز العصبي في الحشرات بسيط التركيب مقارنة بنظيره في الفقاريات ، إلا انه في بعض الحالات يتواجد فيه أجزاء عالية التخصص ويمتد في الجهة البطنية من الجسم . يتكون عادة من عقد عصبية Ganglions توجد في حلقات الجسم . تحمل كل حلقة عقدتان عصبيتان تتصلان عن طريق حبل عصبي بطني Ventral nerve cord – عبارة عن حزم عصبية مزدوجة . لا يوجد خلايا عصبية بين العقد العصبية وبعضها . يوجد عادة عقدتان في الرأس وثلاثة في منطقة الصدر وخمسة في منطقة البطن .والعقد العصبية ليست مستقلة عن بعضها البعض ، لكن يوجد بينها شئ من التداخل او الاندماج . فقد تندمج عقد الصدر معا في عقدة واحدة كما في رتبة ثنائية الأجنحة Diptera وقد تندمج جميع عقد الجسم في عقدة واحدة كما في رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera . ويخرج من العقدة العصبية الأعصاب الحسية والحركية وكذلك الأعصاب اللاإرادية . كما انه لا توجد فراغات عصبية Synapses بين الجهاز العصبي المركزي في العقد العصبية والأعصاب السطحية ، ويقتصر وجود هذه الفراغات في المناطق المتواجد فيها العضلات والغدد والأعضاء . الأعصاب الطرفية غير مغلفة بغشاء من مادة الميلين Myelin – ويعتبر هذا في الواقع – من العوامل الهامة التي لها علاقة باختيارية مبيدات الحشرات ، حيث يؤدي ذلك إلى سهولة نفاذ كثير من المبيدات إلى الجهاز العصبي للحشرات مقارنة بالجهاز العصبي للثدييات التي تكون خلاياه العصبية الطرفية مغطاة بهذا الغشاء . وفيما يلي الاختلافات بين الجهاز العصبي في كل من الثدييات والحشرات:

الثدييات Mammals	الحشرات Insects
– يقع في الناحية الظهرية – المخ موجود	– يقع في الناحية البطنية – المخ عبارة عن عقد عصبية حلقية في منطقة الرأس.
– تغلف الأعصاب الطرفية بمادة الميلين Myelin	– الألياف العصبية غير مغلفة بمادة الميلين.
– توجد عقد عصبية طرفية لا إرادية . – الصفيحة النهائية الحركية – Motor end plate نموذجية التركيب.	– لا توجد عقد عصبية طرفية لا إرادية. – توجد اتصالات متعددة .
– يعتمد الانتقال في الجهاز العصبي المركزي والأعصاب الطرفية على مادة الاسيتايل كولين	– يعتمد الجهاز العصبي المركزي فقط على مادة الاسيتايل كولين .
– تعتمد نقاط الاتصال العصبية العضلية Neuromuscular junctions على مادة الاسيتايل كولين. – يوجد إنزيم كولين استيريز كاذب . – يوجد انزيم اسيتايل كولين استيريز في كل من الجهاز العصبي المركزي والأعصاب والعضلات وخلايا الدم الحمراء.	– تعتمد نقاط الاتصال العصبية العضلية على الجلوتامين اذا كانت مؤدية للإثارة وعلى نظام GABA إذا كانت مثبطة. – لا يوجد إنزيم كولين استيريز كاذب. – يوجد إنزيم الاسيتايل كولين استيريز في الجهاز العصبي المركزي فقط.

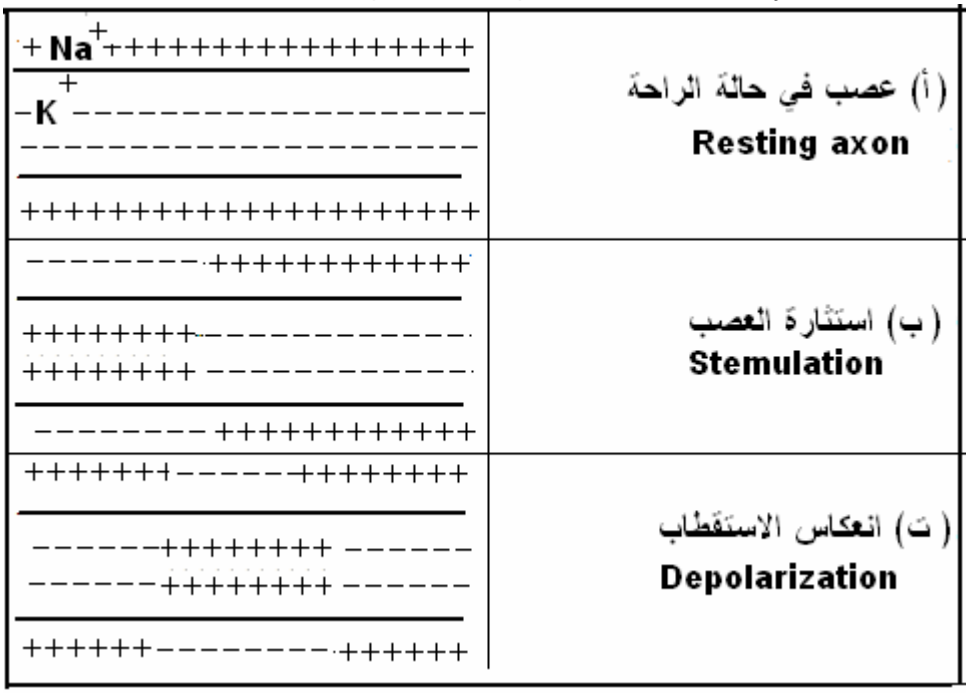
طرائق التوصيل العصبي Nerve conduction

يتم بطريقتين مختلفتين ، تختلفان باختلاف المكان الذي تسري فيه الإشارات العصبية . تنقل الإشارات العصبية بطريقة كهربائية Electric transmission على طول المحور العصبي حتى نقطة الالتقاء مع خلية عصبية أخرى أو مع العضلات أو مع الغدد . في حين يكون النقل كيميائيا Chemical transmission في مراكز الفراغات العصبية Synapses عن طريق نواقل كيميائية . تعتبر مواد الاسيتايل كولين Acetylcholine (Ach) والنور ادرينالين Noradrenalineمن النواقل الكيميائية الأساسية المسؤولة عن النقل العصبي داخل هذه الفراغات .

انتقال الإشارات العصبية خلال المحور العصبي Axonic transmission:

من المعروف أن الغشاء العصبي ذو طبيعة دهنية يتكون من ليبوبروتين Lipoprotein . تتركز السوائل على جانبي الغشاء (داخل العصب والسوائل المحيطة بالحبل العصبي من الخارج) حيث تعطي تركيز اوزموزي متساوي (كما في المخطط الآتي) . إن فرق الجهد داخل المحور العصبي في حالة الراحة Resting axon أكثر سالبية من أي نقطة خارجه ويقدر بحوالي 70 ملي فولت – يطلق عليه جهد السكون Resting potential وسبب ذلك يرجع إلى أن تركيز ايونات الصوديوم (Na^+) داخل المحور اقل كثيرا من تركيزها خارجه ، في حين أن تركيز ايونات البوتاسيوم (K^+) – داخل المحور يكون موجبا مقارنة بخارجه . تتأثر حركة كل من ايونات الصوديوم والبوتاسيوم بالكثير من الايونات غير القابلة للانتشار في المحور مثل ايونات الكلوريد التي تتواجد بتركيز مرتفع خارج المحور ، يتحكم في هذه الحركة الأيونية اتزان دونان Donnan equilibrium . نتيجة لذلك يصبح الجزء الداخلي ذو شحنة سالبة مقارنة بالجزء الخارجي ، وسبب ذلك أن الغشاء العصبي غير منفذ للايونات في حالة الراحة ، وعندما تحدث إثارة للعصب تتغير نفاذية جزء من الغشاء وبالتالي تتبادل الشحنات على جانبي هذا الجزء فتنفذ ايونات الصوديوم من الخارج إلى الداخل وايونات البوتاسيوم من الداخل إلى الخارج . يترتب على ذلك انعكاس الاستقطاب في منطقة الإثارة . يتحرك بعد ذلك هذا الانعكاس في عملية الاستقطاب من منطقة إلى أخرى على طول المحور حتى تنتقل النبضة العصبية . يسمى استمرار الانعكاس في الاستقطاب على طول المحور العصبي " مضخة الصوديوم Sodium pump " والتي يلزم لحدوثها إخراج ايونات الصوديوم إلى الخارج ثانية واستمرار جعل تركيزها منخفضا داخل العصب . يتحكم في هذه العملية إنزيم يسمى Na^+/K^+-transporting ATP-ase عن طريق استخدام الطاقة الناتجة من تحلل مركب ATP واستخدامها في نقل كل من ايونات الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء العصبي .

وعليه فان مرور الإشارة العصبية على طول المحور العصبي ما هو إلا ظاهرة كهربائية تتولد ذاتيا وتحتاج إلى وجود غشاء مستقطب Polarized membrane على سطح العصب بالإضافة إلى وجود منبه Stimulus يعمل على انعكاس الشحنات في الغشاء عند نقطة البداية . لذا ترجع بداية حدوث التوصيل العصبي على المحور أساسا إلى وجود تيار كهربائي موضعي صغير يسبب موجة من انعكاس الشحنات ويستمر على طول المحور العصبي . وبالتالي فان الطاقة اللازمة للتوصيل العصبي هي نفسها اللازمة لحفظ الغشاء في حالة استقطاب . هناك اعتقاد بان التغير في نفاذية الغشاء العصبي وحدوث تحرك للايونات خارج وداخل الغشاء يكون نتيجة لانطلاق مادة الاسيتايل كولين (ACH) مما يؤدي إلى حدوث انعكاس للشحنات على جانبي الغشاء فتحدث النبضة العصبية . وعند تحلل هذه المادة يعود الغشاء إلى حالته الأولى . هناك رأي آخر يقول أن مادة الاسيتايل كولين والإنزيمات المسؤولة عن تخليقها وتحليلها توجد في العصب ، لذا يكون التغير الذي يحدث في نفاذية الغشاء بالإضافة إلى انعكاس الشحنات نتيجة تفاعل مادة الاسيتايل كولين مع البروتين المستقبل Protein receptor فتتغير نفاذية الغشاء ، يتبعها تحرك الايونات داخل وخارج الغشاء فيحدث انعكاس للشحنات . عند تحلل مادة الاسيتايل كولين بواسطة إنزيم الاسيتايل كولين استيريز Acetylcholinesterase (AchE) يعود الغشاء إلى حالته الأولى.

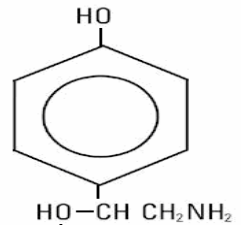


رسم تخطيطي يوضح كيفية انتقال النبضات العصبية على طول المحور العصبي.

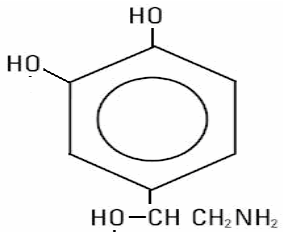
انتقال الإشارات العصبية خلال الفراغات العصبية Synaptic transmission :

تنتقل الإشارات العصبية خلال الفراغات العصبية Synapses ومناطق الاتصال العضلي العصبي عن طريق النواقل الكيميائية . من أهمها مادة الاسيتايل كولين التي تتواجد في الجهاز العصبي لكل من الفقاريات واللافقاريات ومادة النورادرينالين Noradrenaline التي تتواجد فقط في الجهاز العصبي السمبثاوي في الفقاريات . لم يعرف بعد الدور الذي تلعبه مادة النورادرينالين في الحشرات ، بالرغم من فصلها من أنواع حشرية عديدة ، كما تم تشخيص مواد أخرى تتواجد في الجهاز العصبي للافقاريات ولا تتواجد في الفقاريات – مثل مادة الجلوتامين Glutamine التي تعمل كمادة ناقلة عند إثارة الأعصاب الحركية في الحشرات في حين تتواجد مادة حامض جاما امينوبيوتيريك

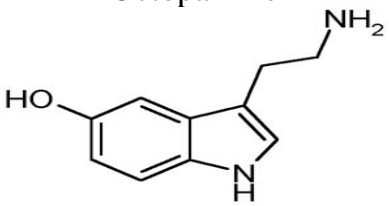
Gamma- aminobutyric acid (GABA) فيها في حالة تثبيطها كما تم اكتشاف الدور الهام الذي تلعبه كل من مادتي Octopamine و Serotonine في اللافقاريات – فعند حقن سرطان البحر Lobsters بمادة Octopamine تتجمد في شكل واحد معين ، في حين يحدث لها نفس الأعراض عند حقنها بمادة Serotonine – لكن يختلف شكل تجمدها ، وفيما يلي التركيب الكيميائي لأهم النواقل العصبية المعروفة.



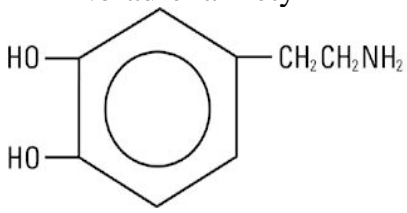
Octopamine



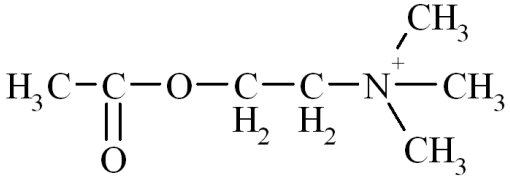
Noradrenalinetyl



Serotonin



Dopamine



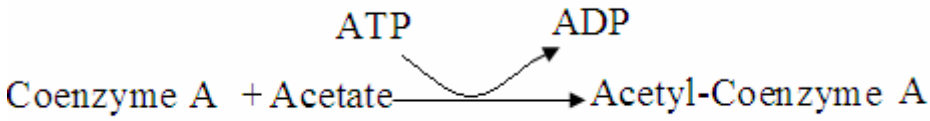
Acetylcholine

$H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$

Gamma-aminobutyric acid

الفعل الكيميائي الحيوي لمادة الاسيتيل كولين (Ach) Biochemical action of acetylcholine :
تتكون وتخزن مادة الاسيتيل كولين في ميتوكوندريا الخلايا ثم تنتقل إلى الأوعية الموزعة على طول المحور العصبي وفي نهايات الأعصاب . تتواجد في كل من الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي السطحي للفقاريات في حين تتواجد فقط في الجهاز العصبي المركزي للافقاريات . يتم تكوين مادة الاسيتيل كولين على مرحلتين كما يلي :

المرحلة الأولى :تكوين مادة Acetyl-Coenzyme A بتفاعل كل من مساعد الإنزيم A والخلات في وجود الطاقة .



المرحلة الثانية: تكوين مادة الاسيتايل كولين Acetylcholine بواسطة إنزيم Cholinacetylase في وجود الكلوكوز والأوكسجين .

$$\text{Acetyl-Coenzyme A} + \text{Choline} \xrightarrow[\text{Glucose} + O_2]{\text{Cholinacetylase}} \text{Coenzyme A} + \text{Acetylcholine}$$

يتم تنبيه بدء فعل مادة الاسيتايل كولين بمرور الإشارة العصبية في الفراغات العصبية ثم تتحلل بعد ذلك بفعل إنزيم الاسيتايل كولين استيريز (AchE) إلى حامض الخليك وقاعدة الكولين .

$$\text{Acetylcholine} \xrightarrow{\text{Acetylcholinesterase}} \text{Acetic acid} + \text{Choline}$$

عند بدء التحلل ترتبط مادة الاسيتايل كولين مع إنزيم الاسيتايل كولين استيريز في موقعين ، الموقع الاستراتي Esteratic site الذي يتكون من الحامض الاميني سيرين Serine مرتبطا ببروتين الإنزيم ، والموقع الانيوني Anionic site الذي قد يتواجد فيه على الأرجح حامض الجلوتاميك Glutamic acid . ترتبط الاسيتايل كولين (مادة تفاعل الإنزيم) مع سطح الإنزيم نتيجة تجاذب مجموعة الكاربونيل Carbonyl group المحتوية على شحنة موجبة صغيرة Slight positive charge مع مجموعة الهيدروكسيل الموجودة في الحامض الاميني سيرين ، فتحدث عملية استلة Acetylation للإنزيم مع انفصال مادة الكولين من على سطح الإنزيم . تتحلل بعد ذلك رابطة الاستر Esteratic bond سريعا بسبب ضعفها بمساعدة الحامض

الاميني هستيدين Histidine الموجود بالقرب من قاعدة سطح الإنزيم ، وبالتالي يصبح سطح الإنزيم حرا ومستعدا لاستقبال جزئ آخر من جزيئات مادة الاسيتايل كولين . وجد أن جزئ واحد من جزيئات الإنزيم يحلل 300000 جزئ من مادة الاسيتايل كولين خلال دقيقة واحدة على درجة حرارة 37 درجة مئوية .

تنقسم الإنزيمات المحللة لاسترات الكولين إلى :

1- **انزيم الكولين استيريز الحقيقي True cholinesterase** : يوجد بكميات كبيرة في الجهاز العصبي المركزي لكل من الفقاريات واللافقاريات وفي كرات الدم الحمراء . يحدث أقصى نشاط له – على استر خلات الكولين Acetylcholine الذي يتراوح الوزن الجزيئي له بين 10000-260000 . ينقسم هذا الإنزيم الى جزئين هما السلسلة الفا α- chain والسلسلة بيتا β – chain . تحتوي السلسلة الفا على المجموعة الفعالة في الإنزيم في حين أن وظيفة السلسلة بيتا غير معروفة على وجه الدقة . هناك رأي يرجح أن كلا من القسمين β +α يكونان الجانب الفعال من الإنزيم . من صفات هذا الإنزيم أيضا انه إذا حدثت أي زيادة في تركيز مادة التفاعل Substrate عن حد معين فإنها تؤدي إلى تثبيطه .

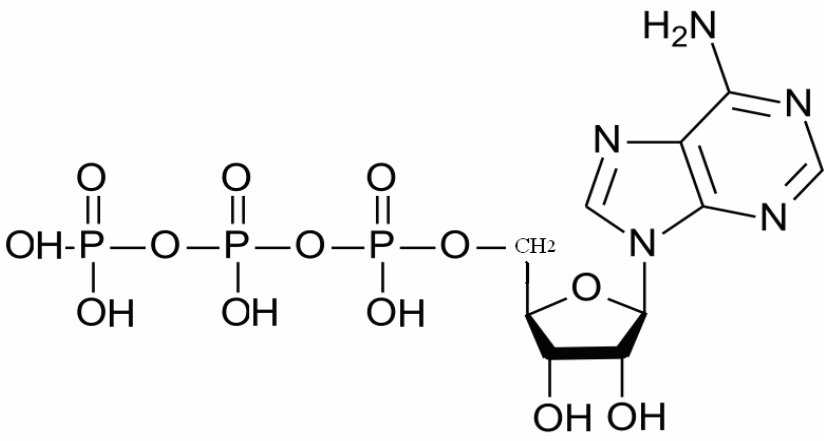
2- **إنزيم الكولين استيريز الكاذب Pseudo cholinesterase** : يوجد في مصل الثدييات والحشرات ويسمى بأسماء عديدة منها Serum –chE يتكون في كبد الحيوانات . يحدث أقصى نشاط له – على أسترات الكولين كما انه يختلف عن الإنزيم الحقيقي في أن زيادة تركيز مادة التفاعل Substrate – لا تثبطه . تزداد أيضا قدرته على تحليل الاستر كلما زاد طول السلسلة الكاربونية المكونة لاستر الكولين حيث يكون أكثر نشاطا على مادة بيوترات الكولين Butyrate choline.

ثانيا : نظام الطاقة الخلوية Cellular energetic system :

يحتاج جسم الكائن الحي إلى طاقة ، يتم الحصول عليها من مصدرين أساسيين ، عن طريق الحرق المنظم لبعض المركبات مثل الكلوكوز ،يعمل هذا النوع على حفظ درجة حرارة الجسم ثابتة وعن طريق بعض المركبات الغنية بالطاقة مثل مركب adenosine triphosphate (ATP) حيث يتحلل مائيا داخل تفاعل ماص للحرارة ، فتتحطم احد الروابط الموجودة به بين إحدى ذرتي الفوسفات والأوكسجين ، ينتج عنها طاقة ويتحول المركب إلى Adenosin diphosphate (ADP) مع خروج فوسفات غير عضوي (P*i*) كما هو واضح من المعادلة التالية :

$$ATP + H_2O \longrightarrow ADP + Pi + 7.3\,Kcal$$

يمكن أن يتكرر نفس التفاعل مع مركب ATP ويتحول بدوره إلى Adenosine monophosphate (AMP) . هناك جزيئات أخرى في الخلية تعمل كمساعدات إنزيمية لنقل الهيدروجين في التفاعلات التمثيلية – منها مركبات Nicotine adenine dinucleotide (NAD) , Nicotine adenine dinucleotide phosphate (NADP)

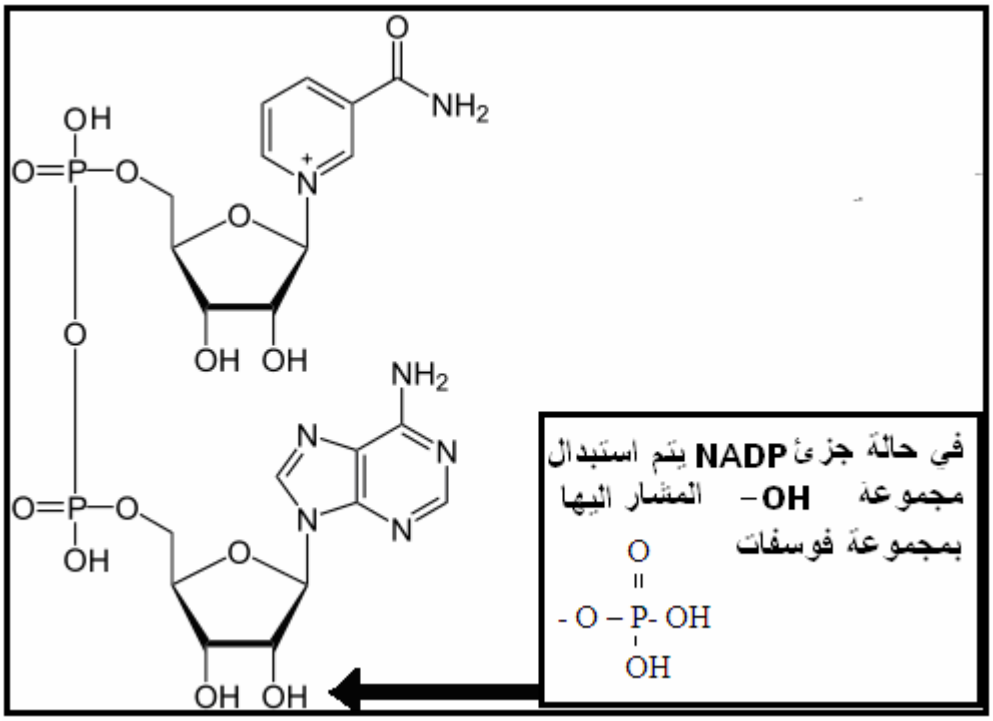


تركيب مادة Adenosine triphosphate (ATP)

كذلك Flavin adenine dinucleotide (مشتق من الريبوفلافين – فيتامين B_{12}) . تعمل هذه الجزيئات كنواقل للهيدروجين في التفاعلات الإنزيمية كما هو واضح من المعادلات الآتية :

$$NAD + XH_2 \xrightarrow{Enzyme1} NADH + H^+ + X$$

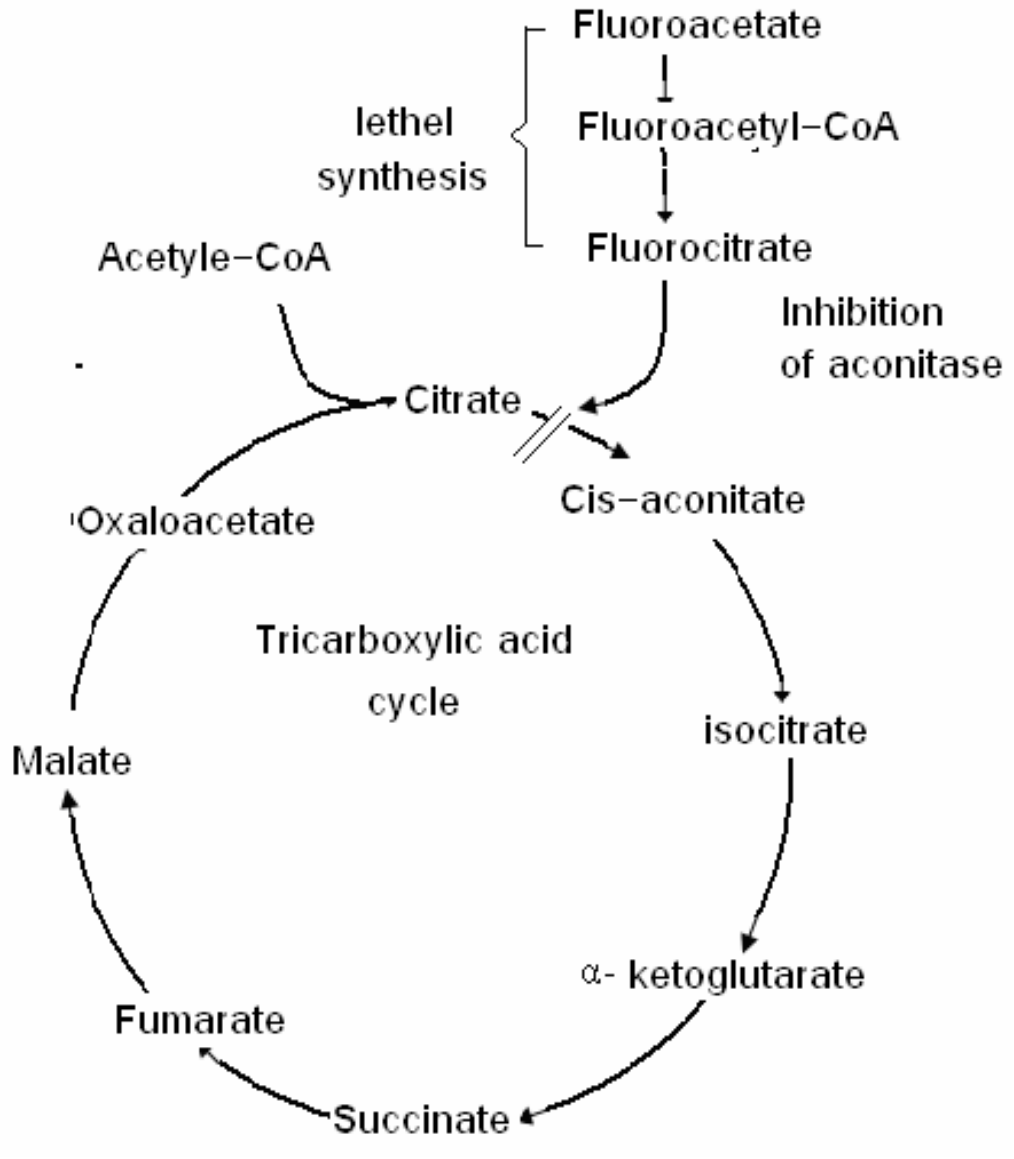
$$NADH + H^+ + Y \xrightarrow{Enzyme2} NAD^+ + YH_2$$



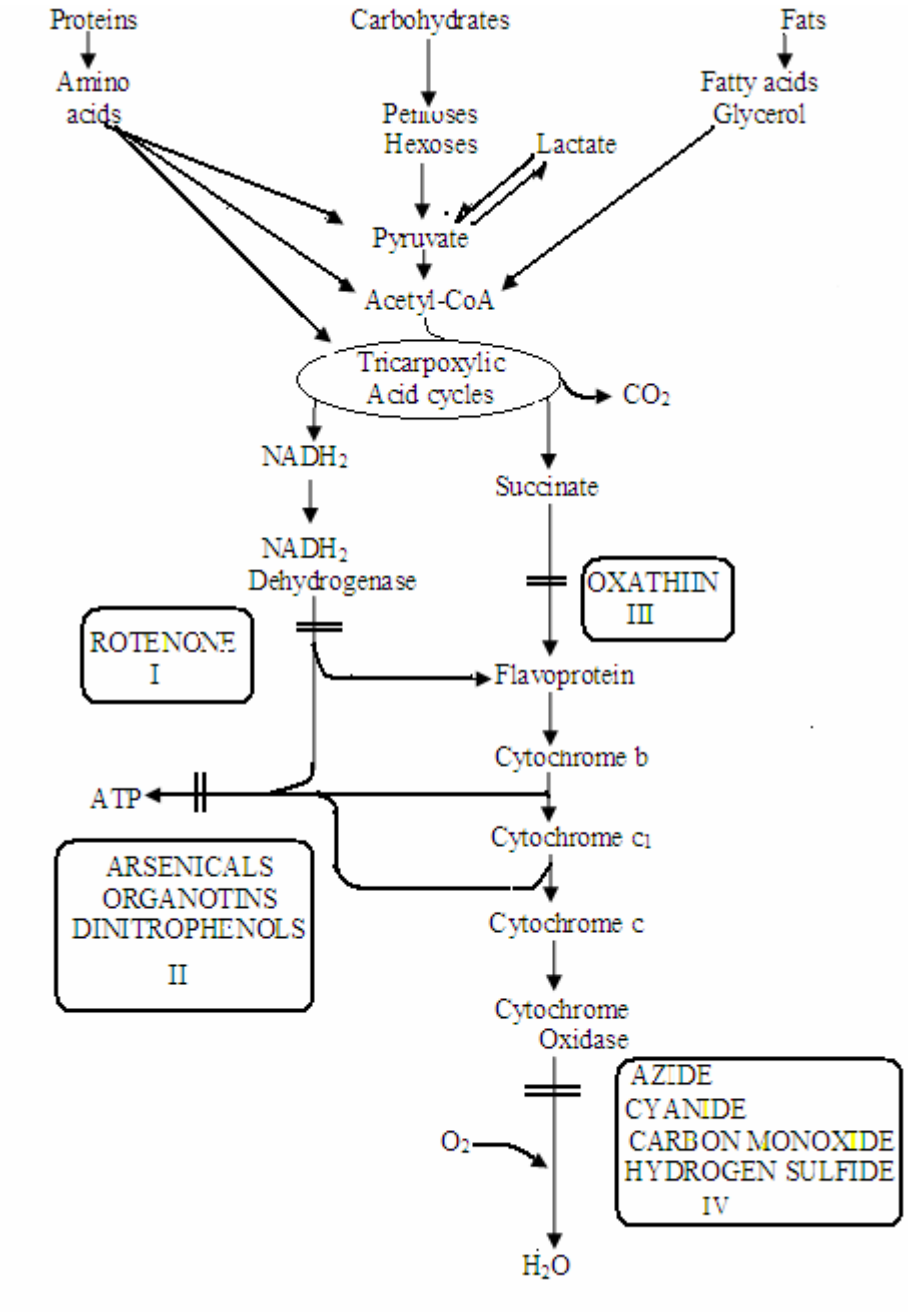
تركيب الإنزيمان NADP , NAD

هذا النوع من الطاقة ضروري لأداء أوامر معينة مثل التقلص العضلي والتوصيل العصبي والتحضير للعمليات الحيوية المختلفة . بالرغم من أن الكلوكوز يعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في الخلية ، إلا انه ليس المصدر الوحيد ، قد تستعمل المواد الكاربوهيدراتية الأخرى والدهون وحتى البروتينات في خلايا معينة في وقت معين كمصدر للطاقة . تدخل نواتج هضم كل من الدهون (الأحماض الدهنية والجليسرول) والبروتينات (الأحماض الامينية) في دورة حامض الستريك Citric acid cycle (دورة كربس Tricarboxylic acid cycle أو Krebs cycle) وسلسلة النقل الالكتروني Electron transport chain لعملية التنفس . تتم هذه العمليات داخل الميتوكوندريا . تتداخل أنواع عديدة من مجاميع وأقسام المبيدات المختلفة في الدورات السابقة (في المواقع المشار اليها بالخط المزدوج) وتؤدي إلى تثبيطها . وبإلقاء الضوء على دورة حامض الستريك فانها تبدء عندما يتواجد حامض البيروفيك داخل الميتوكوندريا ، فيتكون معقد Acetyl-CoA يدخل بدوره في سلسلة دائرية من التفاعلات تبدأ باتحاده مع جزئ Oxaloacetate لتكوين جزئ Citrate ، وتنتهي بتكوين جزئ Oxaloacetate آخر يدخل من جديد في الدورة مع خروج ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 . تؤدي مركبات الفلور العضوية خاصة مركبات Fluoroacetate إلى حدوث تثبيط متأخر Latent inhibition لدورة حامض الستريك (في المواقع المشار اليها بالخط المزدوج) لأنها يجب أن تتحول أولا إلى Fluoroacetyl – CoA ما يلبث حتى يتحول إلى Fluorocitrate الذي يتشابه مع Citrate في التركيب مما يؤدي إلى تنافسه معه على الهدف وهو الارتباط بمركب Cis – aconitate فتتراكم مادة Citrate . ربما يؤدي هذا إلى تكوين معقد مع عنصر الكالسيوم . يترتب عليه انخفاض مستوى الكالسيوم الحر Free Calcium في المناطق الهامة مثل العضلات وخاصة المتواجدة في الجهاز التنفسي.

فيما يختص بسلسلة النقل الالكتروني في الميتوكوندريا فإنها تحتوي على العديد من السيتوكرومات Cytochromes التي تشترك في عملية إنتاج الطاقة من عملية الأكسدة لجزيئات كل من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات بعد مرورها بدورة حامض الستريك . من المبيدات التي تعمل على تثبيط هذا النظام في الكائنات الحية الحيوانية والنباتية – موضح عند مواقع التثبيط المؤشرة بالخط المزدوج في مخطط الدورة . على سبيل المثال مبيد الحشرات النباتي Rotenone (I) ، مبيدات الفطريات والاكروسات التابعة لمجموعة Organotine ، مبيدات الحشرات والفطريات والحشائش التابعة لمركبات Dinitrophenols ، مبيدات الحشرات والحشائش التابعة لمجموعة مركبات الزرنيخ Arsenicals (II) ، مبيدات الفطريات التابعة لمجموعة Oxathiins ومنها مركب Carboxin (III) ، المواد التي تحتوي على ايون السيانيد (CN) وأول اوكسيد الكاربون (CO) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) المركبات المحتوية على ايون (H_3^-) Azide و اوكسيد النيتريك (NO) (IV).



تثبيط دورة Tricarboxylic acid بواسطة Fluorocitrate
المحضرة من مادة Fluoroacetate



سلسلة النقل الالكتروني والمناطق التي يمكن تثبيطها بواسطة مجاميع
المبيدات المختلفة (المعلمة بالخط المزدوج)

المحور الثالث : العوامل المؤثرة في الانتخابية الفسيولوجية

Factors Affecting Physiological Selectivity

أولاً : النفاذيـــة Penetration :وهي قدرة المبيد على النفاذ واختراق الحواجز التي تعترض طريق المبيـــد لمنعه من الوصول إلى الموقع الحساس وهي على نوعين :

1- **اختراق الحواجز الخارجية Penetration External Barriers**

إن نفاذ المبيد خلال الحواجز الخارجية يلعب دورا مهما في عملية الانتخاب وان اختلاف درجـــة النفاذيـــة ترتبط بالعديد من العوامل منها :

أ – نوع ومكونات الجلد أو الجليـــد Kind And Constituents of The Derm or Cuticle : حيـــث أن كيوتكل مفصليات الأرجل مثلاً يمتاز بصلابته وصلادته واحتوائه على نسبة عالية من الكايتين وعادة يكون

دهني بينما اللبائن يكون الجلد مرن ويحوي الكيراتين وغالباً ما يكون رطب كذلك يجب أن لا نهمل أوجه التشابه من حيث احتوائهما على حواجز محبة للدهون وللماء لذلك فان المركبات المحبة للدهون تحجز في الطبقات الشمعية والدهنية للجلد، إن الاختلاف في الكميات التي تحجز في الطبقات الشمعية والدهنية من المبيدات تعطي نوع من الانتخابية بين مفصليات الأرجل واللبائن. كذلك الحال بالنسبة لمكونات وصلابة طبقة البشرة في النباتات والتي قد تشكل عامل مهم في الانتخابية.

ب- سمك الجلد أو الجليد Thickness of The Derm or Cuticle : في الأنواع المختلفة من مفصليات الأرجل يتباين سمك الكيوتكل فمثلاً نجد أن كيوتكل الخنفساء المعدنية يمتاز بسمكه وصلابته مقارنة بجليد يرقات البعوض الذي يكون مرن وسمكه قليل ، لذلك فان هذا الاختلاف في السمك سيؤثر أو يؤدي إلى الاختلاف في كمية وخواص الدهون الموجودة في سطح الكيوتكل وهذا يؤدي إلى نوع من الانتخابية بين الأنواع الحشرية وأجناسها وأعمارها وأطوارها المختلفة لأنه سيؤثر على سرعة نفاذ المبيد خلال الكيوتكل وعلى كمية المبيد التي سترتبط بدهون الكيوتكل.

ت- ألفة مكونات المبيدات لمكونات الجلد أو الجليد

Affinity of pesticides To The Dermal or Cuticle Constituents

إن ألفة مبيد (DDT) للكايتين يؤدي إلى سرعة نفاذه خلال الكيوتكل مقارنة بدرجة نفاذه خلال جلد اللبائن. وعليه فان المركبات بطيئة النفاذ خلال الكيوتكل تكون اقل سمية مما لو حقنت مباشرة بداخل الجسم.

ث- الطبيعة الكيميائية للمركب Chemical Nature of The Compound : إن المهم في هذا الموضوع بالدرجة الأساس هو مدى ذوبان المركب في الدهون Liposolubility لان الطبقة الشمعية هي مادة دهنية لذلك فان المركبات التي تذوب بالدهن تنفذ بشكل أسرع وتؤدي إلى تسمم الكائن وموته ، فمثلاً :

وجد انه عند استخدام مبيد DNOC (Dinitro-O-Cresol) مذاباً في محلول درجة PH =5 فانه لا يقتل الحشرات أما عند PH = 2 فيكون سام جداً للحشرات لان المركب عند PH=2 يكون لا قطبي فينفذ بسهولة أما عند PH =5 فانه يكون قطبي ولا ينفذ خلال الطبقة الشمعية. كذلك وجد أن مبيد النيكوتين في الوسط ألحامضي يكون قطبي ولا ينفذ خلال الطبقة الشمعية أما في الوسط القاعدي فيكون لا قطبي فيستطيع أن ينفذ وذلك لان المركبات اللاقطبية تكون محبة للدهون.

ج- نوع المذيب Kind of Solvent : في دراسة تم استخدام احد مبيدات الفسفور العضوية مذاباً في الماء مرة ومرة أخرى مذاب في الأسيتون ، ففي حالة الماء بدأت عملية النفاذ بعد تبخر الماء أما في حالة الأسيتون فانه نفذ بسرعة فائقة جداً وذلك لان الأسيتون يعمل على ذوبان جزء من الطبقة الشمعية وبذلك زاد من نسبة نفاذ المبيد لذلك من الضروري عدم مقارنة نتائج استخدام المبيد مع المذيب مع نتائج استخدم فيها الماء كمذيب.

إن مسألة تحديد الكمية التي تنفذ من المبيد إلى داخل جسم الكائن الحي يعتمد بالدرجة الأساس على تحديد الكمية الباقية على المنطقة المعاملة ويتم ذلك باستئصال المنطقة المعاملة واستخلاص المبيد المتبقي على الجليد أو البشرة بواسطة الغسل ، إن الطريقة السابقة قد لا تعطي التقدير الصحيح للكمية التي تمكنت من الدخول وذلك لسببين :

- حدوث تأييض للمركب خلال عملية النفاذ.
- إن قسم من المركب قد يرتبط بقوة بالجليد أو بطبقة البشرة.

2- اختراق الحواجز الداخلية Penetration Internal Barriers

ومنها :

أ - حاجز الدم – الدماغ Blood – Brain Barrier (B.B.B) : وهو حاجز يغلف الجهاز العصبي المركزي ويتكون من عدة طبقات تمنع نفاذ جزيئات السموم القطبية إلى داخل المخ ، وتمر خلاله فقط الجزئيات الذائبة في الدهون أي الجزيئات غير المتأينة أو اللاقطبية. وبالرغم من الاختلاف في طبيعة هذا الحاجز بين اللبائن والحشرات فإنها لا توجد في بعض الكائنات كالقشريات والعلق. والمثال التالي يوضح أهمية هذا الحاجز :

*V.S.R. النسبة الانتخابية للمبيدات	LD_{50} Insects	LD_{50} Vertebrate	المركب
0.00017	1000	0.17	Tetram
0.0015	أكثر من 5000	7.5	Prostigmine
0.014	أكثر من 500	7	Phosphoroamidate
0.022	1932	42	Schradan
0.04	50	20	Nicotine

* كلما ارتفعت قيمة V.S.R دل على ان المركب منتخب للحشرات .

من النتائج أعلاه يتبين أن المركبات أعلاه ذات سمية عالية للبائن لانخفاض قيم LD_{50} للفقريات ولكن ليس للحشرات لأنها مركبات عالية القطبية ومشحونة وبذلك لا تستطيع اختراق حاجز الدم- الدماغ للحشرات. إن مبدأ الانتخابية في هذه الحالة سببه أن اللبائن فيها مواقع كولونورجية Cholinergic محيطية مهمة جداً وهي غير محمية بحاجز الدم – الدماغ ولذلك يتأثر الجهاز العصبي للبائن بينما لا يتأثر الجهاز العصبي للحشرات. من خلال ما سبق يتبين أن الأنواع التي لا تحتوي على حاجز الدم – الدماغ لابد أن تكون حساسة بشكل غير طبيعي للسموم العصبية المشحونة أو القطبية ، كالقشريات والعلق.

ب- الأغشية الدهنية – البروتينية العامة كحواجز

General Lipoprotein Membranes As Barriers

إن الخلايا والعضيات تبطن عادة بأغلفة بروتينية – دهنية تعمل كحواجز في عملية نفاذ المبيدات. وان عملية نفاذ المبيدات عبر هذه الأغشية إما أن يتم عن طريق النقل الميسر Facilitated أو النقل الفعال والتي تتمثل عادة بارتباط المبيد مع الدهن أو البروتين والنفاذ معه خلال الغشاء أو أن يتم النفاذ اعتماداً على خواص التجازئ للمركب Partitioning والتي تعتمد على خواص التوازن في قدرته على الذوبان بالدهون والماء.

من خلال ما سبق يتبين أن لعامل النفاذية تأثير مهم في تحديد درجة الانتخابية وان المبيدات التي تنفذ بسرعة وتصل إلى موقع التأثير في كائن معين ستعتبر منتخبة أي سامة لذلك الكائن بينما التي لا تنفذ بسرعة ستكون عرضة للتحلل والانهيار وينخفض تأثيرها السام، وعادة يتم قياس النفاذية باعتماد عامل النفاذية Permeability Factor

$$\text{عامل النفاذية} = \frac{\text{قيمة الـ } LD_{50} \text{ بالمعاملة السطحية Topical}}{\text{قيمة الـ } LD_{50} \text{ بالمعاملة بالحقن Injection}}$$

إن انخفاض قيمة عامل النفاذية يعني أن هناك نفاذية سريعة للمركب والعكس صحيح.

ثانياً : الارتباط والفقد في مناطق مختلفة Binding And Loss At Different Sites

إن ارتباط المبيدات مع مكونات الأنسجة الداخلية لم يلق الاهتمام المناسب من قبل العاملين في مجال علم السموم ، علماً أن الارتباط مع مكونات الأنسجة وخاصة البروتينات يصل إلى أكثر من 90% من المركب الموجود داخلياً وهي نسبة كبيرة ، وهذا بدوره قد يؤدي إلى عدة تأثيرات مختلفة في حركية المبيد اعتماداً على بعض العوامل مثل درجة العكسية Reversible ، والارتباط يكون على شكلين :

أ – الارتباط العكسي Reversible Binding : وفي هذا الارتباط يتم سحب المبيد مؤقتاً من الدورة الدموية حيث تعمل الكمية المرتبطة كخزين وبذلك ينخفض تركيز المبيد الحر في الدورة الدموية ولكنه في نفس الوقت يطيل من فترة تأثير المبيد بطريقة مماثلة لعملية إبطاء معدل النفاذ ، كذلك فان المركب المرتبط

يكون محمي من عملية الايض ولكن في بعض الحالات تكون عملية الايض سريعة جداً حيث يعمل الارتباط العكسي السهل في البلازما على إيصال المركب إلى أجهزة الايض وبذلك يسرع من عملية التخلص من المبيد وهذا يوضح تأثير ثاني للارتباط العكسي الذي يعمل كوسيلة لزيادة كفاءة إذابة ونقل المبيدات في سائل الدوران وبالأخص المركبات قليلة الذوبان في المحاليل المائية.

ب- الارتباط اللاعكسي Irreversible Binding : ويكافئ في علم السموم عملية الايض المؤدية إلى إزالة السمية كمصدر أو كطريقة لفقد المبيد. إن إزالة المبيد من الدورة الدموية سواء بالارتباط العكسي أو اللاعكسي يعني أيضا زيادة انحدار التركيز (يقل التركيز في مكان المعاملة) وبذلك يزداد معدل نفاذ المبيد وفي نفس الوقت فان الارتباط والنفاذ يتأثر بالامتصاص الكثيف للسموم الذي يحدث للجزيئات الدقيقة داخل الجلد وعليه فان الارتباط بالبروتينات يلعب دوراً فعالاً في تحديد انتخابية المبيد.

ثالثاً : الإخراج Excretion : إن مبيدات الآفات بشكل عام هي مركبات غير قطبية أليفة للدهون وهذه المركبات لا تطرحها الآفات واللبائن بسهولة إلا بعد عمليات الايض التي تحوله بشكل مباشر أو غير مباشر إلى نواتج لا عكسية قليلة السمية ورغم أن الإخراج الجيد ضروري في هذه الحالة لمنع تراكم نواتج الايض إلا أن الخطر المباشر يكون قد زال فعلاً قبل أن يتم الإخراج. أما في حالة المركبات المتأينة عند PH الفسيولوجي مثل (الأمينات و Formamidines و Fluroacetate والفينولات) فإنها تطرح مباشرة بشكل المركبات الأم إلا أن طرحها بكميات كبيرة يكون نادراً جداً ومن الأمثلة على ذلك ، وجد أن يرقات الخابرا تتحمل د.د.ت طبيعياً لأنها تستطيع أن تطرح 37% من الجرعة خلال 12 ساعة. فيما كانت البالغات أقل تحملاً للمبيد د.د.ت لأنها تطرح 11% من د.د.ت على شكل د.د.ت بحالته الطبيعية. كما وجد أيضا أن يرقات البعوض المقاومة للمبيد د.د.ت تتمكن من طرح كميات كبيرة من د.د.ت مع الغشاء حول الغذائي الذي تدمص عليه.

رابعاً : التحوير الايضي للسموم Metabolic Alteration of Toxicants

لعمليات الأيض المختلفة دور مهم في عملية الانتخاب لما تلعبه من دور في أيض مبيدات الآفات وفهم هذا الدور يتم من خلال ما يلي :

1- العلاقة بين الايض والسمية Relationship Between Metabolism And Toxicity: من النادر أن يدخل السم أو أي مادة غريبة إلى داخل جسم الكائن الحي من دون أن يتم تغييره ولو جزئياً إلى نواتج أيض أكثر قطبية من المركبات الأصلية يمكن طرحها إلى الخارج وبسرعة. إن المركبات الغريبة تتعرض لعمليات ايض بفعل الإنزيمات المتخصصة، وان عملية الايض إما أن تؤدي إلى إزالة السمية أو إلى تنشيط المركب فيصبح أكثر سمية للكائن الحي. إن الاختلافات في معدل الايض بين الكائنات الحية ربما يمثل القوة الأكثر أهمية وراء السمية المنتخبة.

مما سبق يتبين بأنه كلما كانت عملية إزالة سمية المركب وطرحه خارج الجسم سريعة كلما كان المركب اقل سمية فلو أن اثنين من الكائنات الحية يختلفان كثيراً في معدل سرعة إزالة السمية أو الايض فان الكائن الذي تتم فيه العملية ببطء يكون في وضع حرج أو خطر.

2- اختلاف قابلية الكائنات الحية على تأييض المواد الغريبة

Organism Variation In Their Metabolism Ability

دراسات عديدة أشارت إلى تباين الأنواع المختلفة من الكائنات في قدراتها الايضية وفي المسالك الايضية أحيانا ومن الأمثلة على ذلك وجد أن القط والفار لا يستطيعان تكوين مقترنات كلوكورونيدية (Glucuronide Conjugates) مع العديد من المواد الأساس مثل الفينولات والحوامض الكاربوكسيلية التي تستطيع اللبائن الأخرى أن تزيل سميتها وتطرحها لأنها تستطيع تكوين مقترنات الكلوكورونايد (Glucuronide). وعلى العموم فان هناك علاقة بين السمية وصعوبة تكوين المقترنات الكلوكورونيدية. كذلك فانه عند مقارنة الحصان والأرنب في قدرة إنزيمات (A-estereases) في إزالة سمية الميثايل باراثيون التي تحلل مبيد (Methyl Parathion) مائياً إلى Paranitrophenol نجد أن هناك اختلافات كبيرة بين الأرنب والحصان في تحليل مبيد (Methyl Parathion) إلا أن هذه الاختلافات كانت قليلة مع مبيد (Ethyl Parathion) المشابه لمبيد (Methyl Parathion) وقد يرجع ذلك إلى التباين في مستوى إنزيمات (A-esterases) في الحصان والأرنب أو إلى التباين في نوعية (A-esterases). وفي دراسة أخرى صنفت الأغنام إلى مجموعتين حساسة وغير حساسة للتسمم العصبي

المتأخر بمبيد (Halaxon) من مجموعة الفسفور العضوية وذلك اعتماداً على ما إذا كان مستوى إنـــزيم (A-estereases) في مصل الدم عالي أو منخفض وراثياً حيث تعمل هذه الإنزيمات على تحليـــل مبيـــد (Halaxon) مائياً بسرعة ولكنها لا تحلل مبيد (Coroxon) الذي يـــشبه كثيـــراً المبيـــد (Halaxon) ، ويتحلل مبيد (Coroxon) بواسطة إنزيم(A-esterases) آخر يختلف وراثياً. وإذا أضفنا إلى ذلك إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة وهي القوة الايضية الأكثر أهمية وشيوعاً لمبيدات الآفات ، حيث تتباين الأنـــواع في درجة حساسيتها للمبيدات بحسب مستوى إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة والتي تتباين بين الجنـــسين كذلك فان هناك منظومة أخرى لإزالة الـــسمية هـــي (Glutathion Transferase) وان فاعليـــة هـــذه الإنزيمات تختلف أيضاً باختلاف الكائنات الحية حيث تكون فاعليتها واطئة في الذباب المنزلي والأســـماك وعالية في الطيور.

مما سبق يتبين الأتي :

أ – حتى في النوع الواحد فان المركبات المتشابهة كثيراً قد تنخفض فاعليتهـــا كمـــادة أســـاس (Substrate) للإنزيم.

ب– حتى في النوع الواحد فان الاختلافات في العمر والجنس والسلالة والتغذية والتعـــرض للمـــواد المحثـــة Inducers تسبب اختلافات كبيرة في معدل الايض.

ت– هناك مشاكل كبيرة في تعميم نتائج معدلات الايض خارج الجسم Invitro (عادة تجرى باستخدام نـــسيج واحد تحت ظروف مثالية وبغياب المنظومات الإنزيمية المنافسة والمثبطات والمـــواد الأســـاس) علـــى ظروف التجربة داخل الجسم Invivo ، حيث لا تتوفر فيها الظروف المثالية ففي تجربة أجريت خارج الجسم (Invitro) توصل احد الباحثين إلى أن لكبد الكلب قدرة على إزالة سمية 4 كغم من السيانيد فـــي 15 دقيقة وانه كان هناك قدرة إضافية في أنسجة العضلات قدرها 1.8 كغم فـــي 15 دقيقـــة علمـــاً أن السيانيد سام جداً للكلاب حيث أن الـــ LD_{50} عن طريق الفم=1.6 ملغم/كغم.

3– الأسس المنطقية للتباين في القدرة الايضية

Logical Principles of Variation in Metabolism Ability

من الملاحظ أن الفقريات المائية بشكل عام ليس لها القدرة على القيام بالتفاعلات الايضية الاعتيادية للمواد الغريبة وقد تم تفسير ذلك على أساس:

أ – الديلزة المباشرة Direct Dialysis : إن هذه الكائنات تستطيع أن تخلص نفسها من مثل هذه المركبات بالديلزة المباشرة إلى الخارج ، أما مفصليات الأرجل الأرضية فإنها يجب أن تحول هذه المركبات إلـــى صور قابلة للذوبان في الماء ملائمة للطرح مع البول. وفي دراسات أخرى وجد أن بعـــض الفقريـــات المائية تمتلك أسلحة طبيعية معقولة من تفاعلات أيضية ودفاعية ولو أن قدرة هذه الـــدفاعات ضـــعيفة، وهذا قد يفسر حساسية السمك العالية للمواد الغريبة، وكذلك فأنه ليس هناك ما يـــشير إلـــى أن القـــدرة الدفاعية العامة في مفصليات الأرجل المائية مثل يرقات البعوض عاجزة عن إزالة سمية المبيدات، وفي دراسات عديدة أظهرت اليرقات قدرات ايضية جيدة.

ب– إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة Mixed Function Oxidases Enzymes : هي أهم وسيلة دفاعية في مفصليات الأرجل والفقريات. وقد وجد أن استخدام مثبطات هذه الإنزيمات أظهرت انه لا يمكن أن تعزى القدرة الايضية لإنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة فقط، لان القدرة الايضية قـــد تتـــأثر بـــبعض العوامل مثل الموقع التصنيفي، عادات التغذية وغيرها مـــن العوامـــل. إن مـــدى تـــوزع أو انتـــشار الميكانيكيات الايضية في مفصليات الأرجل لإزالة السمية يعتمد على الانتخاب الطبيعي بواسطة مركبات كيميائية داخلية المنشأ Endogenous وخارجية المنشأ Exogenous.

ت– موقع الإنسان في الهرم الايضي Human Position in Metabolism Pyramid : لـــم ينـــل هـــذا الموضوع حقه من الدراسة لصعوبة إجراء دراسات سمية على الإنسان والتي قد تسبب الموت للإنسان في بعض الأحيان، لذا فان المعلومات المتوفرة في هذا المجال تأتي من الدراسات التي أجريـــت علـــى الحيوانات أو من دراسة تأثير العقاقير على الإنسان وحتى لو أتيحت الفرصة لإجراء الدراسة فان مـــن الصعوبة تهيئة أنسجة بشرية بكميات كافية لإجراء الدراسة كماً ونوعاً، إضافة لذلك فان الإنسان يتبـــاين كثيراً عن حيوانات الاختبار المرباة تربية داخلية Inbreeding أو تربية خلطية Outbreeding لـــذلك فإن التوصل إلى نتائج يمكن تعميمها على جميع البشر هي مسألة صعبة وذلك للأسباب التالية:

* لا يوجد حيوان يمكن أن يكون بديل للإنسان حتى قرد العالم القديم أو الحديث.
* الإنسان يختلف عن الحيوان بدرجات كبيرة جداً في طريقة ومعدلات الايض للمبيدات، فقد يكون الايض بمعدلات اقل كثيراً من معدلات الايض في حيوانات الاختبار.
* اعتماد معدل الايض على المادة الغريبة نفسها.
* الاختلاف في تفاعلات منظومات إزالة السمية مثل منظومة إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة حيث تختلف مستويات هذه الإنزيمات في الإنسان وحيوان الاختبار.
* الاختلاف في إنزيمات نقل الكلوتاثيون.

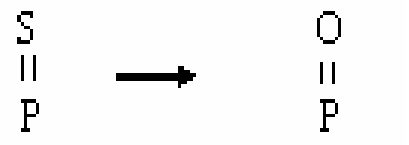
لذلك فإنه في كثير من الحالات يكون تسمم الإنسان بمبيدات مفصليات الأرجل أسرع من الحيوانات المختبرية. فمثلاً نجد أن المبيدات دي دي تي والديلدرين والاندرين والنيكوتين والباراثيون والميثايل براثيون أكثر سمية بدرجات متباينة للإنسان مقارنة بالجرذان.

بعض الأمثلة للانتخابية الناتجة عن الاختلاف في القدرة الأيضية

يمكن القول أن الاختلاف في معدل إزالة السمية بسبب التباين في القدرات الأيضية يرجع إلى العديد من العوامل منها:

أ – حامل الانتخابية Selectophore : وهو عبارة عن جزء من المادة الكيميائية أو المبيد وجودها في المركب يضفي عليه صفة الانتخابية مثال ذلك مجموعة الكاربوكسيل ($C(0)\ C_2H_5$) في مبيد الملاثيون تمثل حامل الانتخابية التي تكون عرضة للهجوم الإنزيمي والكائن الذي يمتلك إنزيمات قادرة على مهاجمة حامل الانتخابية يكون أكثر تحملاً للمبيد، لذلك استغل الإنسان هذه الظاهرة لإنتاج المبيدات المنتخبة.

ب– عامل الفرصة Chance Factor : إن المبيدات الأم أو الأولية Pro-Pesticides تكون قبل دخولها لجسم الكائن غير سامة أو قليلة السمية وبعد دخولها يحصل لها تنشيط حيث تتحول إلى مركبات أكثر سمية ، إن عملية التنشيط أو إزالة السمية تحدث بواسطة إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة وعليه فانه عند دخول المبيد الأولي القليل السمية وقبل حدوث تنشيط له يظهر ما يعرف بعامل الفرصة ويحدث له تأييض إلى مركبات غير سامة وبذلك يصبح الكائن منتخب، فمثلاً في مجموعة مبيدات الفسفور العضوية يلاحظ أن المبيدات من مجموعة (Phosphorothionates) (P= S) عند دخولها للجسم تمتلك فترة انتظار قبل حدوث تنشيط لها وتحولها إلى (P=O) وعند وجود عامل الفرصة يتم تأييضها قبل حدوث تنشيط لها، والكائن الذي لا يمتلك عامل الفرصة يكون أكثر عرضة للمبيد أي أن المادة الأم تكون ذات سمية كافية لذا فهي أكثر انتخابية من نظيراتها الفوسفاتية ذات التأثير المباشر.



ت– طبيعة المادة السامة Nature of Toxicants : لا يمكن أن تعزى الانتخابية للعاملين السابقين فقط حيث أن لطبيعة المادة السامة دور في درجة الانتخابية والتي تعتمد على التوازن بين عمليتي إزالة السمية Detoxication ، والتنشيط Activation. التي تقوم بها إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة حيث قد يحدث في حالة التنشيط أن تقوم إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة بتحليل ناتج التنشيط وعليه فانه إذا كانت هذه الإنزيمات كفوءة فإنها ستؤدي إلى حماية الكائن الحي والعكس صحيح.

ث– التآزر أو التنشيط الذاتي Self Synergism : من المعروف أن المادة الأساس يعمل عليها إنزيم معين ويحللها إلى نواتج ايض أكثر أو اقل سمية من المادة الأم. ففي حالة مبيد الملاثيون يتحول بالتنشيط إلى ملاكسون بواسطة إنزيمات كاربوكسي استيريز (Carboxyl esterase) حيث يرتبط الملاكسون مع الإنزيم ويثبط عمله وتتوقف عملية التنشيط. مثال ذلك مبيد (Phoxin) منتخب جداً للحشرات ولا يؤثر على اللبائن حيث أن قيمة .V.S.R = 3696 وهو سام جداً للذباب وغير سام للفأر ويرجع سبب ذلك إلى:

- أن المبيد في الفأر يتعرض إلى تشطير مكثف لناتج الايض السام الفوكسيموكسون (Phoximoxon) إلى فوسفات ثنائي الاثيل (Diethyl Phosphate) وكذلك التحليل المائي لمجموعة النتريل (Nitril) التي تتحول إلى حامض الكاربوكسل (Carboxylic).
- أن حساسية الاستيل كولين استريز AchE في الذباب للتثبيط بالفوكسيموكسون (Phoximoxon) أكثر بحوالي 270 مرة من الاستيل كولين استريز (AchE) للفأر.

خامساً : التنشيط كقوة انتخابية Activation As A Power In Selectivity

هناك العديد من حالات الانتخابية ناتجة عن التباين في معدلات التنشيط بإنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة حيث أن الإنزيمات تقوم بالتنشيط وإزالة السمية وتعتمد على التوازن بين العمليتين، لذلك فان وجود مستوى عالي من إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة لا يعني بالضرورة وجود مستوى عالي من التنشيط لان نفس الإنزيمات تقوم بعملية إزالة السمية وعليه فان الانتخابية يمكن أن تظهر إذا كان مستوى التنشيط في الكائن أعلى، مثال ذلك مبيد (Methamidophose) سام للبائن والحشرات وتبلغ قيمة LD_{50} 13-30 ملغم/كغم وعند دخوله لأجسام الحشرات يحدث له تنشيط بإنزيمات غير إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة حيث تضاف له مجموعة اسيل (Acyl) بتفاعل الاسيلة Acylation ويتحول إلى مبيد اسيفيت (Acephate) الذي يكون قاتلاً للحشرات ولا يؤثر على اللبائن.

مما سبق يتبين أن المركبات التي يحدث لها تنشيط داخل الجسم تؤدي إلى تأثر الكائن الحي بالمركب أما الذي لا تحدث فيه عملية التنشيط فهو إما أن يتأثر أو لا يتأثر ولذلك فان المركبات التي تم تصنيعها بشكل أسترات (Esters) أو اميدات (Amide) تنشط داخل الجسم عن طريق التحلل المائي للاستر أو الأمين والذي يؤدي إلى تحرير الجزء السام من المركب، لذلك فان اختلاف الكائنات في قدراتها على القيام بهذه العملية يؤدي إلى الانتخابية.

سادساً : مواقع التأثير Sites of Action

وتقسم إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى : مواقع تأثير توجد وضرورية في الكائنات المستهدفة وغير المستهدفة.

المجموعة الثانية : مواقع تأثير توجد في العدو المستهدف ولا توجد في غير المستهدف.

المجموعة الأولى : مواقع تأثير توجد وضرورية في الكائنات المستهدفة وغير المستهدفة

Site of Action Exists In Target And Non-Target Organisms

ومنها :

1- إنزيم استيل كولين استريز (Acetyl Cholinesterase) : وتكون هذه الإنزيمات في اللبائن ذات تخصص عالي جداً لمادة الاستيل كولين (Acetyl Choline و Buterylcholine) حيث تحللها ، وكذلك الحال في الحشرات كما في الذباب المنزلي وصرصر الحقل والصرصر الأمريكي، إلا أن هناك العديد من الأمثلة التي تؤكد على أن هناك تباين في درجة حساسية إنزيم (AchEs) للتثبيط ببعض المبيدات سواء في اللبائن أو الحشرات. فمثلاً إنزيم (AchEs) الموجود في رأس الذباب أكثر حساسية لمركبات الكارباميت من الإنزيم الموجود في خلايا كبد اللبائن وعليه فان مركبات الكارباميت سامة للحشرات أكثر من اللبائن بينما في حالات أخرى ثبت أن إنزيم (AchEs) أقل حساسية في الحشرات مقارنة باللبائن.

كذلك وجد أن إنزيمات الاستيل كولين استريز الموجودة في الحشرات المختلفة تتباين في حساسيتها للمبيدات المختلفة وعليه فان الانتخابية في مثل هذه الحالة يمكن أن تعزى إلى :

أ - معدل التثبيط : الكائنات ذات معدل التثبيط العالي لإنزيم (AchEs) تكون أكثر تأثراً بالمبيد والعكس صحيح.

ب- معدل زوال التثبيط: ويقصد بها معدل عملية فصل جزيء المبيد الذي ارتبط مع الإنزيم وأدى إلى تثبيطه.

2- مواقع أخرى عدا الاستيل كولين استريز Other Sites Except Acetyl Cholinesterase

هناك العديد من مواقع التأثير التي يمكن أن تعمل عليها مبيدات الآفات وخاصة مبيدات مفصليات الأرجل من غير الاستيل كولين استريز ومنها :

أ – عمليات كيموحيوية لها علاقة بالتنفس وحفظ الطاقة مثل فك ارتباط عملية الفسفرة التأكسدية في المايتوكوندريا وينتج عن ذلك سلسلة كاذبة تمنع وصول الأوكسجين فيموت الكائن اختناقاً.

ب– الغلاف العصبي الذي يختلف بدرجة نفاذيته للمبيدات وبذلك تتباين الكائنات في حساسيتها للسموم تبعاً لدرجة تطور جهازها العصبي.

ت– مستقبلات الاستيل كولين في مناطق الاشتباك العصبي.

مما سبق يتبين أنه يمكن استغلال أي نقطة من النقاط أعلاه لتصميم مبيد منتخب يعمل على قتل الحشرة ولا يؤثر في الكائنات الأخرى.

المجموعة الثانية : مواقع تأثير خاصة بالعدو أو أهداف تنفرد بها الآفات

Site of Action Exist Only In Pests

ومن هذه الأهداف ما يلي :

1- الكايتين Chitin : إن وجود الكايتين يكاد يقتصر على مفصليات الأرجل وتلعب منظمات النمو الحشرية IGRs دوراً مهماً في مراحل حاسمة من تطور مفصليات الأرجل وتؤثر بكميات ضئيلة جداً حيث تم تشخيص هذه المركبات وتصنيع مشابهات لها مثل هرمون الشباب. هذه المركبات تربك دورة حياة مفصليات الأرجل لذلك ينبغي استخدامها في الوقت المناسب لضمان فاعليتها وتأثيرها عادة يتم في المراحل الوسطية حيث تعطي مراحل وسطية جديدة لا تستطيع الاستمرار في الحياة. ومن أهم منظمات النمو الحشرية ما يلي:

أ – مضادات الإنزيمات: وتؤثر هذه المضادات على هرمون الشباب والانسلاخ وبذلك تربك نمو الحيوان مفصلي الأرجل ، مثال ذلك وجد أن مشتقات حامض البنزويك (Benzoic acid) فعالة ضد البقة الأوربية بحدود 12 بيكوغرام/ حشرة. وتمتاز مضادات الإنزيمات بأنها منتخبة جداً للحشرات وغير مؤثرة في اللبائن فمثلاً مركب ميثوبرين (Methoprene) قيمة LD_{50} للفقريات=34600 ملغم/كغم و LD_{50} للحشرات=0.02 ملغم/كغم وان قيمة النسبة الانتخابية للفقريات (Vertebrate Selectivity Ration) V.S.R = 1.730.000 وقد تمت دراسة هذه المركبات بشكل واسع على الكائنات الحية المستهدفة وغير المستهدفة ولكنها ذات انتخابية عالية تجاه اللافقريات القريبة من الحشرات مثل الحلم والقشريات.

ب– مثيلات هرمون الشباب تكون منتخبة أيضا ضمن الحشرات فمثلاً المركب جوفاليون (Juvaleon) وهو من مثيلات هرمون الشباب الببتيدية فعال فقط ضد البق من عائلة Pyrrochoridae. كما أشارت بعض الدراسات إلى وجود الانتخابية على مستوى العائلة لذلك فان السمية للحشرات غير المستهدفة تمثل مشكلة كبيرة تماماً كما هو الحال في المبيدات التقليدية وخاصة الحشرات النافعة.

ت– مثبطات تصنيع الكايتين : ومنها مركبات الديميلين (Dimilin و Mon 0585) حيث تعمل على إرباك عملية تصنيع الكايتين كما تؤثر على عملية طرح أو إفراز الكيوتكل الداخلي الكايتيني وهذا يؤدي إلى إنتاج كيوتكل رقيق قابل للكسر وبعد الانسلاخ لا يستطيع الكيوتكل دعم أو تحمل العضلات حيث يتكسر ويؤدي بالحيوان مفصلي الأرجل إلى الموت وهي مواد منتخبة. إن ميكانيكية تأثير هذه المركبات غير معروف بشكل محدد فهي قد تثبط صنع الكايتين وتنشط إنزيمات تحليل الكايتين أو إنزيمات تحليل الفينولات أو كلاهما. إن سمية الديميلين (Dimilin) الحادة للفقريات واطئة جداً حيث أن LD_{50} الفموية لذكور الجرذان = 10000 ملغم/كغم والسبب هو غياب الهدف (الكيوتكل) الذي تعمل عليه هذه المركبات.

2- مناطق التشابك العصبي–العضلي في الحشرات والتي تنقل الحافز إلى الكلوتامين Glutamine بينما في الفقريات هي كولونورجية.

3- الحشرات لا تستطيع تصنيع أشباه الستيرويدات Steroids لذلك يجب أن تحصل عليه في غذائها وعليه سيكون لدينا هدف محتمل وهو:

أ – منع عملية اخذ الستيرويدات Steroids من الغذاء باستخدام بعض المضادات الحيوية مثل Filipin.

ب– الجهاز الكيموحيوي الذي يحول الستيرويدات Steroids إلى نواتج أساسية مثل الكولسترول وهرمون الانسلاخ حيث أن هناك بعض المثبطات لهذا التحويل مثل Triparanol وبعض Azasteroides.

4- منظومة الغدد الصماء في الحشرات لدورها في تصنيع هرمونات الشباب والانسلاخ.

إن الأهداف الثلاثة الأخيرة لازالت غير مستغلة في مجال تصنيع المبيدات المنتخبة.

سابعاً : الطبيعة المتعددة العوامل للانتخاب Multiple Factors of Selectivity

ويقصد بها الانتخابية التي يسهم بها أكثر من عامل من عوامل الانتخاب بالرغم من أن احد الطرائق يكون هو السائد في الانتخابية مع وجود عدة عوامل إضافية مهمة في الانتخابية نتيجة الاختلافات المورفولوجية والتشريحية والفسيولوجية في الكائنات الحية.

المحور الرابع : قياس الانتخابية Selectivity Measuring

من الضروري إيجاد مؤشر للانتخابية يعتمد كمقياس لدرجة حساسية مجموعة أو نوع معين من الآفات مقارنة بنوع أو مجموعة أخرى ، إن المعيار المستخدم في هذا المجال هو ما يعرف بالنسبة الانتخابية للفقريات Vertebrate Selectivity Ratio حيث يهدف هذا المقياس إلى تحديد درجة انتخابية السموم للآفات المستهدفة في المكافحة وإنها غير منتخبة للإنسان لتحديد درجة أمانها للاستخدام ، كما يمكن استخدامها لقياس الانتخابية بين أي مجموعتين من مجاميع الآفات. إن قياس الانتخابية يمكن أن يتم باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{Vertebrate Selectivity Ratio (V.S.R.)} = \frac{\text{Value of Vertebrate } LD_{50}}{\text{Value of Insect } LD_{50}}$$

وكلما زادت قيمة V.S.R كلما دل ذلك على أن المركب منتخب للحشرات دون الإنسان أو الفقريات. فإذا تراوحت قيمة V.S.R

بين 1–10 = درجة منخفضة من الانتخابية

بين 10–100 = انتخابية عالية

بين 100–1000 = انتخابية عالية جداً

أما إذا زادت عن 1000 فهي تعني انتخابية عالية جداً جداً

إن قيمة النسبة الانتخابية للفقريات (.V.S.R) لا يمكن الاعتماد عليها في تعميم النتائج المتحصل عليها وذلك لعدة أسباب هي :

أولاً : أن قيمة النسبة الانتخابية للفقريات (.V.S.R) هي قيمة مطلقة لا يمكن الاعتماد عليها ومن الضروري العودة إلى قيم الجرعة النصفية القاتلة (LD_{50}) الأصلية وكما في المثال التالي :

المركب	الجرعة النصفية القاتلة للفقريات LD_{50} VERT.	الجرعة النصفية القاتلة للحشرات LD_{50} INSECT	النسبة الانتخابية للفقريات V.S.R.
A	2	0.02	100
B	200	2	100
C	20000	200	100

من خلال ما سبق يتبين أن قيمة .V.S.R متساوية للمركبات الثلاثة ولكن من المؤكد أن المركب A و B و C ذو انتخابية جيدة للحشرات.

ثانياً : إن قيم النسبة الانتخابية للفقريات (.V.S.R) حسبت من تجارب السمية الحادة فقط وكأنما السمية المزمنة غير مؤثرة وهو خطأ لذلك من الضروري اعتماد قيم السمية المزمنة حتى يمكن إعطاء قيم للانتخابية (.V.S.R) أكثر دقة.

ثالثاً : إن قيمة النسبة الانتخابية للفقريات (.V.S.R) تعتمد بالأساس على قيم الجرعة النصفية القاتلة LD_{50} والتي تمثل استجابة مجموعة معينة من الكائنات لتراكيز أو جرعات معينة من المبيد تحت ظروف معينة وعليه فان هذه القيمة تتأثر بالعديد من العوامل :

1– طريقة التعرض للمبيد Method of Exposure To Pesticides : في دراسة تم حساب قيمة .V.S.R لثلاثة مبيدات وكما يلي :

المركب	الجرعة النصفية القاتلة للفقريات LD_{50} VERT.	الجرعة النصفية القاتلة للحشرات LD_{50} INSECT	النسبة الانتخابية للفقريات V.S.R.
A	25	65	0.38
B	500	أكثر من 900	اقل من 0.56
C	68	25.5	3.4

يتبين من قيم .V.S.R أن المبيدات الثلاثة غير مفضلة لانخفاض قيمة .V.S.R وهذا يعزى جزئياً إلى سميتها الواطئة للحشرات وليس لأنها سامة للكائن اللبون. إلا أن الخطر الحقيقي على اللبائن المختبرة هو اقل بكثير مما توحي به قيم .V.S.R لان قيم LD_{50} كانت عن طريق الفم علماً بأن التعرض عن طريق الجلد هو الأكثر احتمالاً في الطبيعة.

2- نوع المذيب المستخدم Kind of Solvent : كانت LD_{50} للجرعة الحادة الفموية لمبيد GC9160 عند إذابته في الزيت 240-290 ملغم/كغم من وزن الجسم أما عند إعطاءه كمحلول مائي فان قيمة LD50 تراوحت بين 900-1500 ملغم/كغم.

3- الطور المستخدم من الآفة Pest Stage : عند استخدام مبيد (Dimilin) Th. 6040 كان ساماً فقط للأطوار غير البالغة وعن طريق الفم فقط. كما أن سميته تعتمد على دقة حجم الجزيئات واستخدامه عكس ذلك سيعطي قيم LD_{50} غير دقيقة.

4- عمر الآفة المستخدمة في الاختبار Pest Age : عند استخدام مبيد Isopropyl phenyl N-methyl carbamate على ذكور الذباب المنزلي بعمر يوم واحد كانت قيمة LD_{50} =104 ملغم/كغم وعند معاملة ذكور عمرها 7 أيام. فان قيمة LD_{50} بلغت 7 ملغم/كغم وذلك لان كمية الإنزيمات الدفاعية تنخفض مع تقدم العمر.

5- وقت استخدام المبيد وفترة التعريض Time of Application And Exposure Period: لوحظ أن مثيلات هرمون الشباب لابد أن تستخدم في وقت معين من عمر الكائن وكذلك ضرورة أن تكون فترة التعريض ثابتة وعكس ذلك فان قيمة LD_{50} ستكون مرتفعة جداً.

6- الجنس Sex : إن قيمة LD_{50} للباراثيون في ذكور الجرذان عن طريق الفم كانت 13 ملغم/كغم بينما عند إعطائه للإناث كانت LD_{50}=3 ملغم/كغم. أما مبيد شرادان فانه عند إعطائه لذكور الجرذان كانت قيمة LD_{50} = 9 ملغم/كغم وفي الإناث كانت42 ملغم/كغم.

7- طريقة التعبير عن كمية المبيد Method of Expression of Pesticide Amount : تختلف قيمة LD_{50} أو LC_{50} باختلاف وحدة قياس تركيز المبيد فهي تختلف في حساب التركيز على أساس مايكروغرام لكل حيوان اختبار عنها فيما لو حسبت على أساس ميكروغرام مبيد لكل وحدة وزن من جسم حيوان الاختبار.

8- درجة حرارة التربية Rearing Temperature : تؤثر درجة حرارة التربية قبل الاختبار أو أثناء الاختبار أو بعد التعرض للمبيد على تحمل حيوانات الاختبار للمبيد وقد يرجع ذلك لواحد أو أكثر من العوامل الآتية :

آ – تأثير درجة الحرارة على النظم المتأثرة بالمبيد داخل جسم حيوان الاختبار.

ب- تأثير درجة الحرارة على نشاط الكائن الحي وبالتالي على مقدار ما يلتقطه الكائن من المبيد.

ت- إن درجة الحرارة المثلى لحيوان الاختبار تساعده على تحمل المبيد وعليه فإن قيمة LD_{50} أو LC_{50} ستختلف تبعاً لطبيعة تأثر حيوانات الاختبار بدرجة الحرارة ، ففي تجربة لدراسة تأثير درجة حرارة التربية على حساسية يرقات خنفساء الحبوب الشعرية .Evert *Trogoderma granarium* لمبيدي الفيكام (Ficam) والبيرمثرين (Permethrin) وجد أن اليرقات المرباة على درجة حرارة 25°م أظهرت استجابة جيدة لكلا المبيدين وكانت LC_{50} لها منخفضة مقارنة باليرقات المرباة على درجتي حرارة 30 و 35°م.

9- درجة الرطوبة Humidity : إن تأثير درجة الرطوبة على قيمة LC_{50} مازالت غير واضحة ، إلا أنه يعتقد أن لها بعض التأثير ولكنه بالطبع أقل من تأثير درجة الحرارة ، فقد أظهرت نتائج بعض الدراسات أن هناك انخفاضاً في كمية المبيد الذي تلتقطه الحشرة بارتفاع نسبة الرطوبة.

10- الضوء Light : للضوء تأثير واضح في نشاط الحشرات وبالتالي على كمية ما تلتقطه الحشرة من المبيد ، ففي إحدى الدراسات على الذباب المنزلي وجد أن ما يلتقطه الذباب من مخلفات المبيدات في الضوء يزيد على 6 أمثال الكمية التي يلتقطها في الظلام.

11- التغذية Nutrition : على الرغم من أن التغذية ليس لها تأثير مباشر على النظم المؤثرة مباشرة في مبيدات الآفات ، إلا أن العديد من الدراسات أظهرت أن لنوع العائل الغذائي تأثيراً في درجة استجابة حيوانات الاختبار للمبيدات ، فمثلاً وجد أن الذباب المنزلي الذي يتغذى على اللبن كان أكثر تحملاً للمبيد (DDT) والبيرثرم (Pyrethrum) من الذباب المتغذي على السكر فقط ، وفي دراسة أخرى حول تأثير بعض العوائل الغذائية في حساسية يرقات خنفساء الحبوب الشعرية لمبيدي الفيكام (Ficam) والبيرمثرين (Permethrin) وجد أن اليرقات المرباة على السمسم كانت أكثر حساسية لكلا المبيدين مقارنة باليرقات المرباة على الحنطة واللوبيا والرز ، وقد يرجع هذا الاختلاف إلى احتواء بذور السمسم على نسبة عالية من زيت السمسم الذي أشارت العديد من الدراسات إلى تأثيره التنشيطي للعديد من مبيدات الحشرات.

لذلك فان قيمة LD_{50} أو أي معيار آخر للسمية ولأي نوع هي احد التقديرات بين عدد كبير جداً من المعايير، وان قيمة V.S.R. لاثنين من هاتين التقديرات قد تتباين كثيراً لنفس النوعين لمركب واحد عند إعادة التجربة.

رابعاً : الانتخابية على مستوى النوع : لا يمكن استخدام V.S.R. لزوج واحد من حشرة/فقري كمعيار مطلق للدلالة على انتخابية مبيد ما لان المصدر الرئيسي للاختلافات في اختبارات السمية ينتج عن مقارنة أنواع مختلفة. مثال ذلك :

المركب	LD_{50} Vert.	LD_{50} In.	V.S.R.
Abate	13000	205	63

إن قيمة V.S.R. مقبولة نوعاً ما ولكن سمية المبيد للذباب منخفضة ، ولكن عند استخدام البعوض الذي قيمة LD_{50} له منخفضة جداً وحسبنا قيمة V.S.R. فإننا سنضع هذا المبيد ضمن المبيدات المنتخبة جداً لارتفاع قيمة V. S.R.

إن التباين في قيم V.S.R. لا يعني مطلقاً عدم صلاحية هذا المعيار في تقدير الانتخابية بين الآفات واللبائن.

الباب الثاني

مبيدات الآفات من مفصليات الأرجل

Pesticides of Arthropods

الفصل الرابع : مبيدات الحشرات اللاعضوية

الفصل الخامس : مبيدات الحشرات العضوية الطبيعية

الفصل السادس : مبيدات الحشرات العضوية المصنعة سريعة المفعول

الفصل السابع : مبيدات الحشرات العضوية المصنعة بطيئة المفعول

الفصل الثامن : مبيدات الاكاروسات

الفصل الرابع

مبيدات الحشرات غير العضوية

Inorganic Insecticides

- مقدمة
- الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الحشرات
- مبيدات الحشرات غير العضوية
  - مركبات الزرنيخ
  - مركبات الفلور
  - مركبات السيانيد
  - مركبات الفسفور
  - مركبات السيانات
- المساحيق الخادشة والماصة والمواد الأخرى الخاملة

مقدمة Introduction

مبيدات الحشرات مواد كيميائية طبيعية أو صناعية استخدمت منذ أمد بعيد في مكافحة الحشرات الضارة للإنسان والحيوان والنبات ، حيث تمتاز بقدرتها على قتل الحشرات ومن أوائل مبيدات الحشرات المصنعة مجموعة المركبات غير العضوية Inorganic وفي مقدمتها مركب اخضر باريس الذي استخدم في عام 1867 بنجاح لمكافحة خنفساء كولورادو التي تصيب محصول البطاطا في الولايات المتحدة الأمريكية واتسع استخدامه بعد ذلك ليشمل جميع الحشرات القارضة للأوراق. إن النتائج الجيدة التي أظهرتها المبيدات في مكافحة الحشرات أدت إلى زيادة واضحة في الكميات المستخدمة منها من قبل المزارعين وذلك كنتيجة حتمية للزيادة المطردة في السكان وضرورة تلبية الاحتياجات الغذائية لهذا الكم الهائل من البشر ، حيث دخلت الشركات المنتجة للمبيدات في سباق وصراع من اجل أيجاد مبيدات جديدة تلبي حاجة المستهلك والسوق وبذلك أصبحت المبيدات الكيميائية المصنعة هي الأكثر شيوعاً واستخداماً لانخفاض تكاليفها .

الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الحشرات

Principles of Insecticides Classification

هناك العديد من الأسس التي يمكن اعتمادها لتقسيم مبيدات الحشرات والتي سبقت الإشارة إليها في الفصل الثاني فضلاً عما سبق فانه يمكن تقسيم مبيدات الحشرات على أساس:

الأساس الأول : تقسيم مبيدات الحشرات حسب الطور الحشري الذي تقوم بمكافحته

حيث تقسم إلى ما يلي :

1- مبيدات البيض Ovicide.

2- مبيدات اليرقات Larvicide.

3- مبيدات الحشرات الكاملة Adulticide.

إن هذا التقسيم قد لا ينطبق على الكثير من مبيدات الحشرات وذلك لان معظمها يمكن أن يؤثر على جميع أطوار الحشرة دون تمييز أحياناً وأحياناً أخرى قد يظهر احد الأطوار استجابة أو حساسية أكثر للمبيد مقارنة بالأطوار الأخرى. والمبيدات الأكثر شيوعاً في هذا المجال هي :

1- **مبيدات البيض Ovicide** : وهي نموذج ممتاز للمبيدات المتخصصة التي تمثل إحدى الركائز الأساسية في برامج إدارة الآفات حيث يمكن استخدامها عند عجز الوسائل الأخرى غير الكيميائية في تحقيق مكافحة فعالة ضد الآفة المستهدفة. إذ أن طور البيضة يعتبر الطور الأكثر حساسية من بين أطوار الحشرة والذي يزيد من كفاءة مبيدات البيض ما يلي :

أ - يلزم أن يوجد البيض في مكان معرض ومباشر للمبيد.

ب- من الضروري أن يكون البيض حساساً للمبيد.

ت- وجود عدد كافي أو وفير من البيض لتحقيق مكافحة جيدة.

ث- نقاط الضعف في البيضة : كلما زادت هذه النقاط مثل سمك قشرة البيضة ، الأغلفة الجنينية، مرحلة النمو الجنيني وغيرها.

إن من أهم مبيدات البيض هي تلك المبيدات التي تعود إلى مجموعة مركبات Dinitro والزيوت البترولية فضلاً عن وجود العديد من مبيدات البيض التي تعود لمركبات الفسفور العضوية والكارباميت ومركبات الكلور العضوية.

2- **مبيدات اليرقات Larvicide** : بالرغم من وجود العديد من مبيدات الحشرات التي تنتمي لمجاميع المبيدات المختلفة ذات التأثير الفعال في مكافحة اليرقات كما في حالة مبيد الدورسبان المستخدم في مكافحة الديدان القارضة إلا أن هناك مبيدات تتخصص في مكافحة اليرقات وتعود لمثبطات نمو الحشرات ومنظمات النمو الحشرية التي تعمل على تثبيط عملية التخليق الحيوي للهرمونات ومنها مثلاً المركب Diflubenzuron والذي يباع تجارياً تحت اسم Dimilin وهو مركب هرموني مضاد لهرمون الانسلاخ استخدم بنجاح في مكافحة دورة ورق القطن ودودة جوز القطن الشوكية والقرنفلية على القطن.

3- **مبيدات الحشرات الكاملة Adulticide** : وتضم هذه المجموعة أغلب مبيدات الحشرات المعروفة اليوم والتي تستخدم في مكافحة الطور البالغ للحشرات المختلفة.

الأساس الثاني : تقسيم مبيدات الحشرات حسب التركيب الكيميائي والمصدر

وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الحشرات إلى :

I) مبيدات الحشرات غير العضوية Inorganic Insecticides

II) مبيدات الحشرات العضوية Organic Insecticides : وتضم :

أولاً : مبيدات الحشرات العضوية الطبيعية Natural Organic Insecticides : وتضم

1- الزيوت البترولية Petroleum Oils.

2- الزيوت القطرانية Tar Oils.

3- مبيدات الحشرات العضوية الحيوية Organic Bioinsecticides. وتضم :

أ - مبيدات الحشرات المستخرجة من النباتات Botanical Insecticides.

ب- مبيدات الحشرات مايكروبية المصدر Microbial Origin Insecticides.

ت- مبيدات الحشرات حيوانية المصدر Animal Origin Insecticides.

ثانياً : مبيدات الحشرات العضوية المصنعة Synthetic Organic Insecticides : وتضم :

1- مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية Organochlorine Insecticides.

2- مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية Organophosphorus Insecticides.

3- مبيدات الحشرات الكارباماتية Carbamate Insecticides.

4- مبيدات الحشرات البايرثرويدية المصنعة Synthetic Pyrethroides Insecticides.

5- مبيدات حشرات متفرقة Miscellaneous Insecticides.

6- مبيدات حشرات بطيئة المفعول. وتضم :

أ - مثبطات نمو الحشرات Insect Growth Inhibitors.

ب- الطاردات Repellants.

ت- مانعات التغذية Antifeedants.

ث- الجاذبات Attractants.

ج- العاقمات Sterillants.

I) مبيدات الحشرات غير العضوية Inorganic Insecticides

تمتاز المبيدات التابعة لهذه المجموعة بأنها تستخدم بنجاح لمكافحة الحشرات القارضة، ولعل من أهم المركبات المستخدمة في هذا المجال مركبات الزرنيخ والفلور ومركبات الفسفور غير العضوية والتي تستخدم كسموم معدية لضمان فاعليتها ، وذلك برشها لتغطية النموات الخضرية للنبات أو عن طريق خلطها بمواد جاذبة للحشرات أو نثرها في أماكن مرور الحشرات حيث يصل المبيد إلى فم الحشرة عند قيامها بتنظيف أو لعق أجزاء جسمها . وفي الوقت الحاضر يكاد يقتصر استخدام هذه المركبات في مجالات معينة وعند الضرورة وذلك نتيجة للأضرار التي تحدثها هذه المركبات للإنسان والحيوان والنبات لشدة سميتها علاوة على عدم تحللها وبقاؤها لفترة طويلة في البيئة ، ومن أهم المركبات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي :

مركبات الزرنيخ Arsenical Compounds

تشكل مركبات الزرنيخ مجموعة كبيرة من المواد السامة ذات التأثير المعدي ، وبالرغم من الدور المهم الذي لعبته هذه المجموعة في مكافحة الآفات الحشرية فقد أصبح مجال استخدامها اليوم مقتصراً على حالات معينة وذلك لشدة سميتها على الإنسان والحيوان والنبات ، ولكي يحدث عنصر الزرنيخ تأثيره السام فانه لابد أن يكون في صورة مركبات لذلك فان هذا العنصر يتوفر عادة بشكل اكاسيد احدها يطلق عليه الزرنيخ الأبيض أو حامض الزرنيخور $2H_3AsO_3$ والثاني حامض الزرنيخيك $2H_3AsO_4$ وتستخدم هذه الأحماض بشكل أملاح وتدعى الأولى بمركبات الزرنيخيت Arsenites والثانية بمركبات الزرنيخات Arsenates. وبصورة عامة فان أملاح الزرنيخيت أكثر سمية للحيوان والنبات من أملاح الزرنيخات والتي تستخدم رشاً

على النبات لقلة ذوبانها بالماء بينما يقتصر استخدام أملاح الزرنيخيت في عمل الطعوم السامة لأنها شديدة الذوبان بالماء محررة حامض الزرنيخوز الذي يعمل على حرق النباتات المعاملة. وبشكل عام فان كفاءة مركبات الزرنيخ في مكافحة الآفات الحشرية تعتمد بالدرجة الأساس على النسبة المئوية لعنصر الزرنيخ في المركب المستخدم في عملية المكافحة.

تعود مركبات الزرنيخ لمجموعتين من أكاسيد الزرنيخ هما :

أولاً : المركبات التابعة لاكاسيد الزرنيخوز Arsenic Oxides Compounds

وتسمى أيضاً بثالث اوكسيد الزرنيخ Arsenic Trioxide أو الزرنيخ الأبيض White Arsenic وتركيبه الكيميائي : As_2O_3 ويحتوي على 75% من عنصر الزرنيخ الذي يتسامى عند درجة 120-150°م وله تأثير سام وفعال ، ونظراً لارتفاع معدل ذوبانه في الماء والتي تتراوح بين 1.2-4 غم/100 مل ماء عند درجة 20°م ، لذلك فإن رشه على الأجزاء الخضرية يؤدي إلى حدوث حروق فيها ، لذلك يفضل استخدامه بشكل طعوم سامة لمكافحة الحشرات وذلك بخلطه مع النخالة لمكافحة النطاطات والجراد والصراصير والنمل. من أهم المركبات التابعة لهذه المجموعة :

1- زرنيخيت الصوديوم Sodium Arsenite : ويحضر من تفاعل ثالث اوكسيد الزرنيخ في محلول هيدروكسيد الصوديوم :

$$As_2O_3 + NaOH \longrightarrow NaAsO_2 + Na_2HAsO_3$$

زرنيخيت الصوديوم

ويحوي زرنيخيت الصوديوم على 31.3% من ثالث اوكسيد الزرنيخ ، لذلك فهي تذوب في الماء وتسبب حروق للنباتات المعاملة بها ، لذلك فهي تستخدم فيما يلي :

أ – كطعوم سامة لمكافحة الجراد والنطاطات وذلك بإذابة 1 كغم زرنيخيت صوديوم في 130 لتر ماء وتخلط جيداً مع 100 كغم نخالة طحين ثم تنثر في الأماكن المستهدفة بالمكافحة.

ب- تجهز لعمل محاليل غمر Dipping Solution لحيوانات المزرعة لمكافحة الطفيليات الخارجية .

ت- غمر حزم من الحطب في محاليلها حتى تشبع ثم توزع بتعليقها بين أشجار الفاكهة والزيتون لمكافحة ذبابة الفاكهة وذبابة الزيتون.

2- أخضر باريس Paris Green : إن المادة الفعالة في مركب أخضر باريس هي ملح مزدوج من 3 جزء من زرنيخيت النحاس مع جزء واحد من خلات النحاس أي خلات ميتا زرنيخيت النحاس (Asetometa Arsenite of Copper) وتحتوي على نسبة تتراوح بين 54-75% من ثالث اوكسيد الزرنيخ، وتتميز مادة أخضر باريس بكونها مسحوق ناعم ثقيل يترسب بسرعة ولذا يلزم التقليب المستمر عند التطبيق كما تزول متبقياتها ميكانيكياً بسهولة بواسطة العوامل الجوية من مطر ورياح وكذلك أثناء خدمة المحصول ، وبالرغم من أنها غير قابلة للذوبان بالماء إلا أن تجهيزها بخلطها مع الماء يؤدي لتحللها تدريجياً وتحرر الزرنيخ القابل للذوبان بالماء. يمكن خلط أخضر باريس مع مخلوط بوردو Bordeaux mixture ، بينما لا يخلط مع الكبريت أو الجير أو الصابون أو الروتينون Rotenon أو البيرثرم Pyrethrum والزيوت والداي نايتروفينولات Dinitrophenols لأن عملية الخلط ستؤدي إلى إحداث حروق في النبات وخفض سميته للحشرات.

استخدم أخضر باريس بشكل فعال لمكافحة خنفساء كولورادو البطاطا وغيرها من الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة ، كما استخدم أخضر باريس أيضاً بعد تخفيفه بالطحين تعفيراً أو نثراً على الأسطح المائية للبرك والمستنقعات حيث تطفو على سطح الماء لفترة طويلة وذلك لصغر حجم حبيباتها الذي لا يزيد عن 20 مايكرون لمكافحة يرقات البعوض التي تنجذب إلى لونه الأخضر ، كما أن لون أخضر باريس لا يطرد إناث البعوض كما تفعل الزيوت البترولية ، بل يقتل اليرقات الخارجة من كتل البيض التي تضعها الإناث ، أو يخفف 1 كغم من أخضر باريس مع 400 لتر ماء ويضاف له 1 كغم من الجير المائي Hydrated Lime كمادة مصححة Corrector Agent عند استخدامه رشا على النباتات ، كما استخدم أخضر باريس في عمل الطعوم السامة وذلك بخلط 1 كغم من أخضر باريس مع 25 كغم نخالة طحين مع إضافة 33 لتر ماء محلى بالدبس الأسود كمادة جاذبة لمكافحة الجراد والنطاطات والديدان القارضة.

3- ارجواني لندن London Purple : وهو مخلوط من زرنيخيت وزرنيخات الكالسيوم Calcium Arsenite & Arsenate وقد استخدم رشاً لمكافحة خنفساء كولورادو البطاطا.

4- زرنيخيت الكالسيوم Calcium Arsenite (CaAsO) : وتستخدم تغفيراً ضد الجراد والنطاطات في الغابات كما استخدمت لمكافحة الكاروب *Gryllotalpa gryllotalpa* ، إلا أن استخدامها قد يحدث بعض الحروق للنباتات الحساسة.

4- زرنيخيت الزنك Zinc Arsenite (ZnAsO) : استخدمت على محصول البطاطا لمكافحة الحشرات التي تهاجم البطاطا بعد خلطها مع الجير والكبريت ، كما استخدمت لمكافحة يرقات البعوض ووقاية وحفظ الأخشاب والجلود الجافة.

ثانياً : المركبات التابعة لخامس اوكسيد الزرنيخ Arsenic Pentoxide

وتسمى أيضاً بأكاسيد الزرنيخيك Arsenic Oxide (As_2O_5) ويحتوي خامس اوكسيد الزرنيخ على 65% من الزرنيخ الذي يتسامى على درجة 120-150°م وله تأثير سام وفعال ولكن أقل من الاوكسيد السابق وذلك نظراً لانخفاض معدل ذوبانه بالماء عن ثالث اوكسيد الزرنيخ ولذلك يمكن استخدامه رشاً على النبات ولا يؤدي إلى حرقها ، ويحضر من خلال تسخين ثالث اوكسيد الزرنيخ وبوجود حامض النتريك وبحدوث عملية أكسدة.

أكسدة

$$As_2O_3 + 2HNO_3 \longrightarrow As_2O_3 + Na_2HAsO_3$$

ويستخدم هذا المركب كأساس لتجهيز غالبية مركبات الزرنيخات والمستخدمة في مكافحة الآفات الحشرية ومن أهم المركبات التابعة لخامس اوكسيد الزرنيخ ما يلي :

1- زرنيخات الرصاص Lead Arsenate ($PbAsO_4$) : وتحضر تجارياً من خلط أملاح الرصاص القابلة للذوبان في الماء مثل نترات أو خلات الرصاص مع زرنيخات الصوديوم

$$AS_2O_5 + PbO + H_2O \longrightarrow PbHASo_4 \longrightarrow Pb_4[Pb(OH)_2(ASo_4)_3] + H_3ASo_4$$

والناتج عبارة عن مخلوط من :

أ - زرنيخات حامضية ($PbH_4 (AsO_4)_2$) وتكون ثابتة وهي الشائع وجودها وتحتوي على 20% من معدن الزرنيخ أو على 31-33% من اوكسيد الزرنيخيك ولا تزيد كمية الزرنيخ الذائب عن 0.252%.

ب- زرنيخات أقل حامضية ($PbH (AsO_4)$).

ت- زرنيخات قاعدية ($Pb_4 (AsOH) - (AsO_4) H_2O$).

ويضاف لناتج التفاعل مواد مساعدة ناشرة Spreading Agent مثل كازينات الكالسيوم Calcium Caseinate لمنع تجمعها وتحسين خواص الابتلال والانتشار. كما قد تحضر زرنيخات الرصاص بصورة غروية بتفاعل نترات الرصاص مع زرنيخات الرصاص وبوجود جيلاتين أو صمغ عربي. تجهز زرنيخات الرصاص بشكل مسحوق تعفير بعد تخفيفها بمادة حاملة خاملة وبنسبة تتراوح بين 2-20 مثل مسحوق التلك أو الجير المائي أو الكبريت أو رشاً بخلطها بالماء أو مع محاليل رش أخرى كمحلول بوردو مع مراعاة التقليب المستمر. استخدمت زرنيخات الرصاص لمكافحة الفراشة الغجرية كسم معدي Stomach Poison قوي المفعول وبدون تأثر النباتات المعاملة وقد حلت محل أخضر باريس في مكافحة آفات أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر ونباتات الزينة. كما استخدمت زرنيخات الرصاص لمكافحة آفات التربة وذلك لاحتفاظ الطبقة السطحية من التربة بها. وتضاف عادة بمعدل 1 كغم/50 قدم3 من التربة. إلا أن من مساوئ استخدامها في التربة هو تسببها في ضعف نمو النباتات وذلك نتيجة تأثيرها في إحياء التربة. ولخفض الأضرار الجانبية لزرنيخات الرصاص يمكن إضافة كميات متساوية لها من الجير المائي أو المطفأ أو ربع كميتها من كبريتات الخارصين وهو ما يقلل بدوره من تحرر الزرنيخ الذائب. ويمكن خلط زرنيخات الرصاص مع النيكوتين وكبريتات النيكوتين ومخلوط بوردو والكبريت القابل للبلل والفلوسيليكات والزيوت ولا ينصح بخلطها مع الصابون أو تخفيفها بالمياه العسرة والتي تؤدي إلى تحلل زرنيخات الرصاص الحامضية فقط منتجة زرنيخ قابل للذوبان في الماء وذلك لأن زرنيخات الرصاص

الحامضية تحتوي أصلاً على 33% اوكسيد الزرنيخيك في حين تحتوي زرنيخات الرصاص القاعدية على 23% اوكسيد زرنيخيك.

$$PbHAsO_4 + H_2O \longrightarrow Pb_4(PbOH)(AsO_4)_3 + 2H_3AsO_4$$

حامض الزرنيخيك زرنيخات رصاص قاعدية زرنيخات رصاص حامضية

2- زرنيخات الكالسيوم Calcium Arsenate وتتكون من زرنيخات ثلاثية الكالسيوم $[Ca_3(ASo_4)_2]$ وهي المادة الرئيسة في المركب وهي عديمة الضرر وثبت مؤخراً أن المادة التجارية ما هي إلا زرنيخات كالسيوم قاعدية تبعاً لدرجات الحرارة والرطوبة وعليه فإن قوة زرنيخات الكالسيوم تعد بقوة الزرنيخات ثلاثية الكالسيوم والمكافئة لقيمة خامس اوكسيد الزرنيخ بالعينة وزرنيخات كالسيوم حامضية ($CaHASo_4$) والجير وكاربونات كالسيوم.

$$H_3ASo_4 + CaCl_2 \longrightarrow CaHASo_4 + Ca_3(ASo4)_2 + [Ca_3(ASo_4)_2]\,Ca(OH)_2$$

زرنيخات كالسيوم قاعدية زرنيخات كالسيوم ثلاثية زرنيخات كالسيوم حامضية

وتحتوي على 40-45% اوكسيد الرزرنيخيك و 25-30% من عنصر الزرنيخ واوكسيد زرنيخيك قابل للذوبان بالماء ولهذا فهي أكثر سمية من زرنيخات الرصاص.

استخدمت زرنيخات الكالسيوم كمسحوق تعفير لمكافحة سوسة لوز القطن حيث لها خواص التصاق جيدة بالأسطح المعاملة وذلك لدقة حجم حبيباتها حيث يمر ما لا يقل عن 95% من حبيباتها من منخل 300 مش/انج2 أو تستخدم كمسحوق قابل للبلل ، إلا أن خواص التصاقه بالأسطح المعاملة أقل من زرنيخات الرصاص كما أنه غير ثابتة كزرنيخات الرصاص حيث يتحرر منها الزرنيخ القابل للذوبان في الماء والذي يؤدي إلى إحداث حروق في النباتات المعاملة. استخدمت زرنيخات الكالسيوم بنجاح لمكافحة العديد من الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة مثل دودة ورق القطن وخنفساء القثاء والخنفساء الحمراء. ولا ينصح بخلط زرنيخات الكالسيوم مع كبريتات النيكوتين أو الصابون أو البيرثرم والروتينون والزيوت والـ Dinitrophenols والكلوردين ولكن يمكن خلطها مع الفلوسيليكات وسادس كلوريد البنزين ، مما سبق يتبين أن هناك العديد من الخواص أو الصفات المتباينة بين زرنيخات الرصاص وزرنيخات الكالسيوم والجدول (1) يلخص هذه الفروق.

زرنيخات الرصاص	زرنيخات الكالسيوم
أ – تتكون من مركب واحد حامضي التأثير	أ – عبارة عن مركبين مخلوطين قاعدي التأثير
ب- تتفاعل مع المركبات القاعدية وتحرر الزرنيخ الذائب	ب- ضعيفة التفاعل مع المركبات القاعدية
ت- تقلل الأحماض تحرر الزرنيخ الذائب ويعمل الماء العسر على فصل الزرنيخ الذائب	ت- تعمل الأحماض على تحرر الزرنيخ الذائب وكذلك الماء العسر
ث- لا تتأثر بالعوامل الجوية	ث- تتأثر بالعوامل الجوية
ج- تتأثر بثاني اوكسيد الكاربون قليلاً	ج- بوجود ثاني اوكسيد الكاربون يتحرر الزرنيخ الذائب
ح- تتفاعل مع الجير والكبريت لذلك لا تخلط معهما	ح- يمكن خلطها بالجير والكبريت

3- زرنيخات المغنيسيوم Magnesium Arsenate : وتحتوي على 20-40% من خامس اوكسيد الزرنيخ واستخدمت لمكافحة خنفساء الفول المكسيكية.

4- زرنيخات النحاس Copper Arsenate : وتحضر من تفاعل حامض الزرنيخيك مع كبريتات النحاس ثم إضافة الأمونيا والزرنيخ القابل للذوبان بالماء بنسبة 0.1% لتصبح أمينة الاستخدام على النبات وهي غير قابلة للتحلل المائي وقليلة التأثر بثاني اوكسيد الكاربون واستخدمت بنجاح ضد آفات البطاطا الحشرية وخنفساء الفول المكسيكية والعديد من الديدان القارضة.

العوامل المؤثرة في سمية مركبات الزرنيخ

Factors Affecting The Toxicity of Arsenic Compounds

هناك بعض العوامل التي تؤدي إلى زيادة سمية مركبات الزرنيخ والتي من أهمها ما يلي :

1- النسبة المئوية للزرنيخ الكلي Total Arsenic Percentage : وجد أنه كلما زادت النسبة المئوية للزرنيخ الكلي في المركب كلما زادت درجة سمية المركب بالإضافة إلى سمية الكاتيون المعدني الداخل في تركيب الجزيء ، فالسمية هي محصلة سمية الجزء الزرنيخي والكايتوني بالجزيء.

2- النسبة المئوية للزرنيخ الذائب Soluble Arsenic Percentage : كلما زادت النسبة المئوية للزرنيخ الذائب كلما زادت درجة سمية المركب وازداد ضرره على النبات ، وهذا يتطلب إضافة المواد المصححة Correctors كهيدروكسيد الكالسيوم. وتتحدد نسبة الزرنيخ الذائب تبعاً لنوع الحامض المشتق منه المركب إن كان حامض الزرنيخور أو الزرنيخيك.

3- درجة تعرية الحبيبات Particles Size : كلما ازدادت درجة تعرية الحبيبات كلما أصبح المركب الزرنيخي أكثر سمية.

4- وجود غاز ثاني اوكسيد الكاربون Existence of CO_2 : وجد أن زيادة غاز CO_2 في الجو المحيط يؤثر على المادة المصححة الموجودة في المركب وبالتالي يزيد من تحرر الزرنيخ الذائب.

أعراض التسمم بمركبات الزرنيخ Symptoms of Arsenic Toxicity

تعد مركبات الزرنيخ سواء كانت اكاسيد أو أحماض أو أملاح من السموم المعدية قوية التأثير ، فضلاً عن تأثيرها كسموم بالملامسة ويمكن إجمال أعراض التسمم بهذه المركبات فيما يلي :

أولاً : بالنسبة للحشرات Toxicity Symptoms To Insects

إن تغذية دودة ورق القطن على نبات قطن معامل بمركبات الزرنيخ أدى إلى ظهور الأعراض التالية :

1- الامتناع المؤقت عن الأكل ثم العودة للأكل ثم إرجاع ما أكلته عن طريق الفم Regurgitation ويرجع ذلك إلى زيادة الإفرازات نتيجة التسمم والتي تخرج بصورة براز مائي عن طريق الفم.

2- حدوث خمود ثم الموت دون حدوث رجفات أو رعشات.

3- تحلل الطبقة الطلائية في القناة الوسطى وحدوث موت موضعي في خلايا هذه الطبقة التي تنفصل عن الغشاء القاعدي وذلك لحدوث تحلل بروتوبلازمي حيث تمر الخلايا المنفصلة خلال القناة الهضمية ويتم هضمها.

هذه الأعراض وجدت أيضاً في حوريات الصرصر الأمريكي والجراد المتسممين بمركبات الزرنيخ.

ثانياً : بالنسبة للفقريات Toxicity Symptoms To Vertebrate

إن تعرض الحيوانات الفقرية لمركبات الزرنيخ تؤدي إلى ظهور الأعراض التالية :

1- حدوث ألم في المعدة مع تقلصات عنيفة وآلام حادة وحرقة في المرئ والبطن يعقبه إسهال وتقيؤ مع هبوط سريع بضغط الدم يصاحبه برودة لانخفاض حرارة الجسم يعقب ذلك الموت.

2- في حالات التسمم غير المميتة تظهر أعراض ألم شديد في المعدة وعدم استجابة الأطراف وحدوث اضطراب عصبي وضعف جنسي وحدوث تكسر في كريات الدم الحمراء.

3- إن استنشاق أبخرة المركبات الزرنيخية يؤدي إلى تهيج الأنسجة المخاطية المبطنة للقصبات الهوائية والجفون والرقبة ثم يمتد لجلد البطن والظهر ، كما أن ترسب مخلفاتها بالأنف يؤدي لتآكل الحاجز الأفقي وحدوث أورام سرطانية.

4- أما أعراض التسمم المزمن بالثدييات فتكون بصورة سيولة اللعاب وفقدان الشهية والقيء مع آلام حادة بالجهاز الهضمي وإسهال فضلاً عن التهاب أغشية الأنف واللثة مع ظهور تقرحات جلدية بلون رمادي لظهور مرض (Herps) كما يحدث تشمع بالكبد وتليف الشعيرات الدموية.

5- الأعراض النسيجية تتلخص في تحلل الخلايا الطلائية بالقناة الهضمية المسؤولة عن عمليات الهضم والامتصاص وتكسر أنويتها ، وتؤدي الجرعات العالية من مركبات الزرنيخ إلى انفصال الخلايا الطلائية

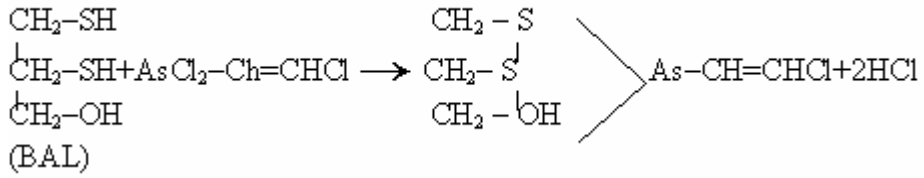
عن الغشاء القاعدي لتحلل بروتوبلازم جدر الخلايا حيث تمر بقايا الخلايا الطلائية لداخل القناة الهضمية فتهضم تاركة الغشاء القاعدي. كما تعمل مركبات الزرنيخ على ترسب بروتين الخلايا.

آلية التأثير السام لمركبات الزرنيخ Arsenic Compounds Mechanism of Action

تؤثر مركبات الزرنيخ بأكثر من طريقة لإحداث تأثيرها السام في الآفات الحيوانية والثدييات والتي يمكن تلخيصها فيما يلي :

1- تعمل مركبات الزرنيخ على منع حدوث عملية فسفرة الادينوسين داي فوسفيت (Adenosin ADP Diphosphate) في عملية الفسفرة التأكسدية (Phosphorylative Oxidation) ومنع تكوين الادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP (Adenosin Tri-Phosphate) المهمة في تخزين الطاقة حيث يحل الزرنيخ بصورة زرنيخيت محل الفسفور بتفاعلات الفسفرة التأكسدية وبذلك يتم تثبيط هذا التفاعل، وقد وجد أن مركبات الزرنيخيت تمنع حدوث عملية الفسفرة بنسبة 95% في حين تعمل مركبات الزرنيخات على منعها بنسبة 50%.

2- ترتبط مركبات الزرنيخ بالإنزيمات الحاوية على مجموعة سلفاهيدريل (SH) وتثبط عملها ومن هذه الإنزيمات Cytochrome Oxidase و Dehydrogenase و Phosphatase ، مثال ذلك تعمل زرنيخيت الصوديوم على إيقاف عمل نظام البايروفيت اوكسيديز (Pyruvate Oxidase System) الضروري لإتمام هضم المواد الكاربوهيدراتية نتيجة تداخل وارتباط جزيئات الزرنيخ الثلاثي مع مجموعات (SH) الحرة بالجسم وبعد نفاذها تبدأ بالارتباط بمجموعات (SH) الموجودة بالإنزيمات التي تعمل في نظام البيروفيت وتثبط عملها مما يؤدي إلى حدوث خلل في العمليات الكيميائية الحيوية يؤدي بالنهاية إلى موت الكائن الحي ومما يؤكد هذا التأثير هو إمكانية خفض سمية مركبات الزرنيخ عن طريق إعطاء الشخص المتعرض لها مادة British Anti Lewisti (BAL) التي تعود لمجموعة المركبات ثنائية الثايول أو الكبريت وإن الاسم الكيميائي لمادة (BAL) هو 2,3-dimercapto propanol هذه المادة تحتوي على مجموعتي (SH) وهي مادة مخلبية تم اكتشافها خلال الحرب العالمية الثانية كمركب مضاد لغازات الزرنيخ السامة ، لذلك فإن مادة (BAL) تعمل على إزالة سمية الزرنيخ وكما في التفاعل التالي :



3- تؤدي الجرعات العالية من مركبات الزرنيخ إلى حدوث ترسيب كلي للبروتين في الخلية الحية وذلك لمهاجمتها الأواصر الكبريتية التي تلعب دوراً مهماً في حفظ الشكل المميز للبروتين وقد لوحظ أن تأثير مركبات الزرنيخ يتركز في النسيج الطلائي للقناة الهضمية الوسطى للحشرات.

الدفاعات الحشرية ضد مركبات الزرنيخ

Insects Defense Against Arsenic Compounds

تمكنت الحشرات ونتيجة لاستخدام مركبات الزرنيخ في مكافحتها لعدة عقود من الزمن قبل ظهور مبيدات الحشرات العضوية من إظهار بعض الآليات التي تمكنها من تجنب التسمم بمركبات الزرنيخ وكما يلي :

1- تجنب الحشرات الأسطح المعاملة بمركبات الزرنيخ ورفض التغذية على الأجزاء النباتية المعاملة بها ، وقد تم التغلب على هذه الآلية بخلط مركبات الزرنيخ بالكبريت أو كازينات الكالسيوم (Calcium Casine).

2- التقيؤ وإرجاع الطعام المعامل بمركبات الزرنيخ وبذلك تنجو من التسمم والموت وقد أمكن التغلب على هذه الظاهرة بإضافة المواد المسكنة (Sedatives) مثل كاربونات البزموث (Bismuth Carbonate) التي تمنع التقيؤ وإرجاع الطعام.

3- الإفراز الزائد للسائل المعوي فلا تتمكن جزيئات الزرنيخ من إحداث تأثيرها السام.

مركبات الفلور Fluoride Compounds

يوجد عنصر الفلور شديد السمية بالطبيعة على صورة فلوالومينات الصوديوم (Sodium Fluoalominate : Cryolite : Na_3AlF_6) أو بصورة فلوريد الكالسيوم (Calcium Fluoride : Fluospa : CaF_2) كذلك يوجد بصورة ملح مزدوج من فلوريد الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم.

تتميز مركبات الفلور بكونها غير قابلة للذوبان بالماء تقريباً وهي ثابتة كيميائياً وهي مميزات قد لا تتوفر في أي مركب آخر ، لذلك فقد استخدمت مركبات الفلور الأكثر ذوباناً لمكافحة عثة الملابس وحشرات المنازل والذباب وحفظ ووقاية الأخشاب من الإصابة بالأرضة وفي عمل الطعوم السامة في حين استخدمت مركبات الفلور الأقل ذوباناً في مكافحة آفات المحاصيل الحقلية والحدائق.

لقد استخدمت مركبات الفلور شديدة السمية كمبيدات حشرات في النصف الثاني من القرن التاسع عشر حيث استخدم لأول مرة مركب فلوريد الصوديوم لمكافحة الصراصر وقمل الدواجن ثم اكتشفت أهميته في عمل الطعوم السامة تلا ذلك استخدام فلوسيليكات الصوديوم وفلوالومينات الصوديوم كسموم معدية فعالة علاوة على كونها عديمة الذوبان تقريباً حتى حلت أفراد هذه المجموعة محل مجموعة المركبات الزرنيخية لتميزها بدرجة سمية أعلى للحشرات من مركبات الزرنيخ ، كما تمتاز بانخفاض سميتها للبائن وأقل ضرراً على النباتات المعاملة بها وأرخص ثمناً.

تتحلل الفلوسيليكات القابلة للذوبان مائياً لحد ما وينتج عن ذلك فلوريدات مناسبة ، أما إذا وجدت بوسط التفاعل مادة قلوية وبدرجة كافية فإن التحلل يكون تام ، ولهذا لا يجب خلط هيدروكسيد الكالسيوم أو كاربونات الكالسيوم أو زرنيخات الكالسيوم أو الصابون أو الماء العسر أو مخلوط بوردو معها بينما يمكن خلط زرنيخات الرصاص والزيوت والكبريت القابل للبلل معها.

مركبات الفلور هي سموم معدية Stomach Poison كما تؤثر بالملامسة أيضاً Contact Poison حيث تتميز أفرادها بتأثير مهيج للحشرات يؤدي إلى التقاط الحشرة لمزيد من المبيد. كما تتفاعل مركبات الفلور مع مركبات الكالسيوم وكذلك مركبات المغنيسيوم القابلة للذوبان بالماء وينتج عنها مركبات غير قابلة للذوبان في الماء والتي تعد كمبيدات حشرات فعالة.

تقسم مركبات الفلور إلى مجموعتين هما :

أولاً : الفلوريدات Fluorides : وتضم :

1- فلوريد الصوديوم Sodium Fluoride NaF_1 . ويحضر من تفاعل فلوريد الكالسيوم مع حامض الكبريتيك الذي ينتج عنه حامض الهيدروفلوريك Hydrofluoric Acid والذي بتفاعله مع الصوديوم ينتج فلوريد الصوديوم وكما في المعادلة التالية :

$$CaF_2 + H2So_4 \longrightarrow HF + Na_2Co_3 \longrightarrow NaF$$

ويحضر أيضاً من تفاعل فلوسيليكات الصوديوم مع كاربونات الصوديوم ثم إضافة هيدروكسيد الصوديوم فيذوب حامض السيليسيك الغروي فيرسب فلوريد الصوديوم الصلب وتنتج سيليكات الصوديوم كما في المعادلة :

$$Na_2SiF_6 + 2Na_2Co_3 + H_2O \longrightarrow 6NaF + H_2Sio_3 + 2Co_2$$

ويذوب فلوريد الصوديوم في الماء بنسبة 4% على درجة حرارة الغرفة ويحتوي على 45% من الفلورين ولكون المادة الفعالة بالمركب قابلة للذوبان بالماء ، منع استعمالها رشاً على النباتات الخضراء ، لذا يفضل استخدامها تعفيراً حيث تلتقطه الحشرات بأرجلها وزوائد جسمها وأجزاء فمها وبذلك يدخل إلى جهازها الهضمي عند تنظيف أرجلها وقرون استشعارها بأجزاء فمها أو يدخل عبر جدار الجسم عن طريق الخدوش والفتحات التنفسية وعن طريق الأغشية بين العقلية.

استخدم فلوريد الصوديوم بنجاح لمكافحة القمل القارض بحيوانات المزرعة وقمل الطيور تعفيراً أو بصورة محلول تغطيس ، فضلاً عن استخدامه لمكافحة الحشرات المنزلية كالصراصير والنمل ، كما استخدم بصورة محلول بتركيز 2% لحماية الأخشاب من النمل الأبيض وعمل الطعوم السامة لمكافحة الكاروب والديدان القارضة.

2- فلوريد الباريوم Barium Fluoride BaF . استخدم فلوريد الباريوم لمكافحة الحشرات التي تهاجم الأخشاب وخاصة الأرضة ، كما استخدم لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة حيث حقق نسبة إبادة عالية ،

كما استخدم لمكافحة سوسة لوز القطن *Anthonomus grandis* كما استخدم كمسحوق تعفير لمكافحة العديد من حشرات القرعيات كالخنفساء البرغوثية وخنفساء القثاء والخنفساء الحمراء.

3 – فلوريد الخارصين Zinc Fluoride ZF : استخدم فلوريد الخارصين في حفظ الأخشاب من الأرضة والعديد من حشرات الأخشاب ، كما استخدم كطعم سام لمكافحة العديد من الآفات الحشرية.

ثانياً : الفلوسيليكات Fluosilicates

ومن أهم مركباتها المستخدمة في مكافحة الحشرات ما يلي :

1- فلوسيليكات الصوديوم Na_2SiF_6 : Sodium Fluosilicate : وتحضر من تفاعل حامض الفلوسيليسيك الناتج من رابع فلوريد الصوديوم كناتج ثانوي أثناء تصنيع الأسمدة الفوسفاتية مع مركب صوديومي مثل كلوريد الصوديوم القابل للذوبان بالماء.

$$H_2SiF_6 + 2Na_2Co_3 + H_2O \longrightarrow Na_2SiF_6 + H_2O + HCl$$

ويحتوي المركب على 60.6% فلورين وهو قليل الذوبان في الماء حيث تبلغ نسبة ذوبانه 0.665 غم/100 مل ماء عند 18°م وهو مسحوق أبيض حبيبي ثقيل وبالتالي لا يسهل استخدامه كمسحوق تعفير لأنه لا يلتصق بالنبات جيداً. استخدمت فلوسيليكات الصوديوم في مكافحة الآفات الحشرية بديلاً عن فلوريد الصوديوم إلا أنها قد تسبب أضراراً للنباتات المعاملة لتحللها بالماء مكونة فلوريد الصوديوم وفلوريد الهيدروجين ، كما تتفاعل مع القلويات خاصة الموجودة أثناء التحضير كشوائب أو مع الماء العسر أثناء الرش ، كما أن بعض النباتات تفرز عصارة قلوية تؤدي إلى تحرر فلوريد الصوديوم حتى بعد إضافة هيدروكسيد الكالسيوم. وكما في المعادلة :

$$Na_2SiF_6 + 2Na_2Co_3 + H_2O \longrightarrow 6NaF + H_2SiO_3 + 2Co_2$$

ولقد استخدمت فلوسيليكات الصوديوم في تجهيز الطعوم السامة لمكافحة النطاطات وصراصير الحقل والديدان القارضة ، كما استخدمت مخلوطة مع السكر لرشها على أشجار الفاكهة لمكافحة ذبابة الفاكهة ، وكذلك استخدمت بشكل محلول تركيزه 0.052% كمادة طاردة لعث الملابس والسجاد

2- فلوسيليكات الباريوم $BaSiF_6$: Barium Fluosilicate : فلوسيليكات الباريوم قليلة الذوبان في الماء وتحتوي على 72% فلوسيليكات باريوم وحوالي 8% فلوالومينات الصوديوم (كريوليت) و 20% مواد خاملة. وتذوب فلوسيليكات الباريوم بنسبة 0.26 جزء في المليون أي بمعدل 26 ملغم/100 لتر ماء عند درجة 17°م ويحتوي على 40.8% فلورين. ويراعى عدم خلطها مع النيكوتين وزرنيخات الكالسيوم والجير أو مزيج بوردو أو الصابون القلوي ولهذا تخفف بالكريولايت أو مسحوق التلك.

استخدمت فلوسيليكات الباريوم لمكافحة الخنفساء اليابانية والخنفساء البرغوثية وخنفساء الفول المكسيكية والقثاء ودودة ثمار العنب كمحلول رش بتركيز 1-3 كغم/400 لتر ماء أو كمسحوق تعفير وبواقع 1 كغم فلوسيليكات الباريوم لكل 3 كغم من مسحوق التلك أو الطحين لمكافحة الكاروب والديدان القارضة.

3- فلوالومينات الصوديوم أو كريوليت Na_3Al_6 Sodium Fluoaluminate : توجد بالطبيعة بصورة معدن ($AlF_3.3NaF$) أو معدن (Na_3AlF_6) ، كما تحضر بتمرير حامض الهيدروفلوريك بمحلول الومينات الصوديوم أو بتفاعل فلوريد الأمونيوم وفلوريد الألمنيوم وكلوريد الصوديوم وكما في المعادلة التالية :

$$3NH_4F + AlF_4 + 3NaCl \longrightarrow Na_4AlF_6 + 3NH_4Cl$$

ويحتوي المركب الناتج على 90-98% فلوالومينات الصوديوم مع قليل من الشوائب بصورة سيليكا واوكسيد حديديك وكبريتات الصوديوم وهذه التركيبة تحتوي على 54.3% فلورين ويبلغ معدل ذوبانها بالماء 0.35 جزء بالمليون أي بمعدل 35 ملغم/100 لتر ماء ، يذوب المركب بالأحماض والقلويات كما يتفاعل مع الجير منتجاً فلوريدات قابلة للذوبان بالماء تضر بالنبات ، لذلك لا يجب خلطها مع المركبات القلوية كالجير ومزيج بوردو وزرنيخات الكالسيوم وأخضر باريس وكبريتات النيكوتين لأن ذلك يؤدي إلى تحرر فلوريد الصوديوم أو الكالسيوم الأكثر ذوباناً وضرراً بالنباتات. كما استخدمت فلوالومينات الصوديوم رشاً بمعدل 1-3 كغم/400 لتر ماء ، كما استخدمت تعفيراً وبمعدل يتراوح بين 20-80% مخففة

بالطحين أو بمسحوق التلك أو الكبريت أو الطين لمكافحة الخنفساء البرغوثية وخنفساء الفول المكسيكية وخنفساء القثاء وابي دقيق الرمان وتتحمله جيداً نباتات القطن والكرنب وقصب السكر والبطاطا والقرعيات وفستق العبيد.

أعراض التسمم بمركبات الفلور Symptoms of Fluoride Toxicity

تعد مركبات الفلور سموم بروتوبلازمية لكل صور الحياة ويمكن تلخيص أعراض التسمم بمركبات الفلور بما يلي :

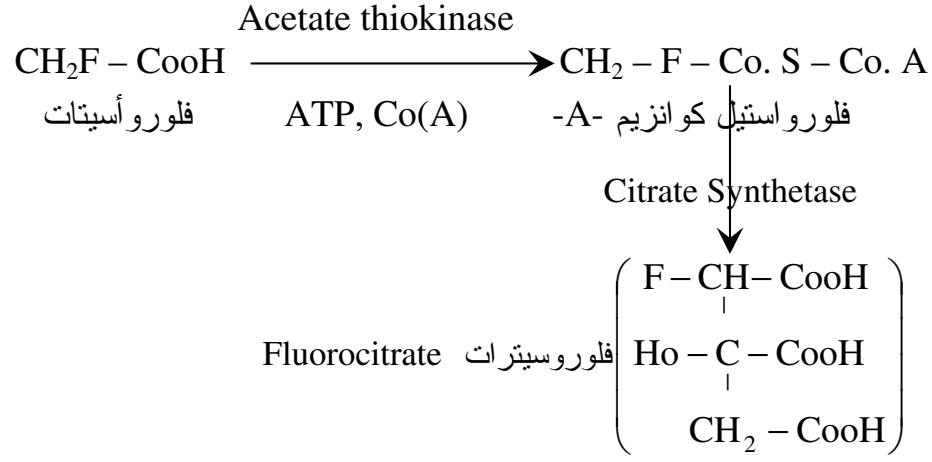
أولاً : بالنسبة للحشرات Toxicity Symptoms To Insects : أظهرت العديد من الدراسات أن الصرصر الأمريكي المتسمم بمركبات الفلور تظهر عليه أعراض عدم الراحة (Uneasiness) مع حدوث إثارة وهيجان (Irritability) مع حدوث ترهل أو ارتخاء (Sluggish) ، ثم حالة من الهياج العصبي الذي يقل تدريجياً حتى يصل إلى الموت خلال 4- 48 ساعة. أما ديدان ورق القطن المعاملة بمركبات الفلور فلوحظ أنها تبدأ برفع رأسها وصدرها للأعلى ثم تدور وترجع للخلف وتلتوي وترجع الطعام ثم تترهل مع حدوث تقلصات عضلية (Spasm) ثم الموت ممتدة (Flaccid).

ثانياً : بالنسبة للحيوانات الفقرية Toxicity Symptoms To Vertebrate : تتباين الأعراض التي تظهر على الحيوانات الفقرية المتعرضة لمركبات الفلور وذلك اعتماداً على نوع المركب وتركيزه ونوع الكائن ونوع السمية إن كانت حادة أو مزمنة ، وقد أظهرت الدراسات أن أعراض التسمم الحاد يبدأ بحدوث قيء وإسهال مع فقد الشهية (Anorexia) وألم بالجسم.

آلية التأثير السام لمركبات الفلور Fluoride Compounds Mechanism of Action

هناك العديد من التفسيرات التي تشرح آلية التأثير السام لمركبات الفلور والتي من أهمها ما يلي :

1- أن مبيد الحشرات Fluoroacetamide يتم تأييضه إلى مادة Fluoroacetate وهو المركب السام الفعلي للسموم الفلورينية وبوجود إنزيم Acetate Thiokinase وبوجود ATP وإنزيم Co(A) يعمل هذا المركب على تثبيط إنزيم Aconitase الذي يحول السيترات Citrate في دورة Kreb إلى فلورو-الفا-كيتوكلوتاريت Fluoro-α-Ketoglutarate وتتوقف دورة Kreb وتتراكم السيترات (Citrate) بالجسم ، مما يؤدي إلى الموت وذلك نتيجة حدوث تشنجات خاصة وانخفاض درجة حرارة الجسم. وقد يعزى انخفاض درجة حرارة الجسم إلى تفاعل السترات المتراكمة مع الكالسيوم وتكوين معقدات مع الإنزيمات التي تحتوي بتركيبها على الكالسيوم والحديد والمغنيسيوم مثل ATP-ase و Enolase و Catalase و Cytochrome Oxidase والفوسفاتيز الحامضي Acid Phosphatase والفوسفوليز Phospholase.



2- إن الجرعات العالية من مركبات الفلور تؤدي إلى قتل بروتوبلازم الخلية الحيوانية والنباتية ، كما ترسب جذر الخلية من الكالسيوم.

علاج التسمم بمركبات الفلور Treating Fluoride Poisoning

بالرغم من عدم وجود جرعة مضادة Antidote جيدة للتسمم بمركبات الفلور إلا أن المونوأستين Monoacetin (Glycerel Monoacetate) قد تفيد بعض الشيء في التقليل من تراكم السيترات بالجسم. كذلك فإنه يمكن علاج الانقباضات الناتجة عن التسمم بمركبات الفلور باستخدام الباربتيورات Barbiturates.

مركبات السيانيد Cyanides Compounds

بدأت هذه المجموعة من المركبات في الظهور كمبيدات حشرات لعدم سميتها للنبات إذا ما استخدمت بالتراكيز الموصى بها ، وهي تؤثر بالملامسة ومن أهم هذه المركبات ما يلي:

1- سيانيد الهيدروجين أو هيدروسيانيد Hydrocyanic : ويسمى أيضاً بحامض بروسيك Prussic Acid وهو غاز عديم اللون وضغطه البخاري 738.8 ملم عند درجة حرارة 25°م ورائحته كرائحة اللوز المر ويستخدم في عمليات التدخين لمكافحة حشرات المواد المخزونة ولخطورة الغاز وشدة سميته تضاف له مواد Warning Agent للتحذير من وجوده كالمواد المهيجة للعيون أو للأنف والحنجرة.

2- كلوريد السيانوجين Cyanogen Chloride : استخدم كمادة مدخنة لمكافحة الحشرات.

3- سيانيد الكالسيوم Calcium Cyanide : ويسمى أيضاً سيانوغاز (Cyanogas) واستخدم لمكافحة الحشرات خارج المخازن والمنازل بصورة مسحوق ناعم رمادي اللون أو محمل على هيدروكسيد كالسيوم كطعم سام.

أعراض التسمم بمركبات السيانيد Toxicity Symptoms of Cyanides

يعد غاز سيانيد الهيدروجين من المواد شديدة السمية للبائن وهو من المواد المثيرة للجهاز التنفسي مما يؤدي إلى استنشاق كميات أكبر من الغاز وهذا يؤدي إلى تثبيط الجهاز التنفسي ويخدره. أما في الحشرات قليلة الحركة كذبابة الفاكهة فإنها تتمكن من تحمل تراكيزه المتوسطة لعدة ثواني إلى دقيقة وذلك لحدوث انخفاض في نشاط الجهاز التنفسي كتخدير وقائي Protective Stupefaction وبذلك تكون أقل حساسية لغاز حامض الهيدروسيانيك ، بعد ذلك تستفيق الحشرة وتعود لحالتها الطبيعية إذا أبعدت عن تأثير الغاز ، أما إذا تركت معرضة للغاز فإن أرجلها وأجنحتها تصبح ممتدة بشكل غير طبيعي ، وقد لوحظ أن حقن الصرصر الأمريكي بسيانيد الصوديوم أو البوتاسيوم يؤدي إلى حدوث تخدير سريع مع زيادة التركيز ثم يعقبه الموت أما عند حقنه بتراكيز منخفضة فإنه يمر بحالة إثارة ورجفات ثم الشلل والموت. أما في اللبائن فوجد أن أعراض التسمم بالسيانيد تحصل بعد ثواني إلى دقائق من استنشاقها بصورة دوخة Giddiness وصداع Headache وزيادة ضربات القلب Palpitation مع ظهور زرقة Cyanosis وعدم إدراك أو فقدان الوعي Unconsciousness وارتجافات نتيجة ضيق التنفس ثم الموت مباشرة أو بعد مرور ثلاث ساعات وذلك نتيجة اتحاد مجموعة السيانيد بالهيموغلوبين وتكون سيانو هيموغلوبين الذي يتسبب في نقص الأوكسجين والموت اختناقاً.

علاج التسمم بمركبات السيانيد Treating Cyanides Poisoning

لعلاج حالات نقص الأوكسجين بسبب التسمم بمركبات السيانيد يمكن إتباع ما يلي :

1- الحقن البطيء بمادة نيتريت الصوديوم وبواقع 0.3-0.5 غم/10 مل ماء.

2- استعمال الادرينالين مع تزويد المتسمم بالأوكسجين.

3- استنشاق نيتريت الأمين يعطي فرصة لنقل المصاب إلى المستشفى.

آلية التأثير السام لمركبات السيانيد Cyanides Mechanism of Action

إن من أهم التفسيرات التي تشرح آلية التأثير السام لمركبات السيانيد ما يلي :

1- إن مركبات السيانيد تعد مثبطات عكسية Reversible لإنزيمات التنفس المحتوية على الحديد وإن من أكثر الإنزيمات حساسية للتثبيط بمركبات السيانيد هو إنزيم Cytochrome Oxidase وذلك نتيجة تفاعل السيانيد مع أيون الحديديك الموجود بالسايتوكروم Cytochrome. إن تكوين هذا المعقد يؤدي إلى تثبيط عملية التنفس وموت الكائن اختناقاً.

2- تتحد مجموعة السيانيد بالهيموغلوبين وتكون سيانوهيموغلوبين الذي يؤدي إلى حدوث نقص في الأوكسجين اللازم للعمليات الحيوية مما يؤدي إلى موت الكائن نتيجة توقف العديد من العمليات الحيوية.

3- يؤثر السيانيد على منطقة Hypocampus والقشرة الداخلية للمخ مع إحداثه تلف بالقشرة الخارجية والمادة البيضاء في المخ.

مركبات الفسفور غير العضوية Inorganic Phosphorus Compounds

ومن أهم مركبات هذه المجموعة :

فوسفيد الألمنيوم Aluminum Phosphide : مبيد حشرات يستعمل لتبخير مخازن الحبوب لمكافحة الحشرات والقوارض ويجهز بشكل أقراص وبوجود الرطوبة ينبعث منه غاز فوسفيد الهيدروجين pH_3 والذي يسمى بـ الفوسفين Phosphine وهو ذو سمية عالية للحشرات وللقوارض وللكائنات الحية بشكل عام.

مركبات السيانات Cyanate Compounds : إن أغلب مركبات هذه المجموعة هي مبيدات أدغال ، إلا أن مركب الثانيت Thanite يستخدم كمبيد حشرات بالملامسة لمكافحة الحشرات المنزلية حيث يسبب لها صدمة عصبية قوية خاصة للحشرات الطائرة كالذباب المنزلي ، وله تأثير منشط للمبيدات الكارباماتية كالسيفين كما يستخدم لمكافحة الحشرات ذات الأهمية البيطرية.

المساحيق الخادشة Abrasive Powders

ويقصد بها جميع المساحيق الجافة والتي تكون غير فعالة كيميائياً في الطبيعة لذا تسمى في كثير من الأحيان بالمساحيق الخاملة ، وهي مواد غير سامة عادة. ومن هذه المساحيق الدياتومات الأرضية والتي غالباً ما تتكون من سليكا غير منتظمة بشكل ثنائي أوكسيد السليكون وقد تحوي على أوكسيد الألمنيوم والحديد والمغنيسيوم وعناصر أخرى. وقد استخدمت هذه المساحيق بنجاح في مكافحة الآفات الزاحفة وخاصة الحشرات وبدرجة كبيرة حشرات واكاروسات المواد المخزونة. وقد أشارت العديد من التقارير والدراسات إلى نجاح هذه المساحيق وخاصة الطين والرمل ومساحيق السليكا والفحم والرماد والكاربوراندوم ومسحوق أفران صهر المعادن والفلسبار والدلومايت والصخور الفوسفاتية وغيرها في مكافحة حشرات واكاروسات المواد المخزونة.

العوامل المشجعة على استخدام المساحيق الخادشة

Factors Encourage The Use of Abrasive Powders

هناك العديد من العوامل المشجعة على استخدام هذه المساحيق كمواد واقية للأبنية والمواد المخزونة من مهاجمة الآفات ومن أهمها ما يلي :

1- سهولة تطبيقها واستخدامها.

2- مساحيق غير سامة للبائن ومعظمها يتكون من السليكا غير المنتظمة الشكل.

3- ثابتة على الحبوب ولا تتحلل لذا فهي توفر حماية طويلة الأمد للمواد المعاملة بها.

4- لا تغير من المحتوى الرطوبي للمواد المعاملة بها لأنها جافة.

5- لا تكسب الحبوب والمواد المعاملة بها رائحة أو طعم غير مرغوبين.

6- يمكن تنظيف المواد المعاملة بها بسهولة.

7- لا تؤثر في حيوية الحبوب.

8- لا تترك هذه المساحيق متبقيات سامة.

9- لم تتمكن الحشرات والاكاروسات من إظهار سلالات مقاومة لها.

الأسس المعتمدة في تقسيم المواد الخادشة

Principles of Abrasive Powders Classification

هناك عدد من الأسس المعتمدة في تقسيم المساحيق الخادشة من أهمها ما يلي :

أولاً : حسب المصدر According To Origin

وعلى هذا الأساس تقسم المساحيق الخادشة إلى أربع مجاميع وهي كما يلي :

1- المجموعة الأولى : وتضم الطين والرمل ورماد وقشور الرز والرماد البركاني.

2- المجموعة الثانية : وتتكون من أنواع مختلفة من المعادن مثل Dolomite و Magensite و Copper Oxychloride و Katelosus (وهو خليط من الصخور الفوسفاتية والكبريت الأرضي) وأوكسيد الكالسيوم (Lime) وكاربونات الكالسيوم (Limestone) وكلوريد الصوديوم.

3- المجموعة الثالثة : وتشمل على المساحيق التي تحوي سليكا مصنعة (SiO_2) إذ أنها معادن خفيفة هايكروسكوبية أي ماصة للرطوبة وتحضر من تجفيف المحلول المائي لسليكات الصوديوم.

4- المجموعة الرابعة : وتشمل المساحيق التي تحوي على السليكا الطبيعية مثل الدياتومات الأرضية التي تصنع من طحن هياكل الدياتومات المتحجرة.

ثانياً : حسب طريقة تأثيرها According To The Mode of Action

وتقسم إلى :

1- مساحيق خاملة خادشة Abrasive Inert Powder : وهي مساحيق خاملة كيميائياً وذات تأثير طبيعي يظهر في فقد رطوبة الجسم فتعرضه للجفاف حيث أن لها القدرة على خدش وتمزيق الطبقة الشمعية لجدار الجسم مما يؤدي إلى فقدان ماء الجسم وموت الحشرة جفافاً كما في مسحوق اوكسيد الألمنيوم والتربة الدياتومية Diatomaceous earth و Pyrophyllite وثاني اوكسيد السيليكون والمواد الهلامية وهي مساحيق غير متبلورة عديمة الشكل تتألف بالدرجة الأساس من SiO_2 وتمتاز بان كفاءتها النوعية قليلة جداً وذات مسامات كثيرة لذلك تسمى بالهلامات الهوائية وعندما تستخدم ضد الحشرات فإنها تسبب تخديش وتمزيق الطبقة الشمعية مما يؤدي إلى فقد الماء من جسم الحشرة.

2- مساحيق خاملة هيكروسكوبية Hygroscopic Inert Powder : وهي مساحيق خاملة كيميائياً وذات تأثير طبيعي تظهر في فقد رطوبة جسم الكائن الحي وتعرضه للجفاف من خلال قدرتها على الامتصاص العالي لماء الجسم مثل الفحم والسيليكاجيل. هذه المساحيق تتوفر اليوم تجارياً وتباع تحت أسماء مختلفة وتستخدم بنجاح في برامج المكافحة المتكاملة للحشرات المخزنية والزاحفة كالصراصر.

آلية التأثير السام للمساحيق الخادشة

Mechanism of Toxic Action of Abrasive Powders

هناك العديد من الآليات التي تفسر الفعل السام للمساحيق الخادشة والتي من أهمها ما يلي :

1- تعمل هذه المساحيق على خدش طبقة الكيوتكل السطحي وإزالة الطبقة الشمعية الرقيقة مؤدياً إلى زيادة فقد الماء من جسم الحشرة وتعرضها للجفاف ثم الموت. وعادة فإن الحشرات والاكاروسات تموت عند فقدانها لحوالي 60% من ماء جسمها أو حوالي 30% من وزن الجسم الكلي.

2- تعمل المساحيق على سد الفتحات التنفسية فتموت الحشرات والاكاروسات اختناقاً.

3- إن بعض هذه المساحيق تعمل على امتصاص ماء الجسم وبذلك تموت مفصليات الأرجل جفافاً.

4- يمتص المسحوق دهن طبقة الكيوتكل السطحي Epicuticular Lipids مما يسبب في زيادة فقد الماء خلال الكيوتكل ثم الجفاف ، فمثلاً مسحوق السليكا ايروجيل يمكنه أن يمتص ما مقداره ثلاث أضعاف وزنه ويعتقد أن السليكا ايروجيل تمتص الشمع من كيوتكل الحشرات أثناء حركتها خلال الحبوب المعاملة فضلاً عن خدشه لكيوتكل الحشرة.

5- تموت الحشرات والاكاروسات من خلال تناول أو ابتلاع المسحوق.

الفصل الخامس

مبيدات الحشرات العضوية الطبيعية

Natural Organic Insecticides

- مقدمة
- مبيدات الحشرات العضوية غير الحيوية
  - الزيوت البترولية
  - الزيوت القطرانية
- مبيدات الحشرات العضوية الحيوية
  - مبيدات الحشرات العضوية الحيوية نباتية الأصل
  - مبيدات الحشرات العضوية الحيوية مايكروبية الأصل
  - مبيدات الحشرات العضوية الحيوية حيوانية المصدر

مقدمة Introduction

تعد المواد الطبيعية ذات النشاط الحيوي في الحشرات مصدراً دائماً ومتجدداً للمشتغلين في مجال مبيدات الحشرات للحصول على مواد جديدة لمكافحة الآفات الحشرية وزيادة إنتاجية المحاصيل ، وتستخدم المركبات الطبيعية في المجال الزراعي إذا كانت تتميز بصفات حيوية وطبيعية مناسبة. إن اللجوء إلى استخدام مبيدات الحشرات العضوية الطبيعية كان النتيجة الحتمية لمساوئ استخدام مبيدات الكلور العضوية وخاصة مبيد (DDT) والتي دفعت الباحثين إلى محاولة إيجاد مبيدات أقل خطراً وضرراً على البيئة وصحة الإنسان ، فكانت الطبيعة بمصادرها الغنية هي الميدان والملجأ المعول عليه لإيجاد مركبات سامة للحشرات وسريعة التحلل والتدهور في البيئة. لذلك سنحاول في هذا الفصل تسليط الضوء على أهم مجاميع هذه المبيدات.

مبيدات الحشرات العضوية غير الحيوية Organic Abiotic Insecticides

الزيوت Oils : هي مجموعة من مركبات كيميائية بصورة سوائل شحمية Creasy Fluids على درجة حرارة الغرفة وتتركب أساساً من الكاربون والهيدروجين ولا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الايثر والكلوروفورم ورابع كلوريد الكاربون وثاني كبريتيد الكاربون وكثافتها أخف من الماء بقليل وهو ما يساهم في انتشارها وتخللها خلال المسامات البينية للمواد المعاملة بها. إن الزيوت المستخدمة في مكافحة الآفات الحشرية والمستخرجة من مصادر طبيعية غير حية تقع في مجموعتين هما :

أولاً : الزيوت البترولية Petrolium Oils

ثانياً : الزيوت القطرانية Tar Oils

أولاً : الزيوت البترولية Petroleum Oils

استخدمت الزيوت البترولية منذ فترة طويلة في مكافحة الآفات الحشرية وبالأخص في مكافحة الحشرات القشرية والحلم على أشجار الحمضيات وأشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق، ألا أن ظهور المبيدات العضوية المصنعة قيد استخدام الزيوت البترولية في عمليات المكافحة منذ الحرب العالمية الثانية ، وفي الوقت الحاضر نجد أن هناك عودة واهتماماً ملحوظين إلى محاولة استخدام هذه الزيوت في عمليات المكافحة وذلك بعد أن ازدادت مشاكل تلوث البيئة بالمبيدات العضوية المصنعة وظهور صفة المقاومة لها في الحشرات ، خاصة انه لم يسجل لحد الآن اكتساب الحشرات صفة المقاومة للزيوت علاوة على رخص ثمنها وانخفاض سميتها للإنسان والحيوان. إلا أن من مضار استخدام الزيوت مباشرة على النبات هو تأثيرها الحارق لأوراق النبات.

إن الزيوت البترولية عبارة عن خليط من هيدروكاربونات مشبعة وغير مشبعة والهيدروكاربونات الحلقية وتحتوي على نسبة عالية من الكبريت. إلا أن الزيوت المستخدمة كمبيدات حشرات يجب أن تكون بدرجة عالية من النقاوة ومن مشتقات البترول الخفيفة بحيث لا تزيد فيها نسبة الهيدروكاربونات غير المشبعة عن 8%. وعلى العموم فان هناك العديد من الصفات التي تحدد صلاحية الزيت للاستخدام كمبيد حشرات وهي :

1- درجة اللزوجة Viscosity : وهي تعبر عن سيولة الزيت وتعرف بأنها عدد الثواني اللازمة لمرور 60 سم3 من الزيت على درجة حرارة 37.8°م خلال فتحة قياسية محددة بجهاز Saybolt. حيث كلما كانت درجة اللزوجة قليلة كانت الزيوت أكثر أمانا واقل خطراً على النباتات لذلك يفضل استخدام الزيوت ذات اللزوجة العالية للاستخدام في الشتاء بعكس الحال عند ارتفاع درجات الحرارة حيث يفضل استخدام الزيوت ذات اللزوجة المنخفضة.

2- درجة الغليان Boiling Point : وهي صفة مهمة للزيوت وتدل بصورة غير مباشرة على فاعلية الزيت للتطاير Volatility وتتحدد بذلك المدة التي يبقى خلالها الغشاء الزيتي على الحشرة وأوراق النبات وعليها أيضا يتوقف مقدار التأثير على الحشرة ومقدار الضرر الذي يحدثه للنبات حيث كلما كان التطاير بطيئاً كان الزيت ثقيلاً وأكثر تأثيراً على الحشرة وأكثر ضرراً للنبات ، لذلك يجب أن تكون درجة تطاير الزيت مناسبة لقتل الحشرة دون أن تحدث ضرراً للنبات.

3- اختبار الكبرتة Sulfonation Test : والغرض منه تحديد المكونات غير المكبرتة Unsulfonated Residue وتقاس كنسبة مئوية لتحديد درجة نقاوة الزيت وذلك لكونها المسئولة عن التأثير السام للنبات ،

ويمكن إجراء هذا الاختبار بمعاملة الزيوت بحامض الكبريتيك المركز حيث تبقى الهيدروكاربونات غير المشبعة تتفاعل مع الحامض وتستقر في قعر الإناء.

4- رقم التعادل Neutralization No. : والغرض منه تحديد درجة قابلية الزيت للأكسدة حيث يبين هذا الرقم كمية الحموضة الموجودة في الزيت والناتجة من الأكسدة ويجب أن لا تزيد الحموضة في الزيت المستعمل في مكافحة الحشرات عن 0.03% مقدراً على أساس الملليغرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم لكل غرام واحد من الزيت ، وتحدث عملية الأكسدة عادة للهيدروكاربونات المشبعة عندما تتعرض على هيئة غشاء رقيق لضوء الشمس والعوامل الجوية الأخرى فيصبح تأثيرها حامضياً مما يسبب حروقاً للنباتات المعاملة به.

5- قياس الكثافة Density : وتقدر الكثافة بدرجات الباوميه Baume وبواسطة البيكنوميتر Pycnometer وهو وعاء ذو حجم معين بدقة يملأ بالزيت وبوزن على درجة حرارة معينة والوزن الناتج يمثل كثافة الزيت ، والزيوت المستخدمة في عمليات المكافحة تتراوح كثافتها بين 0.78-0.80 باوميه.

6- اختبار اليود Iodine Test : ويهدف إلى تحديد كمية اليود الممتصة بالزيت ألأليفاتي غير المشبع الموجود في الزيت المستخدم وهذا الاختبار يمكن أن يكون بديلاً لاختبار الكبرتة.

تقسيم الزيوت البترولية Petroleum Oil Classification

هناك العديد من الأسس التي يمكن اعتمادها لتقسيم الزيوت البترولية منها :

1- بحسب المصدر : وتقسم إلى :

أ - زيوت برافينية Paraffinic : وتكون غنية بالهيدروكاربونات المشبعة وخالية تقريباً من الكبريت.

ب- زيوت اسفلتية Naphthenic : وتحوي نسبة كبيرة من المركبات الحلقية والعطرية والكبريت.

2- تقسيم الزيوت بحسب درجة التطاير أو التقطير : وتقسم إلى :

أ - زيت خفيف Light Oil إذا كان مدى التقطير 70-150°م.

ب- زيت متوسط Medium Oil إذا كان مدى التقطير 150-300°م.

ت- زيت ثقيل Heavy Oil إذا كانت درجة التقطير أكثر من 300°م.

3- بحسب وقت الاستخدام : وتقسم إلى نوعين :

أ - زيوت الرش الشتوية Dormant-Oils : وهي الزيوت التي تتراوح فيها نسبة الهيدروكاربونات المشبعة بين 50-90% وتستخدم للرش على الأشجار النفضية وأشجار الظل خلال فترة السبات الشتوي لمكافحة الحلم والبق ألدقيقي والحشرات القشرية. وترش عادة بتركيز 2-3%.

ب- زيوت الرش الصيفية Summer-Oils : وتحتوي هذه المجموعة من الزيوت على نسبة تتراوح بين 90-96% من الهيدروكاربونات المشبعة ، وتمتاز هذه الزيوت بقلة ضررها على الأجزاء الخضرية ، وتستخدم لمكافحة الحلم والحشرات القشرية على أشجار البرتقال. كما يمكن استخدامها كمواد منشطة لبعض مبيدات الحشرات والاكاروسات.

4- بحسب صورة التجهيز : تباع مستحضرات هذه الزيوت بصور التجهيز الآتية :

أ - زيوت قابلة للخلط بالماء Emulsfiable Oils : وتجهز هذه الزيوت بشكل زيت يكون محلولاً مستحلباً عند خلطه بالماء.

ب- مستحلب زيتي مركز Concentrated Emulsion : وهو مستحضر يحوي الزيت مضافاً إليه مادة تساعد على الاستحلاب مع قليل من الماء. يمكن عند الاستعمال تخفيفه بالماء ليكون محلولاً مستحلباً لأغراض المكافحة.

ثانياً : الزيوت القطرانية Tar Oils

وهي الزيوت الناتجة من التقطير الاتلافي للفحم الحجري ، إذ أن تسخين الفحم الحجري لدرجة 210°م ينتج زيت خفيف وبنزين وتلوين وزيلين ورفع درجة الحرارة من 210-240°م ينتج زيت متوسط وفينولات ونفثالين ويرفعها من 240-270°م ينتج زيت ثقيل كريوزوت Creosote أما عند رفع درجة الحرارة لأكثر

من 270°م فينتج زيت الانثراسين Anthracine. وبشكل عام فإن تقطير الفحم الحجري يؤدي إلى إنتاج مجموعتين من المركبات هما :

1- مركبات قطرانية Tars Compounds : وهي خليط من هيدروكاربونات سوداء لزجة تسود فيها السلسلة الاروماتية عن البارافينية والنافثينية والزيوت القطرانية سامة للنبات لاحتوائها على أحماض قطرانية لهذا تستخدم شتاءاً لمكافحة أطوار التشتية الحشرية عندما تكون النباتات ساكنة خاصة أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق وفي نفس الوقت يكون لها تأثير سام قوي على بيض بعض الحشرات كالمَنّ ، كما أن لقطران الفحم الحجري خاصية طرد الحشرات عن أجسام الحيوان بعد طلائها بالقطران. إن الاستخدام الرئيس اليوم للزيوت القطرانية يكاد يقتصر على استخدامها في طلاء الأخشاب وأعمدة التلفونات والتلغراف والسكك الحديدية لوقايتها من حشرة الأرضة.

2- مركبات كريوزوتية Creosotes Compounds : ويتم إنتاجها من خلال عمليات تقطير ثانوية وتستخدم لمعاملة الأخشاب عن طريق رفع درجة الحرارة للتخلص من الهواء في مسام الخشب وعندما تبرد يحل الكريوزوت محل الهواء.

استخدامات الزيوت Use of Oils

1- زيوت رش شتوية Dormant-Winter Oils : وتستخدم على أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق وذلك لمكافحة الحشرات القشرية والحلم وبيوض الحشرات والأطوار الساكنة من الحشرات والحلم.

2- زيوت رش صيفية على الأجزاء الخضراء Foliage-Summer Oils : تستخدم على الأشجار دائمة الخضرة والأشجار متساقطة الأوراق أثناء نموها الخضري وذلك لمكافحة حشرات المن والثربس والبق ألدقيقي والحشرات القشرية والبسيلا والذبابة البيضاء والحلم وغيرها.

3- مبيدات للطفيليات Parasiticides : إذ تستخدم لمكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة كالقمل والبراغيث وحلم الجرب والقراد وغيرها.

4- مواد حافظة Preservative : تستخدم كمواد حافظة للخشب من الحشرات وفطريات التربة ويقتصر هذا الاستعمال على أعمدة الهاتف والقواعد الخشبية للسكك الحديدية وغيرها.

5- استعمال الزيوت كمبيدات للأدغال على جوانب الطرق وعلى امتداد خطوط السكك الحديدية.

6- خلطها مع المبيدات التي تعمل بالملامسة لزيادة فاعليتها.

7- خلطها مع الطعوم السامة لزيادة فاعليتها.

8- تستخدم كمواد جاذبة أو طاردة بخلطها مع الطعوم السامة.

9- رش الزيوت على أسطح البرك والمستنقعات لمكافحة الأطوار غير الكاملة من البعوض.

10- استخدمت كمادة حاملة لتجهيز العديد من مجاميع المبيدات المختلفة.

مزايا استعمال الزيوت Advantages of Oils Application

1- رخيصة الثمن بالمقارنة مع المبيدات الأخرى.

2- القدرة على تغطية الآفة والنفاذ إلى داخلها.

3- أمينة الاستخدام لانخفاض سميتها.

4- عدم ظهور صفة المقاومة لها في الحشرات والحلم.

مساوئ استعمال الزيوت Disadvantages of Oils Application

1- انخفاض سميتها للحشرات والحلم.

2- عدم ثباتها أثناء التخزين.

3- تسبب حروق للنبات Phytotoxicity.

4- غير متخصصة حيث تؤثر على الأعداء الحيوية للآفة أيضا.

5- تسبب أضراراً لنوزلات الرش.

آلية التأثير السام للزيوت Mechanism of Toxic Effect of Oils

هناك العديد من الآراء التي يمكن أن تستخدم لتوضيح آلية تأثير الزيوت في الحشرات منها :

1- يعمل الزيت كحاجز يمنع وصول الأوكسجين إليها فتموت اختناقاً نتيجة سد الفتحات التنفسية.

2- يحوي الزيت العديد من المواد الكيميائية التي تؤثر في أنسجة الحشرة كأي مادة كيميائية سامة.

3- وجد أن فعالية الزيت العالية في مكافحة يرقات وعذارى البعوض يعود إلى تصاعد بخار من زيت الكيروسين وغيره من الزيوت سريعة التطاير ودخوله إلى جسم اليرقات والعذارى بكميات كافية لقتلها.

4- يعمل الزيت على قتل بيض الحشرات بالعديد من الطرائق منها :

أ - يغطي الزيت البيضة بطبقة رقيقة تمنع تبادل الغازات.

ب- يعمل على تصلب قشرة البيضة ويمنع فقسها.

ت- يدخل إلى البيضة ويؤثر على البروتوبلازم وموت الجنين.

مبيدات الحشرات العضوية الحيوية Organic Bioinsecticides

وهي مجموعة المركبات العضوية الأساسية أو نواتج الايض الثانوية المستخرجة من الكائنات الحية أو التي تنتجها تلك الكائنات وتعمل على قتل الحشرات أو إحداث تغييرات حيوية أو سلوكية فيها وتؤدي في النهاية إلى خفض أعدادها والقضاء عليها. ويمكن تقسيم مبيدات الحشرات الحيوية بحسب المصدر الذي اشتقت منه إلى :

أولاً : مبيدات الحشرات العضوية الحيوية نباتية المصدر

ثانياً : مبيدات الحشرات العضوية الحيوية مايكروبية المصدر

ثالثاً : مبيدات الحشرات العضوية الحيوية حيوانية المصدر

أولاً : مبيدات الحشرات العضوية الكيموحيوية نباتية المصدر

Plant Origin Organic Bioinsecticides

من المعروف أن الإنسان ومنذ فترة بعيدة استخدم بعض أنواع النباتات كمواد طاردة أو قاتلة للحشرات الضارة بالتقاوي المخزونة ، وذلك بعد تجفيفها هذا الاستخدام البدائي دفع الباحثين بعد التطور العلمي الذي شهده العالم إلى محاولة استخلاص وتشخيص المواد الفعالة الموجودة في تلك النباتات والتي يعزى إليها التأثير الطارد أو القاتل للحشرات. فكانت البداية لاكتشاف العديد من مبيدات الحشرات النباتية التي أظهرت كفاءة جيدة في مكافحة الآفات الحشرية المختلفة علاوة على العديد من المميزات الجيدة التي اتسمت بها هذه المجموعة من المبيدات حيث أنها ذات تأثير في الثدييات إضافة إلى أنها لا تحدث ضرراً للنباتات المعاملة بها كذلك فانه لم يحصل أن ظهرت صفة المقاومة Resistance في الحشرات المعاملة بها كما هو عليه الحال ألان مع استخدام المبيدات المحضرة صناعياً.

وعلى الرغم من المميزات المشار إليها سابقاً إلا أن هناك العديد من المشاكل التي تجابه عملية إنتاج هذه المبيدات منها :

1- صعوبة الحصول على النباتات التي تستخلص منها تلك المبيدات بكميات كبيرة لتغطية حاجة السوق إليها.

2- إن عمليات استخلاص المادة الفعالة من النباتات هي في الغالب عمليات معقدة ومكلفة.

3- صعوبة إجراء عمليات المعايرة والتوحيد القياسي والحفاظ على جودة المنتج النهائي.

4- عدم توفر الظروف البيئية المناسبة لزراعة تلك النباتات في جميع مناطق العالم بل قد تقتصر زراعتها على بلدان معينة.

5- إصابة النباتات بالعديد من الآفات الزراعية التي لا تتأثر بما تحويه من مواد سامة.

6- صعوبة إجراء التسجيل بالمنظمات الدولية لإتاحة استخدامها على المستوى الرسمي.

7- إن المواد الفعالة المستخلصة من هذه النباتات هي في الغالب مواد حساسة سرعان ما تتأثر بالحرارة والضوء وتفقد فاعليتها نتيجة لذلك مما يتطلب ظروف خزن خاصة ومكلفة.

8- صعوبة استمرار الحفاظ على توافر المصادر الطبيعية لهذه النباتات.

خطوات اكتشاف وإنتاج مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر

Steps of Discovering and Producing Plant Origin Bioinsecticides

إن عملية اكتشاف وإنتاج مبيدات الحشرات الحيوية نباتية المصدر تمر بالعديد من الخطوات والمراحل والتي من أهمها ما يلي :

1 : اختيار النبات المناسب Choosing The Suitable Plant : إن اختيار النبات المناسب الذي سيستخدم في عمليات استخلاص وإنتاج المادة الفعالة منه يعتمد على توفر العديد من الشروط وهي :

أ- للنبات تأثيرات حيوية مختلفة في الحشرات كامتلاكه لخواص الطرد أو منع الآفة الحشرية من التغذية أو مقاومته للإصابة بالحشرات.

ب- أن يتوفر النبات بشكل غزير.

ت- سهولة عملية زراعة وإكثار النبات.

ث- إن كلفة إدامة النبات وزراعته يجب أن تكون منخفضة.

ج- إمكانية إكثاره بالزراعة النسيجية وذلك لإمكانية استخدام هذه التقنية في تحسين نوعية المادة أو المواد الفعالة الموجودة في النبات فضلاً عن قدرة هذه التقنية على إنتاج نواتج أيضية ثانوية تتميز بصفاتها الإبادية فضلاً عن زيادة معدلات إنتاج المادة الفعالة.

2- الاستخلاص Extraction : من المعروف أن مبيدات الحشرات ذات الأصل النباتي هي مركبات متوسطة القطبية، وعليه فمن السهل استخلاصها باستخدام الكحولات ، إلا أن من أهم الاعتبارات التي يجب الاهتمام بها عند إجراء عملية الاستخلاص ما يلي :

أ-اختيار المذيب المناسب : يراعى في اختيار المذيب عنصر التكلفة والأمان أي انخفاض نقطة وميضه وإمكانية إعادة استخدامه مرة أخرى بعد استعادته وتقطيره.

ب- عند الرغبة بالحصول على المركبات الفعالة ذات التأثير السام من المستخلصات النباتية ، يمكن استخدام طريقة الاستخلاص بثاني اوكسيد الكاربون المسال Super Critical Fluid Extraction ، كما هو الحال عند استخلاص البيرثرينات من أزهار نبات الكرايزانثيمم.

ت- إزالة الزيت : تحتوي العديد من الأجزاء النباتية الحاوية على المركبات الفعالة مواد زيتية بنسب مرتفعة وهي في الغالب عديمة أو قليلة الفعالية لذلك يفضل إزالتها قبل الاستمرار بعملية الاستخلاص ، مثال ذلك وجد أن بذور النيم تحوي مواد زيتية تصل نسبتها إلى 40% من وزنها ، لذا يفضل أن تكون أول خطوة في الاستخلاص هو إزالة المواد الزيتية من البذور ويتم ذلك من خلال عمليات الكبس البارد أو من خلال استخلاص المواد الزيتية بمذيب الهكسان قبل أن يتم البدء في استخلاص المواد الفعالة للنيم (الازادراكتينات Azadirachtins)

ث- تنقية المستخلص : يمكن استخدام المستخلص الخام مباشرة وبعد إزالة مذيب الاستخلاص منه وذلك عندما توجد المواد الفعالة بتراكيز كافية لإحداث القتل ، إلا أنه يفضل تنقية هذه المستخلصات من الشوائب قبل استخدامها وذلك باستخدام تقنية التوزيع بين سائلين Liquid – Liquid Partition.

ج- ضرورة تقليل عدد الخطوات المتبعة للحصول على المستخلصات المحتوية على تراكيز مقبولة من المواد الفعالة. لأن العامل المحدد في عمليات الاستخلاص هو الكلفة الاقتصادية.

3- : التقييم الحيوي للمستخلصات Extraction Bioassay : إن تنوع تقنيات التقييم الحيوي وتنوع الأنواع الحشرية المستخدمة في عمليات التقييم الحيوي أدى إلى صعوبة إجراء عمليات المقارنة فيما بين النتائج المتحصل عليها من المختبرات المختلفة ، مثال ذلك إذا كان الهدف من عمليات الاستخلاص هو اكتشاف وتطوير مبيد حشرات لاستخدامه في مكافحة الحشرات الآكلة للمحاصيل الزراعية وأشجار الغابات ، فإن من المنطقي أن يتم الاستعانة بأنواع من الآفات الحشرية التي تتغذى على النباتات المطلوب حمايتها لكي تكون كائناً مستهدفاً في عمليات التقييم الحيوي. أما إذا كانت عمليات التقييم مقتصرة على نوع واحد من هذه الآفات الحشرية فسوف تفقد هذه المادة صلاحيتها من حيث كفاءتها في مكافحة الأنواع الحشرية الأخرى. لذلك كان من الضروري الاستعانة بمجموعة من الأنواع الحشرية المختلفة لإجراء عمليات التقييم الحيوي ، لذا كان لزاماً أن يتم الاستعانة بمجموعة من الأنواع الحشرية المختلفة لإجراء عملية التقييم الحيوي ، وبناءاً على ذلك فقد تم الاتفاق على اعتماد برنامج نظامي للتقييم الحيوي وذلك بإجرائه على عشرة أنواع حشرية على الأقل.

ومن الناحية التطبيقية فإن معظم برامج التقييم الحيوي تعتمد على استخدام الديدان القارضة وحشرات المخازن. إن اختيارات التقييم تعتمد على تحديد تأثير المستخلصات في العديد من المقاييس منها :

أ- التأثير القاتل للمستخلصات.

ب- التأثير الطارد والجاذب للمستخلصات.

ت- التأثير المانع للتغذية.

ث- التأثير في معدل الزيادة.

ج- التأثير في نسبة النمو.

ح- التأثير في الكفاءة التناسلية.

خ- تأثيرها كمنظمات نمو حشرية.

د- تثبيطها لعمليات الانسلاخ وتصنيع الكايتين.

هذه المقاييس تساعد في تحديد الاتجاه الذي يمكن أن تؤثر فيه هذه المستخلصات. إن المقاييس السابقة يمكن أن تحدد التأثيرات الحادة والمزمنة لهذه المستخلصات وهي ما تجعلنا نتوقع العديد من طرائق التأثير لهذه المستخلصات التي لا تكون نتيجتها فقط الموت الحاد للحشرة.

4- التوحيد القياسي Uniform of Standardization : من أجل أن تكون مبيدات الحشرات من أصل نباتي قابلة للتسجيل والاستخدام ، فإن المواد الفعالة يجب أن تكون محددة ومعروفة وأن يكون تركيزها مدوناً على العبوة بشكل يضمن كفاءتها ، لذلك كان من الضروري الوصول إلى تقنيات قياسية تضمن الحصول على تركيزات ثابتة ونقية من المستخلص النباتي والمفروض احتوائه على المواد القاتلة ، ومن أجل معرفة تركيز المواد الفعالة بالمستخلصات النباتية ، فإن هناك العديد من الوسائل والطرائق الكروماتوغرافية التي يكون بإمكانها تحديد كمية المكونات التي تحتويها المستخلصات النباتية إلا أن من أكفأ تلك الوسائل هي طريقة الكروماتوغرافي عالي الأداءHPLC) High Performance Liquid Chromatography). ومع ذلك فإن هناك صعوبات تواجه عملية فصل وتحديد المركبات الفعالة بالمستخلصات النباتية منها كثرة عددها وتشابه تركيبها بل وتشابه نشاطها الحيوي ولذلك فغالباً ما يطلق على مجملها اسم المادة الفعالة وذلك كما هو الحال في البيرثرينات المستخلصة من نبات البيرثرم والازاديراكتين في النيم ، وعموماً فإن معرفة كمية المواد الفعالة لم يكن مهماً فقط من أجل عمليات التسجيل للمنتج النهائي (المبيد) وإنما كذلك من أجل تسويقه على المستوى التجاري ، فعلى سبيل المثال في حالة النيم Neem فإن محتواه من الازاديراكتين الكلي هو الذي يحدد سعر المستخلص النقي في صورته النهائية. حيث اتضح أن بذور النيم تحتوي على 12 مشابه للازاديراكتين الأمر الذي دفع الباحثين إلى دراسة التركيب الكيميائي لهذه المشابهات والنشاط الحيوي لها وفعلاً وجدت اختلافات معنوية بين هذه المشابهات من حيث تأثيرها المانع للتغذية والمثبط للنمو ، وقد أثبتت الدراسات الخاصة بالعلاقة بين التراكيب والفاعلية أن الهيكل الكاربوني بأكمله هو الذي ترجع إليه صفة التداخل مع فسلجة تنظيم النمو بالحشرة وقد اتضح أخيراً أن مشابهين فقط من الاثني عشر مشابه للازاديراكتين هما اللذان يكونان 99% من إجمالي المستخلص الفعال ، المشابه الأول يسمى (Aza-A) Azadirachtin Proper والآخر يسمى (Aza-B) وهما يوجدان بنسبة Aza-A 2.5 : Aza-B 1 وقد وجد أن التأثير المانع للتغذية يرجع إلى الازاديراكتين (Aza-A) بينما التأثير المثبط للنمو يرجع إلى (Aza-B).

5- صورة المستحضر النهائي Type of Formulation :يتم إنتاج مبيدات الحشرات المستخلصة من النبات بعدة صور منها ما يلي :

أ- مساحيق التعفير Dusts : إن العديد من المبيدات المستخرجة من النبات تجهز بشكل مساحيق تعفير ، إلا أن الدراسات أشارت إلى أن هذه الصورة لم تكن فعالة بالقدر الكافي بسبب عدم كفاءة وصول المادة الفعالة السامة إلى الآفة الحشرية المستهدفة وقلة متبقياتها على الأوراق النباتية المعاملة.

ب- المركزات القابلة للاستحلاب Emulsifiable Concentrates : وهي الصورة الأكثر استخداماً وطلباً من الناحية الاستهلاكية كما أظهرت الدراسات أن معظم المبيدات المستخلصة من النباتات يمكن تحضيرها على هيئة مركزات قابلة للاستحلاب وسبب ذلك يرجع إلى أن قطبية المواد الفعالة متوسطة فضلاً عن قابليتها للذوبان في المذيبات الكحولية. إلا أن من عيوب تجهيز المبيدات ذات الأصل النباتي

هو شدة حساسيتها للتدهور الضوئي وقابليتها للأكسدة أثناء التخزين وللتغلب على هذه العيوب يفضل إضافة مواد لها القدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ومضادات الأكسدة للمستحضرات النهائية.

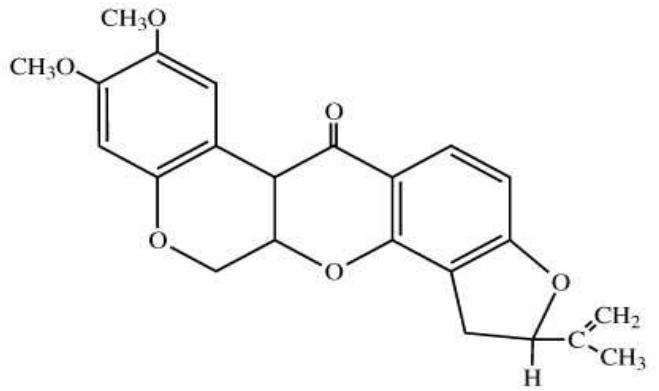
إن مبيدات الحشرات نباتية المصدر يمكن تقسيمها إلى مجموعتين بحسب سرعة تأثيرها في الحشرات :

- **المجموعة الأولى : مبيدات حشرات كيموحيوية نباتية المصدر سريعة المفعول**

وتضم ما يلي :

1- الروتينون Rotenone أو Derris :لقد استخدمت النباتات الحاوية على مركبات الروتينون كسموم للأسماك منذ زمن بعيد في بعض دول أمريكا الجنوبية وجزر الملايو والهند الشرقية وذلك بتجفيف جذور بعض أنواع النباتات البقولية التابعة للجنس *Derris* spp. ويلقون بها في الماء حيث تتواجد الأسماك فيؤدي إلى شللها وتطفو على سطح الماء ليجمعها الصيادون. ومن أهم النباتات التي تحتوي على الروتينون هو النوع *Derris elliptica* والذي لم يعرف استخدامه كمبيد حشرات إلا في عام 1911 حيث كانت تطحن جذوره بعد تجفيفها ويضاف إليها مسحوق الطين وتستخدم كمسحوق تغفير. وحالياً تستخلص مادة الروتينون بمعاملة مسحوق الجذور بمذيبات عضوية مثل الايثر ورابع كلوريد الكاربون ثم تقطير المحلول للحصول على الروتينون الذي يكون 30-40% من المستخلص. وقد تم تحديد تركيبه الكيميائي عام 1932 ، والروتينون عبارة عن بلورات بيضاء صلبة عديمة الذوبان بالماء إلا أنها قابلة للذوبان بالمذيبات العضوية مثل الكلوروفورم ومن عيوبه تحلله السريع عند تعرضه للضوء والهواء حيث يتأكسد إلى مركبات غير سامة للحشرات. لذلك تضاف إليه بعض المواد المؤكسدة لمنع تحلله عند رشه على النباتات ، كذلك لا ينصح بخلطه مع مبيدات قلوية التأثير لان ذلك يساعد على تحلله بسرعة. يستخدم الروتينون بنجاح في أحواض تغطيس الماشية لمكافحة الطفيليات الخارجية عليها. كما يمكن استخدامه رشاً أو تعفيراً لمكافحة العديد من الحشرات على أشجار الفاكهة كالمن علاوة على تأثيره في الاكاروسات وهو يعمل كسم معدي وبالملامسة.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



I,2,12,12a, tetrahydro –2– isopropenyl–8,9–dimethoxy–(1) ben–zopyrano– (3,4–b) Furo (2,3–b) (1) benzopyran – 6 (6aH) one.

أعراض التسمم بالروتينون Toxicity Symptoms By Rotenone

أظهرت الدراسات أنه عند تسمم الحيوانات بالروتينون تظهر عليه حالات الإثارة وزيادة التنفس يعقب ذلك حدوث هبوط أو انخفاض في التنفس ثم تظهر عليه أعراض التخلج والتشنج ثم الموت بسبب توقف عمليات التنفس ، أما أعراض التسمم المزمن على الحيوانات ، فقد لوحظ أن الروتينون يتسبب في إحداث تعفن في خلايا الكبد وحدوث تنكرز Necrosis في المنطقة الوسطية لفصوص الكبد.

آلية التأثير السام للروتينون Rotenone Mechanism of Toxic Effect

الروتينون من السموم ذات الأثر البطيء على الحشرات وهو يعمل كسم بالملامسة وسم معدي وهو سم عصبي أيضاً ، ولا تعرف آلية تأثيره السام بالضبط وذلك لتعقد تركيبه الكيميائي ، وفيما يلي عرض لأهم آليات تأثيره السام المحتملة :

1- يعتقد الكثير من الباحثين أن الفعل التخديري على الأعصاب يرجع في أساسه إلى قدرة الروتينون على إيقاف سلسلة النقل الإلكتروني في المايتوكوندريا Mitochondria عن طريق تثبيط الأكسدة المرتبطة بالمرافق الإنزيمي ($NADH_2$) مما يؤدي إلى إيقاف التوصيل العصبي.

2- إن حدوث حالات التنكرز في المنطقة الوسطية لفصوص الكبد يرجع إلى تدخل الروتينون في تصنيع وحدات الطاقة (ATP) التي ترتبط بعملية الأكسدة والاختزال.

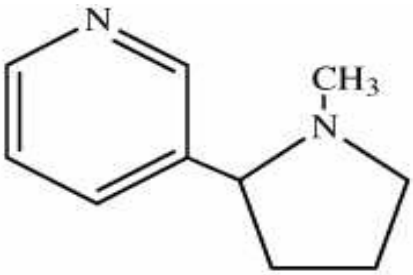
3- يعمل الروتينون على تثبيط إنزيمات Glutamic dehydrogenase و Succinic dehydrogenase و Succinic oxidase و Cytochrome oxidase مما تكون نتيجته منع انفراد أو تحرر الأوكسجين مما يؤثر على عملية الفسفرة التأكسدية.

2- النيكوتين Nicotine : ادخل نبات التبغ إلى أوربا عام 1560م وفي عام 1690م تم تحضير مستخلص مائي من أوراق التبغ لاستخدامه في مكافحة الحشرات الماصة في الحدائق تلا ذلك عزل مادة النيكوتين من نوعين من التبغ هما :

أ - *Nicotiana tabaccum*

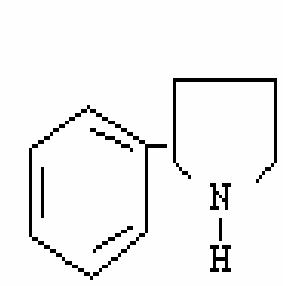
ب- *Nicotiana rustica*

حيث بلغت نسبة النيكوتين في النوع الأول 4-15% فيما تراوحت بين 7-14% في النوع الثاني. وبالرغم من وجود مادة النيكوتين في جميع أجزاء نبات التبغ إلا أنها تتركز في الأوراق بنسبة اكبر من بقية الأجزاء. إن المادة الفعالة في نبات التبغ هي من أشباه القلويدات alkaloid nicotine وتركيبها الكيميائي هو :

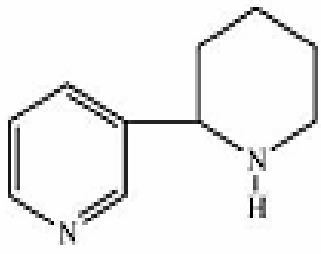


3-1-(Methyl-2-Pyrrolidyl) Pyridine

إن المادة الفعالة تتكون من حلقة سداسية Pyridine وحلقة خماسية Pyrolidine مرتبطتين في ذرات الكاربون 2 و 3 على التوالي وهذا الارتباط له تأثير في فاعلية المركب، كما تحتوي مستخلصات أوراق التبغ على مركبات قريبة الشبه بالنيكوتين في تركيبها ولكنها أقل فاعلية كمبيد حشرات ومنها Nornicotine و Anabasine.



Anabasine



Nornicotin

وتوجد مادة النيكوتين في نبات التبغ عادة بشكل أملاح الماليك Malic acid وحامض الستريك Citric acid والتي يسهل فصلها من أنسجة النبات بالتقطير البخاري المستمر Steam Distillation بعد أن تعامل بمحلول قلوي. وفي عام 1904 أمكن تحضير مادة النيكوتين صناعياً إلا أن كفاءتها في مكافحة الحشرات كانت اقل بحدود 50% من كفاءة النيكوتين المستخلص من نبات التبغ ، تباع المادة التجارية للنيكوتين تحت اسم Black Leaf 40 حيث تحوي 40% مادة فعالة من سلفات النيكوتين Nicotin sulphate مضافاً إليها بعض المركبات القلوية المنشطة كالصابون. ويمكن استخدام النيكوتين رشا أو بشكل مسحوق تعفير. وقد اظهر النيكوتين فاعلية جيدة في مكافحة الحشرات الرهيفة كالمن والثربس. إضافة إلى انخفاض تأثيره على النباتات لكونه سريع التبخر شرط استخدامه بتراكيز غير عالية.

آلية التأثير السام للنيكوتين Mechanism of Toxic Effect of Nicotine

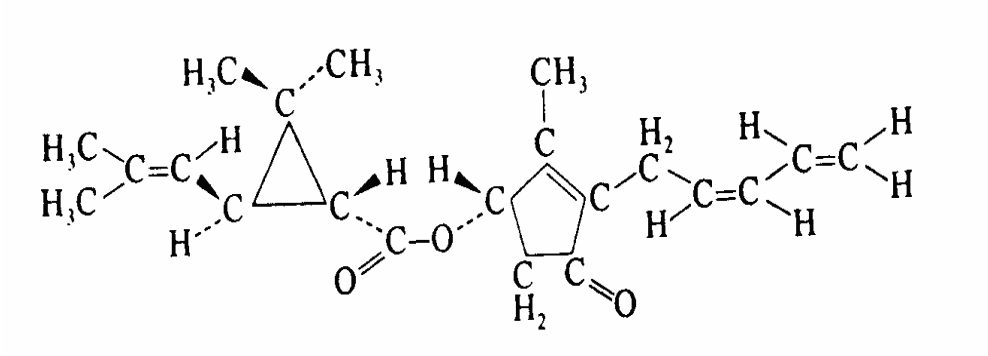
يحتل تأثير النيكوتين اهتماماً كبيراً لوجود تشابه في تأثيره مع بعض التأثيرات الناتجة عن الاسيتايل كولين المسئول عن نقل الرسائل العصبية من مراكز التشابك العصبي، ولكن لازال من غير المعروف فيما إذا كان للنيكوتين تأثير على إنزيمات النسيج العصبي، فقد وجد انه لا يؤثر على نشاط إنزيمات Dehydrogenase Catalase المستخرجة من الجهاز العصبي المركزي ، ويقال أن النيكوتين يدخل في نظام الأكسدة والاختزال في الخلية العصبية كما لوحظ أن النيكوتين يؤثر على معدل استهلاك الأوكسجين في الحشرات. إلا أن من أكثر النظريات قبولاً لميكانيكية التأثير السام للنيكوتين هو أنه يعمل على قتل الحشرات والحيوانات اللافقرية عامة وذلك بسبب تشابه تركيبه مع مادة الاسيتايل كولين وذلك لكون أبعاده الجزيئية Molecular Dimension مشابهة للأبعاد الجزيئية لمادة الاسيتايل كولين والتي تعد الأساس في نقل المنبهات العصبية في مناطق الفراغ العصبي Synapse Gap حيث يتحد النيكوتين مع مستقبلات الاسيتايل كولين في نقاط التقاء الأعصاب بالعضلات Neuromuscular Junction مسبباً ارتعاشات مستمرة يعقبها الشلل والموت نتيجة تراكم مادة الاسيتايل كولين في مناطق الاشتباك العصبي. وقد أظهرت الدراسات أن سمية النيكوتين للحشرات تزداد في درجات الحرارة المرتفعة وذلك لقدرة هذا المركب على التطاير ودخوله من خلال الفتحات التنفسية للحشرات.

3- البيرثرم Pyrethrum : مبيد حشرات يؤثر بالملامسة ، مادته الفعالة تستخلص من أزهار نبات البيرثرم *Chrysanthemum cineriaefolium* وهي نباتات عشبية تتراوح نسبة المادة الفعالة في أزهارها بين 0.5-1.5% تقريباً ، وتكثر زراعتها في اليابان والاكوادور وكينيا الجديدة. وقد عرف استخدامه كمبيد حشرات منذ عام 1854 واستمر استخدامه حتى مع ظهور وتطور المبيدات العضوية المصنعة. وقد بلغت الكمية المنتجة منه في عام 1965 عشرين ألف طن. ترجع أهمية البيرثرم إلى كونه مبيداً فعالاً يقتل الحشرات خلال ثوان معدودة وذلك بإحداث صدمة قوية لها Knockdown خاصة للحشرات الطيارة، إضافة إلى انخفاض سميته على الثدييات حيث يتحطم في أجسامها إلى مواد غير سامة، وهو لا يترك متبقيات لفترة طويلة بعد الاستعمال لتحلله السريع وهذا بدوره يفسر عدم حصول ظاهرة المقاومة (Resistance) في الحشرات. إلا أن من عيوبه عند استخدامه في مكافحة الحشرات الزراعية في الحقول هو تحلله السريع عند تعرضه للهواء وضوء الشمس وتحوله إلى مواد غير فعالة لذلك فهو يخلط دائماً مع مركبات أو مبيدات أخرى للتغلب على هذه المشكلة ومن المفضل استخدامه لمكافحة الحشرات المخزنية والمنزلية.

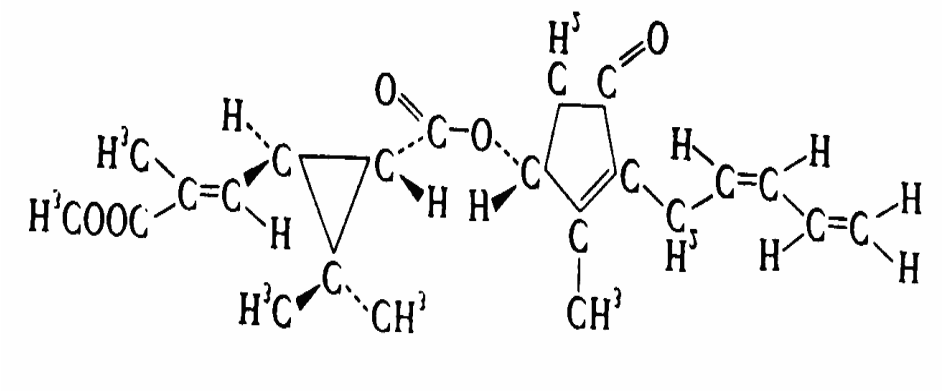
يستخلص البيرثرم من أزهار نبات البيرثرم بعد تجفيفها وطحنها وإذابتها بالكيروسين أو ثاني كلوريد الاثلين ، والمستخلص الناتج يتم تركيزه بالتقطير الفراغي. في عام 1924 تم تعريف المادة الفعالة للبيرثرم ووجد بأنها خليط من الاسترات يضم ستة أنواع من الاسترات الفعالة وهي :

Pyrethrin I & II
Cinerin I & II
Jasmolin I & II

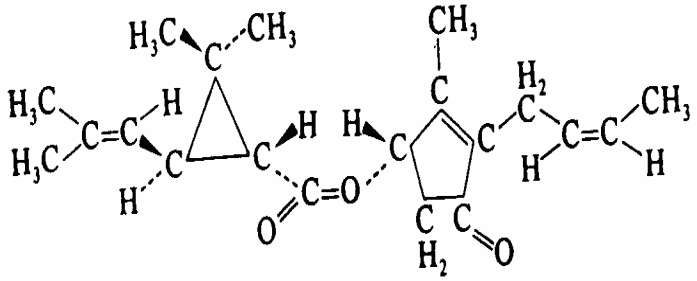
وتركيبها الكيميائي كما يأتي :



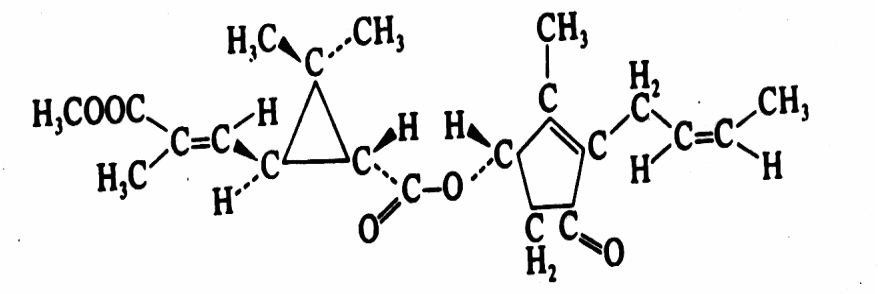
Pyrethrin I



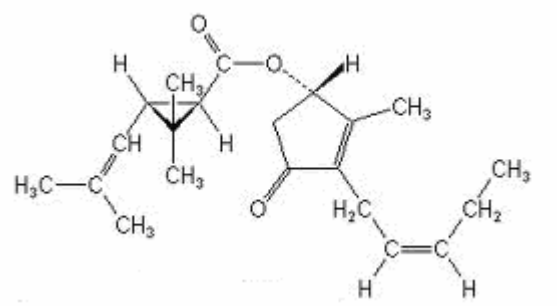
Pyrethrin II



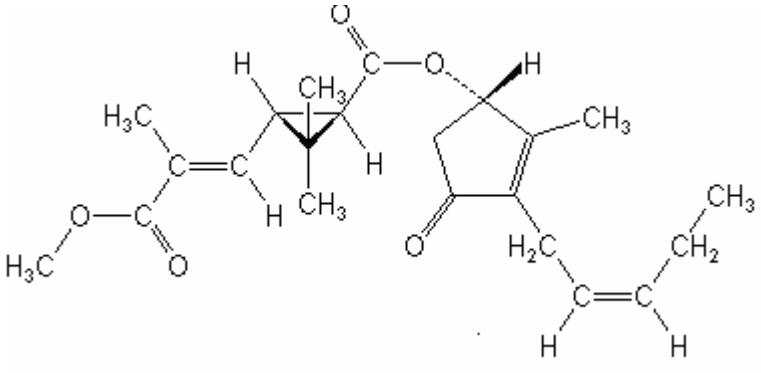
Cinerin I



Cinerin II



Jasmolin I



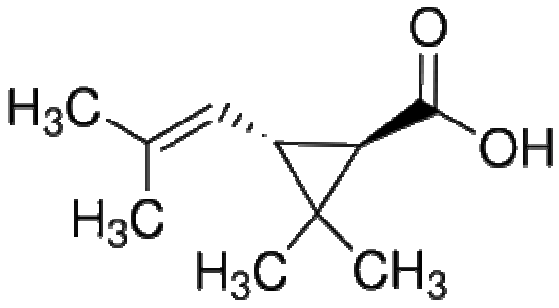
Jasmolin II

إن الاسترات الستة السابقة هي أسترات معقدة وعند تحليلها وجد أنها تتركب من نوعين من الأحماض العضوية هي :

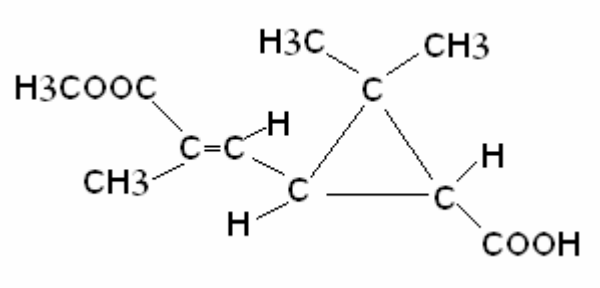
1- Chrysanthemic acid
2- Pyrethric acid

وثلاثة أنواع من الكحولات هي :

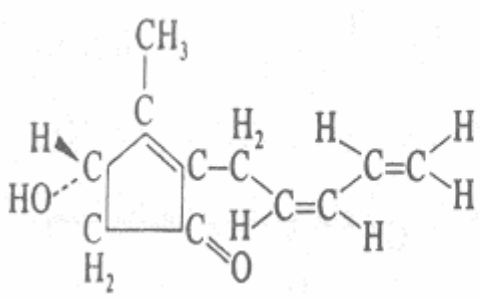
1- Pyrethrolone
2- Cinerolone
3- Jasmolone



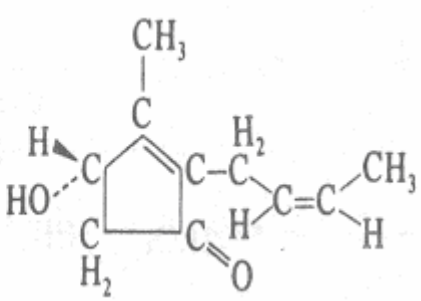
(+)-trans-Chrysanthemic acid (I)



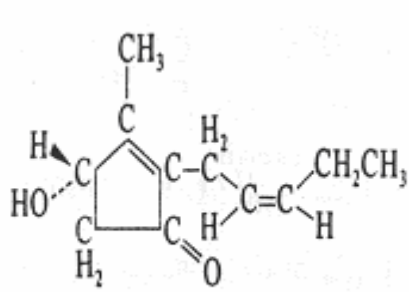
(+)-trans-Pyrethric acid (II)



(+)- Pyrethrolone



(+)- Cinerolone



(+)-Jasmolone

وترجع سمية الاسترات إلى نوع الكحول المرتبط وكما في الجدول (2) والذي يبين نسبة الاســترات في مستخلص البيرثرم.

الجدول (2) نسبة الاسترات في مستخلص البيرثرم .

الكحول	الحامض	
	Chrysanthemic	Pyrethric
Pyrethrolone	Pyrethrin I (35%)	Pyrethrin II (32%)
Cinerolone	Cinerin I (10%)	Cinerin II (14%)
Jasmolone	Jasmoline I (50%)	Jasmoline II (4%)

يستخدم البيرثرم إما عن طريق طحن أزهاره بشكل مسحوق تعفير مباشرة أو بعد تخفيفــه بــبعض المــواد الحاملة كالكبريت أو التالك. ويفضل استخدام المواد الحاملة ذات الدرجة العالية للامتصاص مثل البنتونايــت

Bentonite لكونه يعمل على حفظ المادة الفعالة عند استخدامها بالمذيبات العضوية. كما تضاف إليه مادة مانعة للأكسدة تساعد على الثبات الكيميائي للمادة الفعالة مثل حامض التانيك وتضاف أحياناً أخرى مواد مؤازرة Synergists لزيادة الفاعلية والتقليل من الكميات المستعملة منها ومن أهم المواد المؤازرة والمستخدمة بنجاح مادة Sesamin و Piperonyl Butoxide كما تستخدم المادة الفعالة للبيرثرم وبصورتها النقية في تحضير عبوات الايروسول وذلك بعد خلطها بمادة مخففة مثل البترول النقي وإضافة مادة مؤازرة وغاز الفريون حيث تستخدم عبوات الايروسول لمكافحة الحشرات المنزلية.

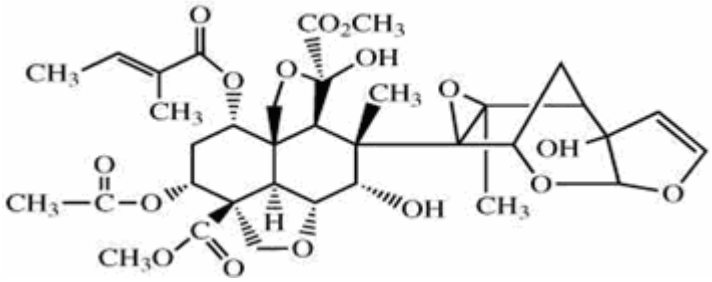
آلية التأثير السام للبايرثرم Mechanism of Toxic Effect of Pyrethrum

يؤثر البيرثرم بشكل مباشر على الأعصاب مما يسبب شللاً سريعاً للحشرات المعرضة له. وقد وجد بان تأثيره يتركز على العصب الموصل بين الخلايا العصبية لذلك يدعى بالسم المحوري Axonic Poison ويمنع بذلك نقل المنبهات العصبية من هذه الخلايا. وقد يحدث في بعض الأحيان أن تسترجع الحشرات المعاملة قواها وذلك في حالة كون الجرعة المستخدمة غير كافية لقتل الحشرات. إن لمبيد البيرثرم معاملاً حرارياً سالباً Negative Temperature Coefficient بمعنى أن سميته تزداد بانخفاض درجات الحرارة. كذلك يمتاز البيرثرم بانخفاض سميته على الثدييات والطيور. ويرجع ذلك إلى درجة حرارة الجسم العالية لتلك الحيوانات حيث تسمح للإنزيمات بتحليل البيرثرم بمعدلات كافية تفقده المفعول السام للجرعات تحت المميتة وعليه فان حساسية الحشرات للبيرثرم لا ترجع إلى صغر حجمها بل إلى أنها من ذوات الدم البارد.

4- الازادراختين Azadirachtin : مبيد حشرات حيوي تم استخلاصه من ثمار شجرة النيم *Azadirachta indica* A.juss وكذلك من ثمار شجرة السبحبح *Melia azedarach* حيث توجد المادة الفعالة بالدرجة الأساس في البذور وبدرجة اقل في الأوراق واللحاء. وتتميز شجرة النيم بأنها شجرة معمرة تعطي مبيداتها بصورة مستمرة ، كما أن احتياجاتها من الماء والمتطلبات الأخرى قليلة حيث تتركز المادة الفعالة في الثمار التي لا يتطلب جمعها بذل أي مجهود لأنها تتساقط طبيعياً عند نضجها ، كذلك فان شجرة النيم لا تصاب بالحشرات الضارة التي يمكن أن تنتقل إلى المحاصيل الأخرى. إن الموطن الأصلي لهذه الشجرة هو جنوب شرق آسيا ثم أدخلت إلى السودان وهناك محاولات لإدخالها إلى دول أخرى ومنها العراق.

وتقوم الطريقة البلدية في استخدام الازادراختين على جمع ثمار النيم الناضجة والمتساقطة على الأرض خلال أشهر حزيران وتموز وآب ثم تنقع الثمار في الماء لإزالة القشرة والحصول على البذور وتترك بعدها في الظل لتجف ثم تخزن لحين الاستعمال ، حيث يأخذ 1 كغم من البذور وتطحن إلى مسحوق ناعم ثم يضاف للمسحوق 40 لتر من الماء ثم يقلب جيداً لحين الذوبان ويترك لليوم الثاني حيث يضاف له كوب من الماء يحوي 3غم من الصابون وبذلك يصبح المحلول جاهزاً للاستعمال في مكافحة الحشرات.

في السنوات الأخيرة أجريت دراسات مكثفة حول تحديد ماهية المركبات ذات التأثير السام في أشجار النيم ، كما تم تحديد تركيبها الكيميائي حيث أظهرت الدراسات أن مادة الازادراختين هي المبيد الرئيس في بذور الشجرة حيث بلغت نسبته 1.5-4.8% أي حوالي 10 غرامات/كغم من البذور وتركيبها الكيميائي :



فضلاً عن ذلك أظهرت الدراسات وجود مواد فعالة أخرى مثل Salanin و Salannol و Salannolacetate والقيدونين Gedunin والنمبينين Nimbinen.

إن استخدام الازادراختين أظهر تأثيراً طارداً ومانعاً للتغذية فضلاً عن تأثيره القاتل للحشرات حيث استخدم بنجاح في مكافحة العديد من الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية فضلاً عن الاكاروسات وبالرغم من سمية الازادراختين للحشرات إلا انه يمتاز بانخفاض سميته للإنسان والحيوان إذ تبلغ الجرعة القاتلة للفئران أكثر

من 8750 ملغم/كغم. يتوفر الازادراختين في الوقت الحاضر تجارياً تحت أسماء مختلفة منها Nemosan و Supernemic حيث استخدمت في العراق بنجاح في مكافحة حفار أوراق الحمضيات والذبابة البيضاء على القطن والعناكب الحمراء على الطماطة ومن الأسماء التجارية لهذا المبيد أيضاً Margosan و Nimasal و Nimazal وكذلك Neemark.

آلية التأثير السام للازادراختين Mechanism of Toxic Effect of Azadirachtin

بالرغم من الكفاءة العالية التي أظهرتها مادة الازادراكتين في مكافحة الحشرات إلا أن آلية أو طريقة تأثيرها السام لم تتضح بشكل جيد ويبدو أن السبب في ذلك قد يرجع إلى أن الازادراختين يؤثر بأكثر من طريقة ومنها :

أ- العمل كمثبط نمو للحشرات : إذ أظهرت العديد من الدراسات أن معاملة الأطوار غير الكاملة بالازادراختين يعمل على تثبيط عملية الانسلاخ وذلك نتيجة تأثيره في الأنسجة والخلايا المختلفة للحشرات فضلاً عن تأثيره في الأجسام الكروية Corpora allata.

ب- العمل كمادة طاردة : تشير الكثير من المراجع إلى تجنب الحشرات للنباتات المعاملة بالازادراكتين.

ت- العمل كمانعات تغذية : العديد من الدراسات الحديثة أشارت إلى أن للازادراختين تأثير مانع للتغذية ففي إحدى الدراسات لوحظ أن حشرات خنفساء الحبوب الشعرية امتنعت عن التغذية على حبوب حنطة معاملة بالازادراختين.

ث- العمل كمواد عاقمة : في دراسة عن تأثير الازادراختين في الكفاءة التناسلية لدودة البنجر السكري *Spodoptera exigua* وجد أن الغذاء الحاوي على الازادراختين أدى إلى خفض عدد البيض الذي تضعه الأنثى فضلاً عن فشل البيض الموضوع في الفقس.

5- الريانيا Rayania : تستخلص المادة الفعالة لهذا المبيد من سيقان وجذور أشجار *Ryanis speciosa* التابعة لعائلة Flacourtiaceae وذلك بعد تجفيفها وطحنها حيث تستخدم بشكل مساحيق تعفير ذات تأثير معدي وبالملامسة وقد أظهرت فاعلية جيدة في مكافحة حشرات أشجار الفاكهة التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة. وتمتاز بانخفاض تأثيرها على المفترسات والطفيليات. وتباع عادة تحت أسماء تجارية مختلفة منها Ryanodine و Ryanicide.

6- سابادیلا Sabadiella : مركبات مستخرجة من مسحوق بذور نبات *Schoenocaulon officinale* والمواد الفعالة مجموعة مركبات قلوية يطلق عليها Veratrin ومن أمثلتها Veratridine و Cevadine ، واستخدمت لمكافحة حشرات رتبة نصفية الأجنحة ويرقات حرشفية الأجنحة.

7- الهلبور Helbore : مركبات مستخرجة من رايزومات نبات الجنس *Veratrum* وهو على نوعين الهلبور الأخضر *Veratrum viridi* والهلبور الأبيض *Veratrum album* والمواد الفعالة تتبع مجموعة أشباه القلويدات المسماة Veratrin ومنها Pseudojervine و Protoveratridine.

8- مركبات الكواسين والنيوكواسين Quassin & Neoquassin : توجد هذه المركبات في مستخلصات الخشب والقلف الخاص بأشجار *Quassia amera* ولقد أظهرت هذه المركبات كفاءة ضد ذبابة الرمل.

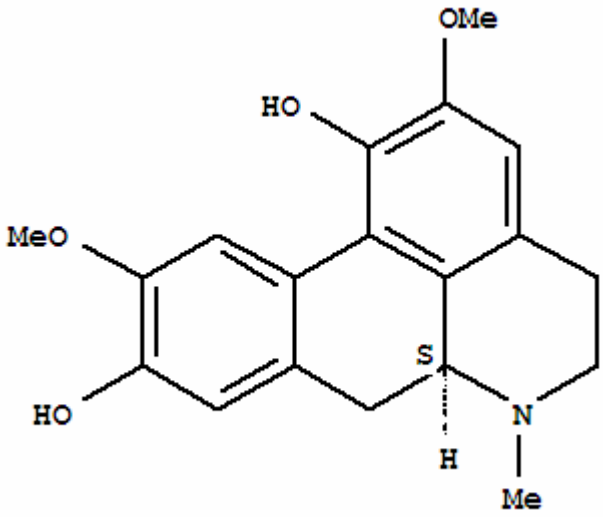
9- مركبات الايزوبيوتيل أميدات غير المشبعة Unsaturated Isobutylamides: تم عزل عدد من مبيدات الحشرات من نباتات العائلة المركبة ولقد وجد أن تركيبها الكيميائي عبارة عن ايزوبيوتيل أميد غير مشبعة للأحماض الاليفاتية والمتشبعة ذات ذرات الكاربون من 10-18 وتم تعريف بعضها وهي تتميز بصفتين رئيستين هما : التأثير القاتل والتأثير الصارع السريع على الحشرات الطائرة ولكنها غير ثابتة تحت الظروف البيئية ومن أهم مركبات هذه المجموعة مركب Pellitorine ويوجد في جذور نبات طبي هو *Anacyclus pyrethrum* الذي يكثر في شمال أفريقيا وخاصة الجزائر. حيث يستخدم في معالجة أمراض الأسنان وتنشيط إفراز اللعاب والمركب عديم الطعم ، غير نشط ضوئياً ويذوب في معظم المذيبات العضوية ولا يذوب في الماء ولكنه يحدث تهيج في الأغشية المخاطية للأنف والبلعوم في الإنسان ونظراً لعدم ثباته خارج المذيبات العضوية فان مستقبل استخدامه كمبيد حشرات محدود للغاية ولكن أمكن التغلب على ذلك جزئياً بتحضير مستحضرات منه في صورة محاليل هيدروكاربونية.

إضافة لما سبق هناك مركبات أخرى ذات تأثير سام للحشرات وجدت في العديد من النباتات مثل Affinin الذي وجد في جذور نبات بري وحيد في المكسيك هو *Heliopsis longipes* ومركب Scarbin في جذور نبات *Heliopsis scabra* ومركب Echinacein المستخلص من جذور نبات *Echinacea anguistifolia* ومركب Sanshool الموجود في ثمار وقلف أشجار الـ *Zanthoxylum piperitum* وغيرها كثير.

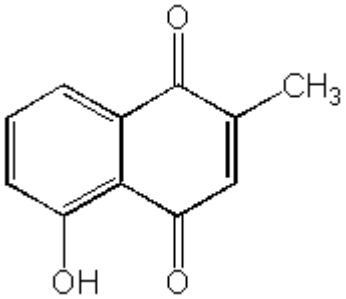
- المجموعة الثانية : مبيدات حشرات كيموحيوية نباتية المصدر بطيئة المفعول

وتضم مجموعة من المركبات الكيميائية المستخلصة من النبات وتعمل كمانعات تغذية أو كمواد طاردة أو جاذبة أو كمواد هرمونية.

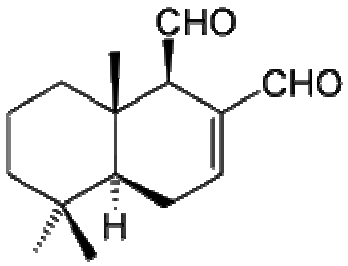
1- **الايزوبولداين Isoboldine :** مادة مانعة لتغذية العديد من أنواع الحشرات تم استخلاصها من نبات*Cocculus tribe* حيث أظهرت هذه المادة فاعلية جيدة في منع تغذية الحشرات عند استخدامها بتركيز 200 جزء بالمليون وتركيبها الكيميائي :



2- **البلمباكن Plumbagin :** مادة مانعة لتغذية الحشرات تم عزلها من جذور نبات طبي هو *Plumbago capensis* وتركيبها الكيميائي :



3- **البولي كوديال Polygodial :** مادة مانعة لتغذية الحشرات تم عزلها من براعم نبات *Polygonum hydropiper* وتركيبها الكيميائي :



4- نيكاندريانون Nicandrrianone : مادة طاردة للحشرات وخاصة الذباب المنزلي تستخلص من نبات *Nicandra physaloides* التابع للعائلة الباذنجانية Solanaceae.

5- الكرومينات Chromenes : ومنها مادة بريكوسين Precocene التي تستخلص من نبات *Agrealum houstonianum* وهي مادة مانعة لتصنيع هرمون الشباب وعليه فإن الكرومينات تعجل من نمو الحشرات وتؤدي إلى ظهور حشرات متقزمة غير قادرة على الاستمرار بالحياة.

6- الزيوت النباتية Vegetable Oils : وهي زيوت توجد في أجزاء النبات المختلفة والتي يمكن استخلاصها لاستخدامها في مكافحة الحشرات ، والزيوت النباتية على نوعين :

أ – زيوت ثابتة Fixed Oils : وهي عبارة عن كليسيريدات تمتاز بسهولة تصبنها عند تفاعلها مع القلويات مكونة كليسيرينات (صابون) ومن أمثلتها :

(1) زيت بذور الكتان الناتج من عصر بذور الكتان.
(2) زيت بذور الخروع الناتج من عصر بذور نبات الخروع.
(3) زيت فول الصويا الناتج من بذور فول الصويا.
(4) زيت جوز الهند الناتج من ثمار جوز الهند وله تأثير جيد على المَنّ.

ب– زيوت طيارة Volatile or Ethereal Oils : وهي زيوت غير شحمية يصعب تصبنها وتستخرج من غدد نباتية خاصة لها رائحة النبات المنتج لها وغالباً ما تستخدم كمواد جاذبة لعمل الطعوم السامة أو كمواد طاردة للحشرات ومنها ما يلي :

(1) زيت الكافور Camphor Oil وتنتجه أشجار الكافور.
(2) زيت النعناع Peppermint والناتج من النعناع.
(3) زيت السيترونيلا Citronella oil
(4) زيت المنثول Menthol Oil.
(5) زيت الكتان الناتج من عصر بذور الكتان.

مما سبق يتبين أن مبيدات الحشرات العضوية الحيوية المستخلصة من النبات تمتاز بالمواصفات التالية :

1- سرعة تحللها في البيئة وعدم تراكمها.
2- انخفاض سميتها للإنسان والثدييات بشكل عام.
3- ذات مدى تأثير واسع على مجموعة كبيرة من الحشرات.
4- انخفاض معدل استخدامها مقارنة بالمبيدات الأخرى.
5- انخفاض سميتها للنباتات وعدم تسببها في إحداث حروق للنباتات المعاملة.
6- لها تأثير طارد ومانع للتغذية في اغلب الأحيان.
7- عدم حصول ظاهرة المقاومة في الحشرات لمركبات هذه المجموعة وذلك بسبب تحللها السريع في البيئة.

ثانياً : مبيدات الحشرات العضوية الكيموحيوية مايكروبية المصدر

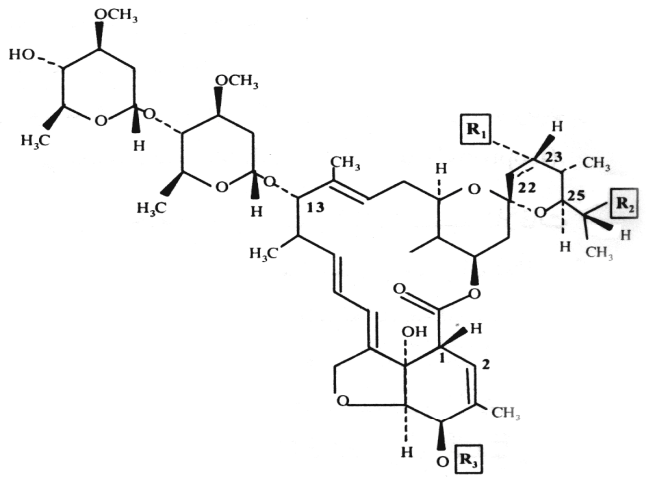
Microbial Origin Organic Bioinsecticides

إن ظهور هذه المجموعة من المبيدات بدأت مع بدء استخدام بكتريا *Bacillus thuringiensis* في المكافحة المايكروبية للحشرات ، ومحاولة معرفة ميكانيكية التأثير السام لهذه البكتريا في الحشرات ، حيث أظهرت الدراسات أن هذه البكتريا تنتج مواداً أخرى سامة إضافة إلى الأجسام البلورية وان هذه المواد السامة تتكون بصورة منفصلة عن البلورة البروتينية وإنزيم Lethieinase الذي تفرزه تلك البكتريا وعند حقن الحشرات بها فإنها تموت في الحال. هذه النتائج شجعت العاملين في مجال المبيدات إلى البحث عن منتجات بكتيرية أو فطرية ذات تأثير سام للحشرات والاكاروسات وأدت عملية البحث إلى ظهور المبيدات الكيموحيوية مايكروبية المصدر ومن أهم هذه المبيدات التي أصبحت في متناول المزارعين والعاملين في مجال مكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية ما يلي :

1- الافيرميكتينات Avermectins : وهي مجموعة جديدة من المركبات التي أمكن عزلها من التخمرات التي أحدثتها احد أنواع البكتريا الموجودة بالتربة والتي تسمى *Streptomycis avermitilis* وان هذه المركبات تضم ثمانية مشابهات وجميعها لها صفة طرد لديدان الأمعاء بالإضافة إلى فاعليتها كمبيدات حشرات ، ومن الناحية الكيميائية فهي مركبات حلقية خماسية تتبع مجموعة اللاكتونات ، وقد أمكن فصل وتنقية الجزء الفعال من مستخلص تخمر تلك البكتريا باستخدام المذيبات العضوية ومن ثم إجراء عمليات التنقية بهدف تجهيزه للحقن في جهاز الكروماتوغرافي عالي الأداء (HPLC) والذي تم من نتائجه الاستدلال على مدى تقارب المجاميع الكيميائية المكونة لذلك المستخلص وعموماً فقد تم إطلاق اسم الافيرميكتينات على تلك المركبات التي تم عزلها من المستخلص على أساس اسم مزرعة البكتريا *Streptomycis avermitilis* والتي أنتجت تلك المركبات ، أما فيما يتعلق بالتركيب الكيميائي لهذه المجموعة من المركبات ، فقد اتضح أنها مركبات حلقية كبيرة ومتفرعة وتتبع مجموعة اللاكتونات المحتوية على أماكن عديدة للاستبدال والذي من خلاله تتكون المشتقات المختلفة للافيرميكتينات وكذلك طبيعة مشتقاتها المختلفة الناتجة عن الاستبدالات المختلفة على تركيبها الأساس ، لذلك فإن هذه المجموعة بما تحويه من مشتقات أمكن تقسيمها إلى أربعة وحدات كبيرة وثمانية وحدات أصغر والتي أمكن تقسيمها بأسلوب مبسط حيث يتضح من التركيب الكيميائي للأفيرميكتينات وجود عدد من حلقات اللاكتون المتصلة ببعضها في نظام ملتوي والتي من خلالها يلاحظ أن مجاميع الميثوكسي ترتبط بالحلقات في الوضع (cis) إضافة إلى ذلك فان الافيرميكتين يحتوي على وحدتين متماثلتين من السكر α-L-oleandrose واللتان ترتبطان بباقي التركيب الكيميائي للجزيء من خلال ذرة الكاربون رقم 13.

ومن أهم المنتجات التجارية للافرميكتينات المباعة في العراق ما يلي :

آ – **المبيد أبامكتين Abamectin** : مبيد حشرات وأكاروسات مادته الفعالة قليلة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بدرجات متباينة في المذيبات العضوية وهي حساسة للحوامض والقلويات القوية، وتتحلل بفعل الأشعة فوق البنفسجية. الجرعة النصفية القاتلة للجرذان عن طريق الفم 300 ملغم/كغم من وزن الجسم. المستحضر التجاري للمبيد مجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب يحتوي على 1.8% مادة فعالة. في العراق استخدم هذا المبيد بنجاح في مكافحة حفار أوراق الحمضيات ، الذبابة البيضاء على الباذنجان ، حفار الأوراق على الطماطة ، الحلم على الحمضيات ، الحلم الأحمر الكاذب على العنب والحلم الاريوفي على الباذنجان والحلم الأحمر ذو البقعتين على الطماطة ويستخدم بمعدل 0.25–0.5 مل/لتر ماء. ويباع تجارياً تحت أسماء مختلفة منها Abamectin و Affirm و Avermectin و Avid و Dynamec و Medamec و Vapcomic و Vertimec و Zephyr.



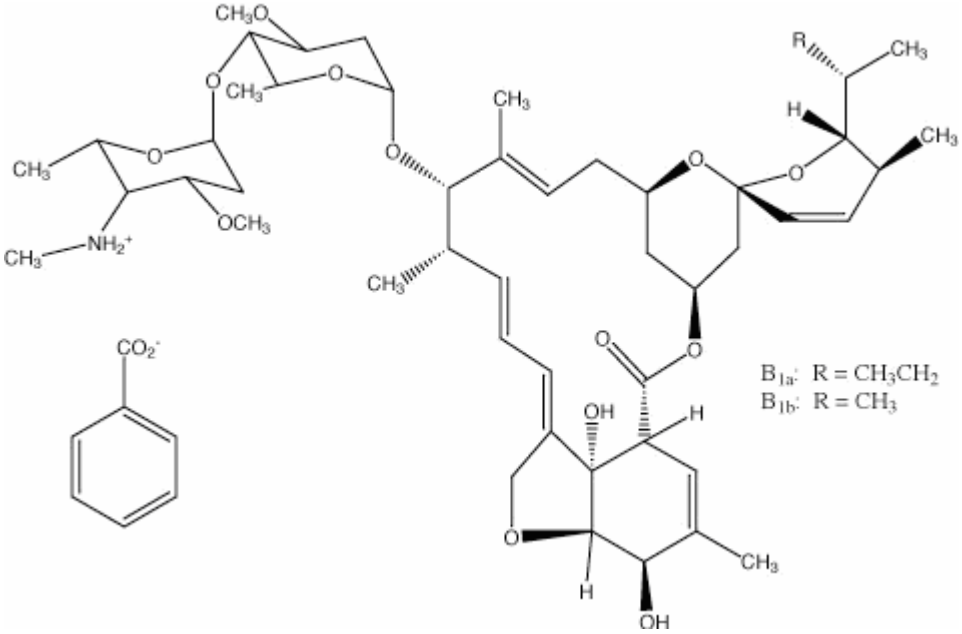
Avermectin

	A1		A2		B1		B2	
	a	b	a	b	a	b	a	b

Avermectin	R1	R2	R3
A1a		C_2H_5	CH_3
A1b		CH_3	CH_3
A2a	OH	C_2H_5	CH_3
A2b	OH	CH_3	CH_3
B1a		C_2H_5	H
B1b		CH_3	H
B2a	OH	C_2H_5	H
B2b	OH	CH_3	H

Where R_1 is absent, the double bond (=) is present sugars are α-L-oleandrose

ب- المبيد إيمامكتين بنزويت Emamectin Benzoate : يباع هذا المبيد تجارياً تحت اسم Proclaim مادته الفعالة هي Avermectin مع Benzoate لتزيد من قابليته للذوبان في الماء وبذلك أصبح للمبيد القدرة على النفاذ والانتقال داخل النبات على العكس من مبيد الابامكتين الذي لا يمتلك صفة الجهازية هذا المبيد اظهر فاعلية جيدة، وهو يحتوي على 1.9% مادة فعالة ويستخدم بمعدل 0.75 مل/لتر ماء. اسمه وتركيبه الكيميائي :

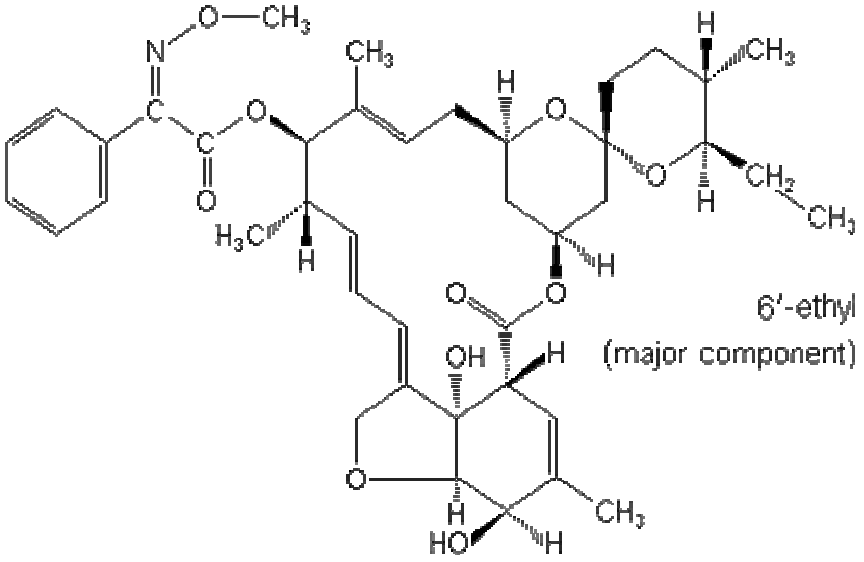


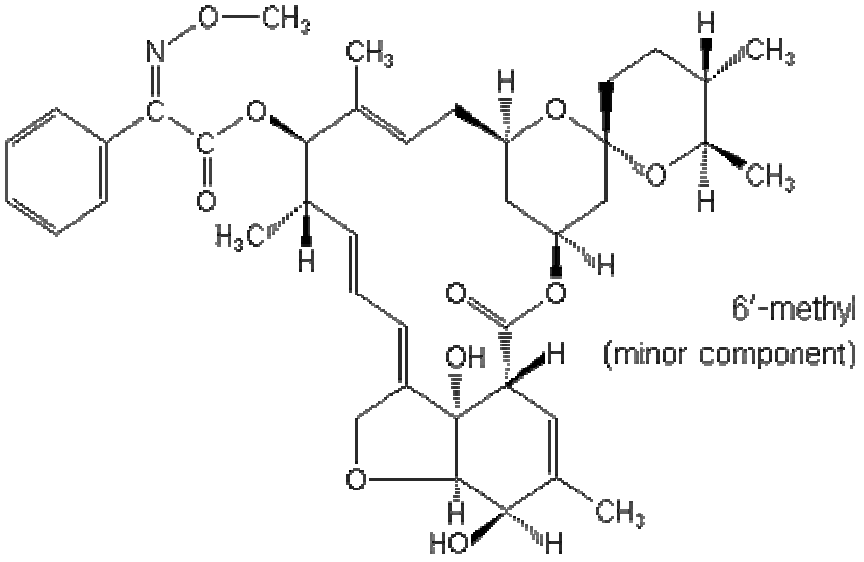
4-epi-methylamino-4-deoxyavermecrin B1 benzoate (a mixture of minimum of 90% 4-methylamino-4-deoxyavermectin B_{1a} and a maximum of 10% 4-epimethlyamino-4-deoxyavermectin B_{1b} benzoate

ت- **المبيد ليبمكتين Lepimectin :** مبيد حشرات حديثا استخدم بنجاح لمكافحة العديد من الحشرات ، من إنتاج شركة Sankyo Agro.co . اسمه وتركيبه الكيميائي :

$C_{41}H_{53}NO_{10}$ (6′-ethyl) and $C_{40}H_{51}NO_{10}$ (6′-methyl)

Mixture: (6R,13R,25R)-5-O-demethyl-28-deoxy-6,28-epoxy-13-[(Z)-[(methoxyimino)phenylacetyl]oxy]-25-methylmilbemycin B & (6R,13R,25R)-5-O-demethyl-28-deoxy-6,28-epoxy-25-ethyl-13-[(Z)-[(methoxyimino)phenylacetyl]oxy]milbemycin B(CAS)





الفاعلية الحيوية للأفيرميكتين كمبيد لمفصليات الأرجل

Biological Activity of Avermectin as Pesticides

أظهرت نتائج الدراسات المختبرية والحقلية أن للافيرميكتينات قدرة عالية على أن تكون وسيلة فعالة لمكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية ، فضلاً عن فاعليتها في مكافحة الديدان الثعبانية وخاصة نيماتودا تعقد الجذور ، إن الفاعلية الحيوية للافيرميكتينات ترجع أساساً إلى المشابه افيرميكتين (B_1) والذي أشارت نتـــائج الأبحاث إلى كفاءته العالية كمبيد بالملامسة والذي نتج عنه قيم تركيز قاتلة لـــ 90% (LC_{90}) على العديد من

أنواع الحلم نباتي التغذية قد تراوحت ما بين 0.02 إلى 0.24 جزء في المليون مما يشير إلى مقدار الفاعلية الكبيرة لهذا المركب دون سائر المبيدات الأخرى التقليدية الخاصة بمكافحة الاكاروسات. كما وجد أيضاً أن للافيرميكتين (B_1) فاعلية كبيرة ضد العديد من الآفات الحشرية وذلك من خلال الدراسات الخاصة بتقدير وتقييم المتبقيات من هذا المركب على الأوراق حيث كانت قيم التراكيز المميتة لـ 90% (LC_{90}) تتراوح ما بين 0.02–6 جزء بالمليون ، وبناءاً على ذلك فقد أمكن استخدامه على المستوى التجاري بشكل مستحضرات تحتوي على خليط من 80% من الافيرميكتين (B_{1a}) و 20% من الافيرميكتين (B_{1b}).

التأثيرات السامة للافيرميكتين Toxicity Effects of Arthropodicide

للافيرميكتينات العديد من التأثيرات السامة والتي يمكن إدراجها فيما يلي :

1- السمية الحادة Acute Toxicity : أظهرت العديد من الدراسات أن الافيرميكتينات قليلة السمية على اللبائن ، إلا أن مستحضراتها الموجودة على هيئة مركزات قابلة للاستحلاب قد تسبب تهيجات من الدرجة المتوسطة في العين والجلد ، وعن أعراض التسمم الحاد التي تمت ملاحظتها على حيوانات التجارب كانت متمثلة باتساع حدقة العين وحدوث قيء مع تقلصات وتشنجات يعقبها حدوث غيبوبة وذلك عند الجرعات العالية حيث تتمكن من النفاذ والمرور عبر حاجز الدم الدماغ Blood Brain Barrier من جهة أخرى فإن هذه المركبات غير قابلة للامتصاص من خلال الجلد (فقط أقل من 1% هي التي تنفذ من الجلد) ومع ذلك فإن هذه المركبات لا تسبب حساسية للجلد ، وقد قدرت الجرعة الحادة المميتة النصفية لفئران التجارب عن طريق الفم (Acute Oral LD_{50}) بحوالي 11 ملغم/كغم من وزن الجسم على أساس المادة الفعالة. أما بالنسبة لسمية المستحضرات التجارية فقد تبين أن المنتج التجاري Affirm والمحتوي على 0.11% مادة فعالة والمجهز على هيئة طعم لمكافحة نملة النار كانت سميته على الفئران عن طريق الفم قد تجاوزت 5000 ملغم/كغم ، أما المستحضر القابل للاستحلاب والمحتوي على 1.8% مادة فعالة فقد وصلت سميته الحادة على الفئران إلى 300 ملغم/كغم عن طريق الفم.

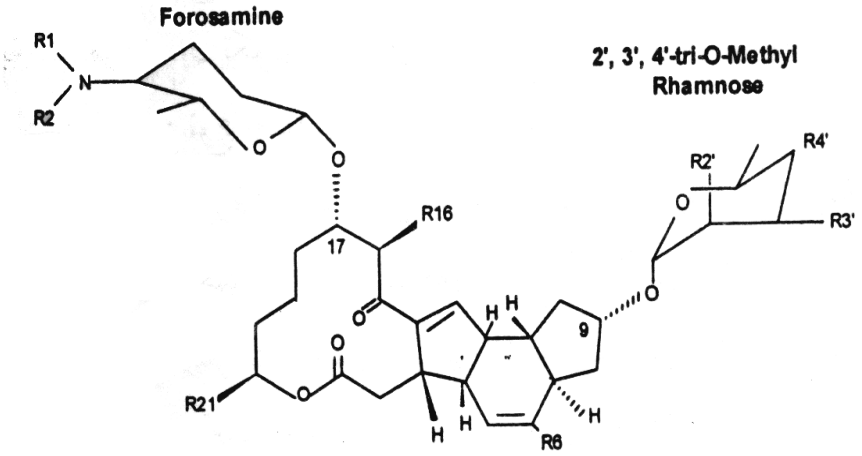
2- السمية المزمنة Chronic Toxicity : أشارت نتائج دراسات السمية المزمنة للافيرميكتينات والتي تم إجراؤها على الكلاب لمدة عام والفئران لمدة عامين إلى أن الجرعة 0.25 ملغم/كغم/يوم لم تحدث أي تأثير ملحوظ ، بالإضافة إلى عدم وجود أي تغييرات على الأنسجة العصبية والعضلية عند المعاملة بهذه الجرعة كذلك لم تثبت الدراسات إلى ما يشير إلى أن الافيرميكتينات تسبب التشوهات أو الطفرات أو الأورام السرطانية.

آلية التأثير السام للافيرميكتينات Mechanism of Toxic Effect of Avermectines

أشارت العديد من الدراسات إلى أن الافيرميكتين (B_1) يعمل على إزالة المرحلة الوسطية الخاصة بدور الحامض Gama-Amino Butyric Acid (GABA) والتي تعمل على تثبيط الجهد العصبي في منطقة الاشتباك العصبي، هذا بالإضافة إلى انه يعمل على إثارة منطقة ما بعد الاشتباك العصبي عند مكان اتصال الأعصاب بالعضلات Neuromuscular Junctions في جراد البحر. وهكذا يتضح أن الافيرميكتينات تؤدي فعلها كمبيدات للآفات من خلال تثبيطها لعمليات توصيل الإشارات العصبية عند مناطق اتصال الأعصاب في مفصليات الأرجل ولكن من جهة أخرى فقد لوحظ أن ليس للافيرميكتينات أية تأثيرات على الجهاز العصبي الكولينيي.

2- الاسبينوسينات Spinosyns : تم اكتشاف هذه المجموعة من المركبات من قبل شركة Lilly من خلال برنامجها الهادف إلى إيجاد منتجات طبيعية جديدة لاستخدامها في مجال صناعة العقاقير وإنتاج المركبات الحيوية في مجال الزراعة حيث تم تجميع عينات من التربة من جميع أنحاء العالم وتم تخمير هذه العينات وبعدها تمت عمليات الغربلة لنواتج هذه التخمرات بإتباع أنظمة التقييم الحيوي حيث استخدمت يرقات البعوض ككائن اختبار وأثناء عمليات الغربلة لنواتج ومستخلصات التخمرات لإحدى عينات التربة التي كانت تأخذ الرمز A83543 والتي تم جمعها عام 1982 من إحدى جزر الكاريبي حيث وجد أن المواد المستخلصة من نواتج تخمر هذه العينة كان لها نشاط أبادي في يرقات البعوض والأكثر أهمية من ذلك هو اكتشاف أن تلك المستخلصات كانت فعالة على الدودة القارضة *Spodoplera eridania* وبناءاً على ذلك فقد أمكن عزل وتعريف الكائن الدقيق واتضح انه يتبع مجموعة الـ Actinomycetes والذي ينتمي إلى الجنس *Saccharopolyspora* spp. وبعدها أمكن تعريف النوع *S. spinosa* واتضح بعدها أن هذا الكائن ينتج

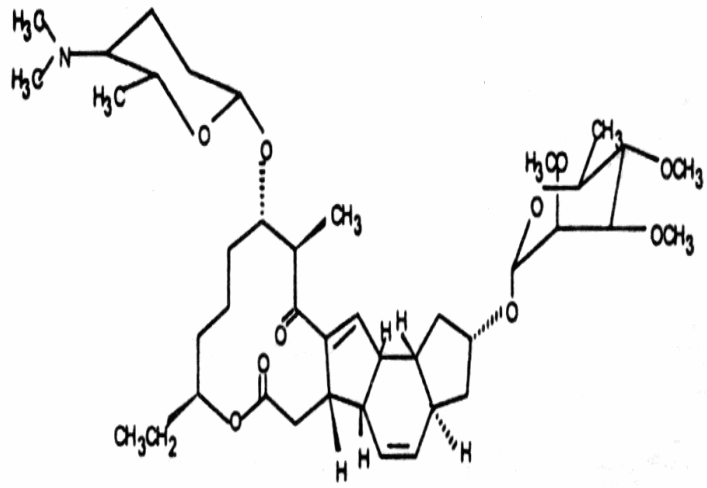
نوع من المنتجات الجديدة التابعة لعائلة الماكروليدات Macrolides والتي أطلق عليها اسم الاسبينوسينات وهي عبارة عن تركيب حلقي مكون من 12 جزءاً عطرياً كجزء من النظام الحلقي الرباعي النادر حيث من خلاله يتم التصاق نوعين مختلفين من السكريات ، الأول هو سكر أميني Forosamine والثاني هو سكر متعادل (2'-3'-4'-tri-O-methylrhamnose) وهذا يثبت أن الاسبينوسينات عبارة عن مجموعة منفصلة أو مستقلة عن المركبات العطرية الأخرى مثل Erythromycin A والتي تتكون من 14 حلقة عطرية والتي لا تحتوي على السكريات.



Tetracyclic Ring

من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة والتي استخدمت في العراق:

ا- مبيد سبينوساد Spinosad الذي عرف في العراق باسمه التجاري Tracer واستخدم بنجاح لمكافحة حفارات الأوراق ودودة ثمار الطماطة فضلاً عن مكافحته للعديد من يرقات حرشفية الأجنحة ويتركب من Spinosyn A و Spinosyn D اسمه وتركيبه الكيميائي :



Spinosyn A

Spinosyn A

2-((6-deoxy-2,3,4-tri-o-methyl-alpha-L-mannopyranosyl)oxy)-13-((5-dimethyiamino)tetrahydro-6-methyl-II-pyran-2-yl)oxy)-9-ethyl-2,3,3a,5a,5b,6,9,10,11,12,13,14,16a,16b-tetra-decahydro-14-methyl-IIIas-indaceno(3,2-d) oxacyelododecin-7,15,dione.

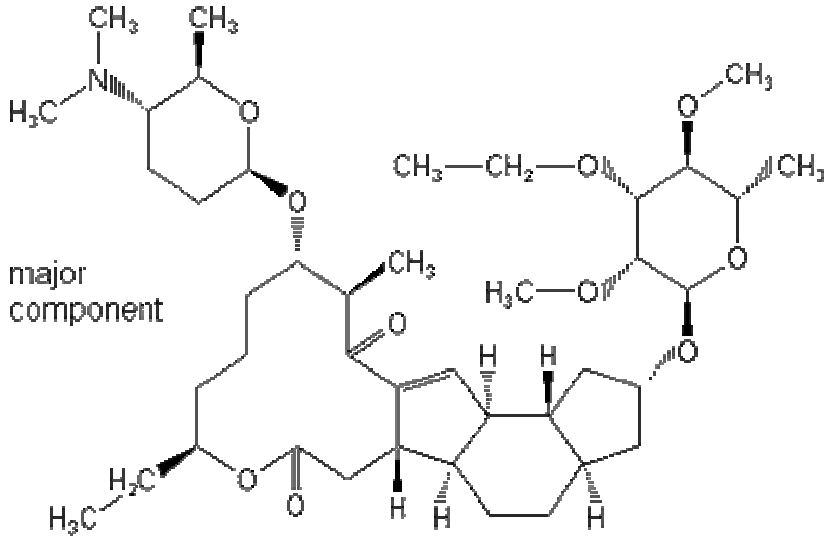
Spinosyn D

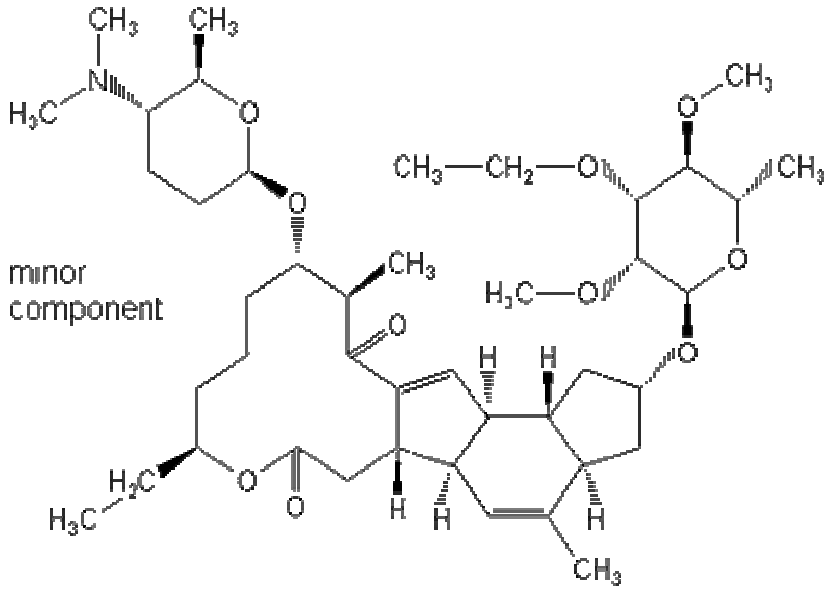
2-((6-deoxy-2,3,4-tri-o-methyl-alpha-L-mannopyranosyl)oxy)-13-((5-(dimethyiamino)tetrahydro-6-methyl-2II-pyran-2-yl)oxy)-9-ethyl-2,3,3a,5a,5b,6,9,10,11,12,13,14,16a,16b-tetradecahydro-4,14-dimethyl-1IIas-indaceno(3,2-d) oxacyelododecin-7,15-dione.

كما وجد أن الـــ Spinosad أقل سمية من المبيد Cypermethrin على حشرات نحل العـــسل وطفيـــل الذبابة البيضاء كما تبين انه غير سام للحشرات النافعة التابعة لرتب نصفية وغمدية وشبكية الأجنحة وعليـــه فان الاختيارية الكبيرة للـــ Spinosad للتمييز بين الآفات الحشرية والحشرات النافعة يجعله مـــن المبيـــدات المفضلة في برامج المكافحة المتكاملة. فضلاً عن ذلك فقد أظهرت دراسات السمية انه ذو ســـمية منخفـــضة للثدييات.

ب- سبينتورام Spinetoram : مبيد ظهر حديثا واظهر فاعلية جيدة في مكافحة العثة الغجرية ، كما استخدم بنجاح في مكافحة ناخرات الاوراق على الخضراوات . اسمه وتركيبه الكيمياوي :

$$C_{42}H_{69}NO_{10}+C_{43}H_{69}NO_{10}$$





آلية التأثير السام للأسبينوسينات Mechanism of Toxic Effect of Spinosyns

أظهرت الدراسات الكهروفسيولوجية أن Spinosyn A يعمل على الجهاز العصبي المركزي للحشرات مسبباً زيادة في نشاطه الذاتي مما يؤدي إلى انقباضات عضلية لا إرادية وارتعاشات إن ذلك التزايد في الإثارة العصبية يكون راجعاً إلى الإطالة في استجابة مستقبلات الاسيتيل كولين نتيجة ثبات درجة نشاط مستقبلات الاسيتيل كولين النيكوتينية ، إضافة إلى ذلك فان الاسبينوسينات يمكنها إحداث تغييرات في وظيفة جزيئات Gama-amino Butyric Acid التي تتحكم في قنوات الكلورايد وعلى أية حال، فهناك علاقة أكيدة ما بين طبيعة التركيب الكيميائي والفاعلية البيولوجية لمشابهات أو مشتقات الاسبينوسينات ، فقد لوحظ أن أية تغييرات طفيفة في تركيب هذه المواد وجد انه يؤدي إلى تغييرات في فاعليتها تجاه بعض الآفات.

ثالثاً : مبيدات الحشرات العضوية الكيموحيوية حيوانية المصدر

Animal Origin Organic Bioinsecticides

وهي مجموعة من المركبات التي تصنعها الحشرات من اجل تنظيم نموها وتطورها فضلاً عن دورها في تنظيم سلوك أفراد النوع الواحد فيما بينها وسلوكها مع الأنواع الأخرى ومنها :

1- منظمات النمو الحشرية الطبيعية Natural Insect Growth Regulators

وهي مجموعة الكيميائيات المنظمة للعمليات الفسيولوجية الأساسية كالنمو والتطور والانسلاخ والتكاثر في الحشرات وقد بدأ العاملون في مجال مكافحة الآفات الحشرية ومنذ عقدين من الزمن بالبحث عن إمكانية استخدام هذه الكيميائيات في مكافحة الحشرات خاصة أن المركبات الهرمونية تمتاز بتخصصها مما يجعلها أمينة الاستخدام تماماً على الإنسان والحيوانات الفقرية ، خاصة أن دورها لا يتعدى سوى الإخلال بالعمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية للحشرات وان طريقة تأثيرها في الحشرات لا تتم بنفس الطريقة في الحيوانات الراقية فضلاً عن أن الهرمونات الحشرية المعروفة والتي تتحكم في عمليات الانسلاخ والتطور تختلف في تركيبها الكيميائي عن الهرمونات التي توجد في الفقريات لعدم حدوث مثل تلك العمليات أساسا فيها ، ولقد أدى التطور الهائل في كيمياء الهرمونات الحشرية وخلال السنوات الست الماضية إلى ظهور بعض الكيميائيات أو المركبات الهرمونية كمبيدات حشرية كما أدى إلى التوصل إلى الاستخدام الأمثل لمثل تلك المركبات الحيوية الفعالة في المكافحة الكيميائية للحشرات. ولكي تلعب المركبات الهرمونية دورها الفعال في مكافحة الآفات الحشرية في المستقبل لابد من توافر ما يأتي :

أ- ضرورة توفر المعلومات الأساسية عن العمليات الحيوية التي تتحكم فيها وتنظمها الهرمونات داخل أجسام الحشرات حيث أن ذلك سيؤدي إلى معرفة أين وكيف تعمل تلك الهرمونات لتنظيم العمليات الحياتية الأساسية كالنمو والتطور والتكاثر للتعرف على أفضل طريقة لاستغلال تلك الهرمونات في مكافحة الحشرات.

ب- معرفة التركيب الكيميائي للهرمونات الحشرية عن طريق عزلها بصورة نقية لتحديد خصائصها ومن ثم تخليقها لتوفيرها بكميات تجارية كبيرة.

التنظيم الهرموني في الحشرات

Hormonal Regulation of Development In Insect

من الضروري قبل الكلام عن الهرمونات الحشرية من حيث أنواعها ومصادرها وطريقة عملها من المرور سريعاً على كيفية قيام الهرمونات بالتحكم في عمليات التطور والتكاثر والسبات في الحشرات ، حيث تعتبر عملية الانسلاخ من الملامح الأساسية المميزة للنمو والتطور في الحشرات وتتحكم في عملية الانسلاخ والتطور أنواع من الهرمونات هي :

أ - هرمون المخ Brain Hormone.

ب- هرمون الانسلاخ Molting Hormone or Ecdysone.

ت- هرمون الحداثة أو الشباب Juvenile Hormone.

يفرز هرمون المخ من الخلايا العصبية المفرزة الموجودة في مخ الحشرة ويعمل على تنبيه الغدد الصدرية الأولية التي تقوم حينئذ بإفراز هرمون الانسلاخ أو الاكدايسون والذي يؤدي إلى انسلاخ الحشرة لذلك فان هرمون الانسلاخ هو الهرمون الأساسي الذي يتحكم في عملية الانسلاخ في الحشرات. إلا أن عملية الانسلاخ يتحكم بها أيضا هرمون الحداثة الذي يفرز من الغدد الصماء المعروفة بـ Corpora Allata حيث

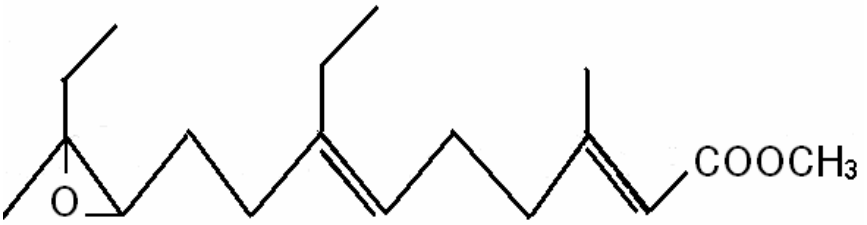
يعمل الهرمون على أن تحافظ اليرقة في أثناء انسلاخها إلى يرقة أخرى اكبر حجماً دون أن تتحول إلى حشرة بالغة وعليه فان هذا الهرمون يعد منظماً حيوياً مهماً يسمح بالنمو ولكنه يمنع البلوغ لذلك فان غياب هذا الهرمون خلال عملية الانسلاخ سيجعل التمييز يأخذ مجراه وتتحول الحورية إلى بالغة واليرقة إلى عذراء ثم حشرة بالغة علاوة على ما سبق فان الهرمونات تتحكم أيضا في تنظيم عملية السبات Diapause التي تحدث نتيجة إطلاق مؤقت لهرمون معين يعرف بهرمون السبات Diapause Hormone وقد أمكن في بعض الحالات كسر دور السبات بإضافة بعض المركبات ذات النشاط الهرموني كهرمون الانسلاخ أو هرمون الحداثة.

وقد تم استخلاص وتنقية بعض هذه الهرمونات من الحشرات حيث توجد بكميات ضئيلة جداً والهدف الأساس من عملية الاستخلاص هو لتحديد مواصفاتها وتركيبها الكيميائي وطريقة تأثيرها لغرض تخليق مركبات مشابهة لها يمكن استخدامها حقلياً في مكافحة الحشرات ومنها :

أ – **هرمون الحداثة Juvenile Hormone :**في عام 1956 تم تحضير مستخلص يحتوي على هرمون الحداثة وذلك من بطن ذكر فراشة السيكروبيا Hyalophora cecropia P. إلا أن تركيبه الكيميائي لم يتم تشخيصه إلا بعد مرور 11 عاماً تم خلالها استخلاص العديد من المركبات الشبيهة بالـ Terpenoid والتي أظهرت نشاطاً هرمونياً مماثلاً لهرمونات الحداثة وفي عام 1966 تمكن الباحث Roller ومساعده من وصف التركيب الكيميائي لهرمون الحداثة في حشرة السيكروبيا وقد تبين انه :

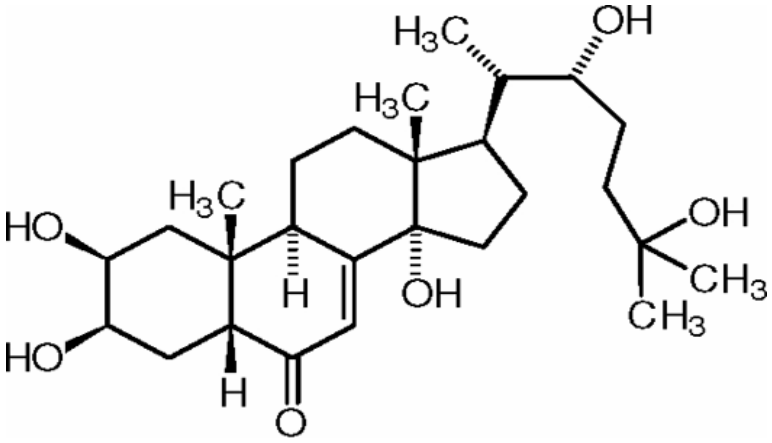
Methyl trans, trasns, Cis – 10, 11 epoxy –3,7,11 – trimethyl 2,6 tridecadienate

أعقب ذلك تشخيص هرمون ثانوي آخر في نفس الحشرة وهو مشابه للهرمون الرئيس لا يختلف عنه إلا في وجود مجموعة ميثايل بدلاً من ايثايل على ذرة الكاربون رقم 7. وكان تركيبه الكيميائي هو:



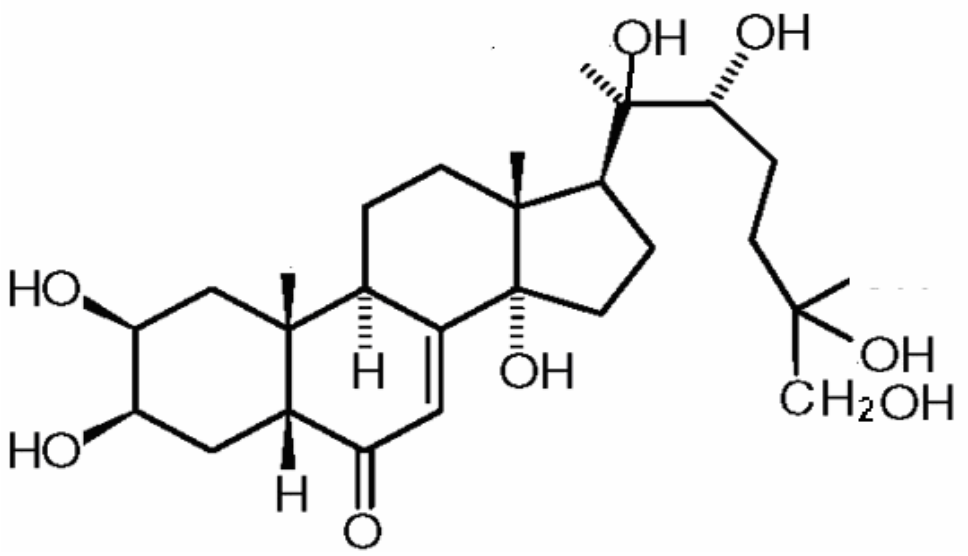
Methyl trans, trasns, Cis – 10, 11 epoxy – 7 – ethyl23, – dimethyl 2,6 tridecadienoate 2,6 – tridecadienate.

ب–**هرمون الانسلاخ أو الاكدايسون Ecdysone Hormone** : في عام 1954 تم عزل أول هرمون انسلاخ حشري في صورة مبلورة هو ألفا اكدايسون α-ecdysone حيث تم تشخيصه وتعريفه كيميائياً بعد ذلك بأحد عشر عاماً باستخدام الدلائل الكيميائية والأشعة السينية حيث ثبت أن تركيبه الكيميائي هو :



2B,3B, 14aR , 25 – pentahydroxy – 5b Cholest – 7 – en – 6 – one

كما تم عزل وتشخيص مركب ثاني من عذارى فراشة التبغ *Manduca sexata* L. هو:



20 – 26 Dihydroxy ecdysone

2- الفيرمونات الطبيعية Pheromones

عبارة عن مركبات كيميائية تفرز خارج جسم الحيوان أو الحشرة وحينما يلتقطها فرد آخر من نفس النـــوع تحدث استجابة خاصة لهذا الفرد وعليه فان الفيرمونات تختص بتنسيق أداء أفراد النوع الحشري وغالباً مـــا تكون هامة في السلوك الجنسي وتنظيم السلوك في الحشرات الاجتماعية والفيرمونات على نوعين :

I- فيرمونات فورية Releaser Pheromones : وتأثيرها يكون مباشر في سلوك الحشرة وهي عبارة عن مركبات تسبب تأثيرات سلوكية فورية للحشرة المستقبلة وهي أساسا مؤثرات خاصة بالرائحة ينحصر تأثيرها على الجهاز العصبي المركزي للحشرات المستقبلة ومن أمثلتها :

أ – فيرمونات تتبع الأثر Trial Following Pheromone

ب- فيرمونات التحذير Alarm Pheromone

ت- فيرمونات الإثارة الجنسية Aphrodisiacs

ث- فيرمونات التجمع Aggregation Pheromones

وتشمل فيرمونات التجمع للتزاوج Sex Pheromones وفيرمونات التجمع للتغذية Food Pheromones وفيرمونات وضع البيض Oviposition Pheromones.

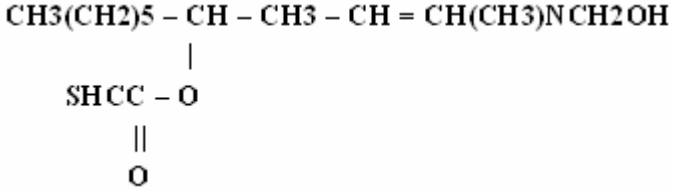
II- الفيرمونات التمهيدية Primer Pheromones : وهي فيرمونات تسبب تأثيرات فـــسيولوجية علـــى المدى الطويل للكائن المستقبل وهي غير مهمة في هذا المجال.

ومن أهم الفيرمونات الطبيعية التي تم عزلها وتشخيصها من بعض الحشرات هي الفرمونات الجنسية وهي كما يلي :

أ- المركب Bombykol : وهي مادة تفرزها إناث دودة الحرير *Bombyx mori* L. تحدث أثرها حتى إذا كانت كميتها لا تزيد عن 3×10^{-5} ميكروغرام حيث تجذب ذكور دودة الحرير.

$CH_3(CH2)_2CH = CHCH = CH(CH_2)_8CH_2OH$

ب- المركب Gyplure : وهي مادة تطلقها إناث حشرة الفراشة الغجرية وتركيبها الكيميائي :



Dextro – lo acetoxy – Cis – 7 – hexadecen – 1 o1 (gyplure)

وقد ثبت أن هذه المادة تجذب الذكور من مسافة 3-5 كم.

الفصل السادس

مبيدات الحشرات العضوية المصنعة

سريعة المفعول

Fast Acting Synthetic Organic Insecticides

- مقدمة
- مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية
  - علامات وأعراض التسمم بمركبات الكلور العضوية
  - آلية التأثير السام لمبيدات الحشرات الكلورينية العضوية
  - علاج التسمم بمركبات الكلور العضوية
- مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية
- مبيدات الحشرات الكارباماتية
  - علامات وأعراض التسمم بمبيدات الفسفور والكارباميت العضوية
  - آلية التأثير السام للمبيدات المثبطة للكولين استريز
  - التثبيط المعمر أو الهرم
  - علاج التسمم بالمبيدات المثبطة للكولين استريز
- مبيدات الحشرات البايروثرويدية المصنعة
  - علامات وأعراض التسمم بالبايروثرويدات المصنعة
  - آلية التأثير السام لمبيدات البايروثرويد
  - علاج التسمم بمركبات البايروثرويد
- مبيدات حشرات من مجاميع متفرقة

مقدمة Introduction

لاحظنا في الفصل السابق والخاص بمبيدات الحشرات العضوية الطبيعية أن هذه المجموعة من المبيدات قد لعبت دوراً مهماً في مكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية ، إلا أن زيادة رقعة المساحات المزروعة وحاجة السوق المتزايدة إلى المبيدات والذي لم تتمكن المصادر الطبيعية من تلبيته ، دفع العاملين في مجال صناعة المبيدات إلى تصنيع العديد من المركبات الكيميائية واختبار كفاءتها في السيطرة على الآفات الحشرية ، فكان النجاح الأول مع المبيدات التابعة لمجموعة الكلور العضوية والذي فتح الباب واسعاً أمام الباحثين للبحث عن مركبات أخرى أكثر فاعلية وأقل خطورة على البيئة فكانت الحصيلة لهذا الجهد كبيرة جداً تمثلت بظهور المئات من مبيدات الحشرات التابعة لمجاميع كيميائية مختلفة كمجموعة الفسفور العضوية ومجموعة الكارباميت والبايروثرويدات المحضرة صناعياً وغيرها من المجاميع.

إن مبيدات الحشرات العضوية المصنعة سريعة المفعول تضم اليوم ما يزيد عن 95% من مبيدات الحشرات المستخدمة في مجال مكافحة الآفات الحشرية وذلك لفاعليتها وسرعة تأثيرها في الآفات الحشرية المستهدفة بعمليات المكافحة ، إن إقبال المزارعين والعاملين في مجال مكافحة الحشرات على هذه المجموعة من المبيدات يرجع بالدرجة الأساس إلى سرعة تأثيرها وتحقيقها لمكافحة ناجحة خلال فترة زمنية قصيرة ، لذلك سنحاول في هذا الفصل استعراض أهم مجاميع هذه المبيدات.

مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية Organochlorine Insecticides

لهذه المجموعة من المبيدات تسميات عديدة منها :

Chlorinated hydrocarbons , Chlorinated organics ,
Chlorinated insecticides , Chlorinated synthetics

وبالرغم من التباين في مركبات هذه المجموعة إلا أنها جميعاً تشترك في احتوائها على الكاربون ، والكلور والهيدروجين وأحيانا الأوكسجين. كما يحوي البعض منها على الكبريت العضوي ، إضافة لذلك فهي تشترك في مجموعة أخرى من الخصائص من حيث تأثيرها كمبيدات حشرات ودرجة ثباتها الحيوي والكيميائي. وتمتاز مركبات الكلور العضوية بأنها قليلة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بحدود معينة بالمذيبات العضوية كالأسيتون والبنزين علاوة على ذوبانها بالدهون ، وهي ذات قابلية جيدة في تحمل عوامل البيئة من حرارة ورطوبة وإشعاع وبالرغم مما تعطيه هذه الصفات من خصائص إبادة جيدة للآفات الحشرية إلا أنها تشكل في نفس الوقت عوامل مساعدة على تلوث البيئة جراء ثباتها لفترة طويلة في البيئة. فقد أشارت العديد من الدراسات بان بعض مركبات هذه المجموعة تبقى في البيئة لمدة تتراوح بين 2–15 سنة عند إضافتها للتربة وعند وصول متبقيات مركبات هذه المجموعة إلى المياه فإنها تبقى فيها لعدة أسابيع حيث تمتص من النباتات والحيوانات المائية وتتراكم في أجسامها.

وتقسم مركبات الكلور العضوية تبعاً لتركيبها الكيميائي إلى ثلاث مجاميع هي :

أولاً : مجموعة دايكلورودايفنيل ايثان Dichloro Diphenyl Ethane

ثانياً : مجموعة الهكسانات الحلقية (السايكلوهكسانات) Cyclohexane

ثالثاً : مجموعة السايكلودايين Cyclodiens

أولاً : مجموعة دايكلورودايفنيل ايثان Dichloro Diphenyl Ethane

وتضم عدد من مبيدات الحشرات المهمة منها ما يلي :

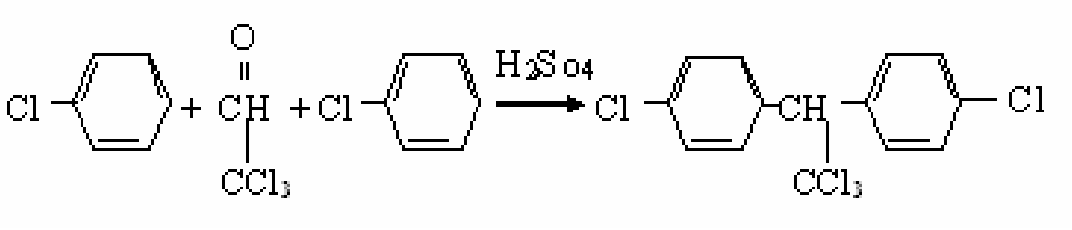
1– دي دي تي DDT :– يعتبر مركب D.D.T من أهم المركبات التابعة لمجموعة الكلور العضوية وقد حضر هذا المركب لأول مرة من قبل Zeidler عام 1874. إلا أن خواصه الابادية للحشرات لم تعرف إلا في عام 1939 من قبل Muller ولهذا المركب العديد من التسميات منها :

1,1,1 – trichloro – 2,2 – dis – (p – Chlorophenyl) ethane

1,1 – bis (p – Chlorophenyl) 2,2,2 – trichloroethane

غير أن ابسطها وأدقها هي التسمية : Dichlor diphenyl trichloroethane ولقد استخدم المبيد DDT في الحرب العالمية الثانية لمكافحة الحشرات الطبية كالقمل ويرقات البعوض كما حل بديلاً للمبيدات غير العضوية في مكافحة بعض الحشرات القارضة.

يتم تحضير المبيد DDT من تفاعل مادة Chloral مع Chlorobenzene وبإضافة حامض الكبريتيك المركز.



p,p –DDT

إن ناتج التفاعل عبارة عن 80% من مركب Para, Para – DDT و 20% من المشابه Ortho, Para وكمية قليلة من المشابه Ortho, Ortho غير أن الصفة الابادية للمركب تعود للمشابه P ، P إن المادة النقية من DDT عبارة عن مسحوق ابيض درجة انصهاره حوالي 108°م ، مقاوم لعوامل الأكسدة لذلك فان متبقياته تبقى لفترة طويلة لا يذوب في الماء ويذوب في المذيبات العضوية. ولا يتحلل مائياً في الوسط المائي. كما يمتاز بانخفاض سميته للبائن إذ تبلغ قيمة الجرعة النصفية القاتلة أو ما يعبر عنها بـ LD_{50} للجرذان عن طريق الفم 300 ملغم/كغم من وزن الجسم.

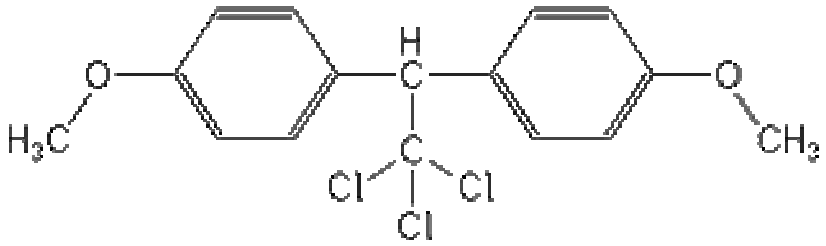
ونظراً للآثار الجانبية غير المرغوبة الناتجة عن استخدام المبيد DDT فقد أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية عام **1973** حظراً على معظم استعمالات هذا المبيد وحذت حذوها معظم دول العالم بما فيها العراق.

نفاذية مبيد DDT إلى جسم الكائن الحي DDT Penetration To Organism

إن قابلية المبيد DDT على الذوبان في الدهون منحته القدرة على النفاذ خلال كيوتكل الحشرات بسرعة في حين تكون نفاذيته خلال جدران جسم الحيوانات بطيئة وهذا التفاوت في سرعة النفاذية أدى إلى الاختلاف في درجة سمية المبيد DDT للحشرات عنها في الثدييات. ومن العوامل المؤثرة في تحديد درجة نفاذية المبيد خلال الكيوتكل هو سمك جدار الكيوتكل ونوع المذيب المستخدم. فقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن المواقع الحساسة في منطقة الرسغ للحشرة كانت أكثر تأثراً من بقية المواقع ويعزى ذلك إلى أن سمك الكيوتكل في منطقة الرسغ يكون اقل بكثير من بقية مناطق جسم الحشرة. كما يتضح من خلال ما سبق أن تأثير المبيد DDT يكون بالملامسة ، وفي الثدييات وجد أن سميته عند حقنه خلال الوريد تكون **10** أمثال سميته عن طريق الجلد وذلك لقدرة هذا المركب على التخزين في الأجسام الدهنية للحيوانات.

2- ميثوكسي كلور Methoxy Chlor : ولهذا المبيد أسماء أخرى منها : DMDT و Marlate و Methoxcide و Moxie ويلاحظ بان التركيب الكيميائي لمركب الميثوكسي كلور مشابه للمبيد DDT ماعدا أن مجموعة ميثوكسي قد حلت مكان ذرات الكلور ، وهو مركب مقاوم للأكسدة والحرارة والأشعة فوق البنفسجية وأكثر ثباتاً من DDT بالنسبة لتأثير المواد القلوية ، وسميته أقل بكثير من سمية المبيد DDT ولا يخزن في الأجسام الدهنية لذلك فهو يفرز بسهولة من قبل الكائن الحي. يستخدم في مكافحة الحشرات الطبية كالبعوض مثلاً.

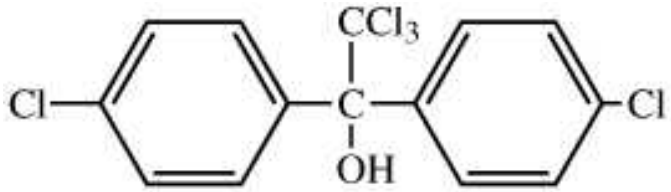
اسمه وتركيبه الكيميائي :



2,2 – bis (p – Methoxyphenyl) – 1.1.1 – trichlorethane

3- كلثين Kelthane : لهذا المبيد العديد من التسميات : Acarin و Dicofol و Hilfol و Mitigan وهو مبيد فعال في مكافحة الحلم على الخضراوات وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة ويمتاز بانخفاض سميته على الحشرات النافعة.

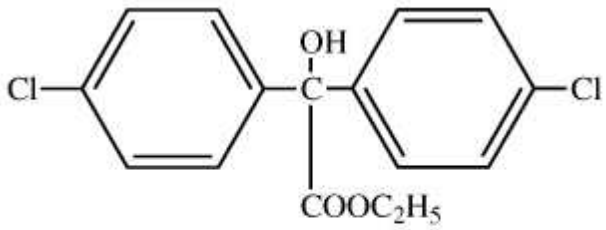
اسمه وتركيبه الكيميائي :



4,4¢-dichloro-a- (trichloromethyl) benzhydrol (CAS8CI); 2,2,2-trichloro-1,1-bis (4-chlorophenyl) ethanol

4- مبيد كلوروبنزليت Chlorobenzilate : ولهذا المركب أسماء عديدة منها : Akar و Benzilan و Folbex و Kopmite وهو مبيد فعال في مكافحة الحلم على أشجار الفاكهة ويمكن خلطه مع مبيدات الحشرات والفطريات التي لها تأثير قلوي وينتج هذا المبيد حالياً بشكل أشرطة تدخين لمكافحة الفاروا على نحل العسل.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



Ethyl 4,4 – dichlorobenzilate

إضافة لما سبق فإن هذه المجموعة تضم أيضاً مبيدي Perthane و Methlochlor

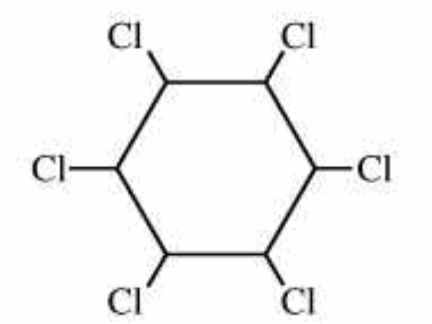
ثانياً : مركبات الهكسان الحلقية Hexachlorocyclohexane

عرفت مركبات هذه المجموعة عام 1825 غير أن تأثيرها القاتل للحشرات لم يكتشف إلا في عام 1942 ، وتحضر بمعاملة البنزين مع الكلور بوجود الأشعة فوق البنفسجية والمركب الناتج من التفاعل مادة غير بلورية رمادي اللون ودرجة انصهاره 65°م والناتج الخام يحوي ستة مشابهات أهمها :

1- لندين Lindane : وهو المشابه كاما أو ما يطلق عليه لندين Lindane وللحصول على هذا المركب بشكل نقي فان الناتج الخام من كلورة البنزين يعامل بميثانول دافئ Hot Methanol ، حيث يذوب فيه المشابه كاما بينما لا تذوب بقية المشابهات بعد ذلك يتم فصل المشابه كاما بواسطة عملية البلورة وناتج البلورة يحوي 99% من مشابه كاما أو اللندين والمشابه النقي عبارة عن بلورات بيضاء ذات رائحة عطرية ويقاوم

تأثير الحرارة والأكسدة والضوء وله درجات متفاوتة للذوبان بالمذيبات العضوية أما درجة ذوبانه بالماء فتبلغ 0.0001%.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



Gamma-1,2,3,4,5,6-hexachloro-cyclohexane

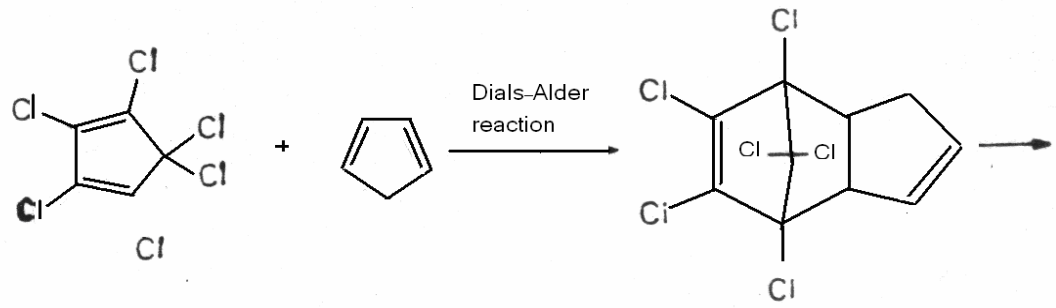
ومن خواص مبيد اللندين انه فعال كمبيد معدي وبالملامسة لمكافحة الحشرات ولا يترك طعماً أو رائحة غير مرغوبة في المواد المعاملة به. كذلك فانه لا يتجمع في الانسجة الدهنية ولا يفرز مع الحليب. وقد وجد أن استخدامه لمكافحة حشرات التربة أدى إلى تنشيط بعض الفطريات المسببة لمرض سقوط البادرات.

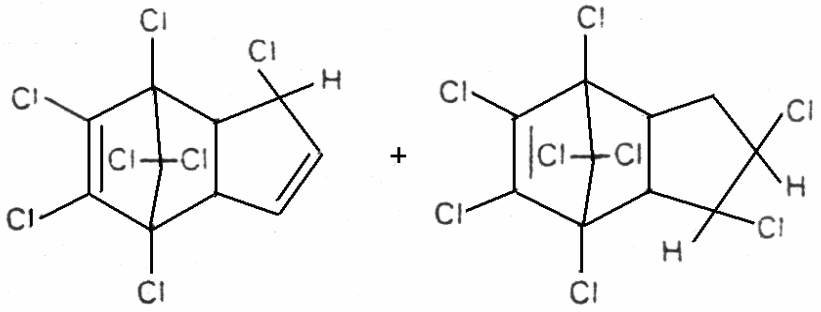
2- سادس كلوريد الهكسان الحلقي (HCH) Hexachloro Cyclohexane : وهي المادة الخام لسادس كلوريد الهكسان الحلقي وان استخدامها على النباتات أدى إلى تسببها في إحداث حروق على النباتات إضافة إلى تركها لطعم غير مرغوب فيه على الحاصلات الزراعية. لذلك فإن استخدامها ينحصر في تجهيز الطعوم السامة للجراد والكاروب ويمكن أن تستخدم في المنازل لمكافحة الصراصر، والقمل والذباب وتباع تجارياً تحت اسم اكروسايد.

ثالثاً : مركبات السايكلودايين Cyclodiene Compounds : تسمى أحيانا بالحلقيات الخماسية وكذلك بالـ Diene Organochlorine Insecticides ، وسميت بالسايكلودايين لكون تركيبها يحوي حلقات Cyclic فيما تشير كلمة Diene إلى احتوائها على أواصر مزدوجة أو ثنائية. ويعتبر جزئ Hexachloro Cyclo Pentadiene الأساس البنائي لمبيدات هذه المجموعة والتي تحضر من تكثيف مادة Cyclopentadiene مع احد المركبات غير المشبعة مثل الكينونات Quinone وبتفاعل يطلق عليه Diels-Alder نسبة إلى مكتشفيه Otto Diels و Kurt Alder. تضم هذه المجموعة عدداً من المبيدات التي تمتاز بفاعليتها الجيدة في مكافحة الحشرات كما تتفاوت في درجة سميتها للبائن فمثلاً نجد أن مبيد الاندرين ذو سمية عالية بينما يمتاز الكلوردين بانخفاض سميته للبائن، لقد تركز استخدام مبيدات هذه المجموعة في مكافحة حشرات القطن، والجراد وحشرة الأرضة ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي :

1- **كلوردين Chlordane :** إن الاستخدام الشائع لهذا المبيد في العراق هو في مكافحة حشرة الأرضة حيث تعامل به أسس وأرضيات الأبنية وذلك لفاعليته وعدم تحلله في التربة. إضافة إلى استخدامه في مكافحة بعض الحشرات المنزلية الأخرى كالصراصر والنمل. ويمتاز الكلوردين الخام بكونه سائلاً لزجاً لونه بني غامق، لا يذوب في الماء ولكنه يذوب في معظم المذيبات العضوية ويتأثر بالوسط القلوي حيث يفقد جزئ HCl ليكون مركبات غير سامة.

يحضر الكلوردين من كلورة المركب Cyclopentadiene للحصول على مركب Hexa Chloro Cyclopentadiene الذي يضاف إليه أيضاً مركب Cyclopentadiene وبتفاعل Diels-Alder ، وناتج التفاعل يعطي مركب Chlordene الذي يمتاز بانخفاض سميته للحشرات وبإضافة مادة الكلوردين Chlordene بصورة متعاقبة نحصل على مبيدي الكلوردين Chlordane والهيبتا كلور Heptachlor. وكما في المعادلات الآتية :

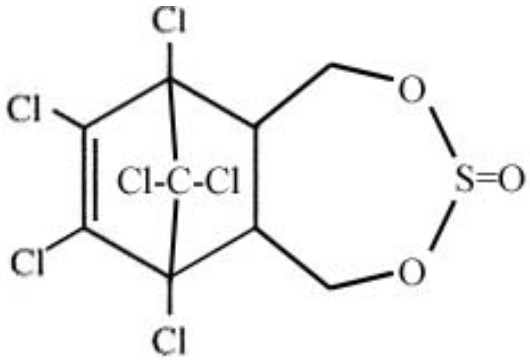




Heptachlor Chlordane

2- اندوسلفان Endosulfane : مبيد حشرات واكاروسات ، استخدم بنجاح لمكافحة الحشرات والاكاروسات وخاصة الحلم العنكبوتي ذو البقعتين *Tetranychus urticae* على محصول القطن ويمتاز بفترة بقائه الطويلة نسبياً. كما استخدم بنجاح على محاصيل الحبوب وأشجار الفاكهة والتبغ والعديد من محاصيل الخضر.

اسمه وتركيبه الكيميائي :

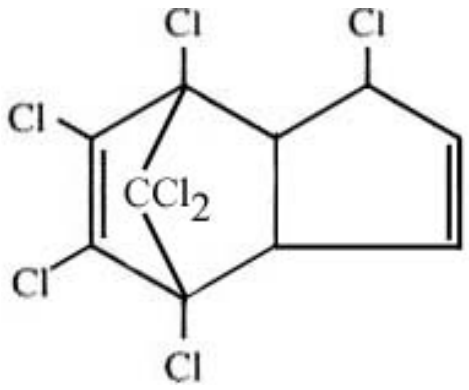


6,7,8,9,10-Hexachloro–1,5,5a,6,9,9a–hexahydro–6,9–methano–2,3,4–

benzodioxathepin 3–oxide

3- مبيد هيبتاكلور Heptachlor : مبيد حشرات استخدم بنجاح لمكافحة طيف واسع من الآفات الحشرية التي تهاجم المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر وأشجار الفاكهة.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



1,4,5,6,7,8,8–Heptachloro–3a,4,7,7a–tetrahydro–4,7– methanoindene

علامات وأعراض التسمم بمركبات الكلور العضوية

Signs And Symptoms of Poisoning By Organochlorin Insecticides

على الرغم من التفاوت والتباين في طبيعة التركيب الكيميائي لهذه المبيدات ، إلا أن علامات وأعراض التسمم قد تتشابه إلى حد كبير. وفيما يلي أهم علامات وأعراض التسمم :

1- التسمم الحاد Acute Poisoning

أ – بالنسبة لمركبات دايكلورودايفينيل ايثان : إحساس بالتنميل ، تخلج وخطوات غير طبيعية مع دوار واضطراب وصداع وغثيان وقيء مع حدوث إجهاد وكسل وارتعاشات في الجهاز العصبي المحيطي.

ب- بالنسبة لمركبات الهكسان الحلقية : حدوث ارتعاشات وتخلج نتيجة عدم التحكم في حركة العضلات الإرادية والميل إلى النوم ثم حدوث غثيان وتشنجات وفشل في التنفس.

ت- بالنسبة لمركبات السايكلودايين : لوحظ حدوث دوار وصداع يعقبه غثيان وتقيؤ ثم حدوث تهيج في الجهاز العصبي الحركي وشدة في ردود الفعل الإنعكاسية ، قلق وضيق عام ، نوبات تشنجية وتشنجات عامة.

2- التسمم المزمن Chronic Poisoning

أ – بالنسبة لمركبات دايكلوروفينايل ايثان : إن التسمم المزمن بهذه المركبات يتمثل بحدوث فقدان للوزن والشهية فضلاً عن حدوث انيميا بدرجة متوسطة ، وحدوث ارتعاشات وضعف عضلي وشدة اهتياج وقلق وضغط عصبي.

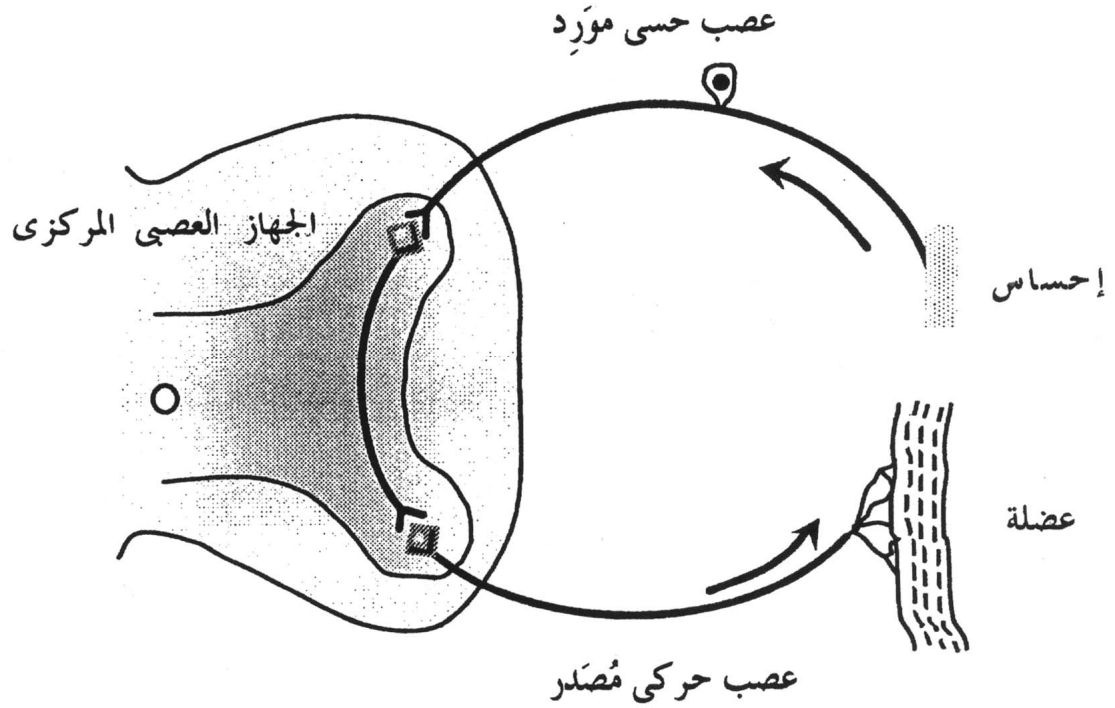
ب- بالنسبة لمركبات الهكسان الحلقية : حدوث تدهور وقصور في وظائف الكبد والكلى.

ت- بالنسبة لمركبات السايكلودايين : ومن أعراض التسمم المزمن بها هو حدوث صداع ودوار وشدة هيجان مع حدوث انتفاخات عضلية متقطعة وإحساس بالإحباط النفسي ويشمل الأرق والقلق وفقدان للوعي مع حدوث تشنجات على هيئة صرع وآلام في الصدر والمفاصل مع حدوث طفح جلدي وحدوث تخلج وعدم انتظام في المشي بطريقة غير واضحة ، صعوبة الرؤية ، وعدم القدرة على تركيز البصر ، فقدان للذكريات الحديثة ، ضعف عضلي وارتعاشات باليدين ، فضلاً عن حدوث أضرار بالغة في عملية تكوين الحيامن.

آلية التأثير السام لمبيدات الحشرات الكلورينية العضوية

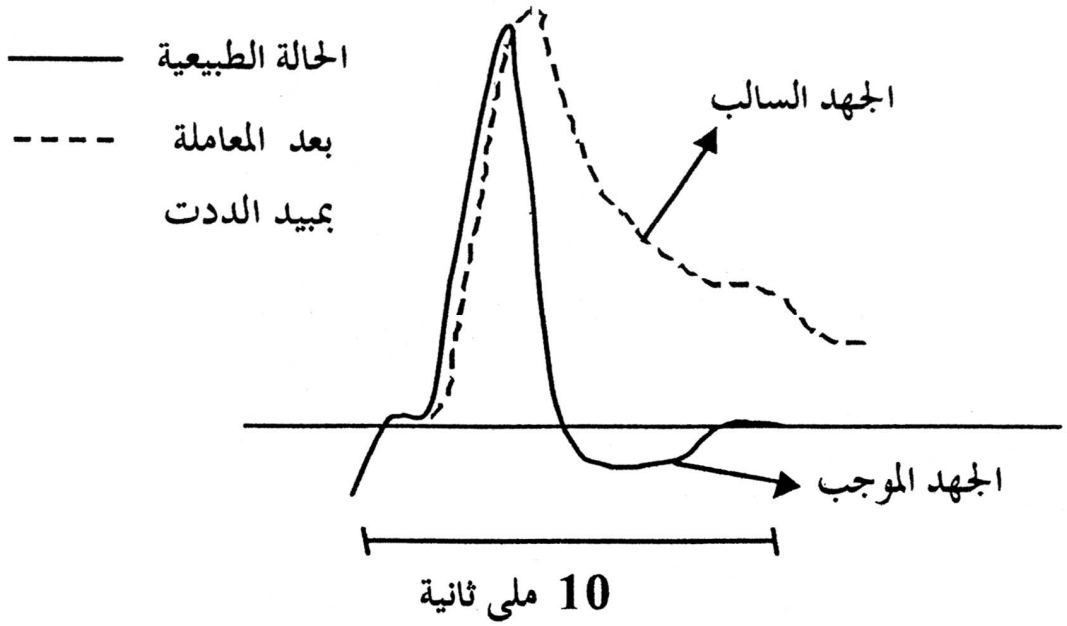
Mechanism of Toxic Effects of Organochlorin Insecticides

إن التأثير الرئيس للمبيدات الكلورينية العضوية يتركز في القوس الانعكاسي العصبي الذي يتكون من أعصاب حسية تعمل على نقل المنبهات من الأعصاب المحيطية التي تتصل اتصالاً وثيقاً بالأعصاب الداخلية للحبل الشوكي وتتشعب لأعلى ولأسفل الجهاز العصبي المركزي حيث تتشابك بعد ذلك مع الأعصاب الحركية وكما في الشكل (11).

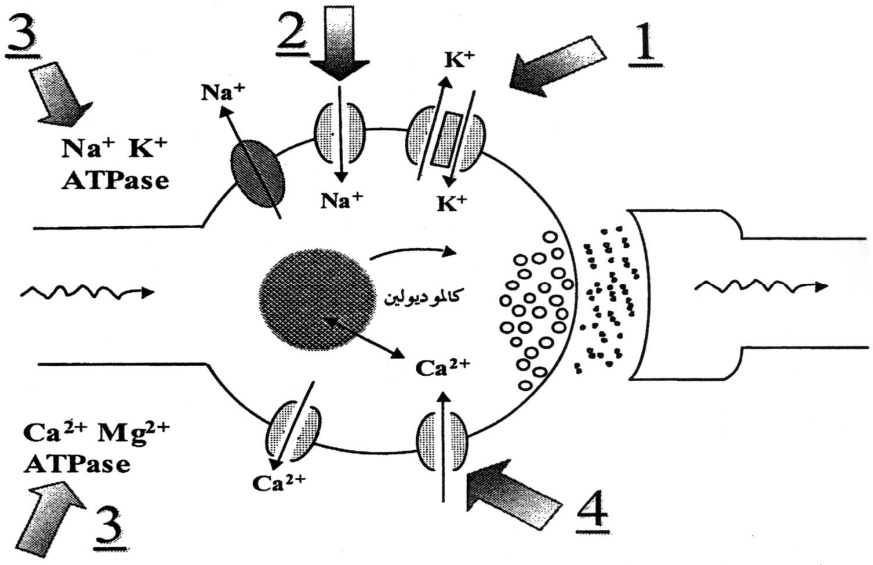


الشكل (11) رسم تخطيطي للقوس الانعكاسي الذي يشمل عصباً محيطياً حسيا موردا (حسي) والأعصاب الداخلية بالجهاز العصبي المركزي والعصب المحيطي المُصدر (حركي) الذي يتصل بالعضلة (نقلاً عن Ecobichon ، 1996)

1- بالنسبة لمبيد DDT فقد لوحظ أن تسمم الحشرات واللبائن بهذا المبيد يؤدي إلى ظهور ارتعاشات ونوبات من التشنجات المتتابعة التي تدل على حدوث عمليات تفريغ عصبية متكررة وإن تلك الارتعاشات والنوبات المتكررة والنشاط الكهربائي يمكن أن يبدأ بمجرد التعرض للمنبهات الحسية مثل اللمس والسمع مما يدل على أن هناك تزايد في استجابة الأعصاب الحسية للمنبهات وعند فحص طبيعة التسلسل الكهربائي والنبضات العصبية لكل من الأعصاب وتلك التي تسممت بمبيد DDT ، فقد تبين أن الأعصاب المتسممة قد تميزت بحدوث إطالة في مرحلة الهبوط الخاصة بالجهد السالب (الشكل 12) وسبب ذلك يرجع إلى بقاء جزء من غلاف المحور العصبي غير مستقطب وأن جزءاً بسيطاً من الغلاف يكون في حالة إعادة استقطاب وبالتالي يكون ذلك العصب في غاية الحساسية لاكتمال مرحلة إزالة الاستقطاب مرة أخرى بسبب أي فعل تنبيهي ضئيل ، بناءاً على ذلك فإنه بعد التعرض للمبيد DDT وبتكرار وجود المنبهات للأعصاب الحسية المحيطة سواء باللمس أو الصوت فإن ذلك يتم تكبيره بالجهاز العصبي المركزي بسبب ارتعاشات عامة تتخلل الجسم. والسؤال الذي يطرح نفسه هو كيف يُحْدِثْ مبيد DDT ذلك التأثير.



الشكل (12) رسم تخطيطي لأحد تسجيلات جهاز رسم الذبذبات العصبية (Oscilloscope) والتي توضح إزالة الاستقطاب وإعادة الاستقطاب لعصب طبيعي (–) وكذلك لعصب معامل بالمبيد د.د.ت (– – –) ومنه يتضح إطالة منطقة ما بعد الجهد السالب (عن Ecobichon ، 1996)



الشكل (13) الأماكن المقترحة لفعل د.د.ت على 1– انخفاض مرور البوتاسيوم من خلال الثقوب ، 2– عدم تنشيط لإغلاق قناة الصوديوم ، 3– تثبيط لإنزيمات صوديوم – بوتاسيوم وكالسيوم – ماغنيسيوم إدينوسين تراي فوسفاتيز (Na^+-K^+/Ca^{2+}-Mg^{2+}-ATPases) ، 4– تثبيط لارتباط الكالسيوم بالكالموديولين وبالتالي يتأثر انسياب المواد الناقلة للرسائل العصبية (عن Ecobichon ، 1996)

من الشكل (13) يتبين أن هناك أربعة آليات تعمل جميعها في وقت واحد وكما يلي:

أ – انخفاض نقل البوتاسيوم عبر الغشاء العصبي : حيث يؤثر DDT على نفاذية أيونات البوتاسيوم و يقلل من نقل البوتاسيوم من خلال الغشاء أو الغلاف العصبي.

ب– عدم التنشيط لإغلاق قناة الصوديوم : يعمل مبيد DDT على تغيير القنوات الثقبية التي تمر من خلالها أيونات الصوديوم ، وفي حالة التسمم فإن تلك القنوات تنفتح بشكل طبيعي ولكن بمجرد أن يتم فتحها

فإنها تنغلق ببطء وبالتالي يحدث تداخل مع عملية النقل النشط للصوديوم إلى خارج محور العصب أثناء عملية إعادة الاستقطاب.

ت- تثبيط إنزيمات Na-K-Ca-Mg-ATPase : يعمل DDT على تثبيط نشاط إنزيم ATPase الموجودة بالأعصاب التي تقوم بتحليل وحدات الطاقة ATP لتزويد عملية نقل الأيونات عبر الغشاء العصبي بالطاقة والتي تلعب دوراً مهماً في عملية إعادة الاستقطاب.

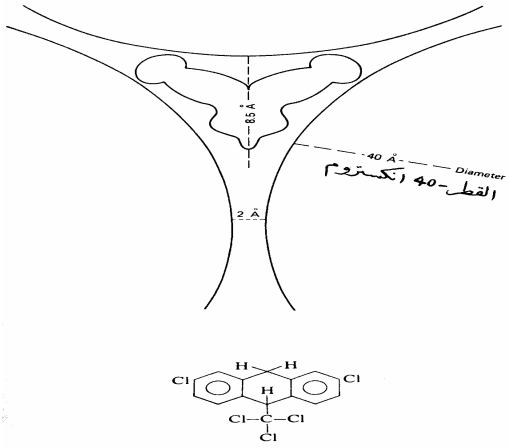
ث- تثبيط فاعلية الكالموديولين Calmoduline : يعد الكالموديولين وسيط الكالسيوم في الأعصاب لأنه ينقل ايونات الكالسيوم التي لها دوراً أساسياً في انسياب المواد الناقلة للرسائل العصبية بين الأعصاب.

مما سبق يتبين أن تثبيط جميع هذه الوظائف يؤدي إلى انخفاض معدلات إعادة الاستقطاب وزيادة حساسية الأعصاب للمنبهات الضئيلة التي لا تحدث استجابة للعصب الذي تم إعادة استقطابه بالكامل.

إن الآليات السابقة التي تشرح كيفية حدوث ميكانيكية التأثير السام لمبيد DDT ليست هي الفرضيات الوحيدة في هذا المجال وإنما هناك فرضيات أخرى عديدة من أهمها :

أ - فرضية السم الذاتي Autotoxin : وتعتمد هذه الفرضية على أن دم الصراصر المعاملة بالدي دي تي احتوى على عامل سام غير الدي دي تي وكان هذا العامل ساماً للذباب واظهر تأثيراً مشابهاً لتأثير الدي دي تي في الحبل العصبي للصرصر وقد وجد أن مؤثرات كثيرة ومنها التحفيز الكهربائي تنتج عوامل سامة مشابهة في دم الصراصر هذا العامل أطلق عليه اسم السم الذاتي وربما يطلق من العصب نتيجة النشاط المفرط للنسيج العصبي ومن المحتمل أن تكون هذه المواد هي الـ Carnitine والـ Dyterobetain والـ Cretobetaine ولكن الذي يدحض هذه الفرضية هو وجود هذه المواد السامة في دم الحشرات المعاملة بمركبات أخرى مثل الديلدرين.

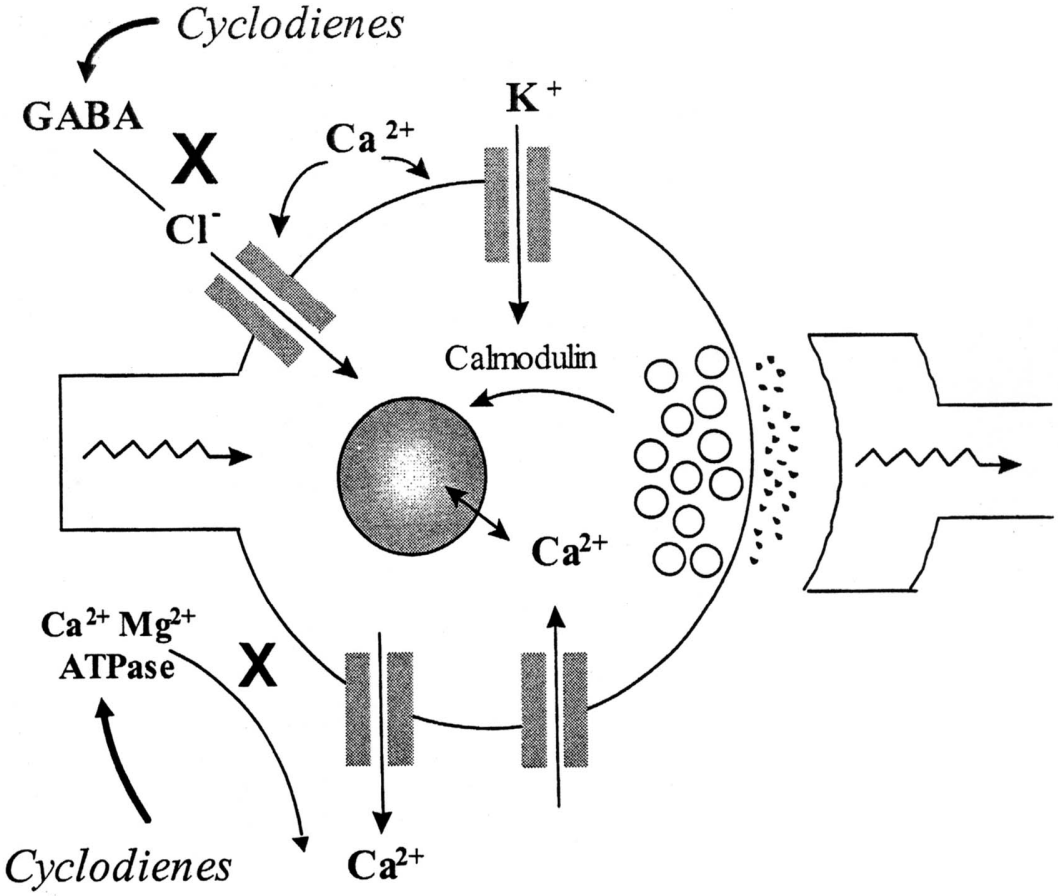
ب- فرضية موليز Mullins : إن محور هذه الفرضية يقوم على أن غشاء المحور العصبي يتألف من ضفائر أو قنوات بروتين دهني اسطوانية قطرها حوالي 40 انكستروم متراصة مع بعضها بترتيب شعاعي سداسي بحيث تبعد عن بعضها 2 انكستروم وتشكل مساحات قطرها 8.5 انكستروم وهذه المساحات تعد ثقوباً افتراضية في النسيج الغشائي فالمركبات التي تدخل بقوة في هذه الثقوب بوضع النهاية إلى أعلى تكون قادرة على تشويه تركيب الغشاء وتسبب التهيج نتيجة غلق بوابة الصوديوم وإيقاف عملية التنافذ بين ايونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر غشاء المحور العصبي ، وعليه فإن استقرار جزيئة الدي دي تي في هذه المساحة المسماة مساحة موليز البينية Mullins Interspace. يتم من خلال دخول مجموعة الكاربون ثلاثية الكلور أولاً مما يجعل قوى الجذب لذرات الهالوجين تبتعد بما فيه الكفاية لتكون مثلث تشكل فيه مجموعات الـ P-Chlorophenyl قدمين ثابتين وللوصول إلى هذا الوضع فان حلقات البنزين تكون قادرة على الدوران ولذلك فان مركب مثل Dichloro Diphenyl Ethane الذي يحوي آصرة مزدوجة لا يستطيع أن ينطبق في المساحة البينية لان الآصرة المزدوجة تمنع الدوران (لاحظ الشكل 14).



الشكل (14) جزيئة DDT في المساحة البينية الغشائية لغلاف المحور العصبي

إن فرضية مولينز تعتبر أكثر الفرضيات قبولاً.

2- بالنسبة لمجموعتي الهكسان الحلقية والسايكلودايين : تختلف هذه المركبات في آلية تأثيرها السام عن مبيد DDT في كون تأثيرها يتركز على الجهاز العصبي المركزي بصورة أكبر من تأثيرها في الجهاز العصبي المحيطي ومن الشكل (15) يتبين أن مركبات السايكلودايين تشبه في تأثيرها سموم البكتوكسين (Pictoxin) من حيث إثارة العصب وتثبيطها للناقل العصبي حامض أمينو بيوتريك (GABA) -Y aminobutyric Acid الموجود بالجهاز العصبي المركزي ، من جهة أخرى فإن (GABA) يعمل على تحفيز امتصاص الأعصاب لأيونات الكلور وعليه فإن إعاقة هذا النشاط بواسطة مركبات السايكلودايين يؤدي إلى حدوث إعادة استقطاب جزئي للعصب وحالة من عدم التحكم في الإثارة. كذلك وجد أن مركبات السايكلودايين هي مثبطات فعالة لإنزيماتNa-K-ATPase بل إنها مثبطات للإنزيمات الأهم وهي K-Mg-ATPase التي تلعب دوراً هاماً في نقل الكالسيوم عبر الأغشية العصبية. وبناءاً على ذلك فإن تثبيط إنزيمات Ca-Mg-ATPase الموجودة بالنهايات الطرفية للأعصاب عند أغشية الاشتباك العصبي يؤدي إلى تراكم أيونات الكالسيوم الحر بداخل الخلايا العصبية وذلك بالإضافة إلى كمية الكالسيوم الذي يحفز انسياب المواد الناقلة للرسائل العصبية من حويصلات تخزينها وبالتالي تكون هناك زيادة في معدلات انسياب تلك المواد الناقلة للرسائل العصبية ومن ثم تحدث عملية إزالة الاستقطاب للأعصاب المجاورة وبالتالي تنتشر المنبهات من خلال الجهاز العصبي المركزي.



الشكل (15) الأماكن المقترحة لفعل مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية التابعة لمجموعة السايكلودايين وذلك بتاثيرها على نقل أيون الكلوريد من خلال تضاد مستقبلات الناقل للرسائل العصبية (GABA) بقنوات الكلوريد بالإضافة إلى تثبيط إنزيم الكالسيوم- مغنيسيوم أدينوسين تراي فوسفاتيز (عن Ecobichon ، 1996)

علاج التسمم بمركبات الكلور العضوية

Treatment of Poisoning By Organochlorin

تتوفر اليوم العديد من الجرعات المضادة لعلاج حالات التسمم بمركبات الكلور العضوية ومنها :

1- عقار الديازيبام Diazepam : ويعطى هذا العقار حقناً في الوريد بجرعة مقدارها 0.3 ملغم/كغم وبحد أقصى 10 ملغم على أن تتم عملية الحقن ببطء وذلك من أجل التقليل من حالة التشنجات مع الأخذ في الاعتبار أن الأمر قد يتطلب إعادة العلاج مرة أخرى.

2- عقار الكوليستيرامين Cholestyramine : ويعمل هذا الدواء على زيادة معدلات الإخراج للكمية المخزنة من المبيد في الجسم حيث يعمل هذا الدواء على زيادة معدل إخراج المبيد من خلال البراز بمعدل يتراوح ما بين 3 إلى 18 ضعف مما تنخفض معه فترة نصف عمر المبيد المخزن ومن ثم تزداد معدلات الشفاء من حالات التسمم.

3- عقار الفينوباربيتال Phenobarbital : وعادة يضاف له الفحم المنشط حيث يعمل هذا الخليط على زيادة معدلات إخراج المبيدات الكلورينية حيث يعمل الفحم المنشط على زيادة إخراج المبيدات بالبراز بعد أن يدمص المبيدات على سطحه الخارجي أما مادة الفينول باربيتال فإنها تزيد من نشاط إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة Mixed Function Oxidases (MFO) ومن ثم تعمل على زيادة معدلات العمليات الأيضية للمبيدات الموجودة في الجسم ويعطى عقار الفينول باربيتال حقناً بالوريد وبجرعة مقدارها 15 ملغم/كغم وبحد أقصى 1 غم.

4- المواد الراتنجية الخاصة بالتبادل الانيوني Anion Exchange Resin : وتعطى عن طريق الفم حيث تعمل هذه المواد أيضاً على زيادة معدلات الإخراج للكمية المخزونة من المبيد في الجسم ، حيث يرتبط المبيد بالمواد الراتنجية الموجودة في الجهاز العصبي مكوناً معقداً يمكن طرحه مع البراز.

مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية Organophosphorus Insecticides

هذه المجموعة من المركبات التي تم تصنيعها لأول مرة في عام 1937 بواسطة مجموعة من الكيميائيين الألمان بقيادة العالم جيرهارد شرادر Gerhard Schrader بشركة باير Bayer حيث توصلوا أثناء تجاربهم إلى تصنيع العديد من المركبات شديدة السمية وقد تطور استخدام هذه المركبات خلال فترة الحرب العالمية الثانية على هيئة غازات أعصاب مثل السارين Sarin وسومان Soman وتابون Tabun وعلى الرغم من حقيقة أن جميع استرات الفسفور العضوي كانت مشتقة أساساً من غازات الأعصاب إلا أن عمليات تطوير تلك المواد استمرت حتى تم التوصل إلى مبيدات الحشرات المستخدمة حالياً والتي تمثل الجيل الثاني من عمليات تطوير وتحسين تلك المركبات الكيميائية الأولية والتي كانت شديدة السمية. إن أول مبيد حشرات تابع لاسترات الفسفور العضوية والذي تم استخدامه على المستوى التجاري كان اسمه (TEPP) وهو مختصر (Tetra Ethyl Pyrophosphate) وعلى الرغم من كفاءته إلا أنه كان شديد السمية على كل أشكال الحياة فضلاً عن قابليته للتحلل المائي بوجود الرطوبة. وبمزيد من التطوير والتحسين الموجه لتصنيع مركبات كيميائية أخرى أكثر استقرار ولها درجة ثبات متوسطة في البيئة تم إنتاج مبيد باراثيون Parathion عام 1944 وأعطي له الرمز E605 وبعدها ظهر المشابه المؤكسد له وهو باركسون Paraoxone ، وعلى الرغم من أن كلا المركبين قد تميزا بالعديد من الصفات المرغوب فيها كمبيدات حشرات كقلة التطاير والثبات الكيميائي في ضوء الشمس وفي وجود الماء والثبات في البيئة ، إلا أنهما قد أظهرا العديد من التأثيرات السامة على اللبائن وكانا يفتقدان لصفة الانتخابية فيما بين الأنواع المستهدفة وغير المستهدفة. لهذه المجموعة من المبيدات العديد من التسميات منها Nerve Gas Relatives و Phosphates و Phosphorus Esters و Organophosphate و Phosphoric Acid Esters. وتعد هذه المجموعة من أهم المبيدات العضوية الحديثة المصنعة ويرجع التوسع في استخدامها إلى العديد من العوامل والتي من أهمها :

1- مركباتها ذات فاعلية عالية في مكافحة الآفات المختلفة ولها تأثير سمي ابتدائي عالٍ High Initial Toxicity على الآفات وقد يرجع ذلك إلى احتواء مبيدات هذه المجموعة على عنصر الفسفور الذي يمتلك العديد من المواصفات المهمة منها :

أ - احتواؤه على عدة تكافؤات تصل إلى خمسة.

ب- يشكل حامض الفسفوريك احد أهم العناصر في العمليات الحيوية.

ت- أملاح الفسفور غير العضوية تدخل في تكوين العظام.

ث- يدخل في تركيب Phosphatides الموجودة في الدهون الحيوانية وفي الأحماض النووية في نـــواة الخلية.

ج- التحكم في عمليات انتقال الطاقة من خلال تفاعلات Transphosphorylation.

2- المرونة في استخدام مبيدات هذه المجموعة وذلك للتنوع الكبير في مواصفات ومميزات المبيدات التابعـــة لها وكما يأتي :

أ - الاختلاف في درجة الثبات في البيئة. ففي الوقت الذي توجد مبيدات فسفورية سريعة التحلل في البيئة الحيوية مثل TEPP و Phosdrin نجد أن هناك مبيـــدات أخـــرى تكـــون بطيئـــة التحلـــل مثـــل Diazinon و Gusathion.

ب- التخصص وعدم التخصص، حيث نجد أن المبيد Parathion يؤثر علـــى مجموعـــة كبيـــرة مـــن الحشرات بينما يلاحظ أن مبيد Schradan يؤثر على أنواع حشرية معينة فقط.

ت- لبعض مبيدات هذه المجموعة خواص جهازية مثل Systox و Thimet.

3- تحللها إلى نواتج غير سامة في الكائنات الحية المعرضة لها خاصة في الإنسان والحيوان لـــذلك تمتـــاز بانخفاض سميتها المزمنة.

4- انخفاض معدل استخدامها الحقلي بالنسبة لوحدة المساحة.

5- سميتها منخفضة للأسماك.

إن المميزات المشار إليها في أعلاه يجب أن لا تنسينا عيوب هذه المبيدات والتي يمكن إجمالها في النقاط الآتية :

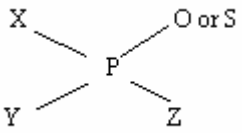
1- سميتها العالية للإنسان والحيوان.

2- ظهور صفة المقاومة لمبيدات هذه المجموعة في الحشرات عند تكرار استخدامها.

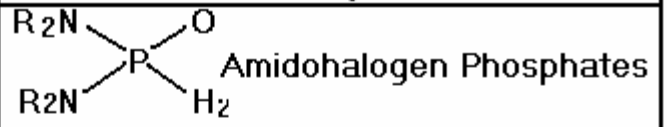
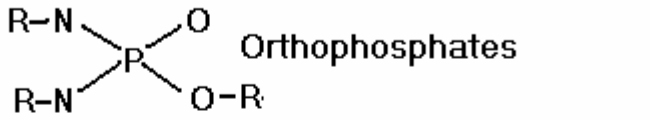
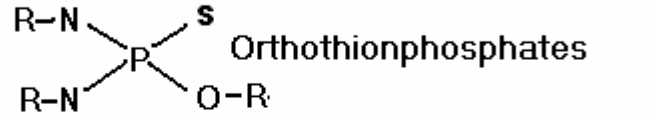
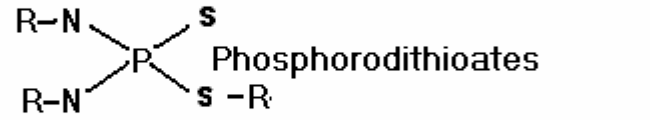
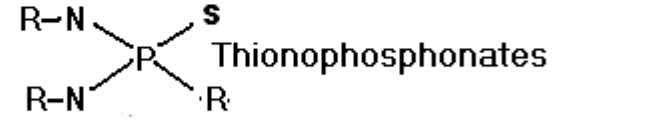
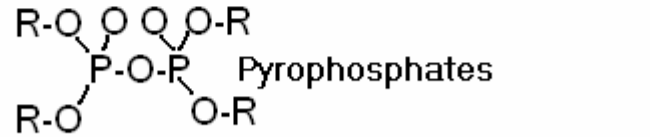
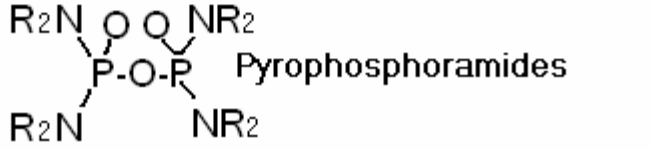
تسمية مركبات الفسفور العضوية

Nomenclature of Organophosphorus Compounds

عند تسمية المركب العضوي الفسفوري يستعمل المصطلح Organophosphate وذلك لاحتوائه على ذرة الفسفور (P) ويراعى في التسمية أيضا المجاميع المرتبطة بذرة الفسفور والنموذج الجزئي العـــام للمبيـــدات الفسفورية هو :



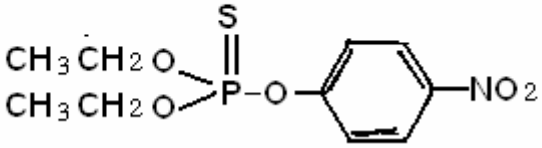
حيث أن X و Y إما أن تكون مجموعـــة Alkoxy أو مجـــاميع امينيـــة مـــستبدلة Substituted Amino Groups ، أما Z فهي المجموعة المشتقة من الحامض المرتبط بالمركب والتي عادة ترجع تسمية المركبات لها ويطلق عليها بالمجموعة المغادرة Leaving Group وفيما يأتي المجاميع الرئيسة لمركبـــات الفـــسفور العضوية والتي تنتمي إليها مبيدات الحشرات :

مبيد الحشرات	التركيب	المجموعة
Dimefox		Amidohalogen Phosphates
Dichlorvos		Orthophosphates
Parathion		Orthothionphosphates
Malathion		Phosphorodithioates
EPN		Thionophosphonates
TEPP		Pyrophosphates
Schradan		Pyrophosphoramides

إن معظم المبيدات الفسفورية العضوية عبارة عن أسترات ناتجة من تفاعل حامض الفسفوريك Phosphoric acid مع كحول ومثال ذلك مبيد الباراثيون الذي هو عبارة عن استر لحامض الفسفوريك مع جزئين من كحول الايثايل وجزء واحد من الكحول الضعيف الحامضية. لذلك فان الاسم الكيميائي لمبيد الباراثيون يكون :

O,O - Diethyl -O-P-nitrophenyl phosphorothioate

phosphoricacid +Ethylalcohol + P–Nitrophenol ⟶ Parathion



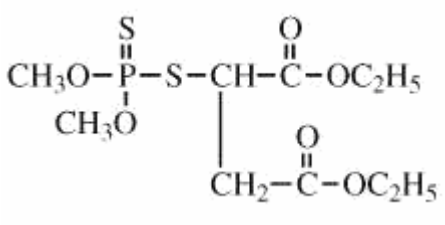
مما سبق يتبين أن المبيدات التابعة لمجموعة الفسفور العضوية هي مجموعة كبيرة جداً وذلك لمواصفاتها الجيدة في مكافحة الحشرات وللتعرف على أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة سيتم تقسيمها إلى ثلاثة مجاميع وكما يلي :

أولاً : أسترات المركبات الفسفورية العضوية الاليفاتية

Organophosphorus Ester With Aliphatic Chain

وتتكون من سلسلة كاربون قصيرة مرتبطة مع حامض الفسفوريك ولا تحوي تركيب حلقي ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- **ملاثيون Malathion** : ويباع أيضا تحت العديد من الأسماء التجارية منها : Carbofos و Mercaptothion و Yapithan. اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O – Dimethyl-s (1,2-dicarboxy-ethoxy)ethyl phosphorothioate

ادخل إلى الأسواق لأول مرة عام 1950 ولازال يستخدم لحد الآن في مكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية ويمتاز بانخفاض سميته للبائن إذ أن قيمة LD_{50} حوالي 2800 ملغم/كغم. ويستعمل هذا المبيد في المجالات التالية :

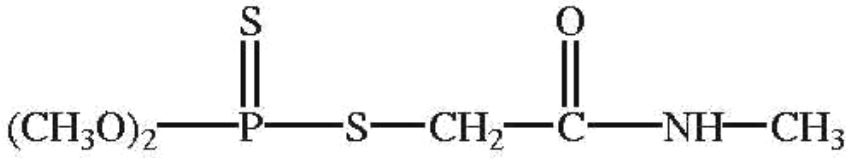
أ- مكافحة عدد كبير من الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة كالمن والتربس والذبابة البيضاء وغيرها وكذلك الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة على الخضراوات وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة والمواد المخزونة.

ب- مكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة والقطط والكلاب كالقمل والبراغيث والقراد وحلم الجرب.

ت- مكافحة ذبابة فاكهة البحر المتوسط وذلك بعمل طعوم سامة تتكون من المولاس والخميرة والملاثيون.

إن الاستعمال الواسع لهذا المبيد دفع الشركات إلى إنتاجه بصور تجهيز متعددة منها مسحوق تعفير، مركز قابل للاستحلاب ، مسحوق قابل للبلل، محلول زيتي ومركز متناهي في الصغر.

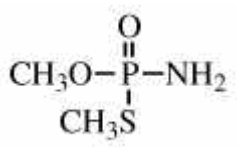
2- دايمثويت Dimethoate : مبيد جهازي للحشرات والاكاروسات متوسط السمية إذ تبلغ قيمة LD_{50} حوالي 255مغم/كغم، اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O-dimethyl S-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate.

يستعمل لمكافحة العديد من الآفات الحشرية والاكاروسية على الخضار وأشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية ونباتات الزينة ومن هذه الآفات حشرات المن والتربس وقفازات الأوراق والذبابة البيضاء والحلم. للمبيد عدة صور تجهيز منها : مسحوق تعفير ، الايروسولات ، مركز قابل للاستحلاب.

3- ميثاميدفوس Methamidophos : مبيد حشرات حديث ذو سمية عالية إذ تبلغ قيمة LD_{50} 20 ملغم/كغم. في العراق يباع هذا المبيد تحت أسماء تجارية هي Tamaron و Vetaron ، اسمه وتركيبه الكيميائي:



O,S-Dimethyl phosphoramidothioate

أظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة يرقات حرشفية الأجنحة فضلاً عن فاعليته في السيطرة على حشرات المن والذبابة البيضاء وكذلك الحلم.

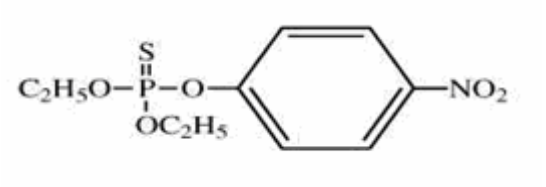
إضافة لما سبق فان هناك عدد كبير من المبيدات التي تنتمي لهذه المجموعة منها : Acephate و Demeton و Dichlorvos و Dicrotophos و Disulfoton و Formothion و Mevinphos و Monocrotophos.

ثانياً : أسترات المركبات الفسفورية العضوية العطرية

Organophosphorus Aromatic Aliphatic Esters

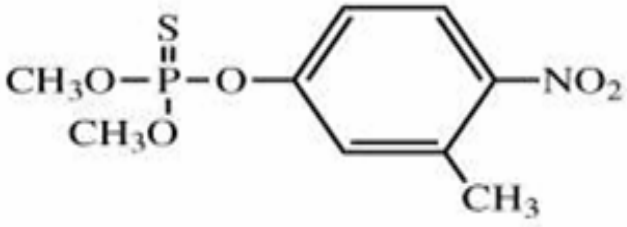
هذه الاسترات تحتوي على حلقة بنزين متصلة بالفسفور وكذلك مع استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر على حلقة البنزين بإحدى ذرات الكلور أو نيترو أو مثيل أو سيانيد أو كبريت أو غير ذلك. إن هذه المجموعة من الاسترات أكثر ثباتاً من الاسترات الاليفاتية وبالتالي فان متبقياتها على النبات تبقى لمدة 2–4 أسابيع أكثر من المجموعة السابقة. ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يلي :

1– باراثيون Parathion : مبيد حشرات يؤثر عن طريق الملامسة والمعدة وهو فعال في مكافحة حشرات المَنّ والحشرات القشرية والذبابة البيضاء وغيرها إضافة إلى الحلم ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O-diethyl O-(4-nitrophenyl) phosphorothioate

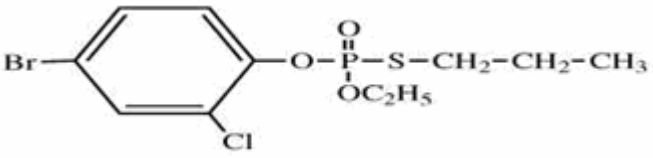
2– فينتروثيون Fenitrothion : مبيد حشرات منخفض السمية للبائن إذ تبلغ قيمة الـ LD_{50} حوالي 800 ملغم/كغم ويستخدم لمكافحة الحشرات ذات الأهمية الطبية والبيطرية مثل الذباب والبعوض والصراصير كما يستخدم لمكافحة الجراد الصحراوي. في العراق عرف هذا المبيد بعدة أسماء تجارية منها: Chemithion و Fenthion و Phenmac و Rothien و Senthion و Sumithion Senyam. حيث استخدم لمكافحة حشرة السونة على الحنطة والشعير وحشرة الحميرة والدوباس على النخيل وكذلك دودة ثمار الطماطة والثربس على القطن والبق المطرز على الكمثرى. اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O-dimethyl O-4-nitro-m-tolyl phosphorothioate

3– بروفينوفوس Profenofos : مبيد حشرات حديث نسبياً، متوسط السمية حيث تبلغ قيمة LD_{50} حوالي 250 ملغم/كغم.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



O-4-bromo-2-chlorophenyl O-ethyl S-propyl phosphorothioate

إضافة لذلك فان هذه المجموعة تضم عدداً آخر من المبيدات منها : Carbophenthion و Coumaphos و Crufonate و Cyanofenphos و Cyanophos و Fenchlorphos و Isofenphos و Leptophos و Phenthoate وغيرها.

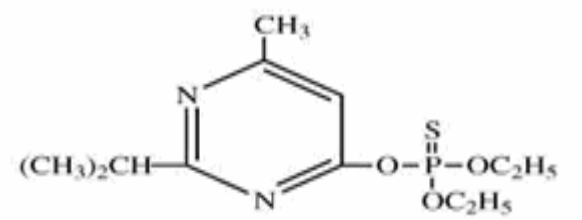
ثالثاً : أسترات المركبات الفسفورية العضوية مختلفة الحلقة

Organophosphorus Esters with Hetero Cyclic Ring

تضم هذه المجموعة المركبات ذات الحلقة المختلفة التي تحتوي على ذرة أوكسجين أو نيتروجين أو كبريت بدل ذرة أو أكثر من ذرات الكاربون الموجودة في حلقة الفينايل وبذلك تكون أكثر ثباتاً على الأسطح المعاملة من المركبات الاليفاتية وأقل ذوباناً في الماء. وتضم هذه المجموعة مبيدات مهمة ومسجلة في العراق للاستخدام في المجال الزراعي والبيطري ومن أهمها :

1- ديازينون Diazinon : مبيد للحشرات والاكاروسات والديدان الثعبانية دخل الأسواق منذ عام 1952 ولازال يستخدم حتى الآن ويمتاز بسميته المنخفضة للبائن إذ تبلغ قيمة LD_{50} حوالي 1250 ملغم/كغم يؤثر بالملامسة وعن طريق المعدة حيث استخدم بنجاح في مكافحة عدد كبير من الآفات الحشرية والاكاروسية التي تصيب الخضروات وأشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية ، كما استخدم في مكافحة الذباب في حظائر الحيوانات والصراصر في المنازل فضلاً عن استعماله في مكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة وللمبيد العديد من الأسماء التجارية منها : Basudin و Calludine و Diazain و Diazide و Metazon و Nucidol و Prozinon و Yamazon و Yazon وغيرها.

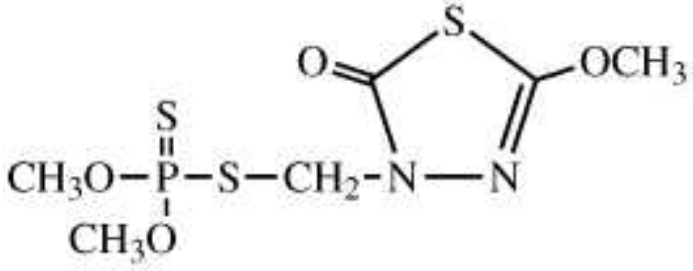
اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O,-diethyl O-[6-methyl-2-(1-methylethyl)-4-pyrimidinyl] phosphorothioate

2- ميثيداثيون Methidathion : مبيد حشرات واكاروسات جيد إلا انه يمتاز بسميته العالية إذ تبلغ قيمة LD_{50} حوالي 44 ملغم/كغم، وقد استعمل هذا المبيد على أشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية لمكافحة البق الدقيقي والحشرات القشرية والحلم. هذا المبيد اشتهر في العراق باسم Supracide بالرغم من وجود أسماء تجارية أخرى له مثل : Medacide و Superyam و Ultracidin.

اسمه وتركيبه الكيميائي :

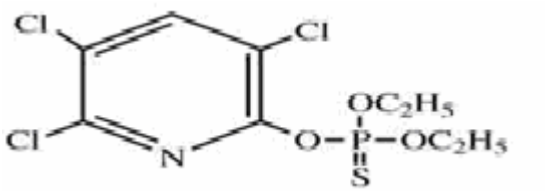


S-2,3-dihydro-5-methoxy-2-oxo-1,3,4-thiadiazol-3-ylmethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate

3- كلوربيريفوس Chlorpyrifos : مبيد حشرات ذو شهرة واسعة في العراق وذلك لفاعليته في مكافحة يرقات حشرات حرشفية الأجنحة على الخضراوات وأشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية ونباتات الزينة، كما استخدم بنجاح في مكافحة الديدان السلكية والمن والأرضة والنمل فضلاً عن فاعليته في مكافحة الصراصير

والبعوض ، سميته منخفضة عن طريق الجلد إذ تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الجلد أكثر من 2000 ملغم/كغم من وزن الجسم، لهذا المبيد العديد من الأسماء التجارية منها : Chlorofet و Chlorzan و ContraInsect و Durmite و Dursban و Lorsban و Medban و Presor و Profes و Pyrical و Pyrifos و Tafaban و Yamasban.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



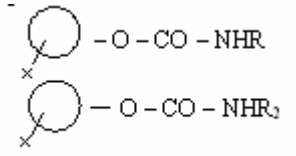
O,O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl) phosphorothioate

فضلاً عن ذلك فان هناك مجموعة أخرى من المبيدات تقع تحت هذه المجموعة منها : Azinophos-ethyl و Azinophos-methyl و Dialfor و Diaxabenzofos و Endothion و Isoxathion و Menazon و Mephosfolan و Morphothion و Phosalone و Phosmet و Primiphos-ethyl و Pyraclofos و Pyridaphenthion و Quinalphos و Thionazin.

إن المجاميع الثلاثة السابقة من مبيدات الفسفور العضوية تضم العديد من مبيدات الحشرات الجهازية ومنها : Demeton و Dimefox و Formothion و Mephosfalon و Phosalone و Phosfolan و Phosphamidon و Ronnel و Schradan و Thiometon.

مبيدات الحشرات الكارباماتية Carbamate Insecticides

لقد كان لنجاح مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية الفضل في استمرار البحث والتطوير لإيجاد مركبات أخرى تمتلك القابلية على تثبيط إنزيمات الكولين استريز، وكانت النتيجة الحتمية لهذا البحث اكتشاف مجموعة جديدة من المركبات عرفت بعد ذلك بمجموعة الكارباميت وكان مركب Physostigmin من أولى مركبات هذه المجموعة الذي وجد في نبات بقولي يدعى Calabar beans اسمه العلمي *Physostigma venenosum*. هذا النبات كانت تستخدمه القبائل البدائية في غرب أفريقيا لكشف المجرمين حيث كانت تجبر الشخص موضع الشك في ارتكاب الجريمة على تناول بذور هذا النبات فإذا قاوم فعل السم ولم يمت كان بريئاً وتفسير ذلك أن الشخص البريء يشعر بالغثيان لأنه بريء ويتم التقيؤ فتخرج المادة السامة مع القيء ولا يمتص منها إلا القليل. وقد أظهرت الدراسات أن التأثيرات الفسيولوجية لمركب Physostigmin يرجع إلى احتوائه على مادة Phenyl methyl carbamate. توالت بعد ذلك الدراسات والبحوث لاكتشاف وتحضير مركبات أخرى لها خواص مجموعة المركبات الكارباماتية ، والتي هي عبارة عن مشتقات من حامض Carbamic وتمتاز مبيدات مجموعة الكارباميت بخواص الاسترات والأميدات لذلك فهي تتحلل في الوسط القلوي والحامضي كما أن أسترات حامض N-alkyl carbamic هي فقط التي تعطي خواص الإبادة لمبيدات مجموعة الكارباميت أما النشاط العالي لهذه المبيدات فتبديه مجموعة Aryl esters لحامض N-methyl carbamic. وعموماً فان التركيب الكيميائي العام لمجموعة الكارباميت هو :



حيث أن R عبارة عن مجموعة Methyl و x تمثل واحداً أو أكثر من الاستبدالات على الحلقة العطرية المتجانسة أو غير المتجانسة. وان التغيير في مجموعة R هي التي تحدد نوع المبيد فإذا كانت :

R = Methyl group

فان المركب هو مبيد حشرات

وإذا كانت :

R = Aromatic moiety

فان المركب هو مبيد أدغال

وإذا كانت :

R = Benzimidazol moiety

فان المركب هو مبيد فطريات

تمثل هذه المجموعة من المركبات الجيل الثالث من المبيدات بعد المركبات الكلورينية العضوية والفسفورية العضوية. ففي عام 1947 قامت شركة سيبا–جايجي السويسرية بتصنيع عدد من المبيدات التابعة لهذه المجموعة منها Isolan و Demitan. إن مركبات الكارباميت قريبة الشبه بمركبات الفسفور العضوية من حيث التأثير السام بتثبيطها إنزيم الكولين استريز وهي تتحلل بسرعة ، أي أنها غير ملوثة للبيئة مثل المركبات الكلورينية العضوية. ولتسهيل عملية دراسة هذه المجموعة من المركبات فإن هناك طريقتين لتقسيم مركبات هذه المجموعة :

1- على أساس عدد مجاميع المثيل المرتبطة بالنتروجين : وعليه تقسم إلى :

أ – مركبات مجموعة الكارباميت أحادية المثيل N-Monomethyl

ومن المبيدات التي تقع ضمن هذه المجموعة : Carbaryl و Carbofuran و Ficam و Methomyl و Temik و Zectran.

ب- مركبات مجموعة الكارباميت ثنائية المثيل N-Dimethyl

ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة : Dimetilan و Isolan و Pirimicarb.

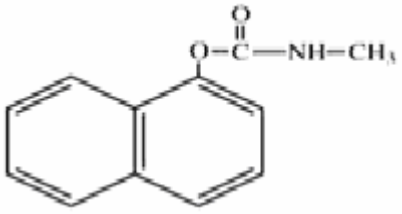
2- على أساس نوع المجموعة المرتبطة بحامض الكارباميك

أ – مبيدات من مجموعة الكارباميت ذات الفينول أو النافثول المرتبطة بحامض الكارباميك

Carbamic Acid Esters With Phenol or Naphthol

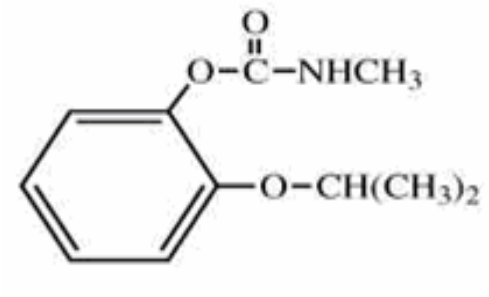
وتسمى أيضا بمشتقات الأريل Aryl Derivatives. ومن أهم المبيدات التي تنتمي لهذه المجموعة :

(1) **كارباريل Carbaryl** : مبيد حشرات يؤثر بالملامسة وله مدى واسع في مكافحة ما يقرب من 150 نوعاً من الحشرات الاقتصادية ولكنه غير فعال في مكافحة الذبابة المنزلية وبعض أنواع المن والحلم، له بعض الخواص الجهازية البسيطة فحبيباته لا تمكث طويلاً في البيئة. في العراق استخدم بنجاح لمكافحة دودة ثمار الطماطة ودودة أوراق التفاح الجنوبية ودودة أوراق التين والديدان القارضة على الحمضيات. ومن الأسماء التجارية الشائعة له : Effaryl و Prosin و Sevin. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1-naphthyl methyl carbamate

(2) **بروبكسر Propoxur** : مبيد حشرات فعال في مكافحة الحشرات الماصة والقارضة على الخضار وأشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية ونباتات الزينة، في العراق استخدم هذا المبيد بدرجة كبيرة في مكافحة النمل والصراصير والذباب والبعوض وكذلك كمسحوق تعفير لمكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة. ويباع تحت اسم Baygon وهو قابل للخلط مع اغلب مبيدات الحشرات الشائعة وكذلك مع مبيدات الفطريات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-(1-methylethoxy) phenyl methyl carbamate

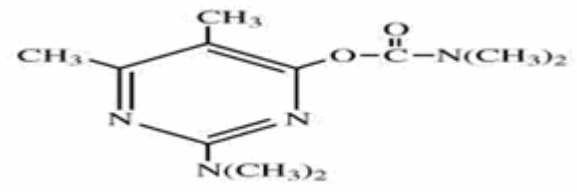
فضلاً عن ذلك فان هناك عدة مبيدات تعود لهذه المجموعة منها : Aminocarb و Bufencarb و Ethiofencarb و Methiocarb و Metolcarb و Promecarb.

ب- مبيدات من مجموعة الكارباميت ذات الحلقة المتباينة المرتبطة بحامض الكاربامیك

Carbamic Acid Esters With Hetero Cyclic Ring

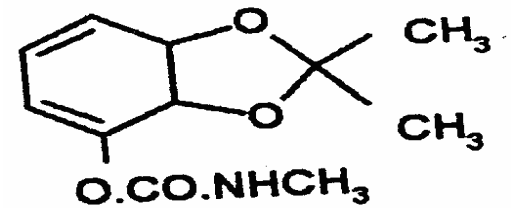
ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

(1) بيريميكارب Pirimicarb : مبيد حشرات متخصص لمكافحة حشرة المن ويؤثر بالملامسة كما أن له خواص جهازية ضعيفة حيث يمتص تحت قشرة النبات كما يؤثر عن طريق الجهاز التنفسي بواسطة أبخرته، في العراق عرف هذا المبيد باسم Pirimor حيث استخدم بنجاح لمكافحة المن على أشجار الحمضيات وهو قابل للخلط مع اغلب المبيدات الشائعة. سميته منخفضة عن طريق الجلد إذ تبلغ قيمة LD_{50} أكثر من5000 ملغم/كغم ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-dimethylamino-5,6-dimethylpyrimidin-4-yl dimethyl carbamate

(2) **بنديوكارب Bendiocarb** : مبيد حشرات ، عرف في العراق تحت اسم Ficam وهو من أكثر المبيدات فاعلية في مكافحة النمل والصراصير والسمك الفضي والبعوض وبق الفراش وخنافس السجاد وتوصي به منظمة الصحة العالمية لمكافحة البعوض الناقل للملاريا. متوسط السمية إذ تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الجلد 566-800 ملغم/كغم مجهز بشكل مسحوق تعفير ومسحوق قابل للبلل ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



2,2-Dimethyl-1,3-benzodioxolyl-N-methyl carbamate

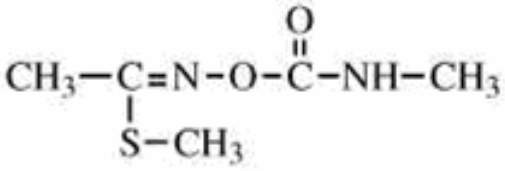
فضلاً عن ذلك هناك أيضا المبيد Carbofuran وهو مبيد جيد للحشرات والاكاروسات والديدان الثعبانية.

ت- مبيدات من مجموعة الكارباميت ذات الاوكسايم المرتبط بحامض الكاربامیك

Carbamic Acid Esters With Oxime

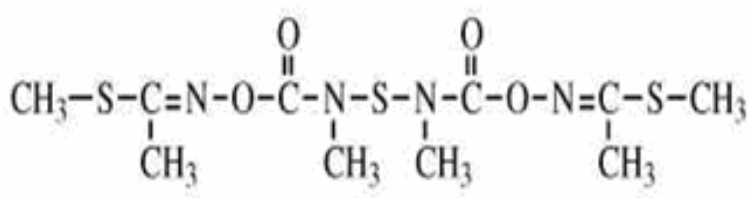
وهي أسترات لحامض الكاربامیك مع مجموعة اوكسيم لتعطي الاستر مشتق الاوكسيم. ومن أهم مميزات مبيدات هذه المجموعة أنها مبيدات شديدة السمية وجهازية وإنها مبيدات حشرات واكاروسات وديدان ثعبانية في نفس الوقت ومن أهم مبيدات هذه المجموعة:

(1) **ميثوميل Methomyl** : مبيد حشرات جهازي يعمل بالملامسة أو عن طريق الفم ويستخدم في مكافحة عدد كبير من حشرات المن والحشرات القشرية و الديدان القارضة وحفارات السيقان على محاصيل الخضر وأشجار الفاكهة ومحاصيل الحقل. كما استخدم بشكل طعوم سامة لمكافحة الذباب في حظائر الحيوانات تحت اسم Goldben و Golden Marlen ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



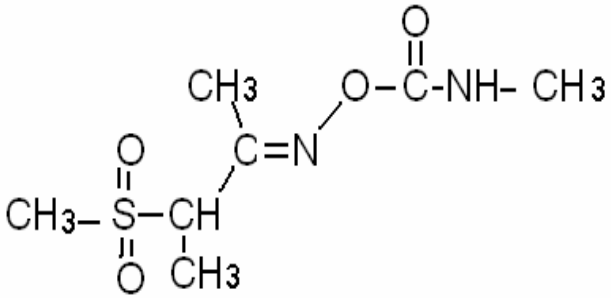
S-methyl N-[(methylcarbamoyl)oxy]thioacetimidate

(2) **ثيوديكارب Thiodicarb** : مبيد حشرات جهازي فعال ضد البيض وضد يرقات حشرات حرشفية وغمدية الأجنحة التي تصيب المحاصيل. في العراق استخدم هذا المبيد تحت اسم Larvin لمكافحة دودة جوز القطن الشوكية على القطن بمعدل 1.5 غم/لتر ماء. اسمه وتركيبه الكيميائي:

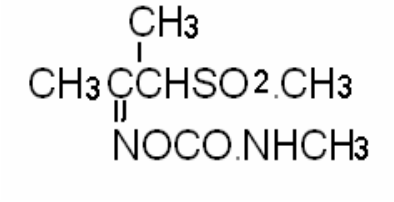


Dimethyl N,N-(thiobis(methylimino)carbonyloxy)bis(ethanimidothioate)

(3) **بيوتوكسي كاربوكسيم Butoxy Carboxim** : مبيد حشرات جهازي ذو سمية متوسطة يجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب تحت اسم Drawin ويستخدم لمكافحة حشرات المن والتربس والحشرات القشرية والذبابة البيضاء والبق الدقيقي والحلم وذلك برشه على محاصيل الخضر وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة المصابة. كما يجهز هذا المبيد بشكل أعواد مشبعة بالمبيد تحت اسم Plant Pin أو Pin Sticks التي تستعمل في مكافحة الآفات الحشرية على نباتات الزينة المزروعة في الأصص داخل المنازل أو الحدائق وذلك تسهيلاً لعملية المكافحة حيث يتسرب المبيد من الأعواد المشبعة إلى التربة في الاصص بسبب الرطوبة ثم يتم امتصاص المبيد بواسطة جذور النبات ويسري في العصارة النباتية وبذلك يعطي حماية للنباتات من الإصابة بالآفات ويتكون من مشابهين E و Z. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(E)



(Z)

3-(methylsulphonyl)butan-2-one O-[(methylamino)carbonyl]oxime

علامات وأعراض التسمم بمبيدات الفسفور والكارباميت العضوية

Signs and Symptoms of Poisoning By Organophosphorus And Carbamates

بالرغم من التباين الواضح في طبيعة التركيب الكيميائي لهاتين المجموعتين من المبيدات إلا أنهما يتشابهان إلى حد كبير من حيث قدرتهما على تثبيط إنزيم الاستيل كولين استريز Acetyl cholinesterase (AchE) الموجود في النسيج العصبي وخاصة مناطق الاشتباك العصبي Synapse وهو في حقيقته الإنزيم المسؤول عن هدم وتحليل المادة الناقلة للرسائل العصبية المعروفة باسم الاستيل كولين Acetyl cholin (ACh) وإنهاء تأثيرها. إذ من المعروف أن الرسائل العصبية تنتقل كهربائياً خلال المحاور العصبية ويتم ذلك عن طريق تنافذ أيونات الصوديوم والبوتاسيوم داخل وخارج هذه المحاور.

أما في مناطق الفراغ العصبي Synapse فيتم عادة نقل الرسائل العصبية بواسطة مادة كيميائية ناقلة هي Acetyl Choline والتي تطلق في المنطقة التي تسبق الفراغ العصبي Pre-Synaptic Region وبعد أن يتم نقل الإيعازات العصبية خلال الفراغ العصبي تطلق حويصلات توجد في منطقة ما بعد الفراغ العصبي Post Synaptic Region إنزيم AchE الذي يحلل مادة .Ach إلى مادة الكولين وحامض الخليك ، لذلك فإن تراكم مادة الاستيل كولين الحرة وغير المرتبطة عند النهايات العصبية ينتج عنه استمرار التنبيه الكهربائي للأعصاب ، لذلك فإن من علامات التسمم حدوث عمليات إثارة وتنبيه للمستقبلات المسكارينية Muscarinic الخاصة بالجهاز العصبي الباراسمبثاوي حيث يلاحظ حدوث (زيادة في الإفرازات وتقلص بالقصبات الهوائية وتقلصات بالمعدة والأمعاء وإسهال وتبول لا إرادي وبُطئ في نبضات القلب) أما الأعراض التي تحدث نتيجة لإثارة وإعاقة المستقبلات النيكوتينية Nicotinic والتي تشمل العقد العصبية السمبثاوية والباراسمبثاوية للجهاز العصبي اللاإرادي بالإضافة إلى أماكن اتصال الأعصاب بالعضلات وتسمى (سرعة ضربات القلب وزيادة ضغط الدم وإجهاد عضلي وارتعاشات وضعف في العضلات وشلل وترهل). أما الأعراض الناتجة عن الجهاز العصبي المركزي فتتركز على عدم الشعور بالراحة وانفعالات غير مستقرة وتخلج وكسل وتشويش عقلي وفقدان للذاكرة وضعف عام وتشنجات وازرقاق لون البشرة وغيبوبة.

مما سبق يتبين لماذا تسمى هاتين المجموعتين من المبيدات بالمبيدات المضادة للكولين استريز. أما الأعراض الأخرى فهي عبارة عن السمية العصبية المتأخرة التي تسببها المركبات الفوسفاتية العضوية والمعروفة باسم :

Organophosphate-Induced Delayed Neurotoxicity (OPIDN)

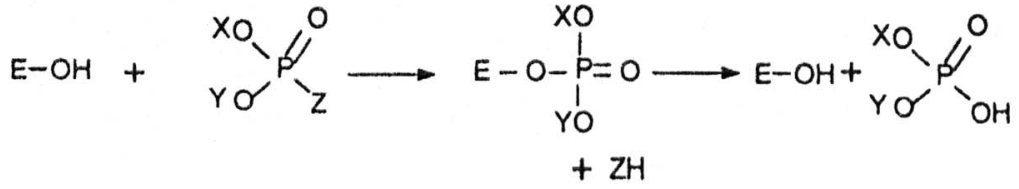
وهي عبارة عن مجموعة من الأعراض التي تسببها استرات الفوسفات ، الفوسفونات والفسفوروراميدات ومن ضمنها المبيدات EPN و Mipafox.

آلية التأثير السام للمبيدات المثبطة للكولين استريز

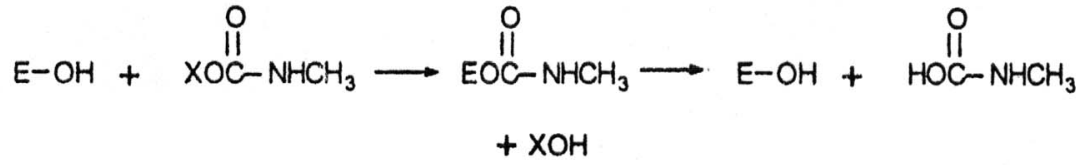
Mechanism of Toxic Action of Cholin Esterase Inhibitors

على الرغم من أن مبيدات الحشرات المضادة للكولين استريز تشترك معاً بل وتتشابه في طريقة فعلها ، إلا أن هناك بعض الاختلافات المعنوية فيما بين استرات الفسفور العضوي والكارباميت ، إذ نجد أن التفاعل بين استر الفسفور العضوي والمكان النشط في بروتين إنزيم الاستيل كولين استريز (مجموعة الهيدروكسيل الخاصة بالحامض الأميني سيرين Serin) ينتج عنه تكوين معقد في مرحلة وسطية يتحلل مائياً بعد ذلك من خلال فقد المجموعة الاستبدالية (Z) تاركة بذلك الإنزيم مثبطاً ليس له القدرة على التفاعل بل مفسفراً وبحالة من الثبات تجعل منه ذو درجة ضعيفة جداً من النشاط وكما في الشكل (16).

Organophosphorus Ester



Carbamate Ester



الشكل (16) التفاعل بين استر الفسفور العضوي أو الكارباميت مع مجموعة الهيدروكسيل الخاصة بالحامض الأميني سيرين الموجودة بالمكان النشط لإنزيم الاستيل كولين استريز (E-OH)

إن التثبيط غير العكسي للإنزيم يؤدي إلى حدوث استطالة وامتداد لعلامات وأعراض التسمم بشكل يبقى ثابتاً مما يتطلب معه العلاج الطبي ، وبدون التدخل الطبي ، فإن التسمم سيظل ثابتاً وموجوداً حتى يتم تصنيع كمية جديدة وكافية من إنزيم الاستيل كولين استريز والتي تستغرق من 20–30 يوماً. من جهة أخرى فإنه طبقاً لطبيعة المجموعات الاستبدالية على الموقع (X) و (Y) و (Z) فإن هناك تباين في درجة تخصص المبيد للإنزيم وذلك من حيث درجة تماسك الارتباط بالموقع النشط ومن ثم معدل تحرر الإنزيم المفسفر ، مثال ذلك فإن المبيدات Acephate و Dichlorovos و Temephos و Trichlorfon تعد مثبطات أقل تماسكاً لإنزيم الاستيل كولين استريز ومن ثم فإن الإنزيم المفسفر يكون أكثر استعداداً للتحلل التلقائي ، وعلى العكس من ذلك فإن استرات حامض الكارباميك التي تلتصق بالجانب الفعال من إنزيم الاستيل كولين استريز ، فإنها تخضع لعملية التحلل المائي على مرحلتين ، الأولى تشمل إزالة المجموعة الاستبدالية (X) (والتي تكون عبارة عن مجموعة Aryl أو Alkyl) مع تكوين إنزيم مكربل Carbamylated Enzyme. أما المرحلة الثانية فهي عبارة عن إزالة جزء الكارباميت من الإنزيم المثبط وتحرر الإنزيم مرة أخرى (الشكل 16) لذلك فإن استرات حامض الكارباميك عبارة عن مادة تفاعل ضعيفة للإنزيمات من نوعية الكولين استريز.

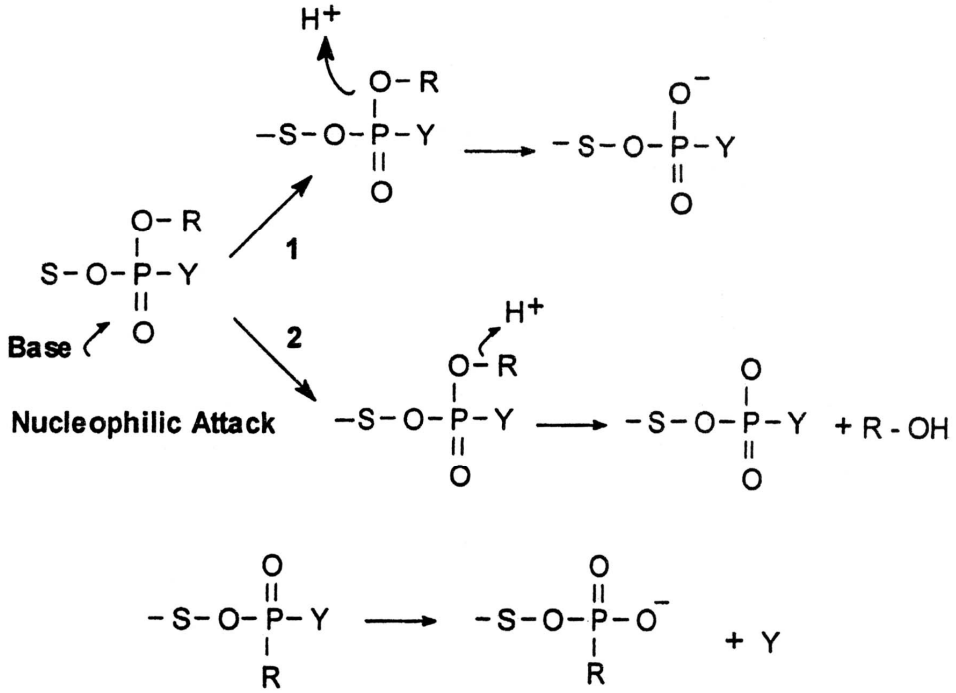
إن الجدول (3) يوضح الاختلاف الوحيد المميز بين نوعي مبيدات الحشرات المضادة للكولين استريز وذلك من خلال غمليات إزالة الفسفرة أو إزالة الجزء الكرباماتي فيلاحظ البطء الشديدة في معدل إزالة الفسفرة ولذلك فإن الإنزيم في حالة معاملته باسترات الفسفور العضوي يعتبر مثبطاً بشكل غير عكسي. أما في حالة الكارباميت ، فإن إزالة الجزء الكرباماتي من الإنزيم تكون سريعة بدرجة كافية بالشكل الذي يمكن اعتباره أن استرات الكارباميت عبارة عن مثبطات عكسية Reversible Inhibitors ولذلك فإن المعدلات الثابتة والمتباينة فيما بين مادة التفاعل الطبيعية (الاستيل كولين) والمركبات الفسفورية العضوية واسترات الكارباميت تتباين تبعا لطبيعة المعقد المتكون بين الانزيم والمبيد.

الجدول (3) حركيات التحلل المائي للاستر مأخوذ عن (Ecobichon, 1919)

$EH+AB \rightleftarrows EHAB \rightarrow BH+EA \rightarrow EH+AOH$			الاسترات
إزالة الاسيل (K_3)	دخول الاسيل (K_2)	تكوين المعقد ($K_A = K_1/K_{+1}$)	
شديد السرعة	شديد السرعة	قليل	مواد التفاعل
بطيء أو شديد البطء	متوسطة السرعة	قليل	استرات الفسفور العضوي
بطيء	بطيء	قليل	استرات الكرباميت

التثبيط المُعَمر أو الهرم Aging : يحدث هذا النوع من التثبيط مع استرات الفسفور العضوي مثل الفوسفات والفوسفونات Phosphones والفسفوراميدات Phosphoroamidates والتي استخدمت في الحروب كغازات أعصاب وبعض مبيدات الحشرات مثل Mipafox و Leptophose ، إذ لوحظ أن لهذه المركبات القدرة على الارتباط بشكل متماسك بالجانب النشط من إنزيم الاسيتيل استريز وكذلك بـإنزيم Neuro Toxic Esterase (NTE) وذلك لإنتاج إنزيم مثبط بصورة غير عكسية من خلال التثبيط المعمر أو الهرم. وقد وجد أن هذه العملية تعتمد على كل من حجم وكذلك وضع مجموعة الألكيل المستبدلة والتي لوحظ أن فاعلية وكفاءة الاستر تزداد تصاعديا طبقاً للترتيب التالي : Diethyl و Dipropil و Dibutyl لهذه كما هو الحال في المبيد Mipafox.

إن عملية التثبيط المعمر Aging قد تم قبولها كأساس علمي لتفسير سبب عملية إزالة الألكلة للمرحلة الوسطية التي تتكون فيها الإنزيمات المفسفرة بمجاميع ثنائية الألكيل Alkyl وذلك بإحدى الميكانيكيتين (الشكل 17) ففي الميكانيكية الأولى يتم حدوث عملية تحلل مائي للآصرة (P-O) ثم يعقبها هجوم على ذرة الفسفور. أما الميكانيكية الثانية ، فتشمل التحلل المائي للرابطة (O-C) بواسطة تحفيز حامضي مما ينتج عنه تكوين أيون الكاربونيوم كمجموعة مغادرة. إن عملية التثبيط المعمر تعمل على إعطاء شحنة زائدة للبروتين مما يتسبب عنها حدوث بعض التشويش على الجانب النشط مما يترتب عليه منع إزالة الفسفرة.



الشكل (17) رسم تخطيطي يوضح الميكانيكيتين اللتان من خلالهما تحدث عملية التثبيط المعمر التي يمكن حدوثها لإنزيم الاسيتيل كولين استريز الذي يمكن تثبيطه باستر الفسفور العضوي (عن Ecobichon ، 1996)

علاج التسمم بالمبيدات المثبطة للكولين استريز

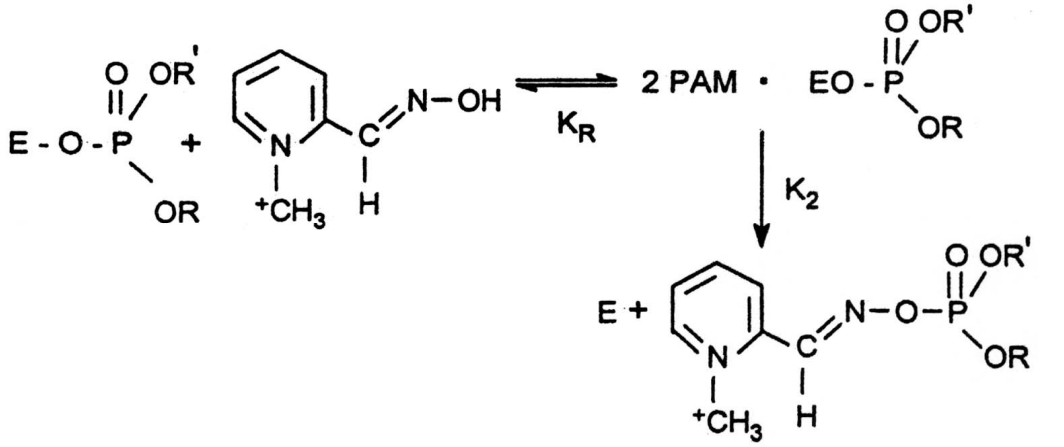
Treatment of Poisoning By Anti-Cholin Esterase Pesticides

إن جميع حالات التسمم بالمركبات المضادة للكولين استريز يجب أن يتم علاجها بصورة طبية جادة وبالشكل الذي ينبغي معه إحالة المريض إلى المستشفى بأسرع ما يمكن ولابد من استمرار الكشف على مستوى نشاط إنزيم الكولين استريز في الدم (السيرم) وكذلك بكريات الدم الحمراء. وذلك لأن إنزيم الكولين استريز الخاص بكرات الدم الحمراء لا يتم تثبيطه إلا باسترات الكارباميت لذلك فإن الإجراءات العلاجية قد تتباين بعض الشيء بالنسبة لكلا المجموعتين وكما يلي :

1- **بالنسبة للمبيدات من مجموعة الفسفور العضوية** : إن النظام المتبع لعلاج حالات التسمم بمبيد حشرات فسفوري عضوي يعتمد على نتيجة تحليل مستوى نشاط إنزيم الكولين استريزالكاذب Pseudocholinesterase (الجدول 4) وبشكل عام فإنه عادة ما يتم استخدام ما يلي :

أ – **الاتروبين Atropine** : ويستخدم لمعادلة أو تضاد التأثيرات الماسكارينية Muscarinic الناتجة عن تراكم المواد الناقلة للرسائل العصبية ، إضافة إلى ذلك فإن الاتروبين في حد ذاته عبارة عن مادة ترياقية مضادة للتسمم وهي في الوقت نفسه مادة شديدة السمية ولذلك يجب تناولها بمنتهى الحذر ، لذلك يجب أن يتم إعطاء جرعات قليلة من الاتروبين ولكن بصفة متكررة وذلك من خلال الحقن الوريدي أو تحت الجلد من أجل علاج علامات وأعراض التسمم من الدرجة المتوسطة التي تحدث بعد التعرض البسيط أو المكثف.

ب– **الاوكسيمات Oximes** : وهي مركبات كيميائية ترياقية مضادة للتسمم مثل (2-PAM) وهي مادة محبة للنواة تعجل من عملية تحرير الإنزيم عن طريق تسهيل عملية التحلل المائي للإنزيم المفسفر ، أو برااليدوكسيم Pralidoxime أو براليدوكسيم ميثان سلفونات Pralidoxime Methan Sulfonte أو (P25) وتعطى حقناً بالوريد بهدف تنشيط إنزيم الاستيل كولين استريز المثبط في الأنسجة العصبية. إن التأثير العلاجي الذي تحدثه الاوكسيمات تكمن في قدرتها على إعادة النشاط لإنزيم الكولين استريز بدون إحداث أي فعل سام نتيجة تأثيرها (الشكل 18).



الشكل (18) عقار البراليدوكسيم وتحفيزه لإعادة النشاط لجزئ من إنزيم الاستيل كولين استريز قد تم تثبيطه بالفوسفات العضوي ، وفيه يتضح انطلاق الإنزيم النشط وتكوين معقد اوكسيم – فوسفات

ت– **عقار Curare** : ويعطى هذا الدواء لوقف تأثير الاستيل كولين المتراكم نتيجة تثبيط عمل إنزيم الاستيل كولين استريز في مناطق التشابك العصبي العضلي ، ويطلق على هذه العملية بالـ Curarization.

ث– **عقار Hexamethonium** لحماية العقد العصبية من تأثير الاستيل كولين المتراكم.

الجدول (4) تقسيم حالات التسمم بمبيدات الحشرات الفسفورية العضوية وعلاجها على أساس قياسات نشاط إنزيم الاستيل كولين استريز الكاذب بالبلازما . مأخوذ عن (Ecobichon *et al*., 1977)

تقسيم حالات التسمم	% نشاط الإنزيم	العلاج	
		أتروبين	براليدوكسيم
خفيفة	50–20	1 ملغم تحت الجلد	1 غم بالوريد في خلال 20–30 دقيقة
متوسطة	20–10	1 ملغم بالوريد كل 20–30 دقيقة حتى اختفاء إفراز العرق واللعاب وملاحظة تورد الوجه واتساع حدقة العين	
شديدة	10	5 ملغم بالوريد كل 20–30 دقيقة حتى اختفاء إفراز العرق واللعاب وملاحظة تورد الوجه واتساع حدقة العين	1 غم بالوريد كما سبق. إذا لم يلاحظ تحسن يتم إعطاء 1 غم مرة أخرى بالوريد. إذا لم يلاحظ تحسن يتم البدء في تشريب (Infusion) الوريد بمعدل 0.5 غم/ساعة

2- **بالنسبة للمبيدات من مجموعة الكارباميت :** إن علاج حالات التسمم بمبيدات هذه المجموعة يشبه إلى حد كبير علاج التسمم بمبيدات الحشرات الفسفورية العضوية باستثناء أنه في علاج التسمم بالمركبات الكارباماتية ، لا يمكن استخدام الاوكسيمات Oximes كمواد ترياقية أو علاجية وذلك لأنه قد يتسبب في زيادة السمية التي أحدثها الكاربارايل Carbaryl ، كما أظهرت الدراسات أن استخدام البراليدوكسيم Pralidoxime لم يكن له أي تأثير مفيد وذلك لأنه لا يتفاعل مع إنزيم الاستيل كولين استريز الذي حدث له تثبيط بالكارباميت بنفس الأسلوب الذي يتبعه مع الاستيل كولين استريز المفسفر.

أما فيما يتعلق بعقار الديازيبام (Diazepam) الذي يستخدم بجرعة مقدارها 10 ملغم بالحقن تحت الجلد أو بالوريد ، هذا الدواء يدخل في نظام العلاج لكل حالات التسمم بالمبيدات الفسفورية العضوية أو الكارباماتية ولكن بشرط أن تكون حالات التسمم من الدرجة الخفيفة.

مبيدات الحشرات البايروثرويدية المصنعة Synthetic Pyrethroides Insecticides

إن ظهور مركبات البيروثرويدات المصنعة جاء نتيجة حتمية بعد التعرف على البيريثرينات الطبيعية المستخلصة من بعض النباتات والتي كما أسلفنا استخدمت لأول مرة كمادة فعالة في مكافحة الحشرات عام 1854 ، وبالرغم من درجة أمانها الجيدة للحيوانات فإن أثمانها المرتفعة نسبياً وعدم ثباتها على السطوح المعاملة لسرعة تحللها بالضوء دفعت الباحثين إلى محاولة إيجاد مركبات صناعية تشبه إلى حد كبير البيريثرينات الطبيعية لكنها أكثر ثباتاً وكانت نتيجة البحث المتواصل ظهور المركب Allethrin عام 1949 الذي امتاز بثباته النسبي على السطوح المعاملة. تلا ذلك تحضير العديد من هذه المركبات والتي امتازت باختلاف درجة ثباتها وتأثيرها.

وتمتاز مبيدات البايروثرويدات المحضرة صناعياً بأن لها معاملاً حرارياً سالباً وهذا يعني ضرورة استخدامها عند انخفاض درجة الحرارة. ومن العوامل التي ساعدت على انتشار واستخدام هذه المجموعة من المبيدات ما يأتي :

1- إن الجرعات المنخفضة منها كافية لمكافحة الآفات.
2- ذات مدى تأثير واسع على أنواع كثيرة من الآفات.
3- طول فترة نشاطها تشبه وقد تضاهي معظم مبيدات الفسفور العضوية.
4- ذات فاعلية جيدة في مكافحة الحشرات التي اكتسبت صفة المقاومة للمبيدات التابعة لمجاميع أخرى.
5- لها عامل أمان عال Safety Factor ما بين معدلات استخدامها ومعدلات إزالة السمية من قبل الكائنات الراقية ومنها الإنسان.
6- ذات سمية منخفضة على الطيور.
7- لها بعض التأثير الطارد للحشرات.

إلا أن هناك بعض الأمور التي تحد من استخدامها في بعض الأحيان منها:

1- عدم امتلاكها لخاصية المبيدات الجهازية.
2- ضغطها البخاري منخفض لذلك لا تصلح في عمليات التدخين.
3- عند اكتساب الحشرة صفة المقاومة لأي مبيد تابع لمجموعة البايروثرويدات المحضرة صناعياً فإنها ستكتسب المقاومة لجميع مبيدات هذه المجموعة.
4- سامة جداً للمفترسات.
5- سامة جداً لنحل العسل.
6- سامة جداً للأسماك.
7-

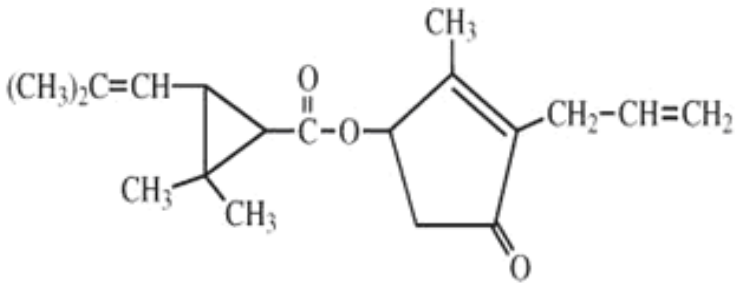
تقسيم مركبات البايروثرويدات المحضرة صناعياً Pyrethroides Classification

هناك العديد من الأسس المعتمدة في تقسيم مركبات هذه المجموعة وهي :

أولاً : بحسب درجة ثباتها According To Pyrethroides Stability

لقد قسم Ware عام 1985 هذه المجموعة وبحسب درجة ثباتها إلى المجاميع الآتية :

1- المجموعة الأولى : وتضم مبيد Allethrin وهو فعال جداً في مكافحة الذباب وأن مادة الاليثرين هي في الواقع خليط لثماني مواد قلوية متماثلة ويتصف هذا المبيد بأنه أكثر ثباتاً لضوء الشمس والحرارة من البايرثرين الطبيعي. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2–allyl-4- Hydroxy-3-metyhyl-2-Cyclope en-1- one ester of 2,2 – dimethyl-3-(2-methyl propenyl)-cyclopropane carboxylic acid

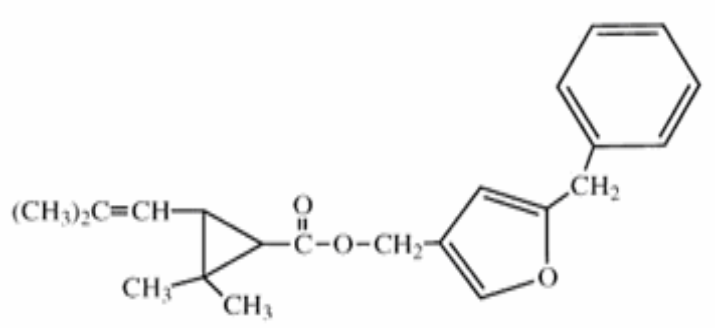
2- المجموعة الثانية : وتضم العديد من المبيدات التي تمتاز بعدم كفاءتها لمقاومة تأثير الضوء ولكنها ذات فاعلية جيدة في مكافحة الآفات الحشرية داخل البيوت الزجاجية ومن مبيدات هذه المجموعة:

أ – مبيد Tetramethrin ويباع تحت أسماء أخرى منها Neo-pynamin و Phthalthrin ويمتاز بفاعليته في مكافحة الذباب.

ب- Phenothrin أو Sumithrin.

ج- مبيد Resmethrin ويسمى أيضاً Synthrin و Chryson.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



5– phenylmethly –3 – furanyl methyl 2,2 dimethyl –3– 2– methyl – I – propenyl cyclopropanecarboxylate

3- المجموعة الثالثة : وتضم مبيدات تمتاز بثباتها لتأثير الضوء وذات قابلية للتطاير ولذا فهي تمثل المجموعة الأولى من هذه المركبات الناجحة للاستخدام الحقلي. ومنها مبيدات:

أ – مبيد Permethrin.

ب- مبيد Fenvalerate ويسمى أيضاً Sumicidin و Pydrin.

4- المجموعة الرابعة : وتمتاز مبيدات هذه المجموعة بسميتها العالية وإمكانية استخدامها بجرعات منخفضة في الحقل لمكافحة الآفات حيث أن الجرعة المنخفضة منها تعادل تأثير خمسة أضعاف الجرعة المستخدمة من مبيدات أخرى. كما تمتاز أيضا بمقاومتها للتحلل بتأثير الضوء ومتبقياتها تمكث في البيئة لأكثر من عشرة أيام.

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

أ – مبيد Cyfluthrin (Baythroid).

ب– مبيد Fenpropathrin (Danitol).

ت– مبيد Tralomethrin (Scout).

ث– مبيد Cypermethrin أو Cymbush و Cynoff و Fenom.

ثانياً : بحسب المجاميع المرتبطة بتركيب الاستر العام

According To The Groups Binding To Esters

وعلى هذا الأساس قسمت مركبات البيريثرويدات المحضرة صناعياً إلى المجاميع التالية :

1– المجموعة الأولى وتضم المبيدات المشابهة لمبيد Decamethrin.

2– المجموعة الثانية وتضم المبيدات المشابهة لمبيد Permethrin.

3– المجموعة الثالثة وتضم المبيدات المشابهة لمبيد Cypermethrin.

4– المجموعة الرابعة وتضم المبيدات المشابهة لمبيد Fenvalerate.

وتختلف المجاميع السابقة فيما بينها بحسب الصيغة الوضعية لها Empirical Formula :

Decamethrin : $C_{22}H_{19}Br_2No_3$

Permethrin: $C_{21}H_{20}Cl_2O_3$

Cypermethrin: $C_{22}H_{19}C_{12}No_3$

Fenvalerate : $C_{25}H_{22}ClNo_3$

ثالثاً : بحسب وجود الاستر أو عدم وجوده According To Presence or Absence of Ester

وعليه تقسم إلى مجموعتين :

1– بايروثرويدات استرية : وتضم اغلب المبيدات التابعة لهذه المجموعة.

2– بايروثرويدات عديمة الاستر: وتضم عدد قليل من مبيدات البيروثرويد ومنها : Etofenprox (Trebon) و Halfenprox (Sirbon).

رابعاً : بحسب مجالات استعمالها According To Their Use

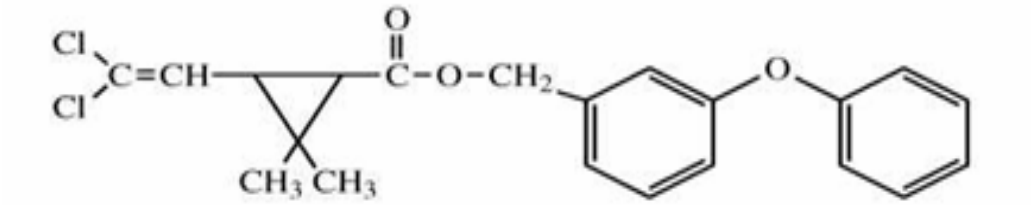
وتقسم إلى :

1– **بايروثرويدات مصنعة للصحة العامة فقط :** هذه المجموعة من المبيدات تمتاز بأن لها قوة صعق عالية للحشرات وانه يمكن تنشيطها باستعمال Piperonly Butoxide وتجهز في الغالب بشكل ايروسولات أو سائل زيتي أو مركز قابل للاستحلاب أو مسحوق قابل للبلل. وقد أظهرت مركبات هذه المجموعة فاعلية عالية في مكافحة البعوض والذباب والصراصير والقمل والبراغيث. ومن مركبات هذه المجموعة Allethrin و Tetramethrin و Phenothrin و Resmethrine و Bioresmethrin.

2– **بايروثرويدات مصنعة للاستعمال الزراعي والصحة العامة :** إن المركبات المصنعة للصحة العامة كانت تستخدم داخل المنازل أو المصانع أو غيرها بعيداً عن ضوء الشمس وذلك لعدم ثباتها وتحللها بسرعة، لذلك لم تجد طريقها في الاستعمال لمكافحة الآفات الزراعية، إلا أن بداية التغيير كانت على يد اليابانيين حين استبدلوا الشق الكحولي وأنتجوا المركبين Phenothrin و Cyphenothrin حيث كان لهذين المركبين ثباتاً جيداً في الضوء واظهر نجاحاً في الاستعمال الخارجي أكثر من المركبات الأخرى. وفي بداية السبعينات كان التغيير الحقيقي نحو تصنيع مبيدات ثابتة ضد التحلل الضوئي وجدت طريقها للاستعمال في الحقل الزراعي، ومما

ساعد على هذا التغيير هو اكتشاف الكحول 3-Phenoxy Benzyl على يد اليابانيين وسمي Sumitomo Alcohol ثم اكتشاف حامض جديد هو Dichlorovinly Chysanthemic acid على يد الباحثين Farkas و Slovak وسمي هذا الحامض بـ Farkas Acid ثم جاء الباحث البريطاني Michel Elliot حيث جمع بين كحول سوميتومو وحامض فركاس لينتج مركب جديد هو Permethrin الذي كان بداية لظهور مبيدات البيروثرويدات المصنعة للاستعمال الزراعي ، في نفس الوقت أنتجت شركة Sumitomo مركبين الأول هو S-5439 وفيه استعملوا كحول سوميتومو مع الحامض 4-Chlorophenyl Acetic Acid Isopropyl أعقب ذلك إنتاج سيانيد وهو α-Cyano-3-Phenoxybenzyl مع نفس الحامض في المركب S-5439. ومن أهم مبيدات هذه المجموعة ما يلي :

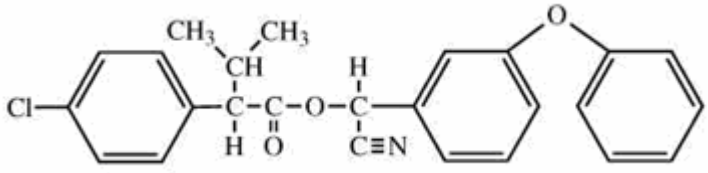
أ – **بيرمثرين Permethrin :** مبيد حشرات يؤثر بالملامسة استخدم بنجاح في مكافحة حشرات الخضراوات وأشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية ونباتات الزينة مثل يرقات حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة ومستقيمة ومتشابهة الأجنحة وحشرات نصفية وثنائية الأجنحة. كما استخدم في مجال الصحة العامة لمكافحة الذباب والبعوض والنمل والصراصير والقمل والبراغيث. هذا المبيد يباع تحت أسماء تجارية كثيرة منها : Ambush و Persect و Coopex و Stomaxin و Pifpaf و Kemrize. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-phenoxybenzyl (1RS)-cis,trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl cyclopropane carboxylate

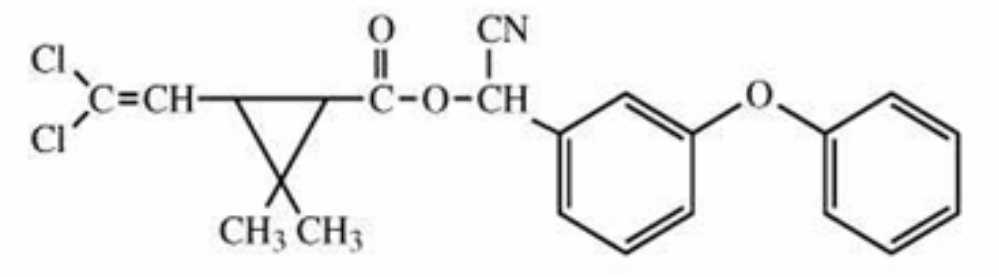
في العراق اقتصر استخدام هذا المبيد في مجال الصحة العامة كمسحوق تعفير لمكافحة القمل والصراصير والحشرات الزاحفة كما استخدم في مكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة.

ب– فينفاليريت Fenvalerate : مبيد حشرات يؤثر بالملامسة استعمل بنجاح لمكافحة مدى واسع من الآفات الحشرية على محاصيل الخضر والفاكهة ونباتات الزينة والمحاصيل الحقلية في العراق عرف هذا المبيد بأسماء متعددة من أشهرها : Chemocidin و Fenkill و Fenirate و Sumicidin و Valerate و Vapcocidin و Yamacidin. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(RS)- a -Cyano-3-phenoxybenzyl (RS)-2-(4-Chlorophenyl)-3-methylbutyrate

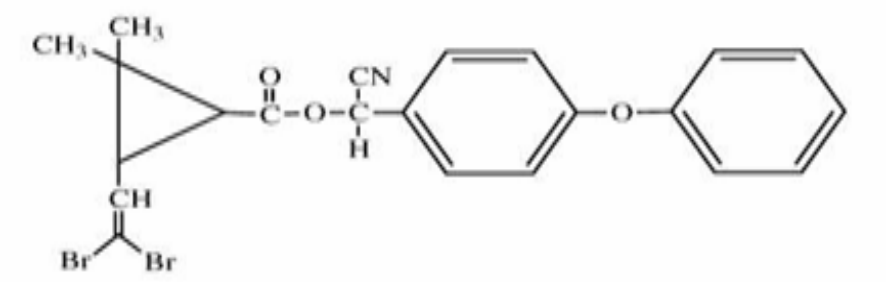
ت– سايبرمثرين Cypermethrin : مبيد حشرات يؤثر بالملامسة استخدم في مكافحة مدى واسع من الحشرات على المحاصيل المختلفة ، وفي العراق اظهر فاعلية في مكافحة حفار ساق الذرة، َمن الحنطة والأرضة ، كما استخدم بنجاح في مكافحة الحشرات ذات العلاقة بالصحة العامة، عرف في السوق العراقية بأسماء عديدة منها : Cyerkill و Cymethrin و Cynoff و Cyper و Demon و Fenom و Ripcord و Sirena و Symbush و Ustaad. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(±)- a -cyano-3-phenoxybenzyl (±)-cis,trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl cyclopropane carboxylate

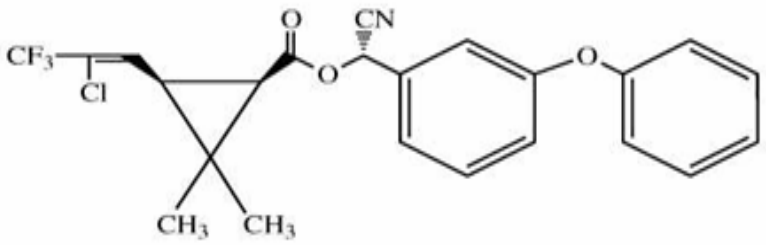
كذلك استخدم لمكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة وتحت أسماء تجارية مختلفة منها : Cyperlod و وCypervet و Ectopor و Ectomethrin و Sniper.

ث- دلتا مثرين Deltamethrin : استعمل هذا المبيد بنجاح في مكافحة الآفات الحشرية الزراعية فضلاً عن نجاحه في مكافحة الحشرات الطائرة والزاحفة ذات العلاقة بالصحة العامة كالبعوض والذباب والصراصير. كما يلاحظ من تركيبه الكيميائي أن الفارق في الرمز الجزئي عن المبيد Cypermethrin هو وجود ذرتي بروم بدلا من ذرتي كلور. اسمه وتركيبه الكيميائي :



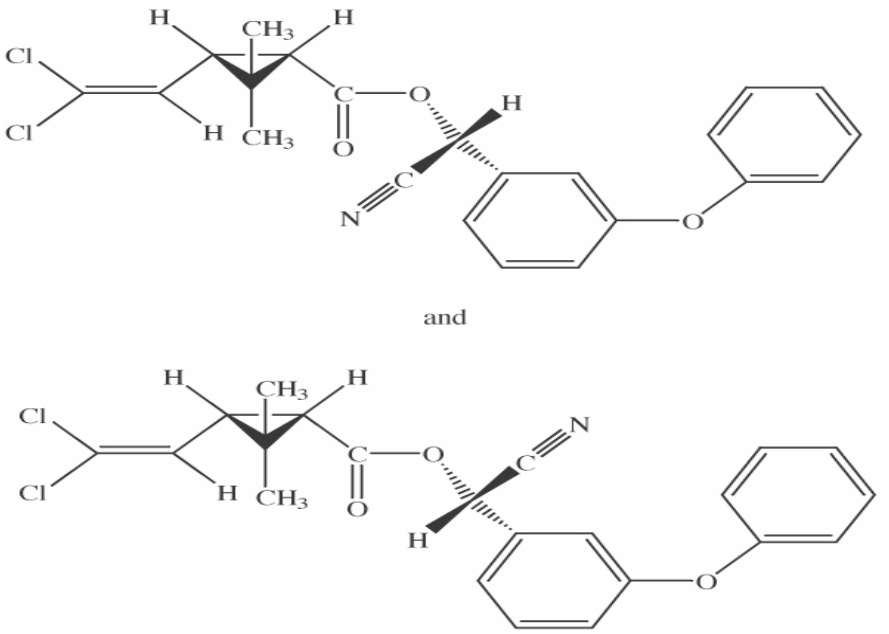
(S)- a -cyano-3-phenoxybenzyl (1R,3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl cyclopropane carboxylate

ج- لامبدا سيهالوثرين Lambda Cyhalothrin : هذا المبيد نال شهرة واسعة في العراق لما أظهره من كفاءة في مكافحة البعوض والصراصر والنمل حيث اشتهر تحت اسم Icon ، كما اظهر كفاءة في الحقل في السيطرة على حشرة بقة إسقاط زهر الطماطة *Creontidas pallidus* في مناطق زراعة الطماطة كما استخدم بنجاح في مكافحة دودة جوز القطن الشوكية والذبابة البيضاء على الخضروات والمن. من أسمائه التجارية في العراق Foenix و Karate و Keratex وهو قابل للخلط مع اغلب مبيدات الحشرات والفطريات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



a -cyano-3-phenoxybenzyl 3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ح- الفاسايبرمثرين Alphacypermethrin : هذا المبيد نال شهرة جيدة في العراق نتيجة فاعليته العالية في مكافحة الذبابة البيضاء على الخضروات ودودة ثمار الطماطة والبق المطرز على الكمثرى وذبابة القرعيات ومن الذرة والسونة على الحنطة والدوباس على النخيل ، فضلاً عن فاعليته في مكافحة الطفيليات الخارجية على حيوانات المزرعة ، ومن أسمائه التجارية في العراق : Alfamide و Alphacyper و Alphamethrate و Alphayam و Bestox و Bestseller و Fastac و Fastox و Stedfast و Superalpha. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Racemate containing (S)-α -cyano-3-phenoxybenzyl (1R)-cis-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl cyclopopane carboxylate & (R)- α-cyano-3-phenoxybenzyl (1S)-cis-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl cyclopopane carboxylate

فضلا عما سبق فان هناك اليوم مركبات عديدة جداً تنضوي تحت هذه المجموعة منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلي : Bifenthrin و Cyfluthrin و Esfenvalerate و Fenpropathrin و Flucythrinate و Fluvalinate.

علامات وأعراض التسمم بالبايروثرويدات المصنعة

Signs and Symptoms of Poisoning By Synthetic Pyrethroids

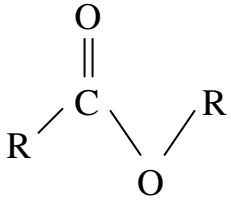
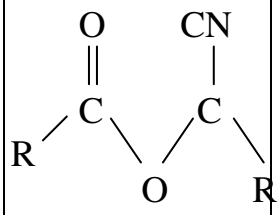
استناداً إلى الأعراض التي تظهر على الحيوانات التي تناولت جرعات سامة بصورة حادة فإنه يمكن تقسيم المبيدات من مجموعة البايروثرويد إلى مجموعتين بحسب أعراض التسمم وكما يلي :

1- مركبات البايروثرويد التي تسبب أعراض التسمم من النوع (T) : وتسببها مركبات البايروثرويد التي لا تحتوي على مجموعة استبدالية من السيانيد بالوضع ألفا (α-Cyano) وتتميز تلك الأعراض بعدم الشعور بالاسترخاء مع عدم توافق حركي والشعور بالإجهاد ثم الشلل وذلك في الصراصير ، أما في الفئران فقد كانت هناك علامات تسمم إضافية متمثلة في سلوك عدواني وزيادة الاستجابة للمنبهات الحسية وارتعاشات بالجسم ، وتحدث هذه الأعراض نتيجة تأثير المركبات على الأعصاب المحيطية Terminal Nerves ولذا تسمى أعراضها من النوع (T).

2- مركبات البايروثرويد التي تسبب أعراض التسمم من النوع (CS) : وتسببها مركبات البايروثرويد المحتوية على مجموعة استبدالية من السيانيد بالوضع ألفا (α-Cyano) وتتميز الأعراض التي تسببها بحالة من زيادة النشاط وعدم توافق حركي وتشنجات في الصراصير وهو عكس ما يحدث في الفئران التي يظهر عليها سلوك غير طبيعي وحدوث ارتعاشات شديدة ونوبات ارتعاشية وحالات من التلوي (Choreoathetosis) وتزايد غزير في إفراز اللعاب بدون تدميع وكان هذا هو سبب إطلاق مصطلح

(CS) على تلك الأعراض اختصاراً لـ Choreoathetosis/Salivation. وتحدث هذه الأعراض نتيجة تأثير مركبات البايروثرويد على الجهاز العصبي المركزي (الجدول 5).

الجدول (5) تقسيم مبيدات الحشرات التابعة لاسترات البيريثرويد على أساس التركيب الكيميائي ونشاطها الحيوي وما تسببه من أعراض تسمم سواءً على الصراصير أو الفئران المختبرية

قسم استرات البيريثرويد	التركيب الكيميائي	علامات التسمم والأعراض		المبيدات
		الصراصير	الفئران / الثدييات	
(القسم الأول) : ويُسبب مجموعة أعراض (T) وهي التي تنتج عن التسمم بمركبات لا تحتوي في تركيبها على ذرة السيانيد.		عدم سكون ، عدم توافق حركي ، إجهاد، شلل.	1- حالة من القلق المتواصل وعدم الإحساس بالهدوء. 2- سلوك عدواني. 3- زيادة الاستجابة. 4- إجهاد. 5- ارتعاشات تشمل الجسم بأكمله. 6- التهاب للجلد. 7- حالة من حساسية الصدر والربو.	Pyrethrin I Allethrin Tetramethrin Resmethrin Phenothrin Permethrin
(القسم الثاني) : ويُسبب مجموعة أعراض [(CS) Choreoathetosis/ Salivation] وهي التي تنتج عن التسمم بمركبات تحتوي في تركيبها على ذرة السيانيد في الوضع ألفا (α-Cyano)		زيادة نشاط ، عدم توافق حركي ، تشنجات.	1- عدم توافق حركي. 2- زيادة نشاط غير عادي. 3- تنميل بالجلد. 4- إحساس بالدوار. 5- تجنب الضوء. 6- احتقان واستسقاء للغشاء المخاطي لباطن الجفن. 7- غثيان وقيئ. 8- إجهاد. 9- ارتعاشات شديدة. 10- نوبات ارتجافية. 11- التلوي (يتلوى من الألم). 12- إسالة للعاب بدون تدميع. 13- تشنجات.	Lambda-Cyhalethrin Deltamethrin

آلية التأثير السام لمبيدات البايروثرويد Mechanism of Toxic Action of Pyrethroids

إن أغلب الأبحاث والدراسات التي اهتمت بدراسة آليات التأثير السام لمركبات البايروثرويد في الحشرات والكائنات الأخرى قد تم تنفيذها خارج جسم الكائن الحي (Invitro) وذلك باستخدام تحضيرات الأعصاب المستخرجة من عدة كائنات مثل الصراصير، جراد البحر ونجم البحر والضفادع ، وقد توصلت هذه الدراسات إلى ما يلي :

1- بالنسبة لمركبات البايروثرويد عديمة السيانيد بالوضع ألفا : وجد أن هذه المركبات تحدث فعلها السام من خلال تأثيرها على قنوات الصوديوم بالأغلفة العصبية مما يسبب حدوث عملية تفريغ عصبي متكرر للأعصاب الحسية والحركية وكذلك حدوث استطالة للجهد السالب وهذا التأثير مشابه إلى حد كبير للتأثيرات التي يحدثها المبيد DDT ، علاوة على ذلك فقد لوحظ أن هذه البيرثرينات تعمل على إحداث تزايد طفيف في الوقت الثابت اللازم لغلق تيار الصوديوم. وعلى الرغم من ذلك ، فإن عملية التفريغ المتكرر قد تظهر

في أي منطقة من الجهاز العصبي لاسيما تلك الموجودة عند النهايات العصبية بمنطقة ما قبل الاشتباك العصبي مما يكون له تأثير شديد على عملية توصيل الرسائل العصبية في منطقة التشابك العصبي (بمعنى الجهاز العصبي المركزي والعقد العصبية المحيطية) مما يؤدي إلى ظهور العلامات والأعراض المشار إليها في الجدول (5) وإن تلك التغييرات لم تكن مصحوبة بعملية إزالة استقطاب أغشية الخلايا العصبية بدرجة كبيرة ولذلك لم يحدث إيقاف لتوصيل النبضة العصبية.

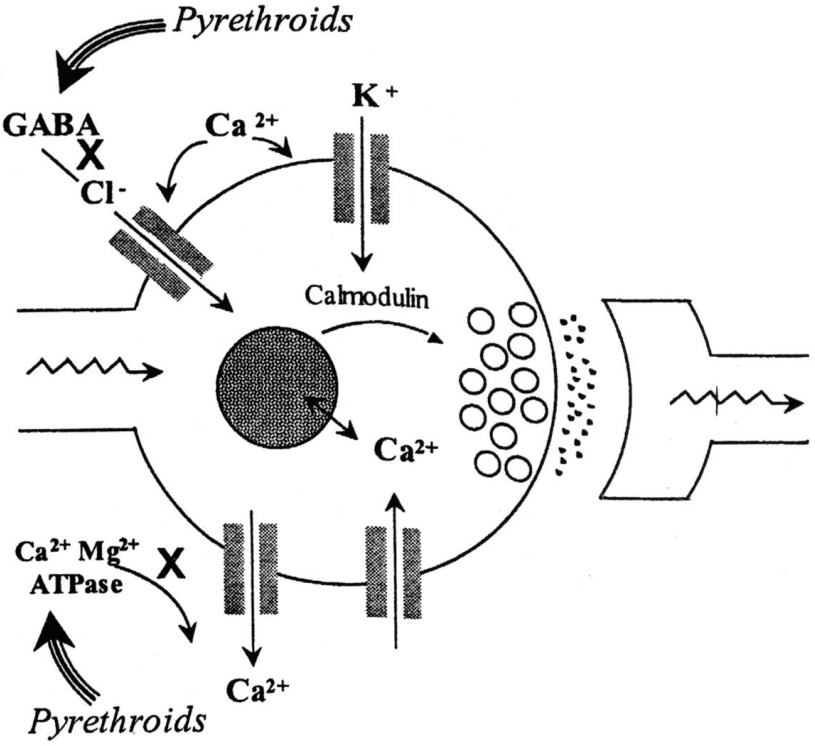
2- بالنسبة لمركبات البايروثرويد ذو السيانيد بالوضع ألفا : هذه المجموعة تعمل على إطالة الوقت الثابت اللازم لإغلاق قنوات الصوديوم ولكن بفارق زمني يقدر بمئات من الملي ثانية وقد يمتد إلى عدة ثوان مما يسبب عملية إزالة للاستقطاب بصورة ثابتة وحدوث إيقاف للتوصيل في محاور الأعصاب الحركية والحسية مما يطيل من إثارة النهايات الحسية بالأعضاء والألياف العضلية ، وفي حقيقة الأمر فإن طبيعة فعل إزالة الاستقطاب قد يكون لها تأثير شديد على الجهاز العصبي الحسي وذلك لأن هذه الأعصاب تميل لأن تحدث تفريغها العصبي حينما يزال استقطابها حتى ولو بدرجة بسيطة ، مما ينتج عنه تزايد في عدد الشحنات المفرغة ، وهذا فقط يمكن أن يبرر سبب إحساس الأشخاص الذين تعرضوا لهذه المركبات من خلال الجلد بحالات من الوخز أو الاحتراق. فضلاً عن ذلك فإن عملية إزالة الاستقطاب عند النهايات العصبية بمنطقة ما قبل الاشتباك العصبي قد تؤدي إلى زيادة انسياب الناقل الكيميائي للرسائل العصبية مما ينتج عنه حدوث اضطرابات شديدة في عملية نقل الرسائل العصبية في مناطق الاشتباك العصبي ومن ثم تظهر أعراض التسمم التي تتميز بها مركبات النوع الثاني من البايروثرويد (الجدول 5).

3- تعمل استرات البايروثرويد ولاسيما المبيدات Permethrin و Cypermethrin و Deltamethrin على تثبيط ما يلي :

أ – تثبيط إنزيم Ca, Mg-ATPase ومن ثم تتداخل مع عملية إزالة الكالسيوم من النهايات.

ب- حدوث ارتباط مع مستقبلات Gama Amino Butyric Acid (GABA) في قنوات الكلورايد.

ت- تثبيط الجزئ البروتيني الكالموديولين Calmoduline الذي يرتبط بأيونات الكالسيوم ومن ثم تزداد مستويات الكالسيوم الحر في نهايات العصب مما يؤثر على انسياب المادة الناقلة للرسائل العصبية (الشكل 19).



الشكل (19) الميكانيكية الخلوية المقترحة والتي من خلالها تتداخل استرات البيريثرويد مع وظيفة الألياف العصبية. وهذا يتمثل في : 1- حدوث تثبيط لإنزيم

(Ca+, Mg+-ATPase) ومن ثم يحدث تداخل مع عملية إزالة الكالسيوم من النهايات ، 2- حدوث ارتباط مع مستقبلات جابا (GABA) في قنوات الكلوريد ، 3- تثبيط للجزيء البروتيني الكالموديولين (Calmoduline) الذي يرتبط بأيونات الكالسيوم ومن ثم تزداد مستويات الكالسيوم الحر في نهايات العصب مما يؤثر على انسياب المادة الناقلة للرسائل العصبية (عن Ecobichon ، 1996)

علاج التسمم بمركبات البايروثرويد Treatment of Poisoning By Pyrethroids

لا توجد مادة متخصصة حتى الآن تعمل على تضاد الفعل السام للمبيدات البايروثرويدية ولكن يمكن استخدام بعض الأدوية المهدئة مثل الديازيبام (Diazepam) أو الفينوباربيتال (Phenobarbital) التي تعمل على استرخاء العضلات وخفض مستويات التشنج. كذلك يفضل إعطاء المتسمم الحليب لزيادة معدلات إزالة السمية من الجسم.

مبيدات الحشرات النيونيكوتينية Neonecotinoides Insecticides

وتسمى ايضا باشباه النيكوتين الجديدة ، هذه المجموعة من المبيدات تشكل عائلة كيمياوية جديدة تضم العديد من مبيدات الحشرات حيث ظهرت لاول مرة في تسعينات القرن العشرين ، وكان المبيد Imidacloprid اول مبيد تم تسويقه في الولايات المتحدة الامريكية ، واصبحت هذه المجموعة اليوم تضم العديد من مبيدات الحشرات الجهازية الجديدة التي استخدمت بنجاح لمكافحة الحشرات ذات اجزاء الفم الثاقبة الماصة . ولهذه المجموعة من المبيدات العديد من المميزات هي :

1- تؤثر عن طريق المعدة وبالملامسة .

2- متبقياتها تبقى فترة طويلة نسبيا .

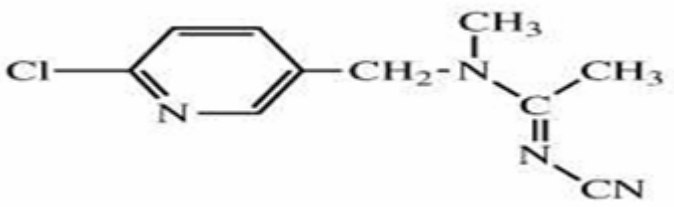
3- مبيدات جهازية وموضعية التاثير ايضا .

4- سامة لنحل العسل اثناء الرش وتاثيرها السام في النحل يمتد لخمسة ايام من تاريخ اخر معاملة .

5- بشكل عام مبيداتها غير سامة للنباتات .

استخدم العديد من مبيدات هذه المجموعة في العراق لمكافحة العديد من الافات الحشرية والاكاروسية ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ماياتي :

1- **اسيتامبرد Acetamiprid** : ينتمي هذا المبيد إلى مجموعة الـ Acetamifine ويباع تجارياً تحت أسماء Conquest , Beticol . في العراق استخدم بنجاح في مكافحة ناخرة أوراق الطماطة والذبابة البيضاء على محصول الطماطة والباذنجان والقطن. اسمه وتركيبه الكيميائي :

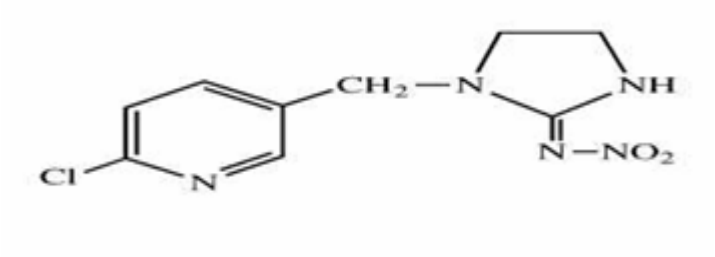


(E)- N 1 -((6-chloro-3-pyridyl)methyl)- N 2 -cyano- N 1 -methylacetamidine

2- **اميداكلوبريد Imidacloprid** : مبيد حشرات جهازي استخدم لرش المجموع الخضري أو التربة أو معاملة البذور لمكافحة العديد من الآفات الحشرية التي تهاجم المزروعات وبالأخص القفازات وصانعات الأنفاق والحشرات القشرية والبق الدقيقي والبسليد والثربس والذبابة البيضاء ، يباع هذا المبيد بشكل مساحيق تعفير ومحببات ومركزات قابلة للاستحلاب ومسحوق قابل للبلل وسائل انسيابي لمعاملة البذور ، يباع تجارياً تحت أسماء مختلفة منها :

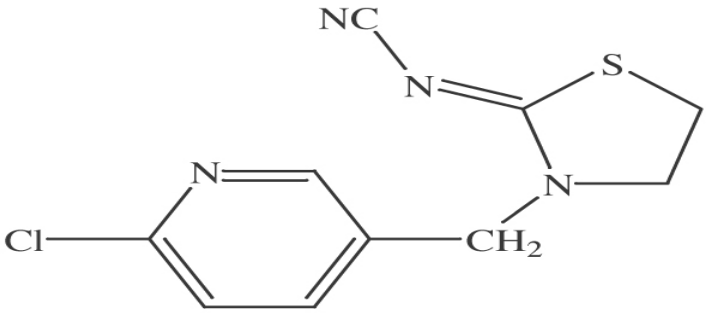
Confidor , Commando , Commodor , Gaucho , Gachate , Confidate.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



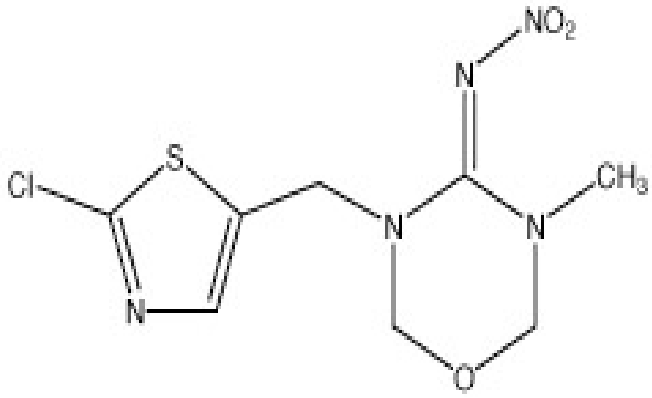
1-(6-chloro-3-pyridin-3-ylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylidenamine

3- ثاياكلوبريد Thiacloprid : مبيد حشرات جهازي ذو فاعلية جيدة في مكافحة العديد من الحشرات على اشجار الفاكهة خاصة الحشرات ذات اجزاء الفم الثاقبة الماصة كالذباب الابيض والمن ، في العراق اظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة خنفساء كولورادو البطاطا . يباع هذا المبيد في العراق تحت اسم Calypso اسمه وتركيبه الكيميائي :



(2Z)-3-[(6-chloro-3-pyridinyl)methyl]-1,3-thiazolidin-2-ylidenecyanamide

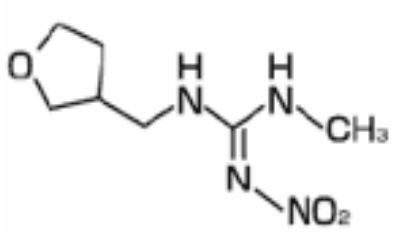
4- ثاي ميثوكسام Thiamethoxam : خاص بمعاملة الاوراق النباتية والتربة لمحاصيل الحمضيات واللهانه والقطن والنفضيات والخضراوات الثمرية والورقية وغيرها ، اسمه وتركيبه الكيمياوي كما يلي:



3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine

وقد عرف هذا المبيد في العراق باسم Cnisier و Actasa واستعمل في معاملة بذور الحنطة لمكافحة الحشرة القشرية الرخوة.

5-**داينوتيفيوران Dinotefuran :** مبيد حشرات ذو فاعلية جيدة في مكافحة الذباب الابيض والديدان القارضة في حقول الخضراوات . اسمه وتركيبه الكيميائي :



:

(RS)-1-methyl-2-nitro-3-(tetrahydro-3-furylmethyl) guanidine

آلية التأثير السام لمبيدات النيونيكوتينية Mechanism of Toxic Action of Neonicotinoides :

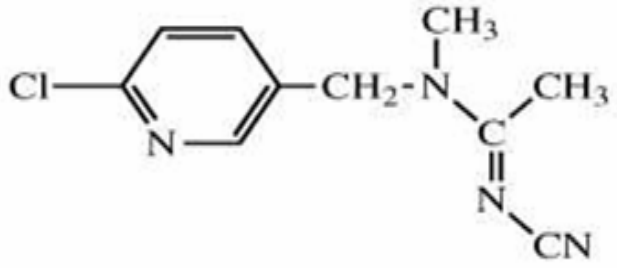
إن آلية التأثير السام للمبيدات التابعة لهذه المجموعة تشبه إلى حد كبير آلية التأثير السام للنيكوتين ، حيث تعمل مركبات هذه المجموعة عن طريق منافستها لمادة الاسيتايل كولين Acetylcholine والمسؤولة عن نقل الرسائل العصبية كيميائيا في مناطق الاشتباك العصبي Synapse وترتبط مركبات هذه المجموعة ارتباطا لا عكسيا Irreversible مع مستقبلات الاسيتايل كولين الموجودة في مناطق ما بعد الاشتباك العصبي وذلك لتشابه تركيبها الفراغي مع مركبات هذه المجموعة مما يؤدي إلى تراكم مادة الاسيتايل كولين وبالتالي استمرار تنبيه الجهاز العصبي لعدم قدرة إنزيم الاسيتايل كولين استريز Acetylcholinesterase على تحليل مركبات هذه المجموعة لا نها ليست اسيتايل كولين وهذا بالطبع يؤدي إلى توقف الرسائل العصبية وموت الكائن الحي .

مبيدات حشرات من مجاميع متفرقة Miscellaneous Insecticides

إن ظهور صفة مقاومة المبيدات في العديد من الآفات الحشرية والاكاروسية دفع الباحثين إلى محاولة إيجاد مبيدات لا تنتمي إلى المجاميع السابقة التي تمتاز بتشابه طريقة تأثيرها وذلك في محاولة لتأخير ظهور صفة المقاومة أولا والرغبة أيضا في إيجاد مركبات أكثر كفاءة واقل خطراً على البيئة ثانياً وكانت النتيجة الحتمية لهذه العملية هو اكتشاف عدد كبير من مبيدات الحشرات التي تنتمي لمجاميع كيميائية مختلفة ومنها :

1- اسيتامبرد Acetamiprid

يباع تجارياً تحت أسماء Beticol و Conquest. في العراق استخدم بنجاح في مكافحة ناخرة أوراق الطماطة والذبابة البيضاء على محصول الطماطة والباذنجان والقطن. اسمه وتركيبه الكيميائي :

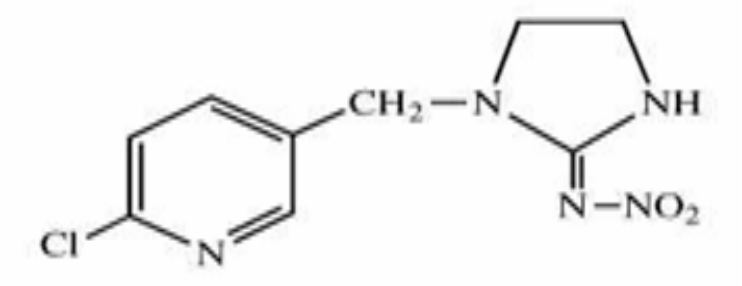


(E)- N 1 -((6-chloro-3-pyridyl)methyl)- N 2 -cyano- N 1 -methylacetamidine

2- اميداكلوبريد Imidacloprid

مبيد حشرات جهازي استخدم لرش المجموع الخضري أو التربة أو معاملة البذور لمكافحة العديد من الآفات الحشرية التي تهاجم المزروعات وبالأخص القفازات وصانعات الأنفاق والحشرات القشرية والبق الدقيقي والبسليد والثربس والذبابة البيضاء ، يباع هذا المبيد بشكل مساحيق تعفير ومحببات ومركزات قابلة للاستحلاب ومسحوق قابل للبلل وسائل انسيابي لمعاملة البذور ، يباع تجارياً تحت أسماء مختلفة منها : Commando و Commodor و Confidate و Confidor و Gachate و Gaucho.

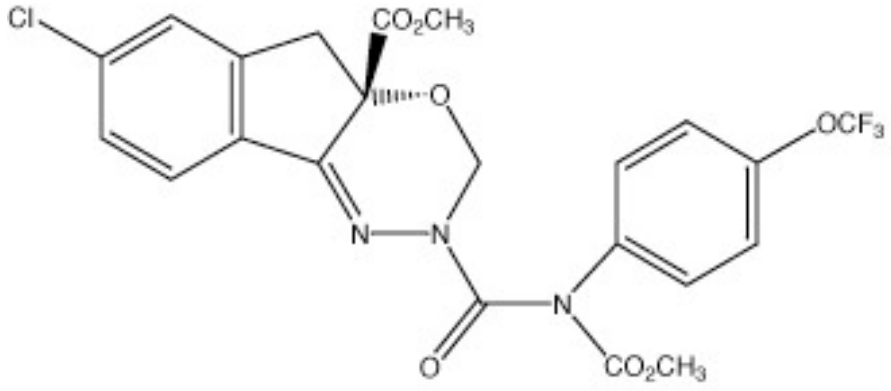
اسمه وتركيبه الكيميائي :



1-(6-chloro-3-pyridin-3-ylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylidenamine

3- اندوكساكارب Indoxacarb : هذا المبيد يمثل مجموعة جديدة أنتجته شركة دوبونت الفرنسية يعود لمجموعة Oxadiazineويباع تجارياً تحت اسم Avaunt يمتاز هذا المبيد بانخفاض سميته للبائن حيث أن قيمة LD_{50} عن طريق الفم للجرذان تزيد عن 5000 ملغم/كغم، استخدم بنجاح في مكافحة دودة ثمار الطماطة ، كما اظهر فاعلية عالية في مكافحة الديدان القارضة ويستخدم بمعدل 0.25 مل/لتر ماء، ويجهز بصورة مركز ذواب 15%. يؤثر هذا المبيد عن طريق تاثيره او اغلاقه لقنوات الكلورايد في الخلايا العصبية .

اسمه وتركيبه الكيميائي :

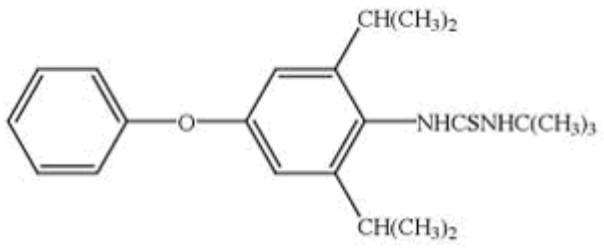


(S)-methyl7-chloro-2,5-dihydro-2-[[(methoxycarbonyl)[4-(trifluoromethoxy)

phenyl]amino]carbonyl]indeno[1,2-e] [1,3,4]oxadiazine-4a(3H)-carboxylate

4- ديا فينثيورون Diafenthiuron : مبيد حشرات من مجموعة Thiourea ويمتاز بانخفاض سميته إذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد أكثر من 2000 ملغم/كغم. استخدم بنجاح في مكافحة الذبابة البيضاء على الطماطة والباذنجان. في العراق يباع تجارياً تحت الأسماء Pegasus و Polo.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



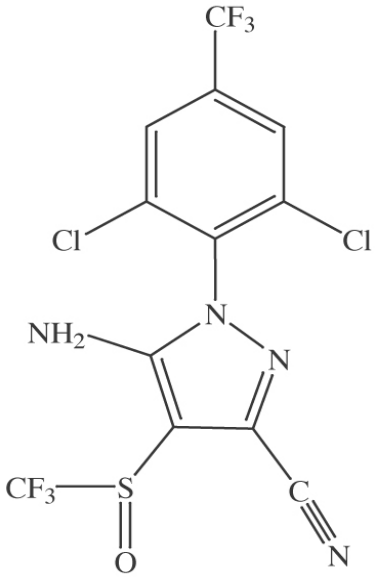
N-[2,6-bis(1-methylethyl)-4-phenoxyphenyl]-*N'*-(1,1-dimethylethyl)thiourea(CAS); 1-

tert-butyl-3-(2,6-di-isopropyl-4-phenoxyphenyl)thiourea (CAS)

5- فيبرونيل Fipronil : مبيد حشرات ينتمي إلى مجموعة Phenyl Pyrazole يباع تجارياً تحت أسماء مثل : Adonis و Regent و Termidor. استخدم بنجاح لمكافحة الحميرة والدوباس على النخيل والثربس على محصول القطن، كما استخدم بنجاح لمكافحة الأرضة على الحمضيات ، كما أظهرت دراسة حديثة أن

هذا المبيد أعطى حماية لمدة تزيد عن السنة للأخشاب المعاملة به من الإصابة بالأرضة عندما استخدم بالتراكيز 1 و 2%.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



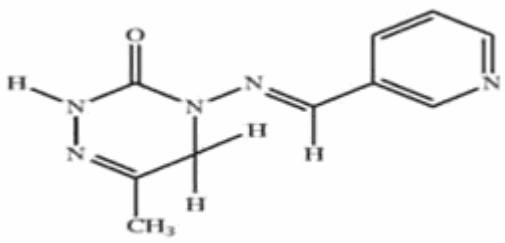
(5-amino-1-(2,6-dichloro-4-(trifluoromethyl)phenyl)-4-((1,R,S)-(trifluoromethyl)su-1-H-pyrasole-3-carbonitrile)

ويحدث هذا المبيد تأثيره السام عن طريق غلقه لقنوات الكلورايد Chloride channelsفي الجهاز العصبي المركزي ، فضلا عن تسببه في حدوث خلل لمستقبلات كاما حامض بيوتريك Gama Butyric Acid (GABA) مما يؤدي إلى إعاقة اخذ ايون الكلور مما يزيد من تنبيه الجهاز العصبي وموت الحشرة .

كذلك وجد أن فيبرونيل – سلفون Fipronil-Sulfone وهو ناتج ايض Fipronil أكثر سمية بعشرين مرة للبائن من المبيد الأصلي Fipronil .

6- بايمتروزين Pymetrozine : مبيد حشرات من مجموعة Azomethine اظهر فاعلية جيدة في مكافحة المن على القطن والذبابة البيضاء على الخضر والفاكهة ، بمعدل 0.5 مل/لتر ماء ذو سمية منخفضة على اللبائن إذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد أكثر من 2000 ملغم/كغم. يباع تجارياً تحت الأسماء Chess و Plenum .

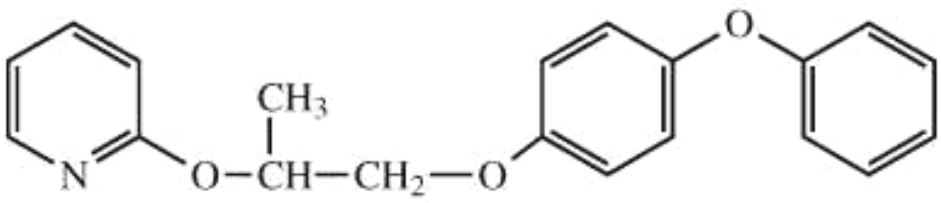
اسمه وتركيبه الكيميائي :



1,2,4-triazin-3(2H)-one, 4,5-dihydro-6-methyl-4-[(3- pyridinylmethylene) amino]

7- بايربيروكسفين Pyriproxyfen : مبيد حشرات ينتمي إلى مجموعة Phenylether استخدم بنجاح لمكافحة حفار أوراق الطماطة والذبابة البيضاء على محصول القطن وبمعدل 0.2–0.5 مل لتر ماء. سميته منخفضة للبائن إذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد أكثر من 2000 ملغم/كغم. يباع تجارياً تحت اسم Admiral.

اسمه وتركيبه الكيميائي :

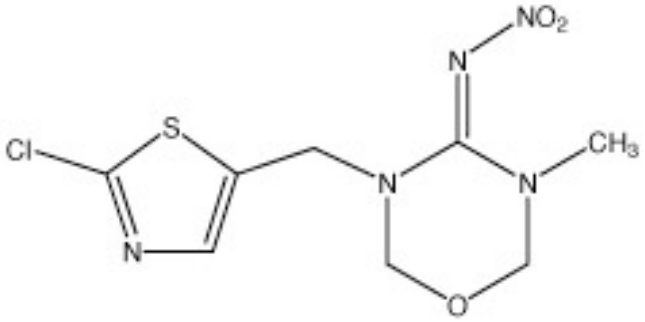


2-[1-methyl-2-(4-phenoxyphenoxy)ethoxy]pyridine

8- ثاي ميثوكسام Thiamethoxam

مبيد حشرات جهازي من مجموعة Neonicotinoid استخدم بنجاح لمعاملة البذور لمكافحة الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة حيث أعطى نتائج جيدة في حماية بادرات القطن من الإصابة بثربس القطن ، فضلاً عن استخدامه في مكافحة الذبابة البيضاء على القطن والبق المطرز على الكمثرى والمن والحشرة القــشرية على الحمضيات وحفار ساق الذرة والحشرة القشرية الرخوة على الحنطة والدوباس على النخيل والسونة على الحنطة ، وهو ذو سمية منخفضة على اللبائن. يباع تجارياً تحت الأسماء Actara و Cruiser.

اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine

الفصل السابع

مبيدات الحشرات العضوية المصنعة بطيئة المفعول

Slow Acting Synthetic Organic Insecticides

- مقدمة
- مثبطات نمو الحشرات المصنعة
- سمية مثبطات نمو الحشرات المصنعة
- آلية التأثير السام لمثبطات نمو الحشرات المصنعة
- المركبات الطاردة
- المركبات الجاذبة
- آلية عمل المركبات الجاذبة
- المركبات المانعة للتغذية
- آلية عمل مانعات التغذية
- المركبات العاقمة
- آلية عمل العاقمات الكيميائية

مقدمة Introduction

تعد مبيدات الحشرات العضوية المصنعة بطيئة المفعول من مبيدات الحشرات المهمة وذلك لأنها في الغالب تقع ضمن المبيدات التي يطلق عليها بالمبيدات صديقة البيئة وذلك لأنها متخصصة بدرجات متباينة لحد ما ، أي أنها منتخبة للآفات الحشرية المستهدفة بالمكافحة فضلاً عن أن تأثيرها القاتل لا يظهر بشكل مباشر أو سريع وإنما قد يتأخر إلى عدة أيام ولكن تبقى النتيجة لهذه المركبات هو خفض أعداد الحشرات نتيجة تأثيرها في نمو وتطور الحشرة أو نتيجة الجوع أو خفض القدرة التكاثرية للحشرة وذلك من خلال قدرة هذه المركبات في التأثير في سلوكية الحشرات بالشكل الذي يؤدي إلى خفض أعدادها. وقد بدأت هذه المجموعة من المركبات احتلال مواقع متميزة في أنظمة إدارة الآفات الحشرية بشكل واضح ومميز لما لعبته من دور فعال في مثل هذه الأنظمة ، لذلك سنحاول في هذا الفصل تناول أهم مجاميع هذه المركبات وبيان مميزاتها.

مثبطات نمو الحشرات المصنعة Synthetic Insect Growth Inhibitors

إن ظهور هذه المجموعة من المركبات جاء نتيجة لمحاولات التغلب على ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، هذه المركبات تعرف بمثبطات تطور الحشرات Insect Development Inhibitors وتمتاز هذه المركبات بتخصصها مما يجعلها أمينة الاستخدام تماماً على الإنسان والحيوانات الفقرية لاسيما وان دورها لا يتعدى سوى الإخلال بالعمليات الفسيولوجية والكيموحيوية للحشرات وان طريقة تأثيرها في الحشرات لا تتم بنفس الطريقة التي تتم فيها في الحيوانات الراقية فضلاً عن أن الهرمونات الحشرية المعروفة التي تتحكم في عمليات الانسلاخ والتطور تختلف في تركيبها الكيميائي عن الهرمونات التي توجد في الفقريات لعدم حدوث مثل تلك العمليات فيها أساسا. إن التطور الحاصل في مجال الكيمياء العضوية والحياتية أدى إلى تخليق مجموعة من المركبات التي تعمل على تثبيط نمو الحشرات والتي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيستين هما :

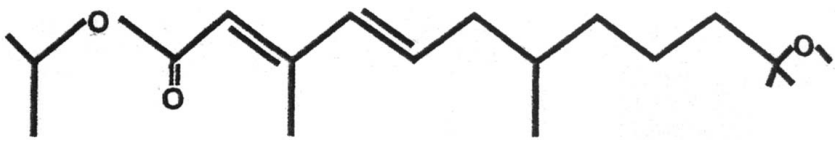
المجموعة الأولى : مشابهات منظمات نمو الحشرات Insects Growth Regulator Mimics

المجوعة الثانية : مثبطات تصنيع الكايتين Chitin Synthesis

المجموعة الأولى : مشابهات منظمات نمو الحشرات Insects Growth Regulators Mimics

وهي مجموعة من المركبات الكيميائية التي تؤثر في نمو الحشرات بطريقة مشابهة لعمل هرمون الشباب والانسلاخ ومن أهم منظمات نمو الحشرات المستخدمة في مكافحة الحشرات ما يلي:

1- **ميثوبرين Methoprene** : منظم نمو استعمل لمكافحة العديد من الآفات الحشرية التابعة لرتب غمدية الأجنحة وثنائية الأجنحة ومتشابهة الأجنحة والبراغيث ، لها العديد من الأسماء التجارية منها Altosid و Dianex و Manta ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



Isopropyl (2E,4E)-11-methoxy-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadienoate

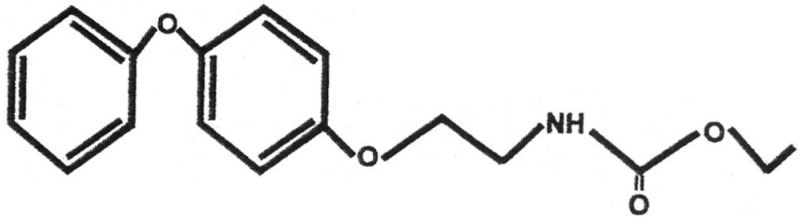
2- **هايدروبرين Hydroprene** : منظم نمو استخدم لمكافحة الصراصر والحشرات التابعة لغمدية الأجنحة ومستقيمة الأجنحة ، ومن أسمائه التجارية Gen-Trol و Mator ، اسمه وتركيبه الكيميائي :

Ethyl (2E,4E)-3,7,11-trimethyldodeca-2,4-dienoate

3- **كينوبرين Kinoprene** : منظم نمو يستعمل لمكافحة حشرات المَنّ والذباب الأبيض في الزراعة المغطاة ويباع تجارياً تحت اسم Enstar ، اسمه وتركيبه الكيميائي :

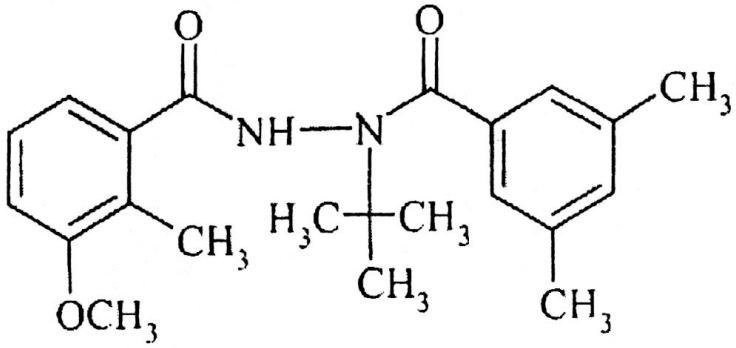
2-Propynyl (s)-(E,E)-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadiendate

4- **فينوكسي كارب Fenoxycarb** : أحد مشابهات هرمون الشباب الذي ينتمي إلى مجموعة Phenoxyphenoxy ويباع تجارياً تحت الاسم Insegar لمكافحة نمل النار على أشجار التفاحيات ، كما يباع تحت الاسم Preclude لمكافحة الحشرات في الزراعة المغطاة ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



Ethyl [2-(4-Phenoxyphenoxy) ethyl] carbamate

5- **ميثوكسي فينوزايد Methoxyfenozide** : من مشابهات هرمون الانسلاخ وهو مضاد لعملية الانسلاخ استخدم بنجاح لمكافحة العديد من الآفات الحشرية على محاصيل الخضر وأشجار الفاكهة وخاصة حشرات حرشفية الأجنحة ، كما أظهر فاعلية جيدة في مكافحة دودة درنات البطاطا ويعود لمجموعة Diacylhydrazine ، عرف في العراق بالاسم التجاري Runner ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-(3,5-dimethyl benzoyl)-N-tert-butyl-(2-methyl,3-methoxy benzoyl) hydrazide

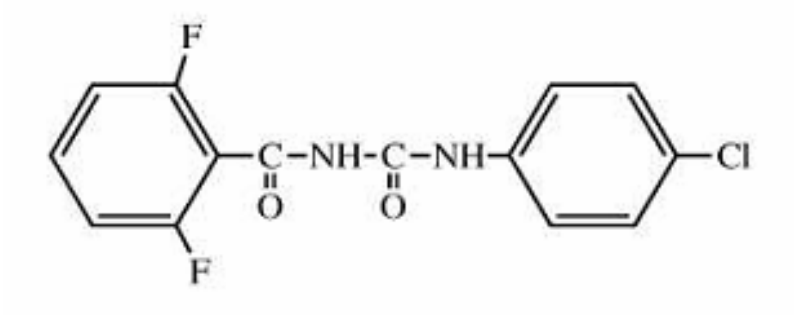
المجوعة الثانية : مثبطات تصنيع الكايتين Chitin Synthesis Inhibitors

وهي مجموعة من المركبات العضوية المصنعة التي تتداخل مع عملية تصنيع الكايتين في مفصليات الأرجل وتعمل على إعاقة عملية تكوين الكايتين بما يؤدي إلى موت الحشرات.

أولاً : مركبات البنزول يوريا Benzoylurea

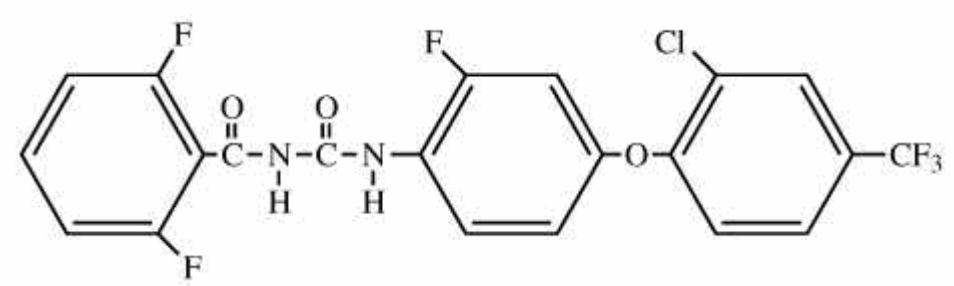
تضم هذه المجموعة اليوم عدداً من المبيدات التي أظهرت فاعلية جيدة في مكافحة يرقات حشرات حرشفية الأجنحة ومن هذه المبيدات :

1- **مبيد Diflubenzuron** : وهو من أوائل مثبطات نمو الحشرات التي تم تصنيعها وتسويقها تحت اسم Difuse و Dimilin. حيث استخدم بنجاح في مكافحة دودة جوز القطن الشوكية ، ويمتاز بانخفاض سميته إذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد 10 غم/كغم ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

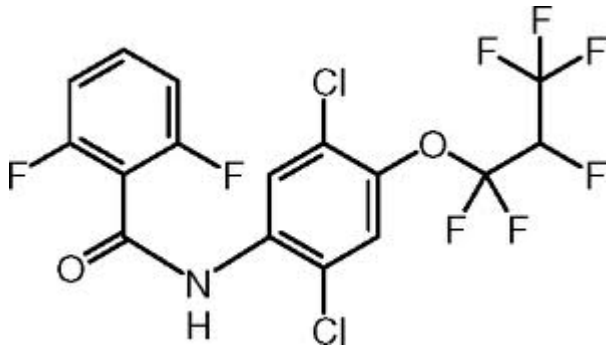
2-**مبيد Flufenoxuron :** إن نجاح المبيد الأول شجع على تصنيع مركبات أخرى فكان مبيد Flufenoxuron الذي استخدم بنجاح أيضاً في مكافحة دودة جوز القطن الشوكية. تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد أكثر من 2 غم/كغم ويباع تجارياً تحت اسم Cascade. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1[4-(2-chloro-α,α,α-trifluoro-P-tolyloxy)-2-fluorophenyl]-3-(2,6-

difluorobenzoyl) urea

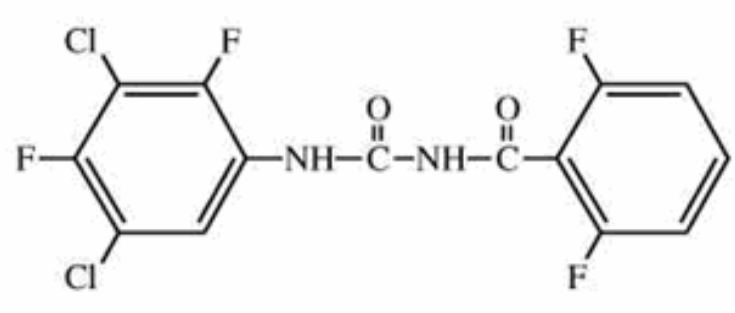
3- **مبيد Lufenuron :** استخدم هذا المبيد في العراق لمكافحة ديدان الثمار ومنها دودة ثمار الطماطة ودودة جوز القطن الشوكية وتم تسويقه تحت الاسم Match ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-[[[2,5-dichloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoropropoxy) phenyl]amino]carbonyl]-2,6-

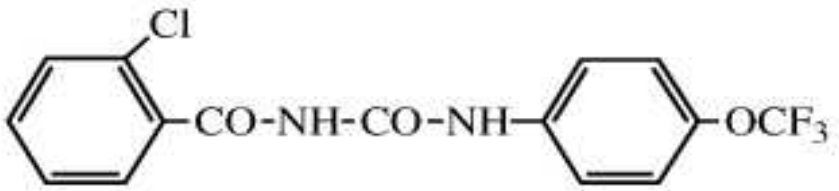
difluorobenzamide

4- **مبيد Teflubenzuron :** استخدم هذا المبيد لمكافحة حفار ساق الذرة ويمتاز أيضاً بسميته المنخفضة إذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد أكثر من 2 غم/كغم ويباع تجارياً تحت اسم Nomolt ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



1-(3,5-dichloro-2,4-difluorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

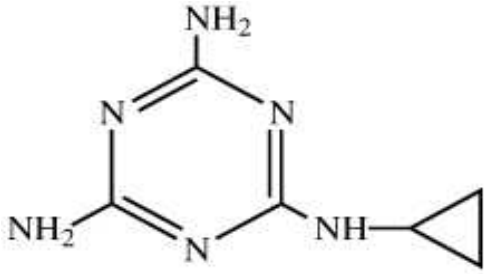
5-**مبيد Triflumuron :** هو كالمبيدات السابقة استخدم لمكافحة دودة ورق القطن ودودة جوز القطن الشوكية ، اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-chloro-N-[[[4-(trifluoromethoxy) phenyl] amino] carbonyl] benzamide

ثانياً : مركبات الترايازين Triazine

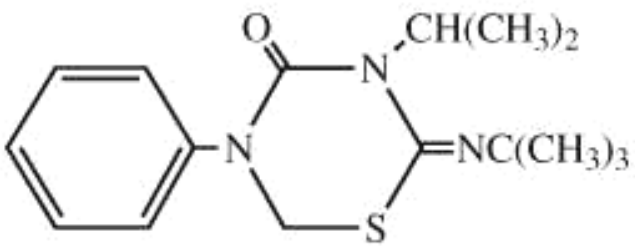
هذه المجموعة تضم مبيد نال شهرة جيدة في العراق في مكافحة الذباب في حظائر الحيوانات حيث يخلط مع العلف بواقع 0.5–1 كغم/طن علف ومتبقياته تبقى في الروث لقتل يرقات الذباب ويباع تجارياً تحت اسم Larvadex ، مادته الفعالة هي Cyromazine ، كما يباع تجارياً أيضا تحت اسم Trigard لمكافحة ناخرات الأوراق من ذات الجناحين على الطماطة واللوبيا وغيرها من محاصيل الخضر.



N-cyclopropyl-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine

ثالثاً : مركبات الثاياديازين Thiadiazin

ومن المبيدات الشائعة لهذه المجموعة مبيد Buprofezin واسمه التجاري Applaud استخدم هذا المبيد بنجاح في مكافحة الذبابة البيضاء على الباذنجان ويمتاز أيضا بانخفاض سميته للبائن. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-tert-butylimino-3-isopropyl-5-phenylperhydro-1,3,5-thiadiazin-4-one

سمية مثبطات نمو الحشرات المصنعة Toxicity of Synthetic Insect Growth Inhibitors

هناك العديد من العوامل التي جعلت سمية هذه المجموعة من المركبات على اللبائن قليلة مقارنة بمجاميع المبيدات الأخرى ، ومن هذه العوامل ما يلي :

1- قلة استخدامها بالمقارنة ببقية مجاميع مبيدات الحشرات كمبيدات الفسفور والكارباميت العضوية وحتى البايروثرويدية.

2- تخصص مثبطات نمو الحشرات في التأثير على عملية تصنيع الكايتين وعليه فهي تؤثر في الكائنات التي تحتوي على الكايتين فقط وبذلك تكون غير سامة للبائن.

إن أغلب المعلومات المتاحة عن سمية هذه المركبات جمعت من الدراسات الخاصة بسمية المركب Dimilin والذي يعد واحداً من أشهر مركبات هذه المجموعة والتي يمكن تلخيصها في النقاط التالية.

1- بالنسبة للسمية الحادة لمركب Dimilin فهي سمية منخفضة إذ قدرت قيمة LD_{50} عن طريق الفم للفئران بـ 4640 ملغم/كغم ، فيما بلغت قيمة LD_{50} عن طريق الجلد على الفئران 10 غم/كغم.

2- بالنسبة للسمية المزمنة وجد أن مركب Dimilin سبب بعض التغيرات في دم القط التي تعرضت لفترات زمنية طويلة له ، كذلك وجد أن تعرض بعض الطيور الداجنة مثل الديك الرومي لفترة 90 يوماً للديميلين المخلوط مع العلف قد تسبب في انخفاض مستويات هرمون Testosterone بعد 42 يوماً من التعرض.

3- لم يسجل للديميلين Dimilin أي تأثير في القدرة التناسلية أو إحداث التشوهات والطفرات الوراثية أو إحداث السرطان.

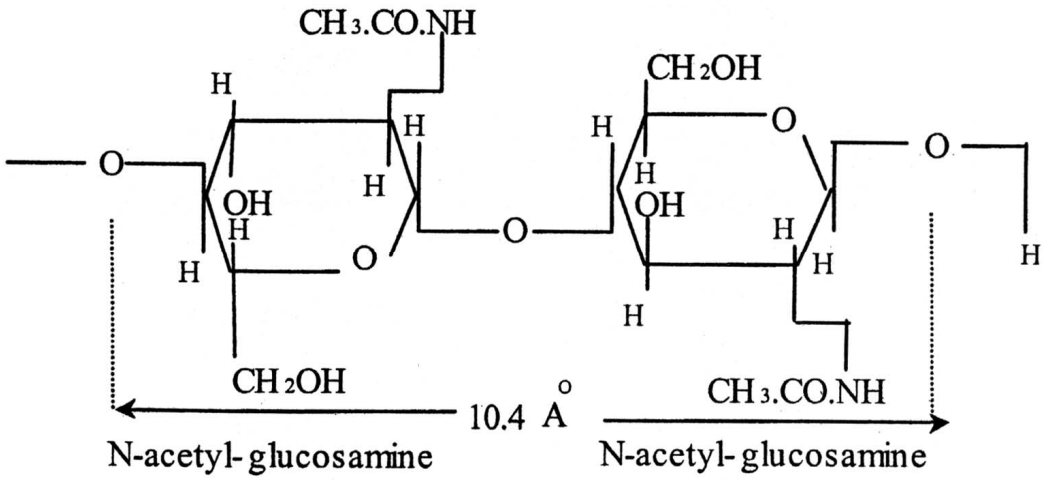
4- لم تسجل للديميلين أيضاً أية تأثيرات بيئة ضارة ، إلا أنه قد تكون هناك تأثيرات سامة لمركبات أخرى حديثة تابعة لنفس المجموعة لذلك لا يجب الاعتماد الكلي على النتائج الدالة على انخفاض سمية مركب الديميلين للحكم على مركب آخر له ميكانيكية فعل مشابهة.

آلية التأثير السام لمثبطات نمو الحشرات المصنعة

Mechanism of Toxic Action of Synthetic Insects Growth Inhibitors

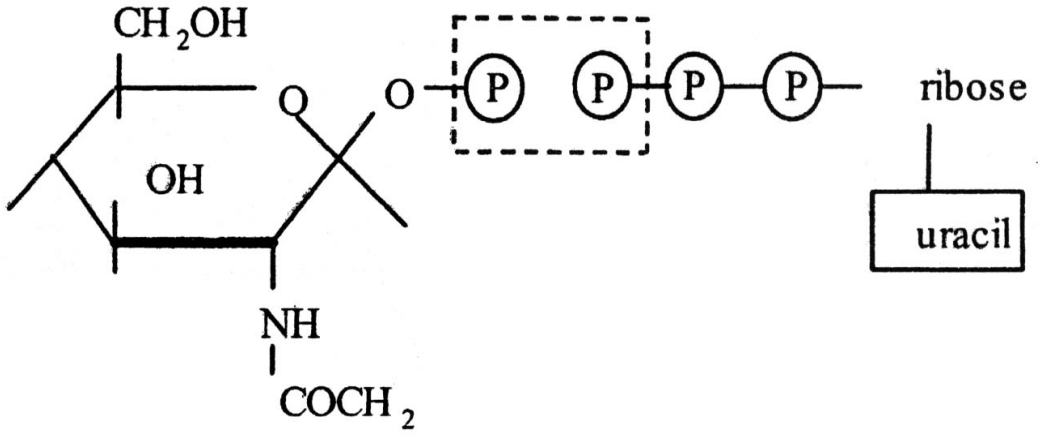
إن التأثير السام لمركبات هذه المجموعة ولاسيما مجموعة البنزويل يوريا Benzoyl Urea يظهر من خلال تداخل هذه المركبات مع طريقة تكوين الكايتين وترسيبه بداخل جليد الحشرات المعاملة ، إذ من المعروف أن دورة حياة الحشرات تبدأ بوضع البيض الذي يفقس عن يرقات تنسلخ عدة مرات بشكل متتابع لكي تزداد عمراً وحجماً وطولاً ووزناً ثم تتعذر هذه اليرقات على نهاية عمرها الأخير ومنها تخرج الحشرة الكاملة ، تلك العمليات المعقدة وجد أنها تحتاج إلى وجود هيكل خارجي (الجليد) الذي ينفصل أثناء الانسلاخ تاركاً الحشرة والذي يعاد بناءه من جديد ، لذلك فإن عملية تصنيع الكايتين وترسيبه يتم تنظيمه بواسطة العديد من الهرمونات المنظمة كهرمون الشباب والانسلاخ والتي يتم إفرازها من داخل جسم الحشرة. وترجع أهمية الكايتين إلى أنه يمد الجليد بالقوة والمرونة ، فضلاً عن أن الشمع والبروتين المدبوغ يعملان معاً على حماية الحشرات من دخول المواد الضارة. وعليه فإن عملية تكوين الكايتين وتحلله هما عمليتان مترافقتان يتم تنظيمهما بشكل كبير عند كل مرحلة من مراحل دورة الحياة ، وعليه فإن حدوث أي خلل أو اضطراب في انتظام هاتين العمليتين فإن النتيجة ستكون ظهور تشوهات بمنطقة الجليد وعدم اكتمال عمليات الانسلاخ مما يؤدي في النهاية إلى موت اليرقات أو الأطوار غير البالغة.

إن فهم آلية تأثير هذه المركبات يتطلب الإلمام بالمعلومات الأساسية عن طبيعة تكوين الكايتين وكيفية تصنيعه. إن الكايتين هو مركب حيوي تابع لمجموعة السكريات المتعددة Polysaccharides ويتكون من عدد من وحدات N-acetylglucosamine المرتبطة مع بعضها بروابط كلوكوسيدية Glucosides من نوع بيتا عند ذرتي الكاربون (1-4) كما في الشكل (20).



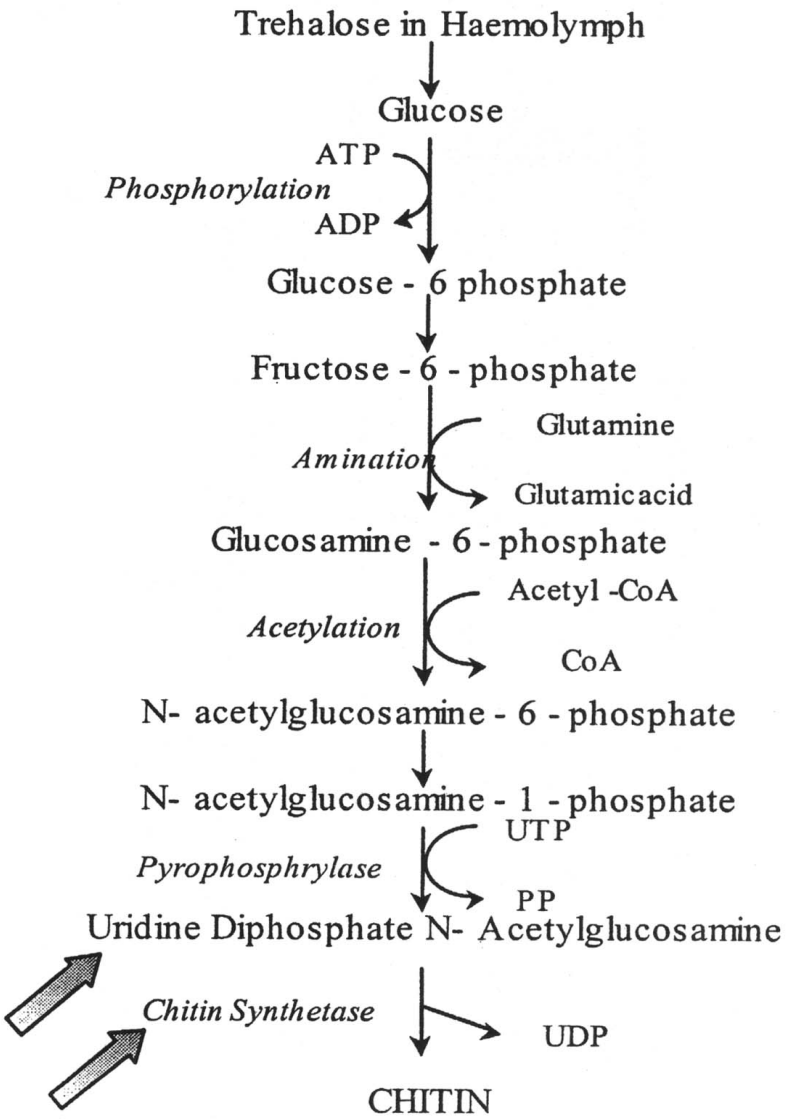
الشكل (20) التركيب العام للكايتين

ولتوضيح كيفية تخليق وبناء ذلك السكر المتعدد ، فإنه يتم من خلال إضافة مستمرة من الوحدات البنائية الأحادية N-acetylglucosamine والتي تتحد مع غيرها من الجزيئات العديدة سابقة التكوين ، ولكن قبل أن يتم الاتحاد بين السكر الأحادي وبين ما سبق تكوينه من معقد عديد السكر فقد لوحظ أن السكر الأحادي يجب تنشيطه بشكل يجعله جزءاً من معقد النيوكليوسايد ثنائي الفوسفات Nicleosid Diphosphate والذي يرتبط بالسكر الأحادي N-acetylglucosamine الذي يتكون من خلال استهلاك طاقة النيكليوسايد ثلاثي الفوسفات Nucleosid الموجود على هيئة يوريدين ثلاثي الفوسفات Uridine Triphosphate الذي يتفاعل مع ذرة الفوسفات المرتبطة بوحدة N-acetylglucosamine لتعطي معقد UDP-N-acetylglucosamine (الشكل 21).

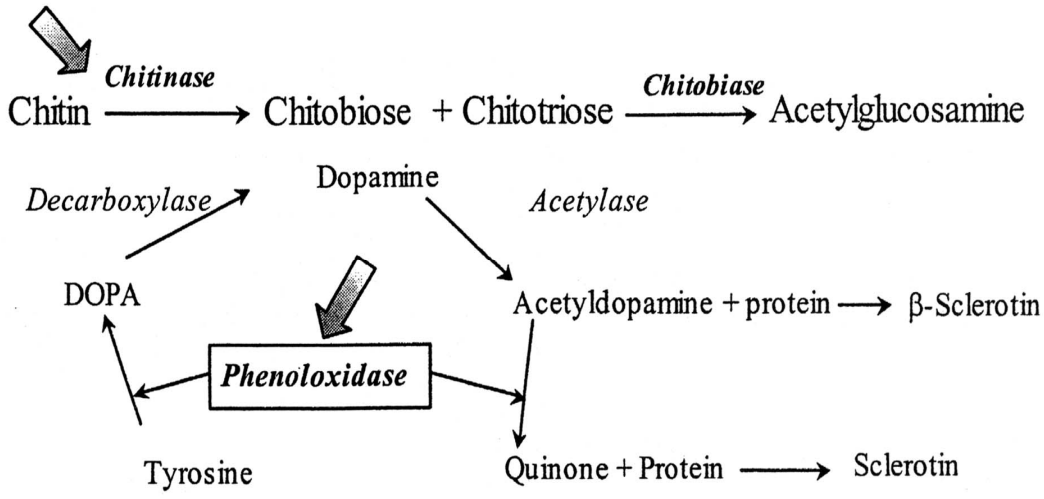


الشكل (21) تخليق معقد UDP-N-acetylglucosamine

بعد ذلك تبدأ الخطوة الأخيرة من عملية تصنيع الكايتين والتي يتم تحفيزها بواسطة إنزيم تصنيع الكايتين Chitin Synthetase والذي يعمل على نقل وحدات N-acetylglucosamine من المعقد UDP-N-acetylglucosamine إلى المركب متعدد السكر الذي سبق تكوينه من وحدات عديدة من N-acetylglucosamine ويتم تنشيط إنزيم تصنيع الكايتين Chitin Synthetase بوساطة هرمون الشباب وهرمون الانسلاخ. لذلك فهناك اليوم العديد من التفسيرات التي توصل إليها الباحثين والتي توضح كيفية تثبيط هذه المركبات لعملية تصنيع الكايتين في الحشرات (انظر الشكلين 22 و 23).



الشكل (22) خطوات تخليق الكايتين وأماكن تداخل مركبات البنزويل يوريا(الاسيل يوريا) معه (انظر الأسهم)



الشكل (23) بعض الإنزيمات التي تستهدفها مركبات مثبطات تخليق الكايتين وعلاقة ذلك بالكيمياء الحيوية للكايتين ودباغته في الحشرة المتأثرة

ومن أهم التفسيرات الواردة في هذا المجال ما يلي :

1- فشل العضلات في الاتصال بالكيوتكل : أظهرت نتائج العديد من الدراسات أن مثبطات نمو الحشرات تعمل على إحداث خلل في نمو الكيوتكل مما يؤدي إلى فشل العضلات في الاتصال بالكيوتكل.

2- تثبيط إنزيمات الفينول اوكسيديز : تعتبر إنزيمات الفينول اوكسيديزPhenol Oxidase الموجودة بالدم والجلد ضرورية جداً لإنتاج الكينونات المدبوغة من الأحماض الامينية العطرية ويؤدي تثبيط هذه الإنزيمات إلى فشل عملية تصلب وصبغ الجليد وقد وجد أن لمثبطات النمو من مجموعة Thiourea القدرة على تثبيط هذه الإنزيمات خارج جسم الحشرة.

3- تثبيط إنزيمات DOPA Decarboxylase : تمثل إنزيمات الفينول اوكسيديز أحد الأهداف التي يمكن مهاجمتها بالإضافة إلى تثبيط إنزيم DOPA Decarboxylase والذي يحول مركب DOPA إلى Dopamine والمؤدي في النهاية إلى تكوين الكينونات المدبوغة ، ومن أمثلة مثبطات إنزيم DOPA Decarboxylase مركبات2-methyl-propionic acid و2-hydrazino 3-(3,4-dihydroxy phenyl) والذي يمنع تصلب غلاف ذبابة الإسطبلات بتركيز 5 مايكروغرام/عذراء ويؤدي في النهاية إلى حدوث الموت.

4- تحفيز إنتاج بعض المركبات قبل تمام تكوينها : أظهرت بعض الدراسات نماذج لعملية الدبغ المبكر للجليد قبل استكمال الحشرة لانسلاخها وقبل تمام شكلها الجديد وقد لوحظ ذلك عند استخدام مشابهات هرمون الشباب حيث أن تحفيز تخليق المركبات المسئولة عن دبغ البروتين قبل تمام تكوينه أو إطلاق هرمون البزوغ Burisicon قبل تمام نضجه يؤدي إلى فشل الحشرة في الانسلاخ والموت.

5- تثبيط تخليق الكايتين وتنبيه بعض الإنزيمات : وقد يعزى ذلك إلى التداخل في عملية ترسيب الجليد وفشل بناء الجليد الداخلي وقد اقترح أخيراً أن هذه المركبات تثبط تخليق الكايتين في يرقات حرشفية الأجنحة كما تنبه نشاط إنزيمي Chitinase و Phenol Oxidase في يرقات الذباب المنزلي ويؤدي في النهاية إلى تكوين جليد رقيق وضعيف، فمثلاً وجد في دراسة عن تأثير Diflubenzuron على الذباب أن للمركب القدرة على تثبيط تخليق DNA في أقراص بلوغ خلايا البشرة ويمنع بالتالي تكوين خلايا البشرة البالغة في منطقة البطن كما يمنع تخليق الكايتين ويمكن القول بان تثبيط تخليق DNA هو أول مرحلة في تأثير Diflubenzuron وان تثبيط تخليق الكايتين هي المرحلة الثانية. دراسة أخرى أشارت إلى أن مركب Diflubenzuron يثبط فعل استريزات هرمون الشباب في حشرة سوس اللوز مما يؤدي إلى تكوين حالة وسطية بين العذراء واليرقة. لذا فان هذا المركب يثبط عدداً من النظم الإنزيمية في حشرات مختلفة.

6- التأثير البيوكيمائي في نسبة البروتين – الكايتين : أظهرت الدراسات التي أجريت على يرقات الذباب المنزلي أن زيادة تركيز مثبط نمو الحشرات تؤدي إلى زيادة خفض كمية كايتين الجليد دون أي تأثير على مستوى بروتين الجليد نتيجة لذلك ترتفع النسبة بين البروتين والكايتين من 3.04 في اليرقات غير المعاملة إلى8.97 و 6.98 مع المعاملة بتركيز 1000 جزء في المليون من Triflumeuron و Diflubenzuron على التوالي.

7- التأثير في ميكانيكية النفاذ للكيوتكل : في دراسة على أجنحة حشرة خنفساء كولورادو والتي تنخفض فيها ميكانيكية النفاذ تدريجياً حتى اليوم العاشر بعد خروج الحشرات الكاملة ، لوحظ أن المعاملة بالمبيد Diflubenzuron خلال هذه الفترة تؤدي إلى حدوث تغير في مستوى النفاذية حيث تؤدي إلى إيقاف خفض ميكانيكية النفاذ ويرجع ذلك إلى وقف تكوين الكايتين

المركبات الطاردة Repellant Compounds

وهي مجموعة من المركبات الكيميائية التي تعمل أبخرتها على بقاء الحشرات بعيدة عنها بواسطة تأثيرها على أعضاء الشم في الحشرات المتأثرة بها وهي في الغالب مواد غير سامة تعمل على وقاية المحاصيل الزراعية والمواد المخزونة والأثاث والأفراد من مهاجمة الحشرات وبذلك لا تسمح لها بالتغذية بما يؤدي في النهاية إلى خفض أعداد الحشرات نتيجة عدم توفر الغذاء الكافي والمناسب لها. لقد بدأ الاهتمام بهذه المجموعة من الكيميائيات خلال الحرب العالمية الثانية حيث سعت الدول المتحاربة إلى إيجاد مواد طاردة للحشرات لاستخدامها في المعسكرات وثكنات الجيش لمنع انتشار الأوبئة والأمراض التي تنقلها الحشرات ،

وذلك على الرغم من معرفة بعض المواد الطاردة قبل الحرب العالمية الثانية منها زيت السترونيلا و Indalone و Rutgers 612 والتي استخدمت في الغالب لطرد البعوض ، ويمكن القول انه قد تم لحد الآن اختبار أكثر من 30 ألف مركب كيميائي لتحديد تأثيرها الطارد على أنواع مختلفة من الحشرات ، وعلى الرغم من اكتشاف عدد كبير من المركبات الطاردة إلا أن المستخدم منها في المجال التطبيقي ما زال قليلاً بسبب العديد من المواصفات الواجب توفرها في المادة الطاردة وهي :

1- لا يسبب استعمالها حساسية لجلد الإنسان والحيوان.
2- غير سامة للإنسان أو الحيوان.
3- إن توفر وقاية كافية للمواد المعاملة ولأطول فترة ممكنة.
4- أن تعطي اكبر درجة من الوقاية بأقل كمية ممكنة.
5- ألا تكون لها رائحة كريهة أو طعم غير مقبول وان لا يكون لها تأثير ضار على الملابس.
6- ألا تكون هناك ضرورة ملحة لمعاملة السطح المراد وقايته بأكمله.
7- أن تكون ثابتة نسبياً فلا تتأثر بعملية غسل الملابس أو العرق أو حك الجلد عند استخدامها للإنسان.
8- يفضل أن تؤثر على عدة أنواع من الآفات الحشرية.
9- أن تكون رخيصة الثمن.

خواص المواد الطاردة Properties of Repellant Compounds

1- لبعض المواد الطاردة تأثير تنشيطي حيث أن خلط عدة مواد طاردة يكون ذا تأثير أقوى في طرد عدد كبير من الحشرات مقارنة باستخدام احد هذه المكونات بمفرده ، وقد يرجع ذلك إلى التأثير الإضافي الناتج عن كل من المواد المخلوطة مع بعضها أو قد تنخفض فاعلية بعض المركبات عند خلطها مع بعضها وهو ما يعرف بالتضاد.
2- لا توجد علاقة بين التركيب الكيميائي والخواص الطبيعة حيث نجد مثلاً أن هناك العديد من المواد التي قد تكون مقبولة من الإنسان إلا أن لها تأثيراً طارداً بالنسبة للحشرات.
3- تختلف قوة الطرد للمواد الطاردة وذلك بحسب المجموعة الكيميائية التي تنتمي إليها المادة الطاردة حيث وجد أن أفضل المواد الطاردة التي تؤثر على الحشرات هي المركبات الحاوية على ذرات أوكسجين.
4- التخصص حيث أن المواد الطاردة للبعوض مثلاً قد تكون غير طاردة لحشرات الملابس والسجاد وكذلك الحال بالنسبة للمواد الطاردة لنحل العسل التي تطرد النحل فقط عن المحاصيل المعاملة بالمبيدات.
5- تعتمد درجة استجابة الحشرات للمواد الطاردة على تركيزها وعمر الحشرة وحالتها الفسيولوجية والغذائية والنظم الحسية المتأثرة علاوة على درجة نفاذ المواد الطاردة خلال السطوح والأنسجة المعاملة .

الأسس المعتمدة في تقسيم المواد الطاردة

Principles of Repellants Classification

يمكن تقسيم المواد الطاردة بحسب الأسس الآتية :

أولاً : بحسب الوظيفة التي تؤديها According to Their Function

وتقسم إلى :

1- مواد طاردة لمنع الحشرات من التغذية : مثال ذلك معاملة النباتات والحيوانات والمواد الغذائية وبصورة عامة جميع العوائل الغذائية للآفات الحشرية ببعض المواد الطاردة لمنع الحشرات من التغذية عليها.
2- مواد طاردة لمنع الحشرات من وضع البيض : ومن الأمثلة الشائعة على ذلك استعمال مادة Diphenylamine لمنع الذبابة البريمية Screwworm من وضع البيض على جروح الحيوانات.

ثانياً : بحسب المجاميع الحشرية التي تقوم بطردها

According To The Repelled Insect

وتقسم إلى :

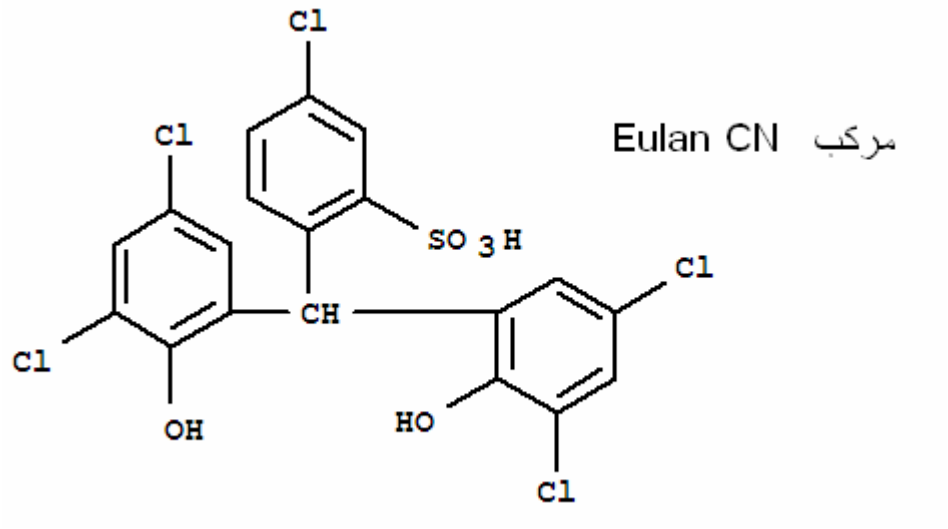
1- مواد طاردة للحشرات الزاحفة : توجد العديد من المواد الطاردة التي تستخدم لحماية الأشجار والمبـــاني من هجوم الحشرات الزاحفة كالأرضة وأنواع من البق والنمل ومن هــذه المــواد Creosote Lime و Trichlorobenzene.

2- مواد طاردة للحشرات الماصة للدماء خاصة البعوض والذباب : وتلعب هذه المجموعة من المواد الطاردة دوراً مهماً في حماية الإنسان والحيوان من مهاجمة الحشرات الماصة للدماء والناقلة للعديد من الأمراض الخطيرة. ومن هذه المواد Dimethyl Phthalate و Indalone و 2-Ethyl-1,3-Hexanediol.

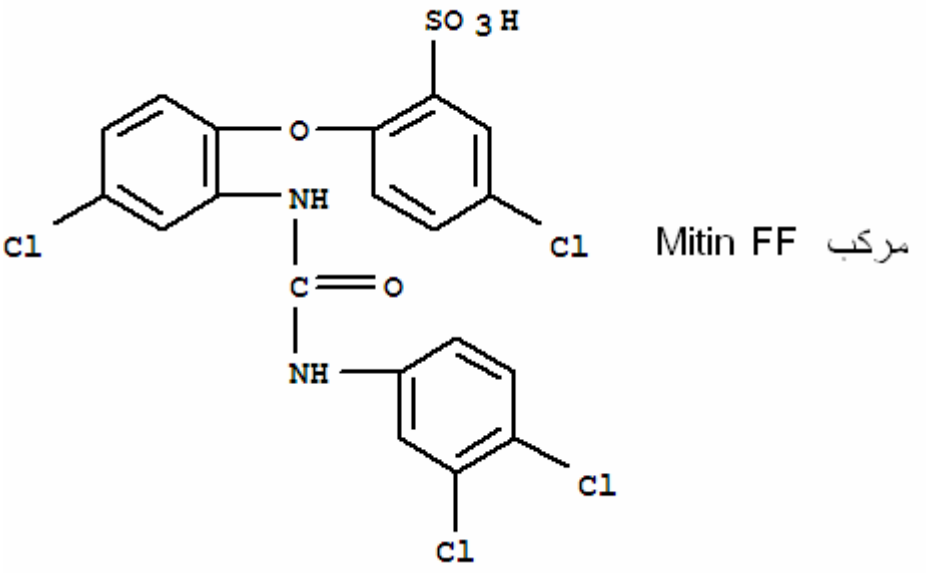
الجدول (6) بعض الكيميائيات الطاردة للحشرات والقراد والحلم

اسم المادة الطاردة	نوع الحشرة أو الاكاروس	
	الاسم العلمي	الاسم العربي
Acetamide,N-Cyclohexyl-alpha-butoxy	*Aedes* spp	أنواع البعوض من جنس
Acetamide,N-Cyclohexyl-2-butoxy-ethoxy	*A. aegypti*	بعوض
Aceto acetic acid, 2,2-thiodiethyl ester.	*Simulium* sp	الذبابة السوداء
Acetophenone, P-methoxy	*Pediculus humanus* *Stomoxys calcitrans*	قمل الرأس وذبابـــــــة الاسطبل
Benzamide, O-ethoxy-N, Ndiethyl	*Mansonia* sp	حـــــــشرة مانسونيا
Methyl ester (dimethly carbate)	*Amblyomma americana* *Trombicula* sp	القراد الحلم
Citronellal	*Aedes aegypti* *Anopheles punctatus*	البعوض
Adiphic acid, di-n-butyl ester	*Dermacenter cariabilis*	قراد

3- مواد طاردة لحشرات الأقمشة والمفروشات : حيث يتم خلط هذه المواد أثناء عمليات الصباغة أو تجهيز الأصواف والأقطان لإنتاج الأقمشة والسجاد ويجب أن تكون لهذه المواد درجة ثبات عالية ضد الغــسيل والضوء والتخزين لفترة طويلة. كما يجب أن تكون خالية من الرائحة ، أو اللون أو أي تأثيرات جانبيــة ضارة ومن المركبات الشائعة في هذا المجال.



مركب Eulan CN



مركب Mitin FF

Bis-[&,&-(3,5-dichloro-2-hydroxy-phenyl)] p-chloro-o-toluene Sulphonic acid

5-chloro-2-[4-chloro-2-(3,4 dichloro-phenyl ureido) phenoxy] benzene sulfuric acid

ولهاتين المادتين تأثير واق للأقمشة والمفروشات لفترة تصل إلى عمر استخدام هذه الأقمشة.

4- مواد طاردة للحشرات القارضة للنبات : تشير العديد من الدراسات إلى أن للعديد من مبيدات الفطريات تأثيراً طارداً للحشرات القارضة للأجزاء النباتية ، فمثلاً وجد أن لمخلوط بوردو تأثيراً طارداً للعديد من النطاطات. كذلك أظهر مبيد الفطريات Tetramethylthiuram disulphide تأثيراً طارداً للخنفساء اليابانية التي تهاجم العديد من المحاصيل الاقتصادية.

5- مواد طاردة لنحل العسل : نظراً لما تسببه المبيدات من هلاكات في نحل العسل جراء زيارة الأخيرة للنباتات المعاملة بالمبيدات ، بدأ الاهتمام ينصب حول البحث عن مركبات طاردة لنحل العسل يمكن خلطها مع المبيدات أثناء رش المحاصيل لمنع النحل من زيارة النباتات المعاملة بالمبيدات ومن هذه المواد الفينول و Benzaldehyde و Anhydride propionic وغيرها كثير.

المركبات الجاذبة Attractant Compounds

وهي مركبات منبهة Stimulants تسبب تغييراً في سلوك الحشرات فتنجذب إلى المصدر وقد يكون سبب الانجذاب لأجل الغذاء أو لوضع البيض أو لإغراض التزاوج ، ومن المواد الجاذبة للحشرات لأغراض التغذية الفواكه المتخمرة والسكر المتخمر وبعض الزيوت الطيارة والمواد الكيميائية الأخرى مثل مادة

Propionitrile التي تجذب وتحفز الذبابة للتغذية كما تعد مادة ضابطة Arrestant ومن المواد الجاذبة لوضع البيض مادة الامونيا و Skatol حيث تجذب بعض الخنافس من عائلة Scarabaeidae.

ومع ذلك فان الفيرمونات الجنسية المصنعة تبقى هي الجاذبات المعول عليها في برامج المكافحة حيث تتوفر اليوم مجموعة منها على نطاق تجاري بحيث يمكن استخدامها في الحقل لخفض أعداد بعض الآفات الحشرية بعدة طرائق منها :

1- استخدامها في مصائد الحشرات وذلك لأغراض المسح وتحديد الكثافة العددية للآفات أو لتتبع حركة الحشرات والمؤشرة بطريقة التوسيم لمعرفة هجرتها أو انتشارها خارج حدود مجتمعاتها.

2- خلط المواد الجاذبة مع المسببات المرضية الحشرية لنشر الإصابة بالمرض أو خلطها مع المواد العاقمة.

3- رش المواد الجاذبة على العوائل الثانوية للحشرة لإبعادها عن العائل الرئيس ذو الأهمية الاقتصادية.

4- إطلاق الجاذبات أو الفيرمونات الجنسية بشكل يؤدي إلى تشبع الجو بحيث يصعب على الذكور والإناث من تحديد موقعها وبذلك لا تتم عملية التزاوج وتسمى هذه الطريقة بطريقة الإرباك Method Confusion.

ومن الأمور التي تمتاز بها المواد الجاذبة الجنسية هي :

1- مدى فاعليتها : للجاذبات الجنسية القدرة على جذب الحشرات من مسافات طويلة تتراوح بين 3-5 كم.

2- التخصص : إن الجاذبات الجنسية التي تفرز من الإناث تجذب ذكور نفس النوع فقط أو على الأقل الأنواع التابعة لنفس الجنس.

3- التركيز : أظهرت العديد من الدراسات أن المواد الجاذبة الجنسية تكون فعالة عند التركيزات الواطئة بينما في التراكيز المرتفعة قد يكون لها تأثير طارد.

4- التنشيط : وجد أن خلط عدة مواد كيميائية جاذبة كان له تأثير جاذب أكثر من تأثير أي من المواد الداخلة في تكوين هذا الخليط على حدة.

5- التأثير السام : لبعض المواد الجاذبة الطبيعية والصناعية تأثير سام بالنسبة للحشرات فمثلاً الكيروسين يعد مادة جاذبة وسامة لذبابة البحر الأبيض المتوسط. كما وجد أن نبات *Aesculus pavia* يجذب ويقتل الخنفساء اليابانية ولكن ليس لجميع المواد الجاذبة تأثير قاتل أو سام.

والمواد الجاذبة المستخدمة في مجال المكافحة اليوم تقع في مجموعتين رئيستين هما :

المجموعة الأولى : مواد جاذبة غير فيرمونية Non-Phermonic Attractants

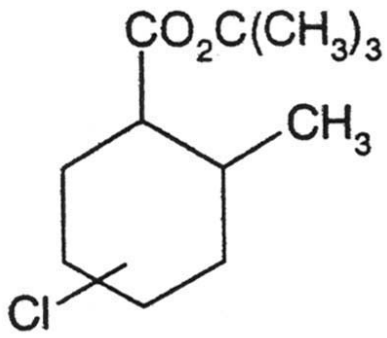
وتضم العديد من المركبات التي ينتجها أو يطلقها أحد الأنواع وينجذب إليها نوع آخر ، هذه المركبات وجدت في العديد من الكائنات الحية أو الميتة وتم تشخيصها وتصنيعها لاستخدامها في المصائد لجذب الآفات وقتلها ومن هذه المواد :

1- مادة Phenylacetaldehyde : هذه المادة تنتجها خيوط الذرة حيث يتم تصنيعها واستخدامها كمادة جاذبة لحفار ساق الذرة ودودة عرانيص الذرة.

2- مادة Coumarin يفرزها البرسيم الحلو وتم تشخيصها وتصنيعها كمادة جاذبة لسوسة البرسيم الحلو.

3- مادة Dipropyle disulfide تم تشخيصها من نبات البصل واستخدمت كمادة جاذبة لذبابة البصل.

4- ترايمدلور Trimedlure : مادة جاذبة مصنعة لجذب ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط *Ceratitis capitata* (Wied.) يجهز بشكل أمبولات تطلق المادة الجاذبة ببطء بعد وضعها في مصائد تحوي مواد لاصقة أو أحد مبيدات الحشرات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Trimedlure (tert-butyl-2-methyl-4-chlorocyclohexane

تتوفر اليوم مواد أخرى عديدة استخدمت كمواد جاذبة للحشرات وأظهرت نتائج جيدة في مكافحة الآفات الحشرية.

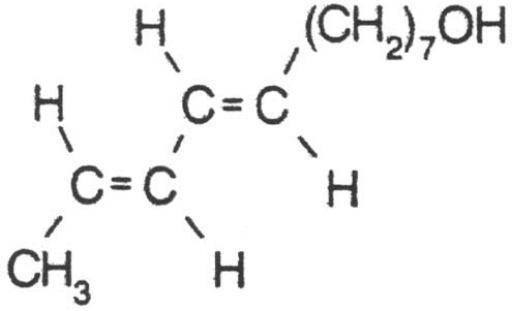
المجموعة الثانية : الفيرمونات Phermones

وهي مركبات كيميائية يطلقها أحد أفراد النوع وتؤثر في أفراد أخرى من نفس النوع ، هذه الفيرمونات أمكن عزلها وتشخيصها وتصنيعها ومن ثم استخدامها في مجال مكافحة الآفات الحشرية ، ومن أهم الفيرمونات المستخدمة في هذا المجال ما يلي :

أولاً : الفيرمونات الجنسية Sex Pheromones

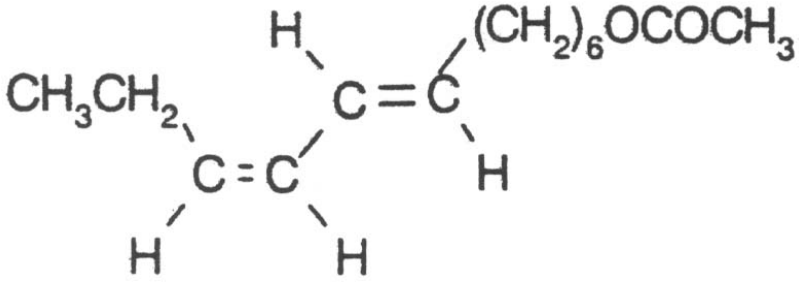
وهي من أكثر أنواع الفيرمونات استخداماً وتختص بجذب كلا الجنسين لبعضهما لزيادة احتمالية التزاوج وتطلق عادة من أحد الجنسين لجذب أفراد من الجنس الآخر ومن هذه الفيرمونات ما يلي :

1- **كودليمون Codlemone** : فيرمون جنسي تطلقه إناث دودة ثمار التفاح لجذب الذكور إليها للتزاوج ، استخدم بنجاح في بساتين التفاحيات لمكافحة دودة ثمار التفاح، يباع هذا الفيرمون بشكل ملف Coil أو بشكل امبولات من البولي اثيلين تطلق الفيرمون بشكل أبخرة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



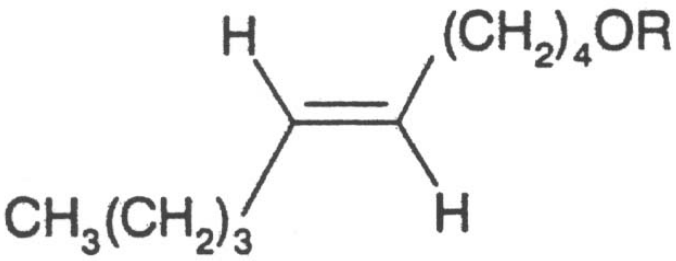
Codlemone ((E,E)-8,10-dodecadien-1-ol)

2- **الفيرمون الجنسي لعثة ثمار العنب Grapevine Moth Sex Pheromone** : تم عزل هذا الفيرمون من الغدد الفيرمونية لإناث الحشرة حيث تم تشخيصه وتصنيعه ، وهو فعّال جداً بتراكيز واطئة ، ويباع بشكل كبسولات تطلق الفيرمون ببطء ويستخدم بشكل رئيس لإعاقة عملية التزاوج عن طريق تشبع الجو بالفيرمون وينصح باستخدام 500 كبسولة/هكتار. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(E,Z)-7,9-dodecadien-1-yl acetate

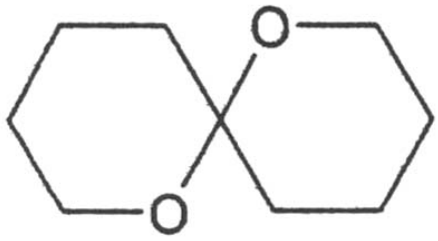
3- **الفيرمون الجنسي لحفار أشجار الخوخ Peach Tree Borer Sex Pheromone** : تم عزل هـذا الفيرمون من العقل البطنية الأخيرة لإناث حفار أشجار الخوخ *Anarsia lineatella* وقد تم تشخيـصه وتصنيعه ، ويباع تجارياً بشكل امبولات ذات إطلاق بطيء للفيرمون ، كما يباع بشكل سـائل انـسيابي Flowable يمكن استخدامه رشاً على الأشجار وهو فعّال بالتراكيز الواطئة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



$R = -H_1 - COCH_3$

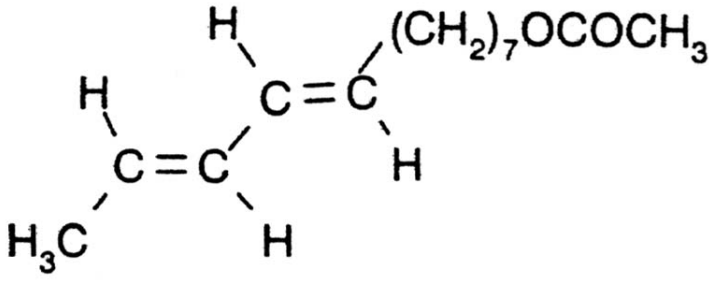
(E)-5-decenyl acetate plus (E)-5-decenol

4- **الفيرمون الجنسي لذبابة الزيتون Olive Fly Sex Pheromone** : تم عزل هذا الفيرمون وتشخيصه وتصنيعه من بطون الإناث العذارى لذبابة الزيتون *Bactrocera oleae* ويستخدم بشكل كبسولات تطلق الفيرمون بشكل بطيء بعد وضعها في مصائد ، كما يجهز بشكل محاليل لرشها على أشجار الزيتـون. اسمه وتركيبه الكيميائي :



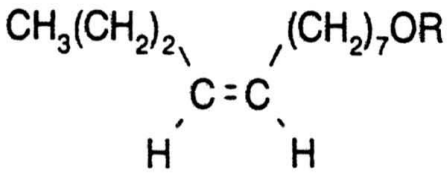
1,7-dioxaspiro[5.5]undecane

5- **الفيرمون الجنسي لعثة البزاليا Pea Moth Sex Pheromone** : تم عزله من العقل الطرفية لبطون الإناث العذارى لعثة البزاليا *Cydia nigricana* (Fab.) وبعد تشخيصه تم تصنيعه وإطلاقـه تجاريـاً لمكافحة عثة البزاليا بشكل مصائد فيرمونية جاهزة أو بشكل امبولات الإطلاق البطيء للفيرمون ، ويباع تحت اسم Agralan. اسمه وتركيبه الكيميائي :

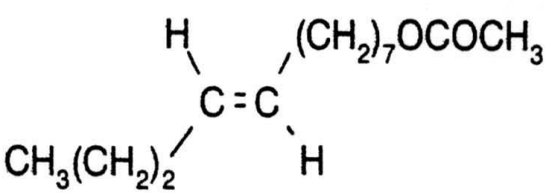


(E,E)-8,10-dodecadien-1-yl acetate

6- **الفيرمون الجنسي لعثة الثمار الشرقية Oriental Fruit Moth Sex Pheromone:** ويسمى أيضاً الفيرمون الجنسي لـ *Grapholitha molesta* ، تطلق إناث هذه الحشرة العديد من المركبات المتطايرة الجاذبة لذكورها وقد وجد أنها تفرز من العقل البطنية الأخيرة للإناث العذارى وقد تـم تـشخيص هـذه المركبات وتصنيعها وتجهيزها تجارياً بشكل امبولات تطلق الفيرمون بشكل بطيء ، كما تـم تجهيزهـا بشكل محاليل رش انسيابية Flowable ، يباع أيضاً بشكل مصائد فيرمونية جـاهزة للاسـتخدام تحـت العديد من الأسماء منها Hercon Disrupt OFM و CheckMate OFM. اسمه وتركيبه الكيميائي :



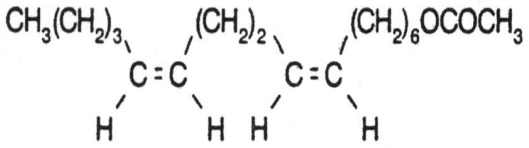
(Z)-dodecenyl acetate (R = $COCH_3$)



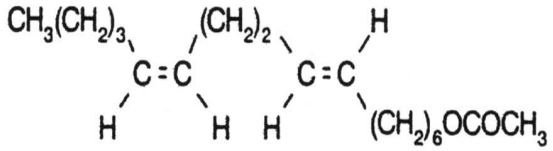
(E)-dodecenyl acetate

(Z)-dodecenol (R = H)

7- **جوسيبلور Gossyplure :** فيرمون جنسي لدودة جوز القطن الوردية *Pectinophora gossypiella* (Saund.). يجذب الذكور وينتج بشكل ألياف مجوفة من راتنج Polyacrylate أو بشكل طبقة مبطنة بالفيرمون ، كما يجهز للاستخدام رشاً بواسطة الطائرات لإعاقة عملية التزاوج نتيجة تشبع الجو بالفيرمون. اسمه وتركيبه الكيميائي :



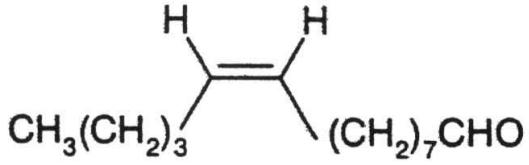
(Z,Z)-

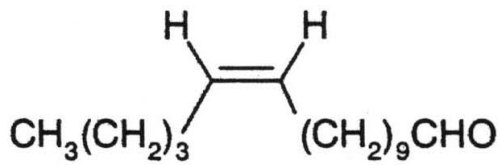


(Z,E)-

((Z,Z)-and (Z,E)-hexadeca-7,11-dien-1-yl acetate)

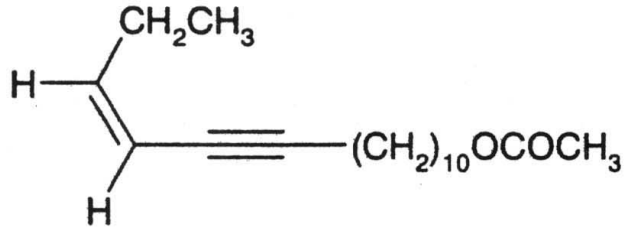
8- **الفيرمون الجنسي لدودة براعم التبغ Tobacco Budworm Sex Pheromone :** تم استخلاص هذا الفيرمون من الحلقات البطنية الأخيرة لإناث الحشرة العذراء *Heliothis virescens* وتم تشخيصه وتصنيعه تجارياً ، ويباع تحت الاسم Isomate TBW. اسمه وتركيبه الكيميائي :



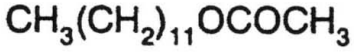


(Z)-11-hexadecenal ; plus (Z)-9-tetradecenal

9- **الفيرمون الجنسي لعثة الصنوبر الجرارة Pine Processionary Moth Sex Pheromone :** تم عزل هذا الفيرمون من بطون إناث عثة الصنوبر الجرارة *Thaumetopoea pityocampa* وتصنيعه وإطلاقه تجارياً لمكافحة هذه العثة تحت الاسم Pityolure. اسمه وتركيبه الكيميائي :

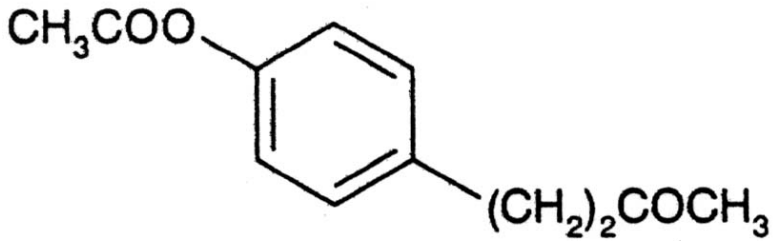


(Z)-13-hexadecen-11-yn-1-ol acetate



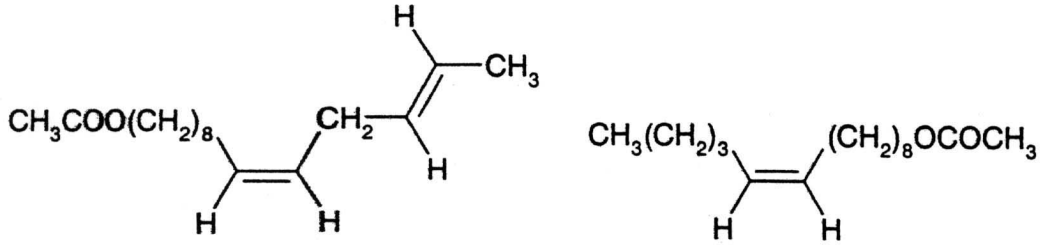
dodecan-1-ol acetate

10- **كيولور Cuelure :** فيرمون ذبابة البطيخ *Dacus cucurbitae* وهو مركب صناعي يشبه في تأثيره إفرازات ذكر ذبابة البطيخ ويعمل على جذب الإناث ويستخدم لمكافحة ذبابة البطيخ في حقول البطيخ والقرعيات الأخرى ، يباع تجارياً بشكل مصائد جاهزة للاستخدام الحقلي. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-(4-hydroxyphenyl)-2-butanone acetate

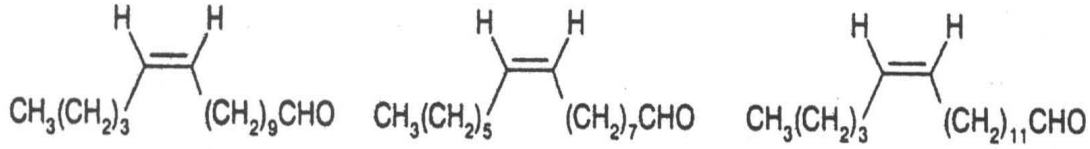
11- **الفيرمون الجنسي لدودة البنجر الجياشة Beet Armyworm Sex Pheromone** : تطلق إناث حشرة دودة البنجر السكري (.Hub) *Spodoptera exigua* العديد من المركبات المتطايرة الجاذبة لذكورها وقد أظهرت الدراسات أن جميع جسم الأنثى يفرز هذه المركبات التي تم تشخيصها وتصنيعها وتسوق تجارياً بشكل كبسولات تطلق الفيرمون بشكل بطيء. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate (Z)-9 tetradecenyl acetate

(Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate; with (Z)-9-tetradecenyl acetate

12- **الفيرمون الجنسي لحفار ساق الرز Rice Stem Borer Sex Pheromone** : هذا الفيرمون خليط من ثلاثة مكونات تم عزلها من العقل البطنية الأخيرة للإناث العذراء. تم تصنيعها وتسويقها تجارياً بشكل سائل خليط من المكونات الثلاثة في أنابيب بلاستيكية أو بشكل مصائد جاهزة للاستخدام الحقلي اسمه وتركيبه الكيميائي :

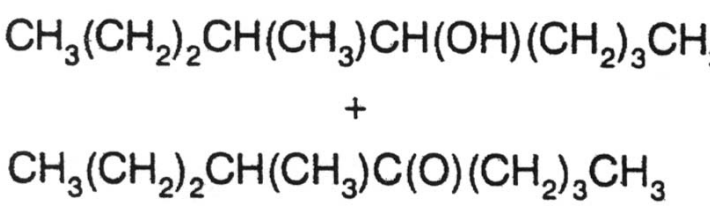


(Z)-11-hexadecenal (Z)-9-hexadecenal (Z)-13-octadecenal

ثانياً : فيرمونات التجمع Aggregation Pheromones

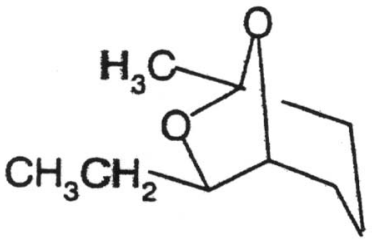
ومنها :

1- **فيرولور Ferrolure** : يطلق على فيرمون التجمع لسوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugincus* ويستخدم لمكافحة هذه السوسة في بساتين نخيل التمر وجوز الهند وهو فيرمون تطلقه الذكور للتجمع ويجهز تجارياً بشكل أكياس تحوي الفيرمون السائل أو قد يجهز بشكل مصائد جاهزة للاستخدام الحقلي. اسمه وتركيبه الكيميائي :

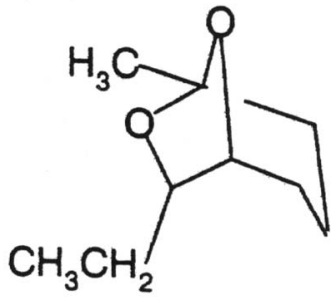


Ferrolure + (4-methl-5-nonanol plus 4-methyl-5-nonanone)

2- **فيرمون تجمع خنافس قلف التنـــوب الغربـــي Western Balsam Bark Beetle Aggregation Pheromone :** فيرمون تجمع تم عزله وتشخيصه وتصنيعه من ذكور حشرة خنـــافس قلـــف أشـــجار التنوب الغربي *Dryocoetes confuses*. حيث تطلق ذكور هذه الحشرة العديد من المكونات المتطايرة التي تجذب ذكور وإناث الحشرة للتجمع ، يباع تجارياً بعبوات أو مصائد فرمونية جاهزة للاستخدام. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Exo-brevicomin



Endo-brevicomin

اضافة لما سبق تتوفر العديد من فيرمونات التجمع خاصة لخنافس القلف المختلفة. فضلاً عن الفيرمونات الجنسية وفيرمونات التجمع فإن هناك العديد من الفيرمونات الأخرى المؤثرة في سلوكية أفراد النوع الواحد ، منها فيرمونات التحذير Alarm Pheromone وفيرمونات تتبـــع الأثـــر Trial Pheromone وفيرمونـــات الانتشار Epidiectic Pheromone وغيرها من الفيرمونات والتي لازال استخدامها محـــدوداً فـــي مجـــال المكافحة. ولمزيد من المعلومات حول الفيرمونات المتوفرة على المستوى التجاري يمكن الاستعانة بـــالمراجع التالية :

1- Copping, L.G. (1998). The biopesticides manual. British Crop Protection Council. Downing Street, Farnham, Surey GU9 7PH, UK.

2- Meister, R.T. (2008). Crop protection handbook. Meister Media Worldwide, Willoughby, OH 44094.

آلية عمل المركبات الجاذبة Mode of Action of Attractants

ظهرت العديد من النظريات التي تفسر كيفية توجه الحشرة إلى مصدر المادة الجاذبة أو الفيرمون ومنها :

1- **نظرية التوجيه أو التفاعل مع التيار الهوائي Positive Anemotaxis**

هذه النظرية تلقى قبولاً من معظم الباحثين في هذا المجال وتشير إلى أن الحشرات تتوجه إلى مصدر الرائحة وهي تتبع التيار الهوائي الذي يحمل الرائحة حتى تصل إلى مصدر الرائحة ، والتوجيه هنـــا بفعـــل التيـــار الهوائي وفي غياب المنبه، أي عندما تفقد الحشرة التيار الهوائي المحمل بالرائحة الخاصة فان الحشرة تفقد هذا التوجيه وربما تسير في اتجاه آخر وتستمر في الطيران بطريقة المحاولة والخطأ حتى تستعيد مسارها الأصلي وذلك عندما تهتدي إلى تيار الهواء المحمل بالرائحة.

2- نظرية انتقال سحب الرائحة في صورة خطية Filamentous Nature of The Odor Cloud

افترض **Wright** عام **1958** أن توجيه الحشرة إلى مصدر الرائحة يعتمد على أن الهواء يحمل سحب رائحة خيطية غير متماثلة وقد أشار إلى أن طيران الحشرة في الاتجاه الصحيح ناحية مصدر الرائحة يتم من خلال استقبال الحشرة أثناء الطيران لمعلومات حسية في صورة سلسلة من النبضات الناتجة من مرورهـــا خـــلال الجزيئات ذات الكثافة العالية والتي تتبادل مع الجزيئات ذات الكثافة المنخفضة.وكلما اقتربت الحـــشرة تجـــاه مصدر الرائحة تقل الفترة بين النبضات وتحتفظ الحشرة في هذه الحالة بخط طيران ثابت وفي غياب مـــصدر الرائحة أو عندما تطول الفترة بين النبضات تسلك الحشرات في طيرانها خطاً متعرجاً وتفتقر هذه النظرية إلى التجارب التي تؤيدها .

3- نظرية الأشعة تحت الحمراء Infrared Orientation

هناك العديد من الدراسات التي تفسر توجيه ذكور الفراشات من مسافات بعيدة بغرض التزاوج وذلك بفعل الأشعة تحت الحمراء ولقد بنيت هذه النظرية على أساس أن توجيه الحشرة تجاه مصدر الرائحة لا يمكن أن يتم خلال وسط من جزيئات الرائحة وخاصة في حالة المسافات البعيدة وإنما يتم ذلك بتأثير الأشعة تحت الحمراء ولكن هذه النظرية لم تلق قبولاً.

المركبات المانعة للتغذية Antifeedant Compounds

وهي مجموعة من المركبات الكيميائية الطبيعية والمصنعة والتي تعمل على منع الحشرة من التغذية ولكنها لن تؤدي إلى قتلها فمانعات التغذية إذا هي ليست مواد طاردة وإنما هي مركبات كيميائية ترش على النباتات والمواد الأخرى لمنع الحشرات من التغذية عليها بما يؤدي في النهاية إلى ضعف الحشرات وخفض أعدادها. ففي عام 1928 بدأ استخدام بعض هذه المركبات لحماية الملابس والسجاد من تغذية يرقات حشرات الملابس حيث كان يستخدم لهذا الغرض مركب Eulan و Mitin-FF ، وهي مركبات تمنع تغذية اليرقات إلا أنها لا تقتلها ، وأعقب هذه الفترة ظهور العديد من مانعات التغذية منها مثلاً :

Chlorinated triphenyl methanes

Tinstriphenylphos-phinesstibiness

وغيرها كثير. وفي عام 1959 بدأ استخدام مانعات التغذية لمكافحة الحشرات الزراعية وكان ذلك مع ظهور المركب 24.055 الذي أظهر فاعلية جيدة في مكافحة حشرة (Biod) *Prodenia eridania* ولضمان نجاح مانعات التغذية في عمليات المكافحة لابد من مراعاة النقاط الآتية :

1- ضرورة تغطية النباتات المعاملة بهذه المركبات تغطية تامة لان الحشرات ستنتقل بين أجزاء النبات باحثة عن مناطق غير معاملة لتتغذى عليها.

2- أظهرت مانعات التغذية نجاحاً (جيداً) ضد الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة إلا أنها لم تنجح مع الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة وكذلك مع حفارات الثمار والأفرع والسيقان.

3- لمانعات التغذية تأثير ضعيف على الحشرات سريعة الحركة والتي تستطيع ترك الحقل المعامل إلى حقل آخر غير معامل لتتغذى عليه.

4- لا تجد النموات الحديثة الحماية الكافية وقد تمثل هذه النموات مصدراً لانتشار الحشرات إلى أماكن أخرى ، لاسيما أنه لا تتوفر لحد الآن مانعات تغذية جهازية.

ومن أهم مانعات التغذية التي أظهرت كفاءة عالية في مكافحة الآفات الحشرية ما يلي :

1- مجموعة مركبات الكارباميت Carbamates : أظهرت العديد من الدراسات أن لبعض مبيدات الحشرات الكارباماتية خاصية منع الحشرات من التغذية عند استخدامها بتراكيز واطئة أو غير مميتة للحشرات فمثلاً وجد أن معاملة بعض النباتات بعدد من مركبات مجموعة Thiocarbamate قد أدى إلى منع تغذية خنفساء البقول المكسيكية وخنفساء كولورادو والخنفساء اليابانية على النباتات المعاملة، كما أظهرت مجموعة من مركبات Phenyl Carbamate كفاءة جيدة كمانع للتغذية ومن أبرز مركبات هذه المجموعة مبيد Baygon الذي استخدم كمانع تغذية ضد سوسة اللوز عند معاملتها بجرعة تتراوح بين 40-100 جزء بالمليون.

2- مجموعة مركبات الترايازين Triazens : ومن أهم المركبات التابعة لهذه المجموعة مركب 24.055 وتركيبه الكيميائي 4,4-Dimethyl-triazion acetanilide وهو مركب عديم الطعم والرائحة وسريع التحلل في الوسط الحامضي وهو ذو سمية متوسطة للثدييات وغير سام للحشرات عند استخدامه بالتركيزات الاعتيادية وقد اظهر فاعلية جيدة في منع تغذية الحشرات ذات اجزاء الفم القارضة بصورة عامة.

3- مجموعة مركبات القصدير العضوية Organo Tin Compounds : ومن أهم مركبات هذه المجموعة هي مشتقات القصدير ثلاثية الفينيل ، والتي أظهرت فاعلية جيدة في منع تغذية يرقات درنات البطاطا ويرقات الدودة القارضة كما وجد أيضاً أن للمبيد الفطري Brestan تأثيراً جيداً في منع الحشرات

من التغذية على النباتات المعاملة به والذي يتكون من خلات القصدير ثلاثي الفينيل مما يؤكد أن لمركبات القصدير ثلاثية الفينيل تأثيراً جيداً كمواد مانعة للتغذية.

4- مركبات أخرى متفرقة Miscellaneous Compounds : علاوة على ما سبق فان هناك العديد من المركبات الكيميائية المانعة لتغذية الحشرات وتنتمي إلى مجاميع كيميائية غير متشابهة فمثلاً وجد أن لبعض منظمات النمو في النباتات تأثيراً مانعاً للتغذية عند استخدامها بتراكيز مرتفعة ومنها مثلاً :

Cycocel : 2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride

Phosfon : 2,4-Dichlorobenzyl tributyl ammonium chloride

ولقد كان للمركب الأخير تأثير جيد حيث وصل إلى 89% منعاً لتغذية الحشرات عند استخدامه بتركيز 0.004.

إن كفاءة مانعات التغذية في منع تغذية بعض الآفات الحشرية دفع الباحثين إلى البحث عن مزيد من المركبات التي تؤدي إلى منع تغذية الحشرات وذلك للمميزات الجيدة التي تمتلكها هذه المجموعة من المركبات والتي من أهمها :

1- ليس لها تأثير ضار على الأعداء الحيوية أو النحل وذلك لان تأثيرها اختياري.

2- انخفاض سميتها للإنسان والحيوان مقارنة بمبيدات الحشرات.

3- تتميز عن مبيدات الحشرات بأنها تمنع تغذية الآفة على السطح المعامل فوراً وبالتالي تقلل من مستوى الضرر الذي يلحق بالنبات المعامل.

4- إمكانية خلطها مع بعض مبيدات الحشرات حيث تزيد من الفعل السام للمبيد الكيميائي بالإضافة إلى فعلها العاقم على المدى البعيد.

5- أظهرت الدراسات أن الحشرات تبدي مقاومة لفعل مانعات التغذية على فترات أطول بالمقارنة بالمبيدات.

آلية عمل مانعات التغذية Mode of Action of Antifeedants

إن طريقة عمل مانعات التغذية ما زال لحد الآن غير مؤكد إلا أن هناك العديد من النظريات التي تفسر ميكانيكية عمل مانعات التغذية حيث من المعروف أن تغذية الحشرات تتم وفق المراحل الآتية :

1- الاتجاه والانجذاب للمادة الغذائية.

2- عملية القضم.

3- الابتلاع والاستمرار في التغذية.

وقد وجد أن إعطاء الحشرات فرصة الاختيار بين نوعين من الغذاء، احدهما معامل بمادة مانعة للتغذية والآخر غير معامل فإننا نجد أن الحشرات تتجه في البداية لكلا النوعين وبأعداد تكاد تكون متساوية ومع بدء المرحلة الثانية أي مرحلة قضم الغذاء يبدأ الاختلاف حيث تتوقف الحشرات عن التغذية على الغذاء المعامل فيما تستمر الحشرات الأخرى بالتغذية على الغذاء غير المعامل. ولتفسير طريقة عمل مانعات التغذية يمكن اعتماد إحدى الفرضيات التالية :

1- حدوث شلل في المعدة Stomach Paralysis : حيث تقول هذه الفرضية أن سبب توقف الحشرات عن التغذية يعود إلى حدوث شلل في المعدة لا تستطيع معه الحشرة الاستمرار في التغذية ولكن هذا غير صحيح بدليل أن الدودة أو الحشرة بعد أن تتذوق المركب في المادة المعاملة تستمر في البحث عن غذاء غير معامل ثم تتغذى عليه بصورة طبيعية.

2- العمل كمواد مضادة للتمثيل Antimetabolite : ويقول هذا الاقتراح بان مانعات التغذية تعمل على تثبيط عملية التمثيل الغذائي مما يؤدي إلى توقف الحشرة عن التغذية إلا انه لم يثبت هذا الاقتراح لحد الآن لان النقص الغذائي لا يظهر خلال ثوان.

3- التأثير على المستقبلات الحسية Effect on Sensory Receptors : حيث تؤثر مانعات التغذية على المستقبلات الحسية للفم مما يؤدي إلى توقف تغذية الحشرة عن طريق تثبيطها لعملية القضم أو البلع ولكن وجد أن إزالة بعض هذه المستقبلات من الحشرات أدى إلى رفضها للغذاء سواء المعامل منه أو غير المعامل لذلك لم يكن بالإمكان إثبات صحة هذا الاقتراح.

إضافة لما سبق فان لمانعات التغذية تأثيرات أخرى منها :

1- التأثير على معدل استهلاك الأوكسجين : أظهرت العديد من التجارب أن استخدام مانع التغذية Du-tur ضد العمر اليرقي الرابع والخامس، والسادس وطور ما قبل العذراء لدودة ورق القطن أدى إلى انخفاض معدل التنفس مقارنة باليرقات غير المعاملة.

2- التأثير على المحتوى البروتيني : أظهرت التجارب التي أجريت على الحشرات الكاملة لدودة ورق القطن باستخدام مركب Du-tur حدوث انخفاض واضح في المحتوى البروتيني لكل من الإناث والذكور بلغ حوالي 67% في الإناث و 55% في الذكور وقد ينعكس ذلك على التأثير العام لهذه المركبات على كلا الجنسين.

3- التأثير على تمثيل الكاربوهيدرات : لوحظ أن معاملة القواقع المائية بمركب Du-tur ينبه عمليات تحلل الكلوكوز Glycolysis إلى حامض اللاكتيك كما يخفض محتوى الكلايكوجين ويعمل هذا المركب على تثبيط عمليات الأكسدة الهوائية في دورة كريب Kreb Cycle كما وجد أن هذا المركب يعمل على خفض كمية السكريات المختزلة في يرقات وعذارى ذبابة الفاكهة.

4- التأثير على مصادر إنتاج الطاقة : أظهرت التجارب أن التأثير الكيميائي الحيوي لمانعات التغذية يرجع بالدرجة الأساس إلى قدرة هذه المواد على إيقاف عملية الفسفرة للـ ADP أو ما يسمى بـ Oxidative Phosphorylation ، حيث توقف تدخل الفسفور غير العضوي في تكوين وحدات الطاقة ATP.

المركبات العاقمة Sterilant Compounds

وهي المواد الكيميائية التي تعمل على خفض أو منع القدرة على التكاثر في الحشرات المعاملة وهي قد تؤثر على احد الجنسين أو كلا الجنسين وتأثيرها قد يكون مؤقتاً أو دائمياً. وتتوفر حالياً مجموعة كبيرة من المواد الكيميائية التي تقلل من قوة التكاثر في الحشرات ومعظمها يسبب عقماً دائمياً لأنواع كثيرة من الحشرات عند معاملتها له عن طريق التغذية أو الملامسة ودون التأثير على خاصية التزاوج أو طول فترة الحياة وهي بذلك تستطيع منافسة الحشرات الطبيعية وبالتالي تقلل من فرص التكاثر. إن الاهتمام بالعاقمات الكيميائية بدأ في الستينات وارتبط بالطرائق الحديثة لمكافحة الحشرات حيث اشتغل العديد من الباحثين في اكتشاف مواد كيميائية تسبب عقماً في إناث حشرة الدروسوفلا عن طريق تأخير نمو المبايض تلا ذلك اكتشاف العديد من هذه المركبات مما أدى إلى التوسع في هذا المجال خاصة وان لاستخدام العاقمات الكيميائية في المكافحة العديد من المميزات منها:

1- التخصص : حيث يمكن بهذه الطريقة إحداث العقم في النوع الحشري المطلوب مكافحته دون التأثير على الأنواع الحشرية الأخرى الموجودة في البيئة.

2- الحفاظ على الأعداء الحيوية والحشرات النافعة الأخرى.

3- إمكانية استخدام الحشرات في المكافحة الذاتية الحيويةAutocidal Biological Control.

4- إمكانية استخدام هذه الطريقة بفاعلية في السيطرة على المجاميع الحشرية الموزعة في مساحات شاسعة.

متطلبات نجاح استخدام العاقمات الكيميائية Requirements of Chemosterilant Successful

إن ضمان نجاح استخدام العاقمات الكيميائية في مكافحة الآفات الحشرية يتطلب توفر ما يأتي :

1- إمكانية تربية أعداد كبيرة من الحشرات السليمة وبتكاليف مقبولة.

2- يلزم أن تكون طريقة التعقيم التي تجري للحشرات متطورة وبشكل لا تؤدي إلى حدوث تأثيرات عكسية تمس نشاطها الجنسي أو قدرتها على التنافس بينها وبين الذكور الطبيعية عند إطلاقها في الطبيعة.

3- ضرورة تطوير طرائق لتربية ونشر الحشرات العقيمة لزيادة كفاءة الطريقة في خفض أعداد الآفة الحشرية.

4- يراعى ألا تكون للحشرات العقيمة المطلوب نشرها بأعداد كبيرة تأثيرات ضارة على المحصول في البيئة أو أن تكون مزعجة بشكل كبير.

مجاميع المواد الكيميائية العاقمة للحشرات Chemosterilant Compounds Groups

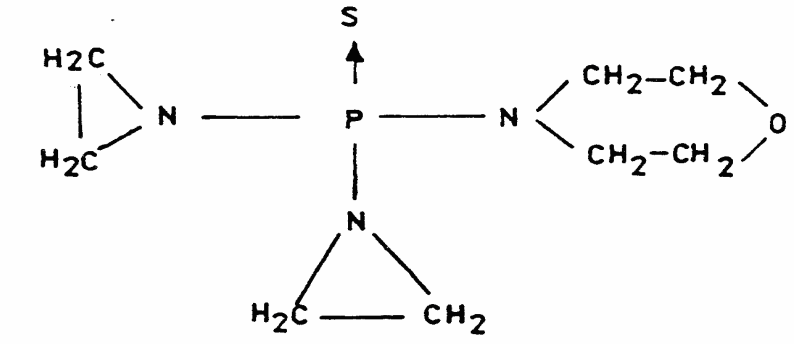
تختلف المركبات الكيميائية العاقمة في تركيبها الكيميائي وعلى هذا الأساس يمكن تقسيمها إلى المجاميع الآتية :

1- المركبات المضادة للتمثيل الحيوي Antimetabolites :وهي مركبات شبيهة بالمواد النشطة بيولوجياً لذلك فإن عمليات التمثيل الحيوي في جسم الكائن الحي لا تستطيع التمييز بين المادتين وتستعمل المادة المضادة بنفس الطريقة كالمادة الطبيعية فمثلاً وجد أن مادة 5-Fluorouracil يمكن أن تحل محل نسبة كبيرة من مادة اليوراسيل الطبيعية في مادة RNA للبكتريا عند تنميتها في بيئة تحتوي على تلك المادة ، كذلك فإن مادة Aminopterin المشابهة لحامض الفوليك Folic Acid تتداخل في تكوين فيتامين ب المركب في الكائنات الراقية.

2- المركبات المضيفة لمجاميع الالكيل Alkylating Agents : وهي مجموعة من المواد القادرة على إحلال مجاميع الالكيل محل ذرة الهيدروجين في الجزيء وتمتاز هذه المجموعة بنشاطها العالي واتحادها السريع مع أنواع مختلفة من المركبات الكيميائية والكيميائية الحيوية وتحتوي على عدد مختلف من مجاميع الالكيل، وقد لوحظ أن لعدد مجاميع الالكيل تأثيراً في كفاءة المركب في إحداث العقم وعليه يمكن تقسيم المركبات الالكيلية بحسب عدد مجاميع الالكيل إلى ما يأتي :

أ- مركبات وحيدة التأثير Mono Functional : وهي ذات مجموعة الكيل واحدة ومنها المركب Ethylene amine.

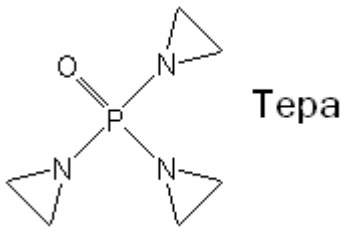
ب- مركبات ثنائية التأثير Bifunctional : وتحوي مجموعتي الكيل منها المركب Morzid.



Bis(1-aziridinyl) morpholinophosphine sulfide

وهو عبارة عن مادة بلورية بيضاء لها رائحة الثوم، درجة انصهاره 75-77°م، قليل الذوبان في الماء ويذوب بسهولة في البنزين ، والتولوين والايثر البترولي ويتحلل في الوسط الحامضي وهو ثابت في الوسط المتعادل ويعمل على إيقاف عملية تكوين الأحماض النووية.

ت- مركبات ثلاثية التأثير Trifunctional : وتضم ثلاث مجاميع الكيل ومنها المركب Tepa.

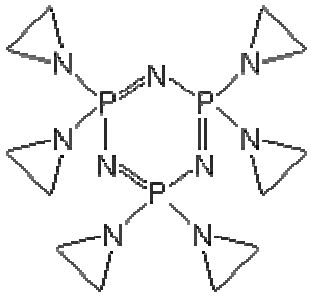


Tris(1-aziridinyl) phosphine oxide

وهو عبارة عن مادة صلبة بلورية عديمة اللون والرائحة وتنصهر على درجة 41°م ، تذوب في الماء كما تذوب تماماً في الكحول والايثر والأسيتون وهي ثابتة إلى حد كبير على درجة حرارة الغرفة لمدة 6 أشهر وقد أظهر هذا المركب قدرة على تثبيط تكوين الحامض النووي.

ث- مركبات رباعية التأثير Tetra Functional : تحوي أربعة مجاميع الكيل ومنها المركب Aphamide.

ج- مركبات سداسية التأثير Hexa Functional : وتضم ست مجاميع الكيل ومنها المركب Apholate.



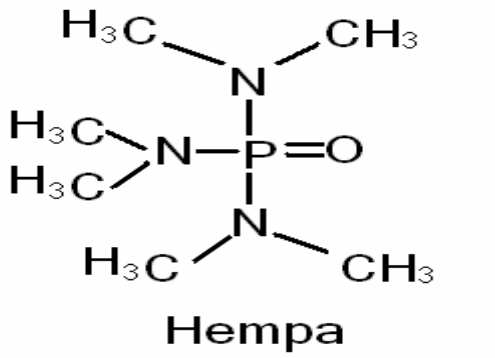
وهو مادة صلبة بلورية بيضاء اللون، عديمة الرائحة وتنصهر على درجة 155°م وتذوب في الماء بنسبة 20% وفي الكحول بنسبة 70% ويمكن حفظ محلولها على درجة صفر لمدة شهرين دون انخفاض في تأثيرها العاقم كما أظهرت الدراسات قدرة هذا المركب على تثبيط عملية تكوين DNA وإنزيم Lactic Dehydrogenase في بيض الذباب المنزلي كما يقلل هذا المركب نشاط إنزيم Alkaline Phosphatase في الغدد التناسلية لبعض حشرات حرشفية الأجنحة إضافة إلى تسببه في خمول الحيوانات المنوية لبعوض الجنس *Aedes*.

3- **أشباه القلويدات Alkaloids :** وهي مجموعة من المركبات التي لم تلق نجاحاً في مجال العاقمات الكيميائية على الرغم من أنها أظهرت قدرة على إحداث الكسر الكروموسومي ، كما أظهرت كفاءتها كمسببات للطفرات في ذبابة الدروسوفلا ومنها المركبات Heliotrine و Lasiocarpine و Monocrotaline ويعد المركب Colchicine من أكثر المركبات استعمالاً حيث يمنع انقسام الخلايا وذلك لتأثيره على الخيوط المغزلية للكروموسومات وهذا المركب له القدرة على إحداث العقم في الإناث.

4- **البيروكسيدات Peroxides :** من المعروف أن للبيروكسيدات الهيدروجينية القدرة على إحداث الطفرات في معظم الكائنات الحية مع إنها لم تثبت كفاءتها ضد ذبابة الدروسوفلا حيث تقوم الإنزيمات بهدمها سريعاً داخل جسم الحشرة كما لوحظ أن للبيروكسيدات العضوية قدرة على إحداث الطفرات الجينية في ذبابة الدروسوفلا.

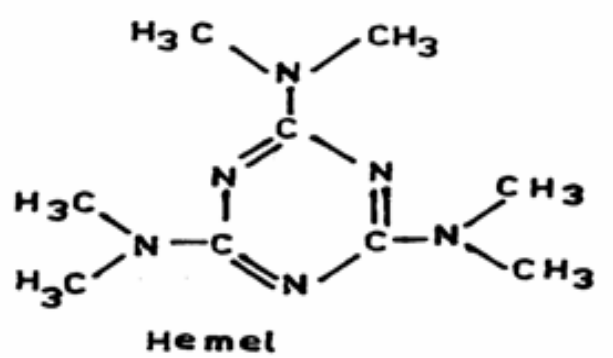
5- **مركبات من مجاميع كيميائية مختلفة Miscellaneous Compounds :** وتضم عدد من المركبات المختلفة التركيب إلا أن لها تأثيراً عاقماً جيداً ومن هذه المركبات مجموعة المركبات المحتوية على الامين ثنائي الاثيل Diethyl Amine وهي مشابهة لمركبات الازيردين ومن مركبات هذه المجموعة ما يأتي :

أ - مركب Hempa : ويوجد بشكل سائل ابيض له رائحة الأمين ويغلي في درجة 70°م يذوب في الماء وجميع المذيبات القطبية وغير القطبية وهو ثابت تحت ظروف التخزين العادية.



Hexa-methyl phosphoroamide

ب- مركب Hemel : وكلا المركبين يعدان مواد عاقمة للذكور وتأثيرهما السام على الثدييات ضعيف وهما ليسا من المواد المضيفة للالكيل. علاوة على ذلك فقد أظهرت بعض المبيدات الفسفورية تأثيراً واضحاً على خفض الكفاءة التناسلية لدودة ورق القطن كما انخفضت أعداد البويضات بالأنابيب المبيضية نتيجة المعاملة.



Hexa-methyl melamine

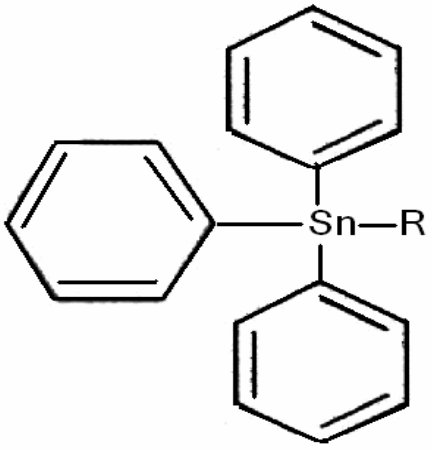
6- مركبات القصدير العضوية Organotins Compounds : وتضم بالدرجة الأساس مشتقات القصدير ثلاثية الفينيل ومن أهمها :

أ – مشتقات هيدروكسيد القصدير.

ب- الكيل القصدير.

ت- كبريتيد ثنائي القصدير ثلاثي الفينيل.

وجميع هذه المركبات تشترك في احتوائها على ثلاث مجاميع فينيل مرتبطة بذرة القصدير علاوة على وجود مجموعة رابعة سهلة الانفصال ولهذه المركبات خاصية إحداث العقم في كلا الجنسين إلا أن الإناث تتأثر بتركيزات أقل من التركيزات التي تتأثر بها الذكور والتركيب العام لهذه المركبات هو



:

Triphenyl tin derivatives

حيث أن R= مجموع halide ، hydroxide ، ester أو sulfide.

آلية عمل العاقمات الكيميائية Mode of Action of Chemosterilants

تختلف طريقة عمل المواد العاقمة الكيميائية بحسب نوع المادة الكيميائية والمجموعة التي تنتمي إليها وكما يأتي :

1- بالنسبة للمركبات المضادة للتمثيل Antimetabolites : أظهرت الدراسات أن تغذية الحشرات الكاملة للذبابة المنزلية على المركب Fluorouracil يسبب عقماً مؤقتاً وسبب ذلك يرجع إلى أن هذا المركب يرتبط بالحامض النووي RNA في بيض الذباب المنزلي حيث لوحظ وجود علاقة عكسية بين الكمية الموجودة من المركب Fluorouracil ودرجة حيوية البيض ودليل ذلك انه باختفاء هذه المادة من البيضة ترجع لها حيويتها مرة أخرى.

2- بالنسبة للمواد المضيفة لمجاميع الألكيل Alkylating Agents : إن طريقة تأثير هذه المجموعة من المركبات ما زال غير مؤكد لحد الآن. إلا انه يمكن حصر طريقة عمل هذه المواد على أساس إنها تستطيع التفاعل مع ثلاثة مجاميع أساسية فعالة تعد من المكونات الخلوية الهامة وهي :

أ - مجاميع الكبريتيد.

ب- مجاميع الهيدروكسيل.

ت- مجاميع الأمين.

وتختلف المواد المضيفة للألكيل في درجة تفاعلها مع المجاميع السابقة إلا انه عند دراسة تأثير هذه المواد على الحيوان المنوي في الذكور المعاملة وجد أنها لا تؤثر على حركته أو قدرته على دخول البويضة أي أن هذه المواد لا تتداخل مع العوامل المنتجة للطاقة في الحيوان المنوي إلا أن تأثيرها يظهر بعد فقس البويضة، وعادة تكون اليرقات الناتجة غير طبيعية وتموت قبل التعذير وهذا يدل على أن تأثير هذه المواد يكون على نواة الحيوان المنوي وهي الجزء الذي يحمل الصفات الوراثية، وعند دراسة تأثير مادة افوليت Apholate على مستوى DNA في البيض الناتج من حشرات معاملة وجد انه منخفض جداً وانخفاض كمية DNA في البيض يكون مصحوباً عادة بفقد قدرة البيض على تكوين إنزيم أكسدة حامض اللاكتيك Lactic Acid Dehydragenase إلا انه لا يوجد دليل فيما إذا كانت المواد المضيفة لها تأثير مباشر أو غير مباشر على تكوين DNA في البيض.

الفصل الثامن

مبيدات الاكاروسات

Acaricides

- مقدمة
- أضرار الاكاروسات
- مبيدات الاكاروسات
  - مبيدات الاكاروسات غير العضوية
  - مبيدات الاكاروسات العضوية الطبيعية
  - مبيدات الاكاروسات العضوية المصنعة
    - مركبات الكبريت العضوية
    - مركبات الكلور العضوية
    - مركبات الفسفور العضوية
    - مركبات الداينتروفينول
    - مركبات البايروثرويد المحضرة صناعياً
    - مركبات القصدير العضوية
    - مبيدات اكاروسات متفرقة
    - الفيرمونات

مقدمة Introduction

تنتمي الاكاروسات (الحلم والقراد) إلى صف العناكب وهي تلتقي مع صف الحشرات في انتمائها إلى شعبة مفصليات الأرجل. وتضم الاكاروسات كائنات صغيرة ومعظمها لا يصل طوله إلى أكثر من مليمتر واحد ، وقد يصل طول البعض منها إلى أحجام تزيد عن مليمتر ، ويمكن تمييز أفراد هذه المجموعة بأجسامها التي تتكون من قطعة واحدة وينعدم فيها التقسيم الأولي بينما يظهر في بعضها التقسيم الثانوي بصورة دروز أو حفر تتوزع على خطوط مستعرضة وتغيب في أفرادها الحلقة الشفوية الثانية ، وزوائدها والعيون وإن وجدت تكون بسيطة ويحمل الحيوان البالغ بصفة عامة أربعة أزواج من الأرجل وتحمل اليرقات ثلاثة أزواج من الأرجل ، أما مجموعة الحلم الاريوفي فتحمل زوجين من الأرجل فيما عدا بعض الأنواع.

لقد ازدادت الأهمية الاقتصادية للاكاروسات في العقود الأربعة الأخيرة وظهرت بشكل آفات مهمة على العديد من المحاصيل الاقتصادية كنتيجة لاستخدام المبيدات غير المتخصصة لفترة زمنية طويلة والتي أدت إلى خفض تعداد الأعداء الحيوية مما أدى إلى ظهورها بشكل وبائي على العديد من المحاصيل ولاسيما في مزارع الطماطة.

أضرار الاكاروسات Disadvantages of Acari

تسبب الاكاروسات نتيجة أنشطتها المختلفة العديد من الأضرار للنباتات والحيوانات والمواد المخزونة والتي يمكن إجمالها فيما يلي :

أولاً : أضرار الاكاروسات للنباتات Acari Harmful To Plants : تعد الأنواع التابعة لعائلتي العنكبوت الأحمر الاعتيادي Tetranychidae والحلم الاريوفي Eriophyidae من أهم الاكاروسات نباتية التغذية والتي تهاجم العديد من المحاصيل الاقتصادية ، وتتغذى عليها بامتصاص العصارة النباتية بما يؤدي إلى تبقع الأوراق ، واصفرارها ثم جفافها ، وتساقطها علاوة على تراكم الأتربة نتيجة وجود النسيج أو الغزل العنكبوتي ، والتي تعيق عملية التركيب الضوئي مما يؤدي في النهاية إلى ضعف النباتات وتدهورها ، كما يقوم أفراد الحلم التابع لعائلة الحلم الاريوفي بإحداث العديد من التشوهات التي تظهر بشكل أورام ونموات غير طبيعية على النباتات المصابة فضلاً عن مقدرة هذه الاكاروسات على نقل العديد من المسببات المرضية للنباتات كالفايروسات والبكتريا والفطريات مما يزيد من ضررها.

ثانياً : أضرار الاكاروسات للإنسان والحيوان Acari Harmful To Human & Animals : تتطفل أنواع عديدة من الاكاروسات على الإنسان وحيوانات المزرعة وخاصة مجموعة القراد التي تهاجم حيوانات المزرعة ، وتسبب لها الإزعاج وفقر الدم مما يؤثر على إنتاجية أبقار الحليب ، كما تلجأ الحيوانات المصابة في الغالب إلى حك جلدها بجدران الحظائر بما يؤدي إلى حدوث جروح تكون مدخلاً للعديد من المسببات المرضية. كما تنقل بعض أنواع القراد عدداً من الأوالي Protozoa الطفيلية ومن الأمثلة على ذلك نقلها لمسبب حمى البول الدموي في الماشية كما وجد أن العديد من أنواع القراد التابع للجنس *Dermnyssus* تصيب الدجاج وتسبب له الهزال والضعف وعند ازدياد الإصابة أو عدم توفر العائل فإنها تنتقل لتهاجم الإنسان وتمتص دمه وتنقل له بعض الأمراض ، كما تهاجم بعض أنواع الحلم الإنسان مسببة له العديد من أمراض الجرب والحساسية والحكة كما في الأنواع التابعة لمجموعة حلم الغبار المنزلي Proglyphidae وحلم الجرب التابع لعائلة Sarcoptidae والتي تصيب الإنسان والحيوان على السواء.

ثالثاً : أضرار الاكاروسات للمواد المخزونة Acari Harmful To Stored Products : من الملاحظ أن هناك العديد من الاكاروسات التي تهاجم المواد الغذائية المخزونة والحبوب وتسبب لها أضراراً بليغة ، خاصة أنواع الأجبان واللحوم والأسماك المجففة وغيرها من المواد المخزونة ، ومن أقدم أنواع الاكاروسات المعروفة النوع *Acarus siro* (L.) الذي يصيب الجبن والحبوب والطحين والفواكه المجففة والخضراوات.

مبيدات الاكاروسات Acaricides

إن التشابه النسبي في النواحي الفسلجية والتركيبية بين الاكاروسات والحشرات كان له دور كبير في تشابه المجاميع الكيميائية التي تنتمي إليها مبيدات الاكاروسات والحشرات. لذلك نجد أن للعديد من مبيدات الحشرات لاسيما المبيدات التابعة لمجموعة الفسفور العضوية تأثيراً جيداً على الاكاروسات والعكس صحيح. كذلك فان طرائق استخدام مبيدات الاكاروسات لا تختلف عن طرائق استخدام مبيدات الحشرات حيث يمكن رش الأجزاء الخضرية – أو تعفيرها بالمبيد الكيميائي.

ويمكن تقسيم مبيدات الاكاروسات تبعاً لمصدرها وتركيبها الكيميائي إلى المجاميع الآتية:

أولاً : مبيدات الاكاروسات غير العضوية Inorganic Acaricides

ثانياً : مبيدات الاكاروسات العضوية الطبيعية Natural Organic Acaricides : وتضم :

1- مبيدات اكاروسات عضوية طبيعية غير حيويةAbiotic Natural Organic Acaricides وتضم :

أ - الزيوت البترولية Petroleum Oils

ب- الزيوت القطرانية Tar Oils

2- مبيدات الاكاروسات الطبيعية الحيوية Natural Bioacaricides : وتضم :

أ - مبيدات الاكاروسات نباتية المصدر Plant Origin Acaricides

ب- مبيدات الاكاروسات مايكروبية المصدر Microbial Origin Acaricides

ت- مبيدات الاكاروسات حيوانية المصدر Animal Origin Acaricides

ثالثاً : مبيدات الاكاروسات العضوية المصنعة Synthetic Organic Acaricides وتضم :

1- مركبات الكبريت العضوية.

2- مركبات الكلور العضوية.

3- مركبات الفسفور العضوية.

4- مركبات الداي نايتروفينول.

5- مركبات البايروثرويد المحضرة صناعياً.

6- مركبات القصدير العضوية.

7- مبيدات اكاروسات متفرقة.

8- الفيرمونات.

أولاً : مبيدات الاكاروسات غير العضوية Inorganic Acaricides

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة الكبريت غير العضوي والذي يلعب دوراً مهماً في السيطرة على الكثافة العددية للحلم بالرغم من الاختلاف في استجابة مجاميع الحلم المختلفة للكبريت. حيث وجد أن أفراد عائلة الحلم الاريوفي وعائلة الحلم الأحمر الكاذب أكثر حساسية للكبريت من الأنواع التابعة لعائلة العنكبوت الأحمر ولاسيما التابعة للأجناس *Tetranychus* و *Panonychus*. ومن مميزات الكبريت عدم تركه أو تسببه في حدوث أضرار جانبية للنباتات المعاملة به ما عدا بعض النباتات الحساسة للكبريت كالقرعيات ، فضلاً عن تأثيره الجيد في الأطوار المشتية للحلم الموجودة في البراعم أو بين شقوق القلف وذلك بفعل أبخرته التي تزداد بارتفاع درجة الحرارة. وكذلك انخفاض سميته للبائن. ومن مساوئه تسببه في حدوث أضرار لعيون العمال القائمين بعملية المكافحة.

ثانياً : مبيدات الاكاروسات العضوية الطبيعية Natural Organic Acaricides

1- **مبيدات اكاروسات عضوية طبيعية غير حيوية Abiotic Natural Organic Acaricides** : وتضم :

أ - **الزيوت البترولية Petroleum Oils** : لقد أظهرت الزيوت البترولية تأثيراً جيداً في مكافحة الاكاروسات بأطوارها المختلفة وخاصة البيض حيث أظهرت العديد من الدراسات أن استخدام هذه الزيوت في الرشات السباتية لمكافحة الأطوار المشتية على أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق أعطى نتائج جيدة في خفض الكثافة العددية للحلم وتأخير ظهوره على الأشجار وفي نفس الوقت فان هذه الرشات لا تؤدي إلى تسمم النباتات وحرقها وهي تؤثر في الاكاروسات بنفس طريقة تأثيرها في الحشرات (لمزيد من المعلومات راجع فصل مبيدات الحشرات العضوية الطبيعية).

ب- الزيوت القطرانية Tar Oils : وهي عبارة عن نواتج التقطير الاتلافي للفحم الحجري حيث استخدمت في الماضي لمعالجة حالات الجرب على الحيوانات ، كما استخدمت لمعاملة أخشاب أعمدة الهاتف لوقايتها من مهاجمة الأرضة والحفارات.

2- **مبيدات الاكاروسات الطبيعية الحيوية Natural Bioacaricides :** وهي مجموعة المركبات الكيميائية التي تم استخلاصها أو إنتاجها من قبل كائنات حية وأظهرت فاعلية في مكافحة الاكاروسات.

أ - **مبيدات الاكاروسات نباتية المصدر Plant Origin Acaricides :** وتضم : البيرثرم والنيكوتين والروتينون والازادراكتين (انظر مبيدات الحشرات نباتية المصدر).

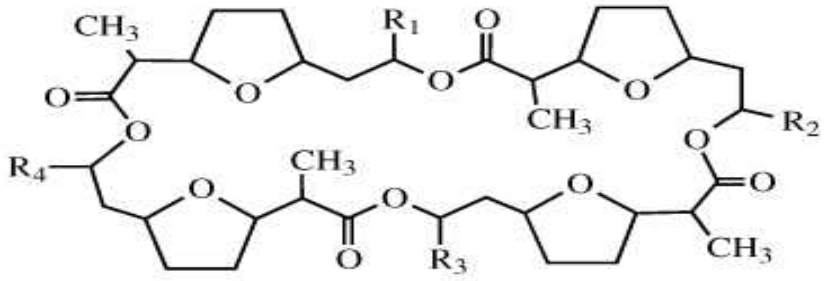
اضافة لما سبق فان هناك بعض مبيدات الاكاروسات نباتية المصدر منها :

1- **زيت روزماري Rosemary oil : :** زيت نباتي مستخلص من نبات Rosemary استخدم بنجاح كمبيد للاكاروسات والفطريات والحشرات على المحاصيل الحقلية وخاصة الذرة والقطن والبقوليات فضلا عن استخدامه بنجاح لمكافحة الاكاروسات على اشجار الفاكهة .

2- **كارانجين Karanjin :** مبيد اكاروسات وحشرات جيد وهو عبارة عن مستخلص نبات Pongamia مجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب .

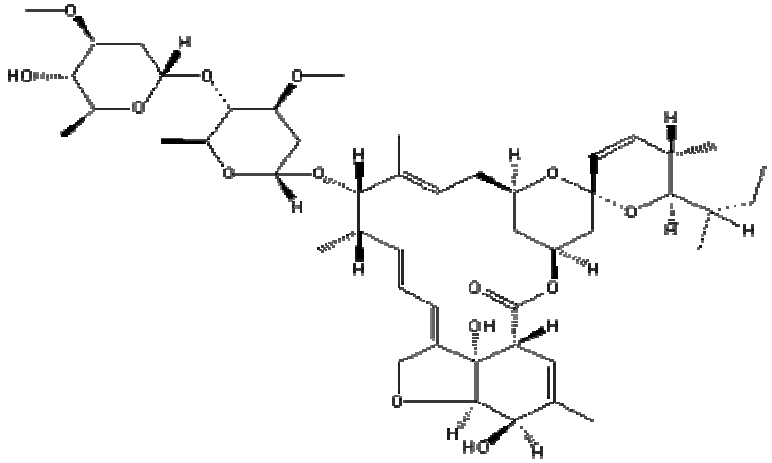
ب- **مبيدات الاكاروسات مايكروبية المصدر Microbial Origin Acaricides : وتضم :**

(1) **معقد البولي ناكتين Polynactins Complex :** ناتج أيض ثانوي لبكتريا *Streptomyces aureus* Strain S-3466 تم الحصول عليه بعملية التخمير. استخدم بنجاح لمكافحة العديد من أنواع الحلم الأحمر من عائلة Tetranychidae ولاسيما الحلم العنكبوتي ذو البقعتين *Tetranychus urticae*. يباع تجارياً بشكل مركز قابل للاستحلاب ويمكن خلطه مع مبيدات الاكاروسات الأخرى ومن أسمائه التجارية Mitecidin. ويحدث هذا المبيد تأثيره السام في الظروف الجوية الرطبة حيث يقتل الحلم عن طريق تسببه في نضوح أيون البوتاسيوم خلال الطبقة الدهنية لغلاف المايتوكوندريا ويعمل الماء أو الرطوبة على تسريع عملية النضوح وبالتالي إحداث التأثير السام ، لذا لا ينصح باستخدامه في الظروف الجافة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



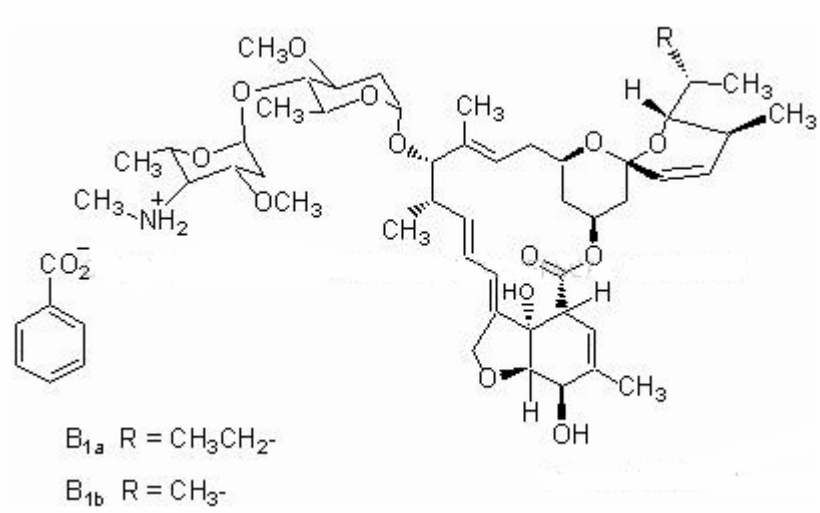
Dinactin; tetranactin; trinactin

(2) الابامكتين Abamectin : اسمه وتركيبه الكيميائي :



Avermectin B1: mixture of avermectins containing >80% avermectin B1a and <20% avermectin B1b

(3) الايمامكتين بنزويت Emamectin Benzoate : اسمه وتركيبه الكيميائي:

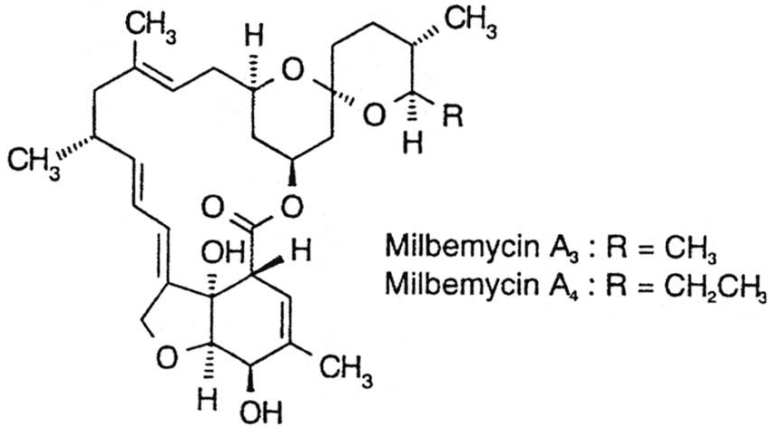


Semi-synthetic avermectin derived from fermentation of avermectin B (abamectin): mixture of 4" epimethylamino-4"deoxy-avermectin B1a & B1b benzoate salts

(انظر مبيدات الحشرات مايكروبية المصدر)

(4) **ميلبمكتين Milbemectin** : مبيد اكاروسات وحشرات حيوي تم عزله من بكتريا التربة نوع *Streptomyces hygroscopicus* Sub sp. Aureolacrimosus بواسطة التخمير. استخدم بنجاح لمكافحة حلم الحمضيات الأحمر وحلم صدأ الحمضيات وأنواع أخرى من الحلم الأحمر من عائلة Tetranychidae ، يباع تجارياً بشكل مركز قابل للاستحلاب تحت الاسم Milbeknock. إن التأثير السام لهذا المبيد يتحقق من خلال تحفيزه لإطلاق Gama Amino Butyric Acid (GABA) من النهايات العصبية وتسريع عملية ارتباط GABA بالمواقع الموجودة في الغشاء ما بعد مناطق الاشتباك العصبي مما يؤدي إلى تثبيط العصب المحرك. إن ارتباط GABA بهذه المواقع يؤدي إلى زيادة سريان أيون الكلورايد في الخلية العصبية ويرافق ذلك حدوث استقطاب مفرط واستبعاد نقل الإشارة مما يؤدي إلى تثبيط عملية نقل الرسائل العصبية ، وموت الكائن.

إن Milbemectin قابل للخلط مع أغلب مبيدات الاكاروسات والحشرات ويستخدم بمعدل 5.6–28 غم/هكتار لمكافحة الحلم والحشرات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Milbemectin (BSI, pa E-ISO). [51596-10-2]A_3 ; [51596-11-3]A_4

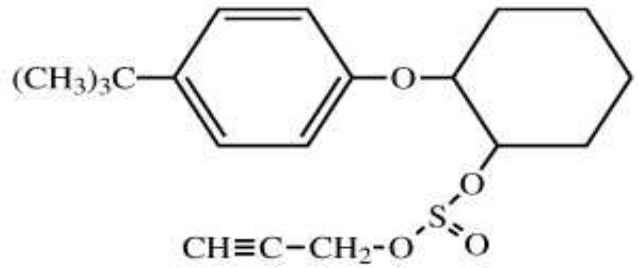
ت– مبيدات الاكاروسات حيوانية المصدر Animal Origin Acaricides

أظهرت العديد من الدراسات أن لمنظمات نمو الحشرات مثل مشابهات هرمون الشباب وهرمون الانسلاخ تأثير في الاكاروسات ، كما تم عزل هذه الهرمونات من القراد. إلا أن استخدامها غير اقتصادي.

ثالثاً : مبيدات الاكاروسات العضوية المصنعة Synthetic Organic Acaricides

وتضم العديد من المجاميع الكيميائية التي تحوي العديد من مبيدات الاكاروسات ومن أهم هذه المجاميع ما يلي :

1- مبيدات اكاروسات كبريتية عضوية Organic Sulfur Acaricides : من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة مبيد Propargite ومن أسمائه التجارية Comote و Nomites و Omite وهو مبيد يؤثر بالملامسة ويستعمل في مكافحة أنواع عديدة من الحلم على أشجار الفاكهة مثل اللوزيات والحمضيات والتفاحيات وغيرها. اسمه وتركيبه الكيميائي :

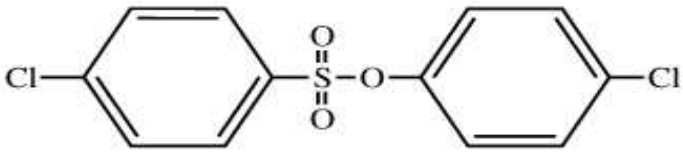


2-(p-tert-Butylphenoxy) cyclohexyl 2-propynyl sulfite

2- **مبيدات الاكاروسات الكلورينية العضوية Organochlorine Acaricides :** تمتاز مركبات هذه المجموعة بطول فترة بقائها في البيئة وتأثيرها الجيد على الاكاروسات. إن ميتابولزم وميكانيكية التأثير السام لمركبات هذه المجموعة في الاكاروسات لا تختلف عن تلك التي اشرنا إليها في فصل مبيدات الحشرات. تضم هذه المجموعة العديد من مبيدات الاكاروسات منها :

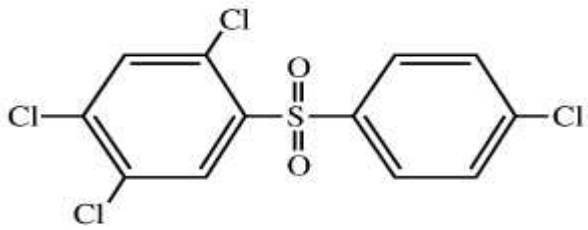
أ - **نيوتران Neotran :** ويمتاز بتأثيره على البيض والأطوار المتحركة للحلم.

ب- اوفيكس Ovex : وهو مبيد متخصص لمكافحة بيض الاكاروسات والحشرات على أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-chlorophenyl 4-chlorobenzenesulfonate

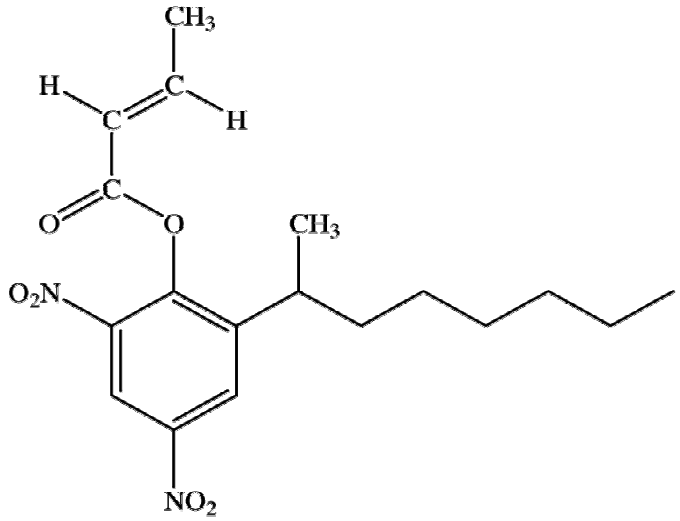
ت- تيديون Tedion : يستخدم لمكافحة البيض ويرقات الحلم حديثة الفقس ولكنه غير فعال في مكافحة الحلم الاريوفي والعنكبوت الأحمر الكاذب. ومن مساوئه سرعة ظهور المقاومة في الحلم ضد فعل هذا المبيد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-chlorophenyl 2,4,5-trichlorophenyl sulfone

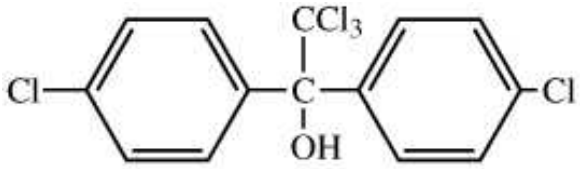
ث- كاراثين Karathane : وهو من المبيدات الحديثة ذات الكفاءة العالية في مكافحة الاكاروسات لطول فترة بقائه وعدم تحلله السريع إضافة إلى فاعليته في مكافحة فطريات أمراض البياض ألدقيقي وقد أظهرت الدراسات أن لهذا المبيد تأثيراً جيداً على (31) نوعاً من الاكاروسات نباتية التغذية ومن أهمها الحلم الأحمر الأوربي *Panonychus ulmi* Koch والعنكبوت الأحمر ذو البقعتين *Tetranychus urticae* (Koch) كما

اظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة أنواع الحلم التي أظهرت مقاومة للمبيدات الأخرى ولهذا المبيد تأثير متخصص على الاكاروسات ولكنه لا يؤثر على الحشرات. يمكن خلطه مع مبيدات الحشرات والفطريات وقد استخدم بنجاح لمكافحة الحلم على أشجار التفاحيات والحمضيات ومحاصيل الخضر. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2,4-Dinitro-6-octyl-phenyl-crotonate, 2,6-dinitro-4-octyl-phenyl crotonate and nitro-octyl-octyl-phenols

ج- **كلثين Kelthane** : استخدم هذا المبيد في عام 1952 في مكافحة الأطوار البالغة للعنكبوت الأحمر العادي وكذلك الأنواع التابعة لعائلة العنكبوت الأحمر الكاذب Tenuipalpidae. يمكن خلطه مع العديد من مبيدات الفطريات خاصة مبيد M-45 Diathane وكذلك مع بعض الزيوت ولكنه يتحلل في الوسط القلوي إلى مركب p,p dichlrobenzophenon والكلورفورم $CHCL_3$. المادة الفعالة النقية عبارة عن مادة صلبة بيضاء تنصهر عند درجة حرارة 78°م غير قابلة للذوبان بالماء ولكنها تذوب بالمذيبات العضوية، ومن مساوئ استخدامه هو بقاءه لفترة طويلة على النباتات المعاملة به. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4,4¢-dichloro-a-(trichloromethyl) benzhydrol

ح- **اندوسلفان Endosulfan** : مبيد اكاروسات وحشرات استخدم بنجاح لمكافحة العنكبوت الأحمر ذو البقعتين على القطن ويباع تجارياً تحت اسم Thiodan. (انظر مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية)

خ- **اميلاكس سوبر Amilax Super** : مبيد يستخدم لمكافحة الاكاروسات في جميع مراحل نموها وهو خليط من مبيدين هما Dicofol بنسبة 18.5% و Tetradifon 6.5% ومجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب وهو قابل للخلط مع العديد من المبيدات ما عدا المبيدات قلوية التأثير.

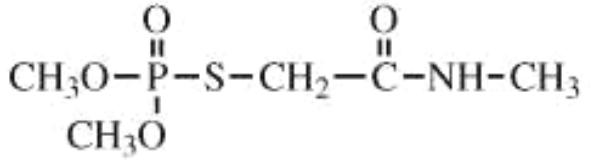
إضافة للمبيدات المشار إليها فإن هناك العديد من المبيدات التابعة لهذه المجموعة منها المبيدات Acarlate و Aramite و Chlorobenzilate و Chlorobeside و Mitran.

3- مبيدات الاكاروسات الفسفورية العضوية Organophosphorus Acaricides

منذ عام 1946 والعمل مستمر في تقييم فاعلية مبيدات الحشرات الفسفورية لمكافحة الاكاروسات وقد أظهرت نتائج التقييم هذه أن لمعظم مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية تأثيراً واضحاً على الأنواع المختلفة

من الاكاروسات ومنها المبيدات EPN و Parathion و Systox و TEPP وشرادان وغيرها كثير. إلا أن من أهم مبيدات هذه المجموعة والمستخدمة ضد الاكاروسات ما يلي :

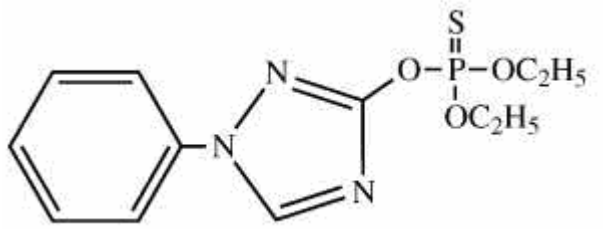
أ – **فوليمات Folimat :** ويسمى أيضاً Bay 45432 و Omethoate. وهو من المبيدات الفسفورية العضوية الجهازية المستخدمة في مكافحة الحلم والحشرات. يمتاز بسميته العالية حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 50 ملغم/كغم. يجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب 4%، لا ينصح باستخدامه على أشجار الكمثرى لتسببه في ظهور علامات تسمم على أشجار الكمثرى. اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O-dimethyl S-[2-(methylamino)-2-oxoethyl] phosphorothioate

ب– مايتميت Mitemate : ويسمى أيضاً Amidothionate. وهو من المبيدات الفسفورية العضوية المتخصصة لمكافحة البيض والأطوار المتحركة للحلم على أشجار الفاكهة ذات النواة الحجرية وأشجار التفاح والحمضيات.

ت– **ترايزوفوس Triazophos :** مبيد اكاروسات استخدم بنجاح لمكافحة الحلم بأنواعه المختلفة على القطن والطماطم والبطاطا وغيرها من محاصيل الخضر. يعرف في العراق باسمه التجاري هوستاثيون Hostathion. وهو قابل للخلط مع بعض المبيدات ، وهو متوسط السمية للبائن. اسمه وتركيبه الكيميائي.



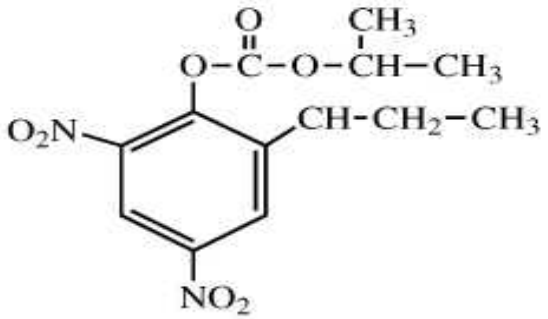
O,O-diethyl O-(1-phenyl-1H-1,2,4-triazol-3-yl)-thiophospha

4– مبيدات اكاروسات من مجموعة الداي نايتروفينول Dinitrophenol Acaricides

وهي من أقدم المركبات التي استخدمت في مكافحة الاكاروسات حيث بدأ استخدامها منذ عام 1930. ومن مميزات هذه المجموعة تحللها السريع بفعل العوامل البيئية. وفاعليتها ضد أنواع الحلم غير الحساسة للكبريت أو لمكافحة الحلم على النباتات التي تتأثر بالكبريت. ومن عيوب هذه المجموعة هو تأثيرها السام على بعض النباتات وعدم فاعليتها في المكافحة تحت درجات الحرارة المنخفضة.

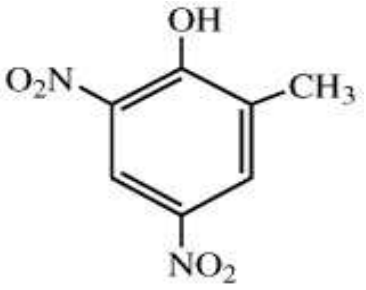
ومن أهم مركبات هذه المجموعة :

أ – **داينوبيوتون Dinobuton :** ويباع حالياً تحت اسم Acrex. استخدم هذا المبيد لمكافحة الحلم على القطن والطماطة والخيار وكذلك على أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق والحمضيات. فضلاً عن تأثيره الفاعل في فطريات البياض الدقيقي ، ولا ينصح بخلطه مع مبيد السيفين. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-sec-butyl-4,6-dinitrophenyl isopropyl carbonate

ب- داينتروكريسول Dinitro –O– Cresol أو (DNOC) : مبيد يؤثر على بالغات الحلم عن طريق المعدة أو بالملامسة ويمكن استخدامه رشاً أو تعفيراً على الأجزاء الخضرية للنبات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



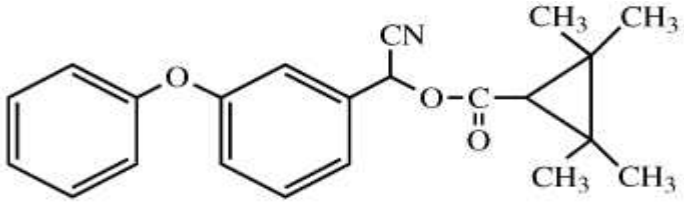
4,6-dinitro-o-cresol, 2-methyl-4,6-dinitrophenol

ت- داينتروسايكلوهكسلينول Dinitro –O– Cyclohexylohenol أو (SNOCHP) : وهو أكثر سمية من المركب السابق في مكافحة بالغات الحلم وهو أكثر سمية للبائن أيضاً.

5- مبيدات اكاروسات بايروثرويدية Pyrethroides Acaricides

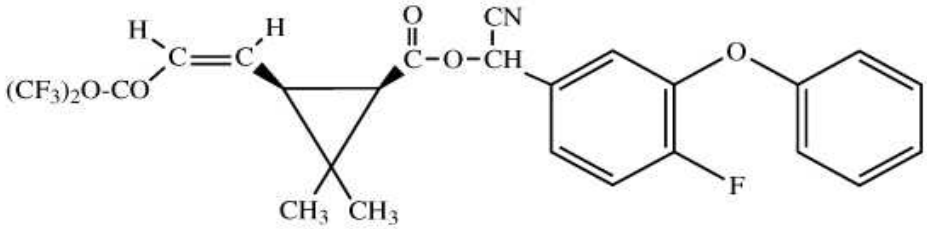
و من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

أ - فينبروبـــاثرين Fenpropathrin : ويـــسمى أيـــضاً Herald **و** Kilumal **و** Randal و Danitol وغيرها وهو من المبيدات التابعة لمجموعة البايروثرويد المحضرة صناعياً. ويمتاز هذا المبيد بفاعليته العالية ضد العديد من أنواع الحلم وخاصة الأنواع التي أظهرت مقاومة لمبيدات أخرى ، إضافة إلى تأثيره الطـــارد. يؤثر هذا المبيد أيضاً على خصوبة الإناث حيث يعمل على تقليل كمية البيض الذي تضعه الأنثى وهو يعمـــل أيضا كمادة مانعة للتغذية. اسمه وتركيبه الكيميائي :



a -cyano-3-phenoxybenzyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopropanecarboxylate

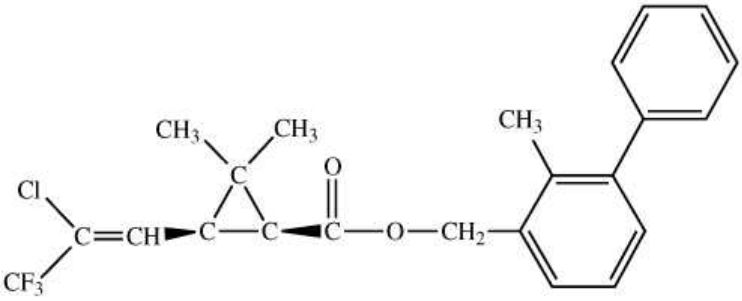
ب- اكريناثرين Acrinathrin : مبيد اكاروسات يباع تحت الاسم Rufast استخدم فـــي العـــراق بنجـــاح لمكافحة الحلمة الشرقية على الحمضيات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



cyano(3-phenoxyphenyl)methyl 2,2-dimethyl-3-[3-oxo-3-[2,2,2-trifluoro-1 -

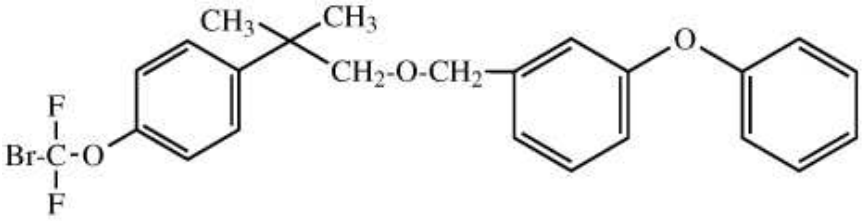
(trifluoromethyl)ethoxy]-1-propenyl]cyclopropanecarboxylate

ت- بايفنثرين Bifenthrin : مبيد اكاروسات وحشرات استخدم لمكافحة أنواع مختلفة مـــن الحلـــم علـــى الخضراوات كما استخدم بنجاح لمكافحة حشرة السونة على الحنطة والشعير. يباع تحت أسماء تجارية هـــي Biflex و Talstar. اسمه وتركيبه الكيميائي :



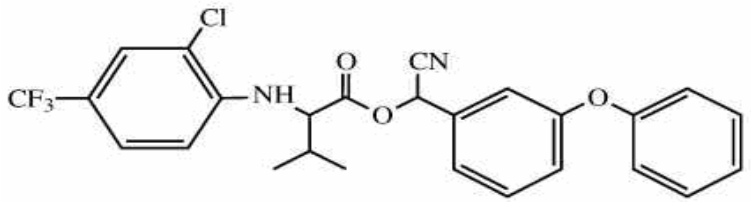
[1□,3□-(Z)]-(±)-(2 methyl[1,1'-biphenyl]-3-yl) methyl 3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ث- هالفينبروكس Halfenprox : مبيد اكاروسات جيد استعمل لمكافحة أنواع عديدة من الحلم على محاصيل الخضر، من الأسماء التجارية لهذا المركب Sirbon. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-(4-bromodifluoromethoxyphenyl)-2-methylpropyl 3-phenoxybenzyl ether

ج- تاوفلوفالينيت Tau-Fluvalinate : مبيد اكاروسات استخدم بنجاح في مكافحة الفاروا في خلايا النحل بشكل أشرطة تباع تحت اسم Apistan ، كما أنتج بشكل مركز قابل للاستحلاب تحت اسم Mavrik لمكافحة الحلم على أشجار الفاكهة. اسمه وتركيبه الكيميائي :

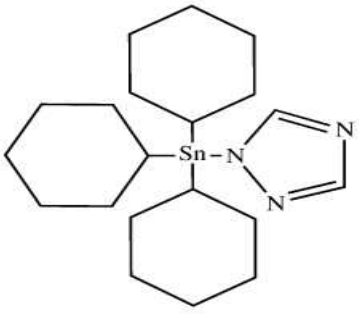


(RS)-a-cyano-3-phenoxybenzyl N-(2-chloro-a,a,a-trifluoro-p-tolyl)-D-valinate

6- مبيدات اكاروسات من مجموعة القصدير العضوية Organo Tin Acaricides

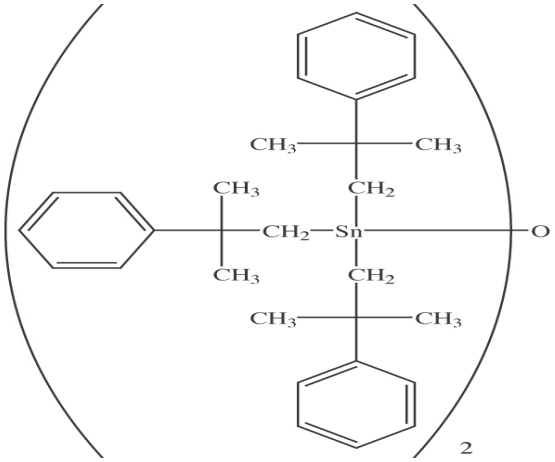
تضم هذه المجموعة عدداً من مبيدات الاكاروسات ذات الفاعلية الجيدة ضد الحلم ومن أهم هذه المبيدات :

أ - ازوسايكلوتن Azocyclotin : يباع تجارياً تحت اسم Clairmait و Peropal. استعمل لمكافحة الأطوار الكاملة من الحلم على أشجار الفاكهة والخضار ونباتات الزينة ويؤثر عن طريق الملامسة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



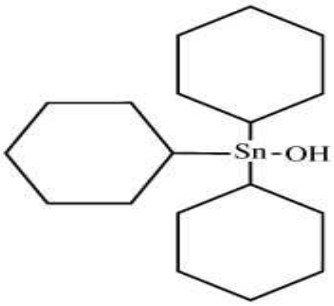
1-(tricyclohexylstannyl)-1H-1,2,4-triazole

ب- فينوبيوتاتن اوكسايد Fenbutatin – Oxide : يعرف تجارياً باسم Torque استعمل بنجاح لمكافحة أنواع عديدة من الحلم منها حلم الحمضيات والحلم الاريوفي على الزيتون. اسمه وتركيبه الكيميائي :



hexakis(2-methyl-2-phenylpropyl)distannoxane

ت- سيهكساتن Cyhexatin : مبيد اكاروسات استخدم بنجاح لمكافحة الحلمة الشرقية على الحمضيات وحلم التفاح الكاذب والحلم على الخيار. تجارياً يعرف بالأسماء Acarsitin و Triran. اسمه وتركيبه الكيميائي :

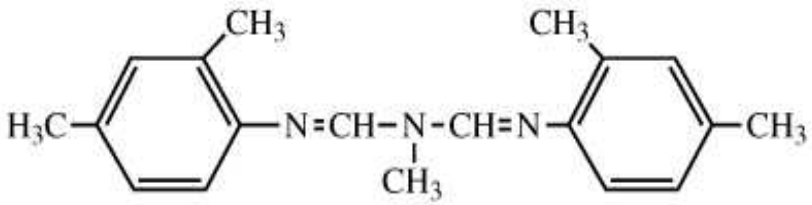


Tricyclohexylhydroxystannane

7- مبيدات اكاروسات متفرقة Miscellaneous Acaricides

هناك العديد من مبيدات الاكاروسات المستخدمة حالياً ولا تنتمي إلى المجاميع السابقة منها :

أ - **اميتراز Amitraz :** ويباع تجارياً تحت خمسة عشر اسماً مختلفاً منها Acardex و Baam و Mitac و Ovidrex و Taktic وغيرها. اسمه وتركيبه الكيميائي :

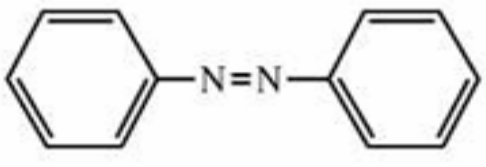


N ' -(2,4-dimethylphenyl)-N-[[(2,4-dimethylpheyl)imino]methyl]-N-

methylmethanimidamide; N-methylbis

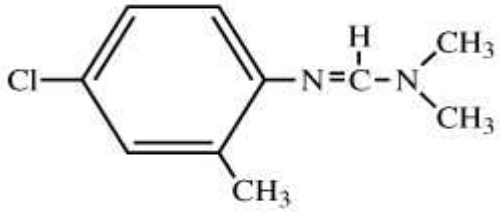
وهو مبيد يستخدم لمكافحة الحشرات والاكاروسات ويوجد بشكل مسحوق قابل للبلل بتراكيز تتراوح بين 25-50% ومحلول قابل للاستحلاب 12.5-20% وقد اظهر فاعلية جيدة في مكافحة العنكبوت الأحمر الاعتيادي ، كما يستخدم لمكافحة القراد الذي يصيب حيوانات المزرعة ، قليل التأثير على نحل العسل والأعداء الحيوية يمكن خلطه مع معظم المبيدات ويمتاز بتأثيره على جميع أطوار الاكاروسات.

ب- ازوبنزين Azobenzen : يمتاز هذا المبيد بضغطه البخاري العالي لذلك يستخدم في الغالب كمادة مبخرة لمكافحة الحلم في البيوت الزجاجية. اسمه وتركيبه الكيميائي :



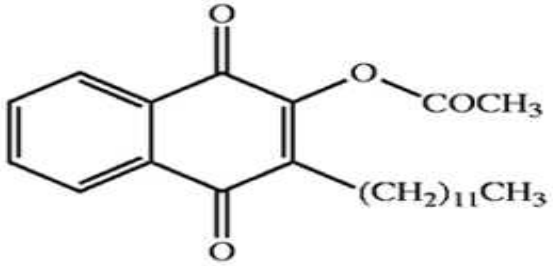
Diphenyl diimide

ت- كلورديمفورم Chlordimeform : ويسمى أيضاً Acaron و Bermat و Fundex و Galeran. من مبيدات الحلم الجيدة والمستخدمة لمكافحة الاكاروسات التي أظهرت مقاومة للمبيدات الأخرى. لا يؤثر على نحل العسل. اسمه وتركيبه الكيميائي :



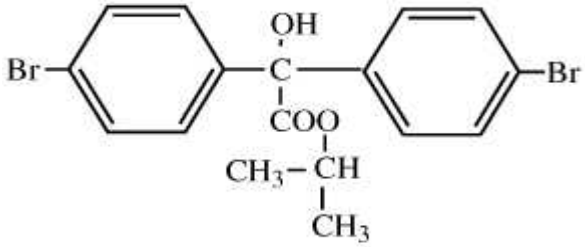
N-(4-chloro-o-toly)-N,N-dimethyl formamidine

ث- اسكيونوسيل Acequinocyl : مبيد اكاروسات يباع تجارياً تحت الأسماء K-mite و Kanemite واستعمل بنجاح لمكافحة أنواع مختلفة من الحلم على محاصيل الخضر. اسمه وتركيبه الكيميائي:



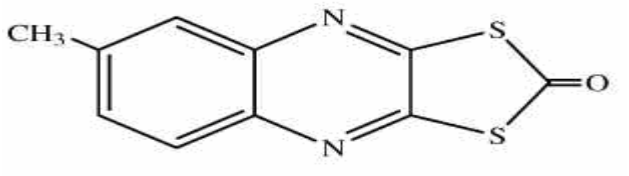
3-Dodecyl-1,4-dihydro-1,4-dioxo-2-naphthyl acetate

ج- بروموبروبيليت Bromopropylate : مبيد اكاروسات جيد ينتمي لمجموعة مركبات Benzilate ، استعمل بنجاح لمكافحة الحلمة الشرقية على الحمضيات وأنواع عديدة من الحلم على محاصيل الخضر وأشجار الفاكهة يباع تجارياً تحت اسم Neoron بشكل مركز قابل للاستحلاب ، كما يجهز بشكل أشرطة تدخين لمكافحة الفاروا على نحل العسل ويباع تحت اسم Folbex. اسمه وتركيبه الكيميائي :



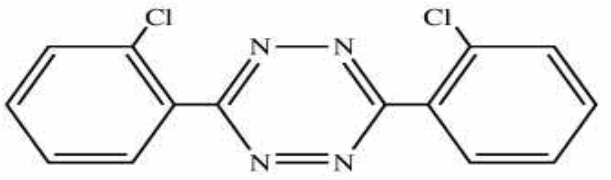
Isopropyl 4,4 ' -dibromobenzilate

ح- جاينوميثويت Chinomethionate : مبيد اكاروسات يعرف تجارياً باسم Morestan وينتمي لمجموعة مركبات Dithiocarbonate وقد استخدم بنجاح لمكافحة الحلم على الخضراوات . اسمه وتركيبه الكيميائي :



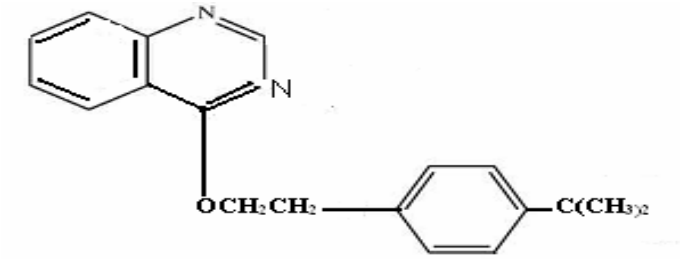
6-methyl-1,3-dithiolo[4,5-b]quinoxalin-2-one

خ- كلوفينتزين Clofentezine : يعرف تجارياً باسم Apollo وينتمي إلى مجموعة الـــ Tetrazine ، استعمل بنجاح لمكافحة حلم الحمضيات والتفاح، اسمه وتركيبه الكيميائي :



3,6-bis(2-chlorophenyl)-1,2,4,5-tetrazine

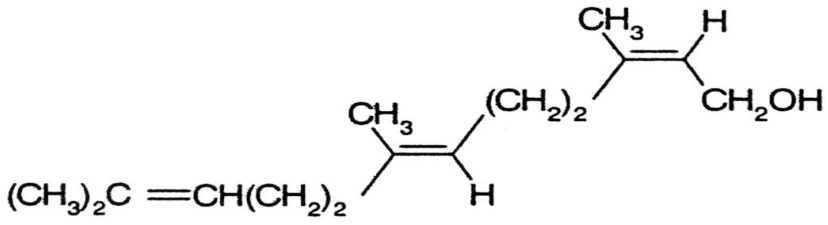
د- فينازاكوين Fenazaquin : مبيد اكاروسات استخدم بنجاح لمكافحة الحلمة ذات الرسغ الشعري على الطماطة والفلفل والبطاطا بمعدل 6ر0 مل/لتر ماء. ويعود لمجموعة quinazoline ويباع تجارياً تحت اسم Pride. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-tert-butylphenethyl quinazolin-4-ylether

8- الفيرمونات Pheromones

لاحظنا في فصل مبيدات الحشرات العضوية المصنعة بطيئة المفعول أن للفيرمونات دوراً مهماً في مكافحة العديد من الآفات الحشرية بعد أن تم عزل وتشخيص وتصنيع هذه الفيرمونات. مما دفع الباحثين إلى محاولة الكشف عن الفيرمونات الموجودة في الاكاروسات في محاولة لاستخدامها في مكافحة هذه الآفات وقد أثمرت هذه الجهود في اكتشاف العديد من الفيرمونات التي لازالت في مرحلة الدراسة ، إلا أن من أهم الفيرمونات المستخدمة على النطاق الحقلي والتجاري فيرمون التحذير الخاص بالحلم العنكبوتي ذو البقعتين *Tetranychus urticae* والمسمى Spider Mite Alarm Phermone ، هذا الفيرمون تم عزله من حوريات العمر الثاني لإناث الحلم الأحمر ذو البقعتين وتم تحضيره تجارياً بشكل كبسولات إطلاق بطيئة للفيرمون حيث يعمل الفيرمون على تشتت مجتمعات الحلم وهروبها. ويستخدم بمعدل 150-425 مل/هكتار.



اسمه وتركيبه الكيميائي :

Fernesol

Fernesol ((Z,E)-3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol); nerolidol (3,7,11-trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol)

الباب الثالث

مبيدات الآفات عدا

مفصليات الأرجل

Pesticides Except Arthropods

الفصل التاسع : مبيدات الآفات الحيوانية عدا مفصليات الأرجل

الفصل العاشر : مبيدات الفطريات والبكتريا

الفصل الحادي عشر : مبيدات الطحالب والفطريات

الفصل الثاني عشر : مبيدات الأدغال

الفصل التاسع

مبيدات الآفات الحيوانية عدا مفصليات الأرجل

Animal Pesticides Except Arthropods

- مقدمة
- مبيدات الديدان الثعبانية
  - معقمات التربة
  - المبيدات الجهازية
  - مثبطات تصنيع الكايتين
  - مبيدات الحشرات غير الجهازية
- مبيدات الرخويات
- مبيدات القوارض
  - مواد التبخير
  - الطعوم السامة
  - مبيدات الحشرات
- مبيدات الطيور

مقدمة Introduction

إذا كانت مفصليات الأرجل (الحشرات والاكاروسات) من أبرز الآفات الحيوانية وأكثرها شيوعاً في إلحاق الضرر بالمحاصيل الزراعية فإن الآفات الحيوانية الأخرى من قوارض وطيور وديدان ثعبانية ... الخ قد أصبحت في السنوات الأخيرة تحتل مركزاً ينافس الحشرات والاكاروسات ، بل قد تتفوق عليها في أحيان كثيرة من حيث كمية الخسارة ونوعيتها والضرر الذي تحدثه في مجال الزراعة والصحة العامة. لذا فإن الباحثين في مجال المبيدات حاولوا جاهدين إلى إيجاد العديد من المركبات الكيميائية التي لعبت دوراً مهماً في مجال السيطرة على هذه الآفات ، لذا سنحاول في هذا الفصل التطرق إلى أهم المبيدات المستخدمة في مكافحة الآفات الحيوانية عدا مفصليات الأرجل .

مبيدات الديدان الثعبانية Nematicides

الديدان الثعبانية أو النيماتودا هي ديدان اسطوانية تبدو أحيانا مغزلية الشكل وفي بعض الأجناس تأخذ الأنثى الناضجة شكل الكيس أو الكمثرى أو الشكل الكلوي. وهي ديدان مجهرية يتراوح طولها بين 0.5–4 ملم. ويتكون جسمها من أنبوبتين متداخلتين تمثل الخارجية منهما جدار الجسم وتمثل الداخلية القناة الهضمية. تعيش الديدان الثعبانية أينما وجدت على المواد العضوية وتكثر في الطبقة العلوية من التربة وبعمق 15–20 سم وقد تصل إلى عمق خمسة أمتار كما في حالة الديدان الثعبانية التي تصيب الجذور ومنها جذور العنب المتعمقة في التربة. تعيش معظم الأنواع نباتية التغذية مرتبطة بالمجموع الجذري إما بشكل طفيليات خارجية أو داخلية ، كما تهاجم الأبصال والكورمات والدرنات وتلحق بها خسائر فادحة علاوة على تسببها في ظهور العديد من العلامات المرضية على المحاصيل المصابة ، كما تلعب هذه الديدان دوراً مهماً في نقل العديد من فايروسات الأمراض النباتية وتسهيل دخول المسببات الفطرية والبكتيرية عن طريق الجروح التي تحدثها في المجموع الجذري للنبات.

طرائق مكافحة الديدان الثعبانية Nematodes Control Methods

يمكن القول أن الطرائق المستخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية تكون في إحدى مجموعتين :

أولاً : الطرائق غير الكيميائية Non Chemical Methods

وتتركز معظم الوسائل المستخدمة في هذا المجال على محاولة إحداث تغيير في البيئة التي تعيش فيها الديدان الثعبانية بحيث تصبح غير ملائمة لزيادة أعدادها ومن هذه الوسائل :

1- التعقيم الشمسي Solarization

2- إتباع دورة زراعية لا تزرع فيها العوائل المعرضة للإصابة لفترة معينة.

3- ترك الأرض بوراً لفترة كافية لحرمان الديدان الثعبانية من عوائلها الغذائية.

4- غمر الأرض المصابة بالمياه لفترة كافية لقتل اكبر عدد من الديدان الثعباينة.

5- زراعة أصناف مقاومة للإصابة بالديدان الثعبانية .

إن الوسائل المذكورة آنفاً وبالرغم من الدور الذي تلعبه في خفض أعداد الديدان الثعبانية إلا أنها طرائق بطيئة لا تظهر نتائجها بسرعة.

ثانياً : المكافحة الكيميائية Chemical Control

تعد المكافحة الكيميائية للديدان الثعبانية من الوسائل الفعالة والسريعة في خفض أعداد الديدان الثعبانية في التربة. وان نجاح المكافحة الكيميائية لهذه المجموعة من الآفات يعتمد على مراعاة النقاط الآتية :

1- اختلاف الديدان الثعبانية بدرجة حساسيتها للمبيدات المختلفة وذلك للاختلاف الحاصل في سمك طبقة الكايتين المغلفة لجسم النيماتودا والذي يدخل في تركيبها بروتينات وحوامض دهنية تحول دون نفاذ العديد من المركبات الكيميائية وخاصة القطبية منها. علاوة على أن النيماتودا في التربة محاطة بطبقة رقيقة من الماء ولكي يؤثر المبيد يجب أن ينفذ خلال هذا الغشاء المائي.

2- إن كفاءة مواد التدخين وتعقيم التربة في مكافحة الديدان الثعبانية في التربة تعتمد على العديد من العوامل :

أ - درجة الحرارة : إن ارتفاع درجة حرارة التربة يزيد من سرعة انتشار وتغلغل المدخنات والغازات السامة.

ب- نوع التربة : تعمل التربة الطينية والغنية بالمادة العضوية على ادمصاص المبيد على حبيبات التربة والمادة العضوية ويقل انتشاره في التربة.

ت- الرطوبة : إن امتلاء الفراغات بين حبيبات التربة بالماء يؤدي أيضاً إلى إعاقة انتشار المبيد بين الفراغات.

3- طريقة المعاملة : وتتوقف طريقة المعاملة على طبيعة المبيد ونوع التربة ففي حالة المبيدات غير المتطايرة والتي تتوفر بشكل سوائل أو محببات يمكن إضافتها إلى التربة فوق المروز أو الخطوط التي يزرع فيها النبات ، أما بالنسبة للمبيدات المتطايرة فتوضع على عمق 15-20سم في التربة ويفضل أن تغطى التربة المعاملة بغطاء من Polyethylene لمنع تسرب المبيد إلى الهواء ، أما بالنسبة للجرعة فيفضل استخدام الجرعات العالية في التربة الطينية الثقيلة مقارنة بالتربة الخفيفة كذلك تستخدم جرعات عالية عندما يكون المحصول معمراً وجذوره عميقة مقارنة بالمحاصيل ذوات الجذور السطحية.

ونظراً لكون الديدان الثعبانية تعيش في التربة والأجزاء النباتية الأخرى كالأوراق والأزهار والبذور بشكل طفيليات داخلية وخارجية فإن المبيدات الكيميائية المستخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية تقع في إحدى المجاميع التالية :

أولاً : معقمات التربة Soil Sterilants

ثانياً : المبيدات الجهازية Systemic Pesticides

ثالثاً : مثبطات تصنيع الكايتين Chitin Synthesis Inhibitors

رابعاً : مبيدات الحشرات غير الجهازية Non-Systemic Insecticides

أولاً : معقمات التربة Soil Chemosterilant

وتضم عدداً من الغازات السامة والمركبات الكيميائية ذوات الضغط البخاري العالي والتي تتحول في التربة إلى غازات وأبخرة تنتشر بين حبيبات التربة وتعمل على إبادة الديدان الثعبانية وخاصة خارجية التطفل ، وهي مركبات غير متخصصة حيث أنها تعمل أيضاً على إبادة الفطريات ، والبكتريا وجذور الأدغال. ومن أهم المركبات المستخدمة في هذا المجال :

1- ثاني كبريتيد الكاربون Carbon Disulfide : ويسمى أيضاً Carbon Bisulfide أو CS_2 ويوجد بشكل سائل يميل إلى الاصفرار رائحته غير مقبولة وهو قابل للاشتعال وغالباً ما يخلط بأربعة أمثاله بالحجم مع رابع كلوريد الكاربون لتقليل خطره. يستخدم في تبخير التربة ضد الديدان الثعبانية والآفات الأخرى.

2- بروميد المثيل Methyl bromide (CH_3Br) : ويباع تجارياً تحت أسماء مختلفة منها Meth -O- Gas bromethane و Me-Br. وهو غاز سام لجميع صور الحياة تبلغ درجة غليانه 3.56°م. ويباع عادة بشكل سائل مضغوط داخل علب معدنية أو اسطوانات كبيرة الحجم. وهو غاز عديم اللون رائحته حلوة وهو ثابت لا يشتعل ويستخدم في القطر بكثرة في تعقيم تـرب البيوت الزجاجية وفي الدول المتقدمة يستخدم لتعقيم ترب الأراضي الزراعية. ويشترط في هذا المجال تغطية التربة المعاملة لمنع تسربه إلى الهواء وعدم استخدامه بوجود المحاصيل الزراعية لأنه يعد ساماً جداً للنبات.

3- ثنائي بروميد الاثيلين Ethylene Dibromide : ويسمى أيضاً 1,2-ibromoethane و Nephis و Dowfume W.85 و Soil Brom و EDB. $Br - CH_2 - CH_2 - Br$

وهو عبارة عن مادة متطايرة توجد بشكل سائل عديم اللون ويستخدم في تبخير التربة، يغلي عند درجة 131.5°م وقد أظهر فاعلية في مكافحة الديدان الثعبانية في حقول البطاطا والتبغ وغيرها. ويفضل زراعة الأرض بعد 10–15 يوماً من المعاملة.

4- ثاني كلوريد الاثيلين Ethylene Dichloride : ويسمى أيضاً Ethylene Chloride و 1,2-Dichloroethane و EDC. وهو من الغازات الأمينة الاستعمال وسميته قليلة للإنسان والحيوان ويباع عادة مخلوطاً مع رابع كلوريد الكاربون بنسبة 3 : 1 لضمان عدم اشتعاله ويوجد بصورة سائلة على درجة حرارة الغرفة رائحته تشبه رائحة الكلوروفورم أثقل من الهواء وقليل الذوبان في الماء. استخدم بنجاح لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

5- خليط دي–دي D–D Mixture : وهو خليط من المركبين :

1,3 – Dichloropropene $CHCL = CHCH_2CL$

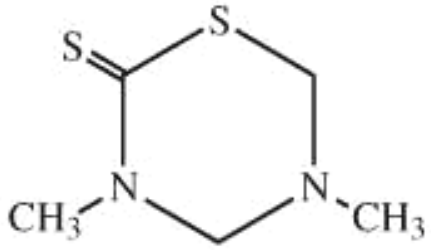
+

1,2 – Dichloropropane $CLCH_2CHCLCH_3$

يباع تجارياً تحت اسم Dowfume – N أو Vidden – D وهو سام جداً للديدان الثعبانية والنبات على السواء لذا يجب أن تعامل التربة به قبل فترة مناسبة من موعد الزراعة. وهو ضار جداً لجلد الإنسان. والمخلوط سائل لونه اصفر مخضر يغلي بين 50–115°م ويتحول إلى غاز عند إضافته للتربة. وقد استخدم بنجاح لمكافحة الديدان الثعبانية المسببة لتعقد الجذور ونيماتودا الحمضيات. ويستخدم بحدود 2–3سم^3 لكل متر مربع.

6- الكلوروبكرين Chloropicrin : ويسمى أيضاً Nitrochloroform و Picfume و Trichloronitromethone و Chloro–O–pic. ويعد من معقمات التربة الفعالة ويوجد بصورة سائل عديم اللون عند درجة حرارة الغرفة ويتبخر ببطء . درجة غليانه 112°م والغاز الناتج أثقل من الهواء ، وقليل الذوبان في الماء ، وهو غير قابل للاشتعال ، ويستخدم في تعقيم التربة قبل زراعة المحصول. وهو مادة مسيلة للدموع ومقيئة وتمتاز بسميتها الشديدة للبائن.

7- دازوميت Dazomet : ويسمى أيضاً Basamid و Thiafiazine–2–thione ويحضر المركب من تفاعل ثاني كبريتيد الكاربون Carbon Disulphide وميثايل اميـن Methylamine وفورمالديهايد Formaldehyde. المادة الفعالة عبارة عن بلورات تنصهر عند درجة 100°م، قليلة الذوبان بالماء وتذوب بشكل جيد بالكلوروفورم.



Tetrahydro-3,5-dimethyl – 1,3,5-thidiazine-2thione

يجهز تجارياً بشكل محببات تضاف إلى التربة بمعدل 5–40 غم/م2 لمكافحة الديدان الثعبانية ، والفطريات ، والحشرات والأدغال . يتحلل في التربة بفعل الرطوبة ودرجة الحرارة ويعطي المركب Methyl iso thiocyanate السام. ويعد مبيد دازوميت من المبيدات متوسطة السمية للثدييات والحد المسموح لمتبقياته على المنتجات الغذائية يجب أن لا يزيد عن 0.5 ملغم لكل كغم. وفي العراق أظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة مرض موت بادرات التبغ المتسبب عن فطريات *Fusarium solani* Mart. و *Rhizoctonia solani* Kuh. و *Macrophomina phaseolina* .

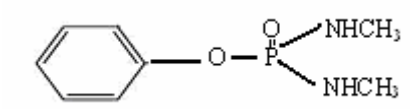
8- تيلون Telone : وهو عبارة عن خليط ثنائي كلوروالبروبين ويستعمل لتبخير التربة قبل أو خلال الزراعة لمكافحة الديدان الثعبانية.

ثانياً : المبيدات الجهازية Systemic Pesticides

تشكل مبيدات الديدان الثعبانية الجهازية أداة فعالة في مكافحة الديدان الثعبانية، داخلية التطفل والتي تعيش داخل أنسجة أجزاء النبات المختلفة سواء الموجودة في التربة أو فوق سطح التربة من أوراق وأزهار وثمار. وتنتمي معظم مبيدات النيماتودا الجهازية إلى إحدى المجموعتين الآتيتين :

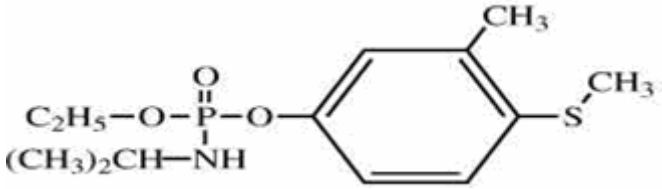
1- مجموعة الفسفور العضوية Organophosphorus Nematicides : تضم عدداً من المبيدات الجهازية والتي تتميز بتأثيرها على الحشرات والاكاروسات علاوة على تأثيرها الابادي للديدان الثعبانية ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي:

أ - **نيلايت Nellit :** ويسمى أيضاً Dowco 169. حضر هذا المركب عام 1962 وهو مبيد جهازي يمتاز بفاعليته ضد الديدان الثعبانية خاصة نيماتودا تعقد الجذور. امتصاصه قليل من قبل النبات في الترب الغنية بالمواد العضوية. اسمه وتركيبه الكيميائي :



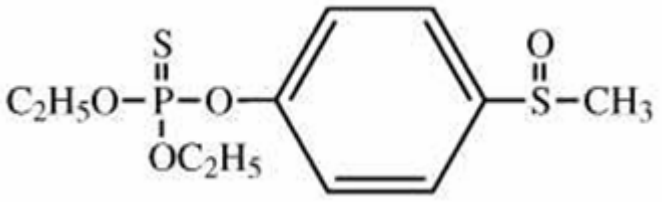
Phenyl N,N – dimethyl phosphorodiamidate

ب- فيناميفوس Phenamiphos : ويسمى أيضاً Nemacur وهو من أكثر مبيدات النيماتودا شهرةً واستخداماً في الوقت الحاضر ، المادة الفعالة للمبيد صلبة بنية غير متطايرة وتذوب في الماء بنسبة 400 جزء بالمليون وهو من المبيدات الجهازية حيث يضاف إلى التربة ويمتص عن طريق الجذور. كما يمكن استخدامه رشاً حيث يمتص أيضاً عن طريق الأجزاء الخضرية للنبات وينتقل إلى جميع أجزاء النبات بكمية كافية لقتل الديدان الثعبانية ، ومن مساوئه سميته العالية للبائن حيث تصل قيمة LD_{50} للقوارض بحدود 15 ملغم/كغم. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Ethyl 3-methyl-4-(methylthio)phenyl (1-methylethyl)phosphoramidate

ت- فينوسلفوثيون Fensulfothion : ويسمى أيضاً Dasanit و Terracur. وهو من المبيدات الجيدة المستخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية كما يستخدم في مكافحة الحشرات ويؤثر بالملامسة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



O,O-diethyl O-[4-(methylsulfinyl)phenyl] phosphorothioate

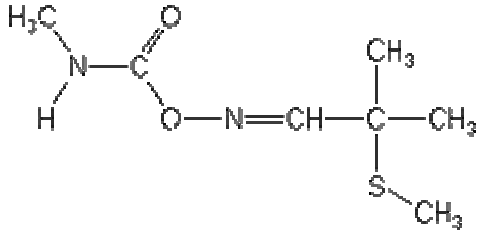
ث- فوسثيازات Fosthiazate : مبيد ديدان ثعبانية جهازي استخدم بنجاح لمكافحة الديدان الثعبانية فضلا عن فاعليته الجيدة في مكافحة الحشرات والاكاروسات ، يجهز بشكل مركزات قابلة للاستحلاب وبشكل محببات . تبلغ قيمة LD50 للجرذان عن طريق الفم 57 ملغم / كغم .

سوق تجاريا تحت الاسم Sinnema , Nemathorin .

2- مجموعة الكارباميت Carbamate Nematicides

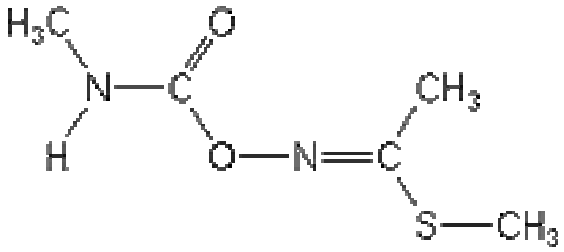
تضم هذه المجموعة عدداً من مبيدات الديدان الثعبانية الجهازية الفعالة وتؤثر مركبات هذه المجموعة وكما هو الحال بالنسبة لمجموعة الفسفور العضوية على إنزيم الاستيل كولين استريز Acetyl Cholinestrase ومن أهم مركبات هذه المجموعة ما يأتي :

أ - **الديكارب Aldicarb** : ويسمى أيضاً Temik أو Ambush وهو مبيد جهازي يستخدم لمكافحة الحشرات والحلم والديدان الثعبانية. والمادة النقية صلبة بيضاء تنصهر عند 100°م أما المادة الخام من المركب فلونها بني مصفر، درجة ذوبانه في الماء 0.006 عند 25°م وتذوب في المذيبات العضوية ولكنها لا تذوب في الهيدروكاربونات البارافينية. مركب ثابت تحت ظروف التخزين ودرجة حرارة أقل من 50°م وقابل للخلط مع العديد من المبيدات ما عدا التي لها قلوية شديدة. يجهز بشكل محببات تضاف إلى التربة . اسمه وتركيبه الكيميائي :



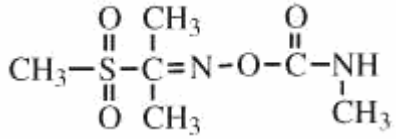
2-methyl -2-(methylthio)propionaldehyde-o-(methylcarbamoyl)oxime

ب- **ميثوميل Methomyl** : ويباع تجارياً تحت أسماء مختلفة هي Lannate و Nudrin و Dupont 1179 وهو مبيد جهازي يستخدم لمكافحة الحشرات والحلم والديدان الثعبانية ويؤثر بالملامسة وعن طريق المعدة.تتراوح قيمة الـ LD_{50} للمبيد 17 ملغم / كغم، يجهز بشكل محببات تضاف للتربة لمكافحة الديدان الثعبانية وحشرات التربة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



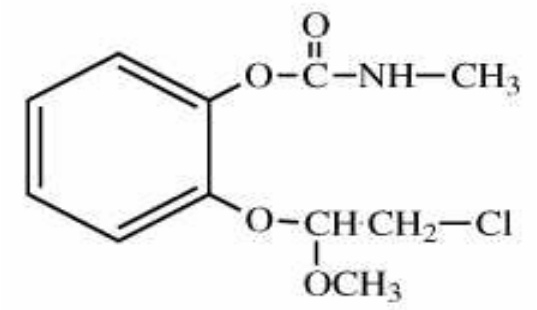
S-methyl-N-(methylcarbomoyl) oxythioacetimidae

ت- الدوكسيكارب Aldoxycarb : ويسمى أيضاً Standak و Sulfocarb و Uc-21865. وهو مبيد جهازي يستخدم لمكافحة الحشرات والديدان الثعبانية. تبلغ قيمة LD_{50} 21.4 ملغم/كغم ويسبب تهيجاً بسيطاً للجلد عند ملامسته للجلد ويجهز بشكل محببات 5% لوحظ انه يسبب بعض السمية لنبات فول الصويا والفاصوليا وخاصة البادرات ويستخدم بإضافته إلى التربة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



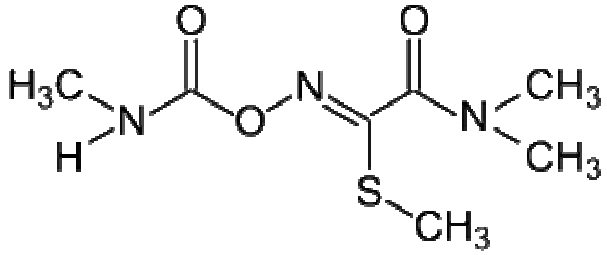
2-methyl-2-(methylsulfonyl)propionaldehyde O-methyl-carbanoyloxime

ث- كلوثوكارب Cloethocarb : ويسمى أيضاً Lance و BAS-263 ، وهو مبيد جهازي يؤثر على مختلف أنواع الديدان الثعبانية. تبلغ قيمة LD_{50} للمبيد 35 ملغم/كغم. يباع تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل 50% أو بشكل محببات 15% أمين الاستخدام من حيث عدم تسببه في ظهور آثار سمية على النباتات المعاملة يؤثر هذا المبيد على الديدان الثعبانية عن طريق المعدة والملامسة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1-(2-chloro-1-methoxyethoxy)phenyl N- methylcarbamate

ج- اوكساميل Oxamyl : مبيد للديدان الثعبانية يمتاز بسميته العالية للبائن وهو مبيد حشرات واكاروسات ايضاً استخدم بنجاح لمكافحة ديدان العقد الجذرية على الطماطة . عرف تجارياً في العراق باسم Vydate. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N,N-dimethyl-2-methylcarbamoyloxyimino-2-(methylthio)acetamide

ثالثاً : مثبطات تصنيع الكايتين Chitin Synthesis Inhibitors

إذا كانت مفصليات الأرجل هدفاً لمثبطات تصنيع الكايتين لاحتوائها على الكايتين ، فإن وجود الأخير في الديدان الثعبانية وحصول عملية الانسلاخ في يرقات الديدان الثعبانية جعل من الأخيرة أيضاً هدفاً للمركبات الكيميائية التي تعيق عملية تصنيع الكايتين ، وعليه فإن معظم مبيدات الحشرات التابعة لمثبطات تصنيع الكايتين يمكن أن تكون مبيدات جيدة ومتخصصة للديدان الثعبانية.

رابعاً : مبيدات الحشرات غير الجهازية Non-Systemic Insecticides

أظهرت العديد من الدراسات ونتائج العمل الحقلي أن للعديد من مبيدات الحشرات المؤثرة في الجهاز العصبي تأثير جيد في مكافحة الديدان الثعبانية عند إضافتها للتربة بطريقة الرش أو الحقن أو عند استخدامها بشكل محببات وخاصة مبيدات الحشرات الفسفورية العضوية وكذلك مبيدات البايروثرويد المحضرة صناعياً مثل الديازينون والسايبرمثرين وغيرها كثير.

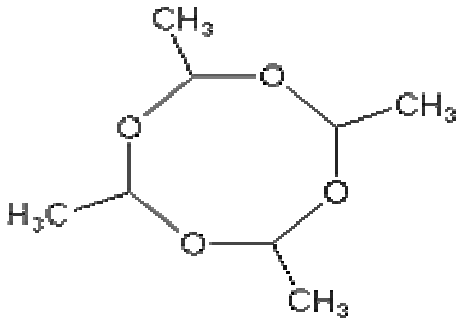
مبيدات الرخويات Molluscicides

شعبة الرخويات Mollusca تضم العديد من الكائنات الرخوية ومن أهم الرخويات المصنفة كآفات زراعية وصحية ، القواقع والبزاقات التي تهاجم العديد من محاصيل الخضر الورقية كالخس واللهانة ، نشاطها ليلي وتفضل الأماكن الرطبة والباردة لذا فإن نشاطها وضررها ينخفضان خلال الصيف ، كذلك تعتبر القواقع حواضن وسطية لبلهارزيا الإنسان.

طرائق مكافحة القواقع والبزاقات Methods of Mollusca Control

إن معظم الطرائق المستخدمة في مكافحة القواقع والبزاقات لم تؤدي لحد الآن إلى نتائج جيدة وذلك بسبب سلوكية هذه الحيوانات واختفائها خلال النهار في الشقوق وفي التربة بينما تنشط ليلاً وقد تركزت طرائق مكافحتها في البداية على جمع هذه الحيوانات باليد وهي طريقة ناجحة في المساحات المحدودة كالبيوت الزجاجية والحدائق المنزلية ، وفي الحقول الكبيرة لوحظ أن حراثة التربة وتقليبها وإزالة الأدغال والحشائش أدى إلى خفض أعدادها بنسبة لا بأس بها. إلا أن هذه الطرائق جميعها لم تكن مؤثرة بالشكل المطلوب لذلك كان البديل هو الاعتماد على المكافحة الكيميائية ومن أهم المبيدات المستخدمة في هذا المجال :

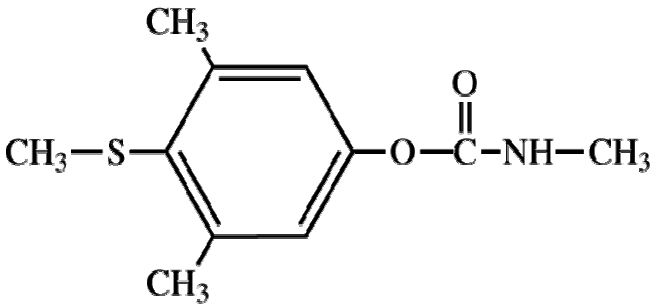
1- ميتا Meta : ويسمى أيضاً Metaldhyde ويحضر هذا المركب من بلورة المحلول الايثانولي لمادة Acetaldehyde بوجود حامض الكبريتيك وعند درجة حرارة أكثر من 30°م. حضر هذا المركب عام 1940 وهو يقتل عن طريق المعدة وكذلك يعد مادة جاذبة لكل من البزاقات والقواقع وله تأثير ابادي واضح على البزاقات ، يجهز عادة بشكل طعم يحتوي على 2.5-4% من المادة الفعالة. كما يباع بشكل محلول تركيزه 1-10% أو مسحوق تركيز 1-20% أو بشكل محببات تركيز المادة الفعالة بها 4% يفضل استخدامه في وقت الغروب أو ليلاً ويعطي نتائج جيدة كلما ارتفعت درجات الحرارة وهذا المركب سريع الاشتعال، ويؤثر هذا المبيد عن طريق إزالة الماء من أجسام الرخويات فتموت جفافاً، المركب غير سام للأسماك. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2,4,6,8-tetramethyl-1,3,5,7-tetraoxacyclooctane

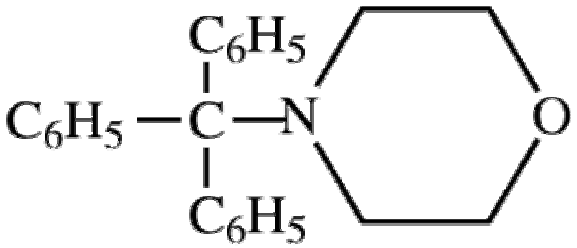
2- ميثوكارب Methiocarb : ويسمى أيضاً Club و Draza و Mercaptodimethur و Mesurol و Metmercapturon وهو مركب كارباماتي يحضر من تفاعل مادة 4-methyl thio-3,5-xylenol مع Methyl isocyante وناتج التفاعل هو Dimethyl-4-(methylthio)-phenol methyl carbamate.

والميثوكارب مبيد حشرات واكاروسات إضافة لدوره القاتل للرخويات عن طريق الملامسة والمعدة. كما يستخدم هذا المركب كمادة طاردة للطيور. يباع هذا المبيد بشكل مسحوق قابل للبلل 50% و 75% أو بشكل طعم جاهز 20% أو مساحيق تعفير 3% ومحببات 4% من مساوئه انه يسبب خف أو تساقط الثمار عند استخدامه خلال فترة التزهير وعقد الثمار. سميته متوسطة للبائن حيث أن قيمة LD_{50} للفئران بحدود 130 ملغم/كغم. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3,5-dimethyl-4-(methylthio)phenyl methylcarbamate

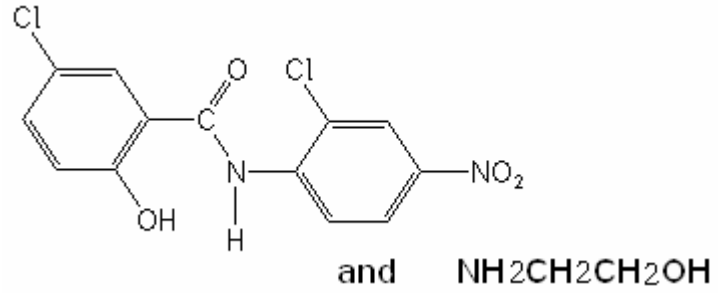
3- ترايفنمورف Trifenmorph : ويسمى أيضاً Frescon ، ويحضر هذا المركب من تكثيف مادة Triphenyl methyl chloride مع Morpholine وناتج التفاعل N-Triylmorpholine. ولهذا المبيد فاعلية جيدة ضد القواقع المائية عندما يستخدم بتركيز 1-2 جزء بالمليون. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-Tritylmorpholine

4- نيكلوساميد Niclosamide : ويسمى أيضاً Bayluscide ، ويحضر هذا المركب من تكثيف حامض 5-Chlorasalicylic مع مركب 2-chloro-4-nitroaniline وناتج التفاعل هو المركب 5-chloro – N- (2-chloro-4nitrophenyl) 2-hydroxybenzamide.

وهو عبارة عن مركب حامضي ضعيف ويوجد على شكل ملح Ethanolamine السهل الذوبان بالماء واستخدم هذا المركب بنجاح في مصر للقضاء على القواقع الناقلة للبلهارزيا عند استخدامه بتركيز 0.3-1 جزء في المليون ويمتاز بسميته المنخفضة للثدييات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



5-chloro-N-(2-chloro-4-nitrophenyl)

فضلاً عما سبق فإن هناك العديد من مبيدات الحشرات والفطريات والتي تمتاز بتأثيرها القاتل للبزاقات والقواقع ومنها :

1- المركب Dinitro – O – Cresol (DNOC) :

2- المركب Dinex

3- المركب Zectran

مبيدات القوارض Rodenticides

القوارض حيوانات تعود لصف اللبائن وتعد من أكبر رتبها حيث تضم 350 عائلة. لقد استطاعت هذه الحيوانات أن تعيش وتتكاثر في البيئات المختلفة فمنها ما يعيش في البيوت، والحقول ، والغابات وفي الصحراء وتضم أنواعاً عديدة جداً تختلف في سلوكيتها وحجمها فمنها الصغير ومنها الكبير الذي قد يصل وزنه إلى عدة كيلوغرامات مثل الدعلج (Castor Fiber). تعيش القوارض عادة بشكل جماعات وتبني أعشاشها داخل التربة بشكل أنفاق

وتمتاز بسرعة حركتها وتسلقها ودقة ملاحظتها وقدرتها على السباحة والحفر داخل التربة ، كما تمتاز بتطور حواس الشم واللمس والسمع والتذوق إلى درجة كبيرة جميع هذه الصفات ساعدتها على التكاثر والبقاء وإحداث الخسائر الكبيرة ، وذلك بالرغم من جميع وسائل وطرائق المكافحة المستخدمة لخفض أعدادها والقضاء عليها.

في العراق أشارت المصادر بأن هناك (26) نوعاً من القوارض تعود لسبع عوائل مختلفة تسبب خسارة مقدارها 2.5% لكل من الحنطة والشعير والرز. ومن أهم الأنواع الموجودة في العراق ما يأتي :

1- الفأر المنزلي Mus musculus : صغير الحجم يوجد في المدن وفي الريف وكذلك في الأماكن البعيدة عن المناطق السكنية ويسبب أضرارا مباشرة عن طريق مهاجمتها للمواد المخزونة والأثاث المنزلي كالسجاد والأجهزة الكهربائية. إن صغر حجمه يساعده على الدخول من خلال المنافذ والفتحات الصغيرة جداً.

2- الجرذ النرويجي *Rattus norvegicus* : ويسمى أيضاً بجرذ المجاري أو البواخر حيث يعيش في المجاري ولكنه لا يفضل الأماكن المرتفعة وفي بعض الأحيان يهاجم الحقول المزروعة ويفضل الأماكن الرطبة. كما يهاجم حقول **الدواجن** ويسبب أضرار جسيمة بأكله للصغار وإتلاف البيض. كما يتغذى على المنتوجات الحيوانية.

3- **الجرذ الأسود *Rattus rattus* :** ويسمى بالجرذ المتسلق لقابليته على التسلق وحبه للأماكن المرتفعة حيث يشاهد عادة في الأماكن العالية وعلى أشجار النخيل ويسبب لها أضراراً كبيرة. كما يهاجم أيضاً حقول الدواجن والأبقار وهو اصغر حجماً من الجرذ النرويجي.

4- **الططرة الهندية *Tatera indica* :** ويسمى أيضاً الجربيل الهندي وهو جرذي اسمر اللون كبير الحجم ينتشر في حقول قصب السكر وعلى شواطئ الأنهار وفي البساتين ويفضل الحقول المزروعة بالجت والبرسيم ويعمل أنفاقا تحت التربة مما يؤدي إلى تلف جذور المحاصيل أما في حقول قصب السكر فانه يهاجم براعم عقل إكثار نباتات القصب إضافة إلى قرضه للسيقان.

5- **الجرذ البندكوت الهندي *Nesokia indica* :** ويطلق عليه أحياناً اسم البندكوت الهندي قصير الذنب يوجد في الحقول والبساتين وأكتاف قنوات الري والبزل. كما يتغذى على المواد والحبوب المخزونة.

6- **العكبر الاجتماعي *Microtus socials* :** ينتشر في شمال العراق ويعد آفة خطيرة في حقول الحنطة والشعير. كما يهاجم أشجار الغابات ويسبب لها أضراراً كبيرة.

علاوة على ما ذكر أنفاً فان هناك العديد من القوارض الأخرى والتي لا تزال أضرارها الاقتصادية غير مدروسة بشكل واضح ومنها على سبيل المثال الخلد أو أبو عمية *Spalax leucodon* وفأر الحقل العادي *Apofemus selvaticus* والجرذ الإيراني وغيرها.

طرائق مكافحة القوارض Rodents Control Methods

يمكن إجمال الطرائق المستخدمة في مكافحة القوارض بما يأتي :

أولاً : الطرائق الميكانيكية : ويقصد بها استخدام مصايد خاصة مصممة لصيد القوارض . وقد شاع استخدامها في المنزل ومخازن المواد الغذائية.

ثانياً : الطرائق الحيوية : وتشمل استخدام بعض المفترسات كالقطط والطيور الجارحة. وحالياً هناك محاولات لاستخدام البكتريا المرضية المتخصصة للقوارض دون التأثير على الإنسان والحيوانات الأخرى.

إن الطريقتين السابقتين وبالرغم من الدور الذي تلعبه في خفض أعداد القوارض إلا أنها لا ترقى إلى المستوى الذي يمكن الاعتماد عليهما كلياً في مكافحة القوارض.

ثالثاً : المكافحة الكيميائية : وهي الطريقة الأكثر شيوعاً واستخداماً في الوقت الحاضر وذلك لتأثيرها السريع والمرونة العالية في استخدامها للسيطرة على القوارض للتنوع الموجود في المركبات المستخدمة في المكافحة من حيث طريقة التأثير وصورة التجهيز وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم المكافحة الكيميائية إلى ما يأتي :

1- مواد التبخير Fumigants.

2- الطعوم السامة Poison Bait.

أ - السموم سريعة المفعول Acute Rodenticides.

ب- السموم بطيئة المفعول Anticoagulant Rodenticides.

3- مبيدات الحشرات Insecticides.

المدخنات Fumigants

يعد استخدام الغازات السامة أو مواد التبخير من الطرائق السريعة والفعالة في مكافحة القوارض في الأماكن المغلقة مع ضرورة مراعاة الدقة والحذر الشديدين لخطورتها على الإنسان والحيوان. كما يمكن استخدامها في الحقول عن طريق وضعها في جحور القوارض بعد سد المنافذ الأخرى لمنع تسرب الغازات السامة منها وتختلف مواد التدخين من حيث كفاءتها في عملية المكافحة لذلك فان المدخنات الجيدة هي التي تتوفر فيها الشروط الآتية :

1- شديدة السمية وسريعة التأثير على القوارض بأنواعها وأعمارها المختلفة.

2- أن لا تترك آثارا ضارة بالمواد الغذائية المعاملة. فضلاً عن عدم تركها لأي رائحة كريهة أو طعم غير مرغوب.

3- القدرة على التغلغل والانتشار بتركيز قاتل في الأماكن التي تلجأ إليها القوارض مع ضمان التخلص من آثارها بعد الانتهاء من العملية.

4- رخيصة الثمن ومتوفرة محلياً.

5- توفر العلاج المناسب عند تسمم الإنسان أو الحيوان بها.

ومن المدخنات المستخدمة في هذا المجال ما يأتي :

1- الكبريت Sulphur : استخدم الكبريت منذ القدم لمكافحة القوارض حيث يوضع في مكان محدد توجد فيه القوارض ويحرق ليتحرر عنه غاز (SO_2) السام للقوارض. وحالياً يجهز الكبريت بشكل خراطيش تباع تحت اسم هورو وهي عبارة عن علبة من الكارتون تحتوي على الكبريت ولها فتيل للإشعال وهذه الطريقة تضمن تسرب غاز SO_2 بشكل انسيابي بعد إشعال الفتيل.

2- بروميد المثيل CH_3Br : غاز عديم اللون والرائحة ويوجد داخل علب أو اسطوانات مزودة بخرطوم ولها منظم يمكن بواسطته السيطرة على كمية الغاز المنبعثة من الاسطوانة ويستخدم في الأماكن التي يسهل التحكم في غلقها كالمخازن ولا ينصح باستخدامه في الحقول لمكافحة القوارض وذلك لسميته الشديدة لجميع صور الحياة . ولكنه يستخدم لتعقيم التربة.

3- **سيانيد الكالسيوم $Ca(CN)_2$** : ويوجد بشكل مسحوق يوضع داخل معفرات ذات خرطوم يمكن بواسطتها إدخال المادة إلى داخل جحور القوارض وبعد تعرض المسحوق للرطوبة يتحرر عنه غاز سيانيد الهيدروجين HCN السام جداً للقوارض. والذي يمتاز برائحة اللوز المر وهو اخف من الهواء لذلك لابد من سد فتحات الجحور حال وضعه فيها لمنع تسرب الغاز إلى الخارج، كما يتوفر سيانيد الكالسيوم بصورة محببات يمكن نثرها داخل جحور القوارض، يمنع استخدامه في المنازل لخطورته ولكنه يستخدم في السفن والطائرات ، وكمثال لاستخدام سيانيد الكالسيوم في تبخير إحدى السفن، يستخدم السيانيد بنسبة 1 كغم سيانيد الكالسيوم مع 2 لتر حامض الكبريتيك 60-65% و 3 لتر ماء ، علماً أن المتر المكعب يحتاج من 10-16 غم سيانيد الكالسيوم وقبل إجراء عملية التبخير يراعى ما يأتي :

أ – تفريغ السفينة من المواد الغذائية ومياه الشرب.

ب– قطع التيار الكهربائي.

ت– سد جميع المنافذ والفتحات.

ث– قياس حجم فراغ السفينة لتحديد الكمية الواجب استخدامها من مادة سيانيد الكالسيوم والحامض والماء.

ج– تحديد الأماكن التي ستوضع فيها البراميل الحاوية على الماء.

بعد ذلك يضاف الحامض إلى هذه البراميل ويوزع سيانيد الكالسيوم الذي يوضع في قطع من القماش وتبدأ بأعلى مكان من السفينة وهكذا تستمر العملية حتى باب الخروج أسفل السفينة ثم تترك السفينة مغلقة وتشغيل المراوح للمساعدة في توزيع الغاز السام.

4– فوسفيد الهيدروجين H_3P : ويتوفر تجارياً بشكل أقراص تسمى بالفوستوكسين او دليشيا وتتكون الأقراص من الكارباميت وفوسفيد الألمنيوم وعند تعرضها للرطوبة الجوية تتحلل ويتحرر عنها غاز فوسفيد الهيدروجين وهيدروكسيد الألمنيوم والامونيا وغاز Co_2. لغاز فوسفيد الهيدروجين رائحة تشبه رائحة الثوم وهو قابل للاشتعال وأثقل من الهواء، ويستخدم لمكافحة القوارض بمعدل قرص واحد لكل جحر ثم سد المنافذ لضمان عدم تسرب الغاز للخارج ، أيضاً تستخدم هذه الأقراص لمكافحة حشرات المخازن.

علاوة على ما سبق فان هناك العديد من المدخنات والغازات السامة الأخرى المستخدمة لمكافحة القوارض منها ثاني كبريتيد الكاربون (Cs_2) وغاز أول وثاني اوكسيد الكاربون وغاز الكلوروبكرين CCI_3No_2.

الطعوم السامة Poison Baits

وتعد من أفضل الطرائق المستخدمة في مكافحة القوارض في المزارع والحقول وفي الأماكن والأبنية التي يصعب قفلها. ويشترط توفر بعض المواصفات في السموم المستخدمة في هذا المجال ومنها :

1– أن يكون جاذباً للقوارض وعديم الطعم والرائحة وفعالاً ضد أنواع القوارض بأجناسها وأعمارها المختلفة.

2– أن لا يؤدي إلى الموت بسرعة لان ذلك يؤدي إلى تجنب أفراد المستعمرة للمبيد أو الطعم السام.

3– يفضل أن يكون متخصصاً في تأثيره على القوارض.

4– أن يكون قليل السمية للإنسان والحيوانات الأخرى.

5– أن لا يؤدي تكرار استخدامه إلى ظهور سلالات من القوارض مقاومة له.

6– أن يكون رخيص الثمن ومتوفراً محلياً.

عند استخدام الطعم السام يفضل في البداية وضعه بدون أي سم لكي تعتاد القوارض على مكان ومادة الطعم ثم بعد 5–6 أيام يوضع المبيد مع الطعم وذلك لضمان إبادة اكبر عدد ممكن مرة واحدة. يمكن تقسيم السموم المستخدمة في تجهيز الطعوم السامة إلى :

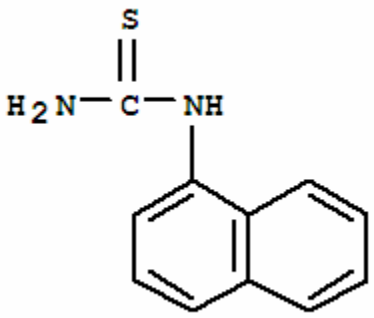
أولاً : السموم سريعة المفعول Fast Acting Poisons

وهي السموم التي تؤدي إلى قتل القوارض خلال ساعات قليلة من استخدامها. إلا إن من عيوب هذه السموم هو خطورتها على الإنسان والحيوانات الأليفة. كما أن القوارض سرعان ما تكتسب لها صفة تجنب الطعوم السامة Baitshyness. فضلاً عن ظهور صفة المقاومة في القوارض لبعض من هذه السموم. ومن السموم التابعة لهذه المجموعة :

1– **فوسفيد الزنك Zn_3P_2 :** ويباع تجارياً تحت اسم Gopha-Rid ، وهو مركب غير عضوي سميته بحدود 21 ملغم/كغم، لونه اسود ، لا يذوب بالماء ولكنه يذوب بشكل جيد في المذيبات العضوية، رائحته تشبه رائحة الثوم وعند تعرضه للرطوبة يتحرر منه غاز الفوسفين السام ، لذلك

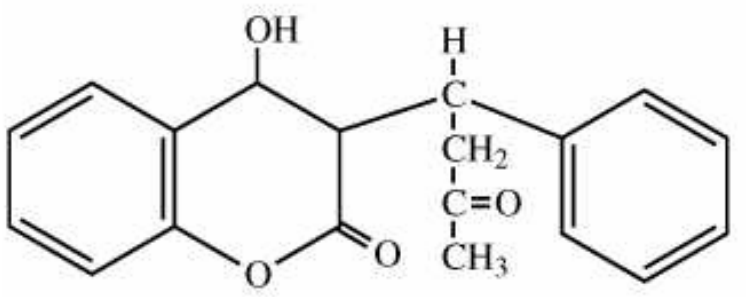
يمكن استخدامه نثراً أو كمحطات طعم في الحقول، وعادة يستخدم بتركيز يتراوح بين 0.5–2% مع الحبوب أو اللحوم والفواكه وغيرها من المواد المفضلة لتغذية القوارض.

2- **انتو Antu أو Krysid :** مبيد من مجموعة الثايويوريا متخصص لمكافحة الجرذ النرويجي ولا ينصح باستخدامه لمكافحة الجرذ الأسود والفار المنزلي. سميته منخفضة للإنسان ويستخدم عادة بتركيز 1–2% مخلوطاً مع الذرة، أو الشوفان أو اللحم أو الفواكه المجففة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



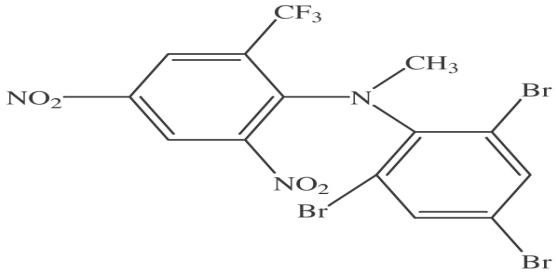
a -naphthylthiourea

3- روديكس Rodex : ويسمى أيضاً Baran و Fluorakil-3 و Ten-eighty (1080). وهو مركب عضوي سام جداً للقوارض. يباع بشكل مسحوق تركيز 90% ويستخدم عادة بشكل محلول مائي مخفف 5% كما قد يستخدم أيضاً للتخلص من الكلاب السائبة بعد خلطه بمادة جاذبة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-(a-acetonylbenzyl)-4-hydroxycoumarin

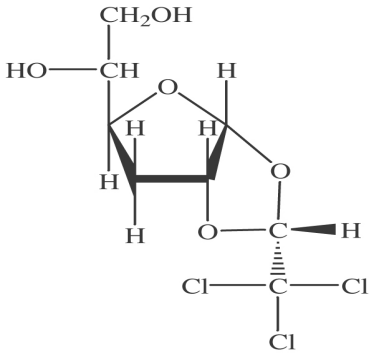
4- **بروميثالين Bromethalin :** ويباع تجارياً تحت اسم EL-614 و Vengenance ، وهو من المبيدات سريعة التأثير حيث أن سميته للقوارض بحدود 2ملغم/كغم. يبلغ تركيزه في الطعوم بحدود 0.005% ويستخدم لمكافحة الجرذان والفئران داخل وخارج المنازل والأبنية. كما يستخدم لمكافحة الفئران التي أظهرت مقاومة للمواد المانعة لتخثر الدم يحصل الموت خلال 2–3 أيام من تناول الحيوان للجرعة المميتة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-methyl-2,4-dinitro-N-(246-tribromophenyl)-6-(trifluoromethyl)

benzenamine

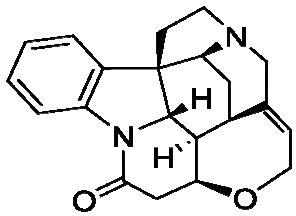
5- **الفا كلورالوز Alpha-Chloralose** : ويسمى أيضاً Alfamat و Alphakil و Krakalos و Perglucorat. وهو مركب عضوي سميته بحدود 400 ملغم/ كغم ويخلط في الطعم بنسبة 1 : 8 ويستخدم لمكافحة الفئران والطيور ويخلط عادة مع بعض المواد الجاذبة لتسهيل أكل الطعم من قبل الفئران. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(R)-1,2-O-(2,2,2-trichloroethylidene)-a-D-glucofuranose)

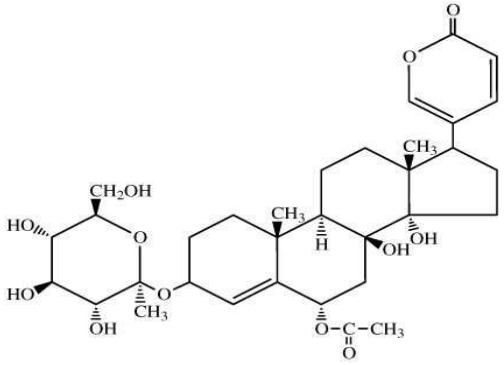
6- ستركنين Strychnine : ويباع تجارياً تحت أربعة عشر اسماً مختلفاً منها Certox و Kwik-kill و Rodex و Sanseed وغيرها.

مركب نباتي محضر صناعياً استخدم لأول مرة عام 1954 تتراوح سميته بين 1-30 ملغم/كغم ويستخدم في تجهيز الطعوم السامة بعد خلطه مع الحبوب أو الفواكه المجففة لمكافحة الفئران. ويجهز أيضاً بشكل أقراص توضع بين قطع اللحم لإبادة الكلاب السائبة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Strychnine

7- **ريدكويل Red-Quill** : ويسمى أيضاً Scilliroside و Silmine و Silmurin. وهو عبارة عن مادة Glucoside المستخلصة من أبصال نبات *Urginea maritima* وتستخدم كمبيد متخصص لمكافحة القوارض. ويستخدم في الطعوم بنسبة 0.015 إلى 0.035 على أساس المادة الفعالة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(3b,6b)-6-acetyloxy-3-(b-D-glucopyranosyloxy)-8,14-dihydroxybufa-4,20,22-trienolide

ومن مميزات هذا المركب :

أ – غير سام للإنسان والحيوانات القادرة على التقيؤ : لان هذا المركب بحد ذاته هو مـــادة مقيئـــة. بينما القوارض لا تتقيأ فتحتفظ بالمادة السامة بجرعة قاتلة لهذا فهي تعد مادة متخصصة لمكافحة القوارض.

ب– مقبول من القوارض بصورة عامة. إلا أنها تتجنبه عندما تزيد نسبة المادة الفعالة في الطعم عن 10% وأفضل نسبة هي 5% .

إن السموم سريعة المفعول والتي تمثل المركبات السابقة نماذج جيدة لها. أظهرت كفاءة جيدة في مكافحة القوارض إلا أن ظهور أعراض الموت السريعة على القوارض دفع الأخيرة إلى تكوين نوع من الحساسية تجاه هذه المركبات عرفت بظاهرة تجنب الطعوم الـــسامة Baitshyness ممـــا دفـــع الباحثين إلى محاولة إيجاد سموم بطيئة المفعول للتغلب على ظاهرة تجنب الطعوم السامة.

ثانياً : السموم بطيئة المفعول Slow Acting Poisons

ويقصد بها المركبات المانعة لتخثر الدم Anticoagulants ومن مميزاتها :

1– قليلة السمية للإنسان والحيوان.

2– لا تتجنبها القوارض لأنها لا تؤدي إلى ظهور أعراض مرضية سريعة.

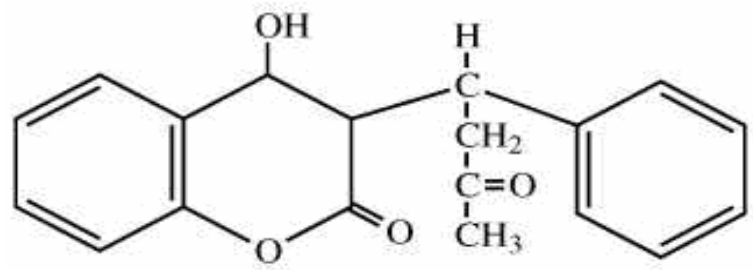
3– أعراض القتل بها تشبه أعراض الموت الطبيعي.

4– تتراكم داخل أجسام القوارض ولا يظهر تأثيرها إلا بعد عدة أيام.

ومن أهم السموم الثابتة لهذه المجموعة ما يأتي :

1– **وارفارين Warfarin** : وله تسميات عديدة تصل إلى ثمانية عشر اسماً مختلفاً منها Biotrol و Dethmor و Rosex و Tox-Hid وغيرها.

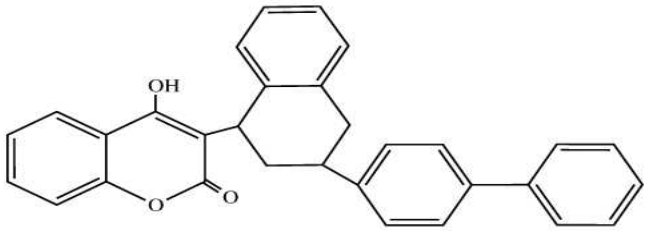
المركب التجاري عبارة عن مادة صلبة بلورية عديمة اللون والرائحة لا تذوب في الماء أو فـــي البنزين كما إنها لا تذوب في المذيبات العضوية. ولكنها تذوب بدرجة متوسطة في الكحول الاثيلـــي والمثيلي ، كما تذوب بسهولة في الأسيتون ويباع المركب بشكل مركز 0.5% مع مادة حاملة ومالئة وملونة وتجفف عند الاستعمال بحيث يصل تركيزه في الطعم 0.025% سميته 58 ملغم/كغم. اســـمه وتركيبه الكيميائي :



3-(a -acetonylbenzyl)-4-hydroxycoumarin

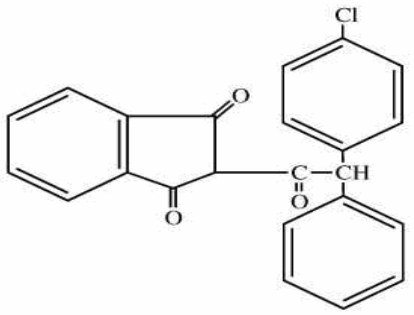
2– **برولين Prolin** : ويسمى أيضاً Banrat و Warfarin-S ، وهو عبارة عن خليط مـــن مبيـــد الوارفارين مع مادة Sulfaquinoxaline والأخيرة هي مادة مانعة أو مـــضادة للبكتريـــا المنتجـــة لفيتامين K1. والتي وجدت في بعض القوارض المقاومة لمركب الوارفارين. وقد أنتج هذا الخلـــيط عام 1963 وسميته بحدود 1000 ملغم لكل كغم . ويستخدم عند ظهـــور علامـــات مقاومـــة لمبيـــد الوارفارين من قبل القوارض.

3– راتاك Ratak : ويسمى أيـــضاً Neosorexa و Oifenacoum و Rastop. وهـــو مركـــب عضوي مانع لتخثر الدم يستخدم لمكافحة القوارض ويمتاز بسميته العالية حيث تبلـــغ قيمـــة LD_{50} للقوارض 1.8 ملغم/كغم يجهز تجارياً بشكل أقراص. اسمه وتركيبه الكيميائي :



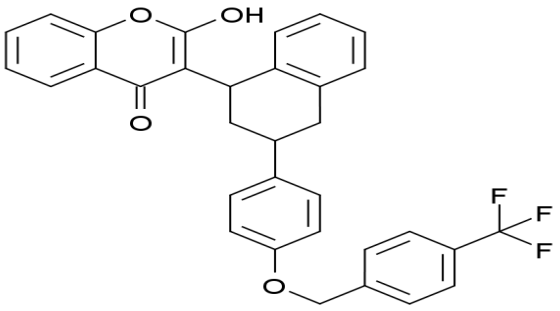
3-[3-(1,1¢-biphenyl)-4-yl-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthalenyl]-4-hydroxy-2H-1-benzopyran-2-one

4- اكتوسين Actosin : ويسمى أيضاً Pyranocoumarin ESCA ويستخدم هذا المركب كمادة مانعة لتخثر الدم وتبلغ قيمة LD_{50} للقوارض 4000 ملغم/كغم ويستخدم للسيطرة على الفئران والجرذان بشكل طعم جاهز 0.05 يوضع في أماكن مرور القوارض. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-[(4-chlorophenyl)phenylacetyl]-1H-indene-1,3(2H)-dione; 2-[2-(4-chlorophenyl)-2-phenylacetyl]indan-1,3-dione

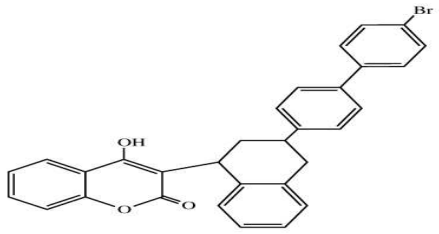
5- فلوكومارين Flocoumafin : ويطلق عليه أيضاً اسم Storm و Stratagem وهو من مجموعة مركبات الراكومين المانعة لتخثر الدم . صنع هذا المركب في عام 1984 وتبلغ قيمة الـ LD_{50} له 25 ملغم/كغم ويجهز بشكل طعم مع الحبوب بتركيز 0.005% أو قد يوجد بشكل قوالب شمعية. ويستخدم لمكافحة أنواع عديدة من القوارض. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-hydroxy-3-[1,2,3,4-tetrahydro-3-[4-(4-trifluoromethylbenzyloxy) phenyl]-1-naphthyl]coumarin (mixture of cis- & trans- isomers)

6- **كليرات Klerat :** ويباع تحت أسماء تجارية مختلفة مثل Volak و Rodend و Talon وغيرها كثير. ظهر هذا المركب في عام 1975 وهو مركب عضوي مانع لتخثر الدم استخدم بنجاح في مكافحة القوارض. ويجهز بشكل طعوم سامة كما يستخدم لمكافحة القوارض التي أظهرت مقاومة لمانعات التخثر الأخرى وتقتل القوارض بعد 4-8 أيام من وقت تناولها وجبة واحدة من الطعم. كما يجهز بشكل قوالب شمعية مغرية جداً للقوارض ومناسبة للاستخدام في المزارع والمجاري لأنها ثابتة

في الظروف الرطبة وغير مفضلة من قبل الدواجن. وتستخدم بمعدل قالب واحد لكل 50 متراً مربعاً في المباني وما بين 50–150 قالباً للهكتار الواحد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-[3-(4¢-bromo[1-1¢-biphenyl]-4-yl)-1,2,3,4-tetrahydro-1-napthalenyl]-4-hydroxy-2H-1-benzopyran-2-one

آلية التأثير السام للمركبات المانعة لتخثر الدم

Mechanism of Toxic Action of Anticoagulants

تعمل مركبات هذه المجموعة على طرد فيتامين K من إنزيم Thrombokinase وتحل محله في الإنزيم الذي يوجد عادة في الصفائح الدموية. وبذلك يفقد الإنزيم نشاطه ولا يستطيع تكوين Prothrombin وهو البروتين الضروري لتكوين الخثرة الدموية عند اتحاده مع Fibrinogen وبذلك يستمر الحيوان في النزف حتى الموت، والدليل على صحة هذه الميكانيكية هو أن إعطاء فيتامين K1 يعمل على طرد المبيد من الإنزيم وتعود العملية لصورتها الطبيعية ، إضافة لذلك فإن مركبات هذه المجموعة تقوم بزيادة ضغط الدم والذي يؤثر بدوره على الأوعية الدموية الدقيقة بحيث يعمل على تمزيقها بسبب عدم قدرتها على تحمل الضغط العالي فيحصل للحيوان نزيف داخلي يؤدي به إلى الموت.

مبيدات الحشرات لمكافحة القوارض Insecticides For Rodents Control

إن للعديد من مبيدات الحشرات تأثيراً قاتلاً للقوارض خاصة الفئران والجرذان ، إلا أن هناك اختلافاً في درجة سمية مبيدات الحشرات للقوارض بحسب المجاميع الكيميائية التي تنتمي إليها ، وقد أظهرت العديد من مبيدات الحشرات التابعة لمجموعة الكلور والفسفور العضوية تأثيراً قاتلاً للقوارض مقارنة بمبيدات الحشرات التابعة للمجاميع الأخرى ، ففي دراسة لتحديد الجرعة النصفية القاتلة LD_{50} للجرذ الأسود استخدمت عدة مبيدات حشرات وكانت النتائج كما يأتي :

Insecticides	LD_{50}
1- Chlordane	280 mg/Kg
2- Endrine	16 mg/Kg
3- Aldrine	19 mg/Kg
4- Dieldrine	44 mg/Kg
5- Toxaphene	90 mg/Kg
6- Vapona	8.8 mg/Kg
7- Parathion	3.6 mg/Kg
8- Malathion	1820 mg/Kg

يتضح من النتائج أعلاه أن لمعظم مبيدات الحشرات تأثيراً قاتلاً للقوارض وقد اتضح أيضاً أن لهذه المبيدات تأثيراً سمياً بطيئاً حيث تظهر أعراض التسمم خلال 15 يوماً. كما هو الحال عند استخدام الاندرين والالدرين والباراثيون. وقد كان لهذه المبيدات تأثيرا ضارا على الكبد والطحال والمخ إضافة إلى إحداثها للعقم في ذكور القوارض. لذلك يمكن استخدام هذه المبيدات برشها في جحور القوارض أو بشكل مساحيق تعفير في جحور وأماكن مرور القوارض.

مبيدات الطيور Avicides

الطيور حيوانات فقرية تتبع صف Aves وغالبيتها مفيدة اقتصادياً إلا أن بعض أنواعها تعد من الناحية الزراعية آفة خطيرة بما تحدثه من خسائر لمحاصيل الحبوب والفاكهة، كذلك تلعب دوراً في نقل العديد من الأمراض ، وقد ساهم الإنسان وبشكل غير مباشر في زيادة أعدادها عن طريق زيادة الرقعة الزراعية خاصة تلك المزروعة بالحبوب وفي العراق تم تسجيل 18 نوعاً من الطيور تعود لخمس رتب ومن أهم الأنواع التي تسبب أضرارا كبيرة هي الوروار الفارسي والأوربي والزرزور والقطا والزاغ والفاخته والعصفور الدوري.

طرائق مكافحة الطيور Birds Control Methods

يمكن تقسيم الطرائق المستخدمة في مكافحة الطيور إلى ما يأتي :

أولاً : طرائق المكافحة غير الكيميائية Non Chemical Control Methods

ويقصد بها مجموعة الوسائل التي يمكن استخدامها لوقاية المحاصيل والحبوب المخزونة من مهاجمة الطيور دون استخدام مواد كيميائية وهي الطريقة المفضلة حالياً لمكافحة الطيور في القطر وفي العديد من دول العالم الموقعة على اتفاقية عدم استخدام السموم لمكافحة الطيور وذلك لكون العديد من الطيور الضارة بالمحاصيل الزراعية هي من الطيور المهاجرة وتشمل طرائق المكافحة غير الكيميائية ما يأتي :

1- الوسائل الميكانيكية Mechanical Methods

ويقصد بها استخدام المصايد والفخاخ والشباك لصيد الطيور وكذلك البنادق.

2- الوسائل الفيزيائية Physical Methods : وتشمل ما يأتي :

أ- استخدام أجسام تمثل شواخص مخيفة وطاردة للطيور كصور الطيور الجارحة أو دمى مصنوعة من البلاستيك ذات لون احمر.

ب- استخدام أصوات مخيفة أو أجهزة تطلق لإفزاع الطيور، ويفضل استخدام الاضوية الحمراء مع الصوت.

ت- إقامة حواجز على الأبواب والشبابيك لمنع دخول الطيور إلى مخازن الحبوب.

3- الوسائل الزراعية Agricultural Methods

أ- تغيير مواعيد الزراعة تبكيراً أو تأخيراً بحيث يتمكن المحصول من الهروب من مهاجمة الطيور.

ب- إزالة الأدغال والتي تعد مكاناً جيداً لبناء الأعشاش وتكاثر الطيور.

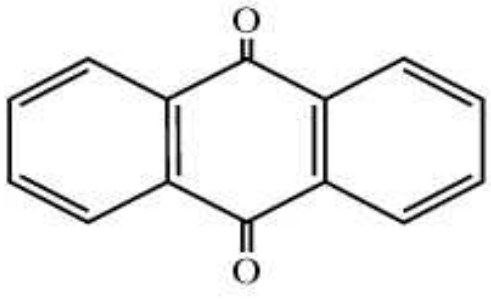
ثانياً : المكافحة الكيميائية : وتضم ما يأتي :

1- استخدام المواد الكيميائية الطاردة للطيور Repellant Compounds

وهي مركبات تعمل على طرد الطيور وتستخدم إما رشاً على المحاصيل أو الأماكن المطلوب طرد الطيور منها أو تستخدم بشكل طعوم تنثر في أماكن متفرقة من الحقل وبذلك لا تقترب من الأماكن والمحاصيل المعاملة بمثل هذه المركبات ومن أهم المركبات الطاردة للطيور ما يأتي :

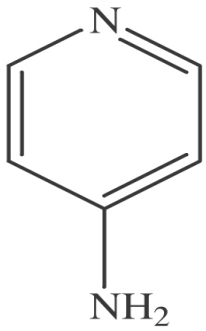
أ - **انثراكينون Anthraquinone** : ويسمى أيضاً Corbit و Morkit. وهو مركب عضوي يستخدم كمادة طاردة للطيور. سميته منخفضة للبائن حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 5 غم/كغم ويجهز بشكل مسحوق قابل للبلل 2.5% تعامل به بذور المحاصيل لوحده أو قد يخلط مع مبيدات الفطريات

المستخدمة لتعفير البذور ويفضل ترطيب البذور بمادة لاصقة مثـل Diphenyl amine و Hard wood oil ومن ثم تعامل بالمركب. ولا تستخدم هذه المواد لمعاملة البذور المستخدمة في الغـذاء. كما يمكن معاملة البذور وهي جافة بهذا المركب. اسمه وتركيبه الكيميائي :



9,10-anthracenedione

ب- افيترول Avitrol : مركب عضوي طارد للطيور، حضر عام 1964 سام جداً للبـائن حيـث تبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران 20 ملغم/كغم ، يجهز تجارياً بشكل مركـز 25% أو بـشكل مسحوق مخلوط 50% ويستخدم هذا المركب في تحضير الطعوم السامة لا بعاد الطيور عن محاصيل الذرة، والحنطة وعباد الشمس وكذلك لإبعاد الطيور عن المباني، ويمكن إعادة وضع الطعـوم كلمـا دعت الحاجة إلى ذلك، والمركب سام للطيور فيما إذا تناولته بكميات كبيرة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-aminopyridine

ومن المركبات ذات العلاقة بهذا المركب والتي يمكن استخدامها كمواد طاردة للطيور المركبات Chloralose و Pentachlorophenol و Polybutene و Quinone.

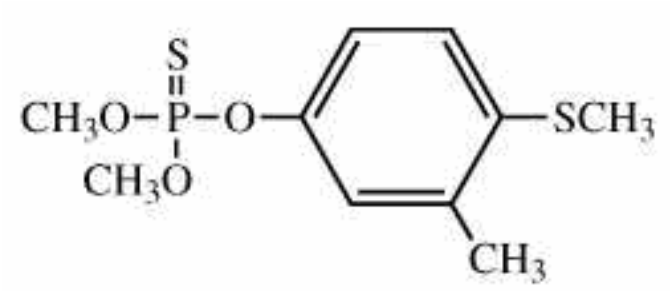
2- استخدام المواد العاقمة للطيور Aves Chemosterilants

وهي مواد تتسبب في إحداث العقم في الطيور بما يؤدي في النهاية إلى خفض أعدادها ومن أهم المركبات المستخدمة في هذا المجال مركب Ornitol ويسمى أيـضاً SC-12937 وهـو مركـب عضوي عاقم للطيور، استخدم عام 1968 ويباع تجارياً بشكل طعم جاهز 1% ولكي يحـدث هـذا المركـب تـأثيره العـاقم لابـد مـن اسـتمرار تغذيـة الطيـور علـى الطعـم لمـدة 10 أيام.

3- استخدام مبيدات الطيور Avicides

وهي المركبات التي تؤدي إلى قتل الطيور وإبادتها عند تعرضها أو تناولها للمواد المعاملة بتلك المركبات، وتضم مجموعة كبيرة من المبيدات التي يقع بعضها ضمن مبيدات الحـشرات ومبيـدات القوارض ومن أهم المركبات المستخدمة في هذا المجال :

أ - كويلتوكس Queletox : وهو من المبيدات التابعة لمجموعة الفسفور العـضوية. ظهـر عـام 1968 واستخدم لمكافحة الطيور. علاوة على استخدامه كمبيد للحشرات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



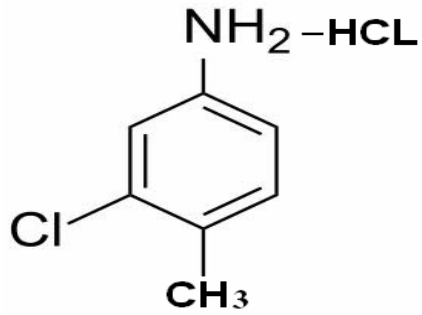
O,O-Dimethyl O-[3-methyl-4-(methylthio)phenyl] phosphorothioate

ويباع كمبيد حشرات تحت اسم Baytex و Fenthion وهو مبيد متوسط السمية للبائن ، وتتراوح قيمة LD_{50} للفئران بين 215–250 ملغم/كغم. يباع تجارياً بشكل مركز مستحلب 60% ذائب في زيت الديزل. ويستخدم عادة لمكافحة الطيور بشكل طعوم تركيز 1% ويمتاز بسميته العالية للطيور ومن المركبات ذات العلاقة بهذا المبيد :

(1) Turpentine : ويستخدم مخلوطه مع مواد أخرى لمعاملة البذور لطرد الطيور.

(2) اوكسيد الزنك : أيضاً تستخدم كمادة طاردة لبعض أنواع الطيور.

ب- ستارليسايد Starlicide : ويسمى أيضاً DCR. وهو من مركبات الكلور العضوية ويعمل كمبيد بطيء التأثير للطيور. ويمتاز هذا المركب بانخفاض سميته للبائن حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 1170ملغم/كغم. ولكنه يسبب تهيج الجلد والعيون للعاملين في مجال المكافحة. يجهز بشكل طعم1% وهو سام للدجاج والأسماك. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-Chloro-p-toludine hydrochloride

ت- ريد بيرد Rid-A-Bird : مبيد يقتل الطيور بالملامسة حيث يوضع محلول المبيد المائي في أوان عميقة وعند ملامسة أرجل الطيور التي تقف على هذه الأوعية في الأماكن المخصصة في أثناء المكافحة فإنها ستقتل بالملامسة وهو سام جداً لكافة أنواع الطيور والحيوانات الأخرى، لذلك يجب إزالة ودفن الطيور الميتة من جراء التسمم بهذه المادة لمنع انتقالها إلى الحيوانات التي تتغذى رمياً على الحيوانات الميتة.

علاوة على المبيدات المشار إليها فانه يمكن استخدام العديد من مبيدات الحشرات والتي سبق الإشارة إليها في فصل مبيدات الحشرات كمبيدات للطيور منها مثلاً المبيد Lindane و Phosdrin وغيرها.

الفصل العاشر

مبيدات الفطريات

Fungicides

- مقدمة
- الأمراض النباتية واستخدام مبيدات الفطريات
- آلية التأثير السام العامة لمبيدات الفطريات
- الاختيارية في مبيدات الفطريات
- تقسيم مبيدات الفطريات
- مبيدات الفطريات غير العضوية
- مبيدات الفطريات العضوية
- مبيدات الفطريات العضوية الحيوية
- مبيدات الفطريات العضوية المصنعة
- مركبات الزئبق العضوية
- مركبات الكبريت العضوية
- مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية
- مبيدات الفطريات الكاربامات
- مبيدات الفطريات من مشتقات النايتروفينول
- مبيدات الفطريات الجهازية
- تقسيم مبيدات الفطريات الجهازية بحسب طريقة الاستخدام
- تقسيم مبيدات الفطريات الجهازية بحسب تركيبها الكيميائي
- المطهرات

مقدمة Introduction

تعد الفطريات والبكتريا من أهم وأكثر المسببات المرضية النباتية التي تحدث خسائر اقتصادية كبيرة في الإنتاج الزراعي. إن المكافحة الكيميائية للفطريات والبكتريا مازالت هي الطريقة الأكثر نجاحاً وشيوعاً في مجال السيطرة على الأمراض الفطرية والبكتيرية للنبات مقارنة ببقية الطرائق المستخدمة في المكافحة كاستخدام الدورات الزراعية وزراعة الأصناف المقاومة وغيرها من الطرائق ، لذلك سنحاول في هذا الفصل التركيز على أهم مبيدات الفطريات المستخدمة في مجال مكافحة الأمراض الفطرية وكذلك على الكيميائيات المستخدمة في السيطرة على المسببات البكتيرية لأمراض النبات وذلك نظراً للتشابه الكبير في الخصائص العامة لكل من الفطريات والبكتريا.

إن فاعلية مبيدات الفطريات والبكتريا تعتمد بالدرجة الأساس على مدى قابليتها للذوبان بالماء وهذا يساعد بدرجة كبيرة على غسلها من على الأجزاء المعاملة بها عند سقوط الأمطار أو استخدام طريقة الري بالرش لذلك فقد اتجهت الشركات إلى إنتاج مبيدات قليلة الذوبان نسبياً في الماء وذات قابلية جيدة للالتصاق على الأجزاء المعاملة.

الأمراض النباتية واستخدام مبيدات الفطريات Plant Disease And Fungicides Use

إن طريقة الوقاية أو العلاج باستخدام مبيدات الفطريات والبكتريا تختلف باختلاف طبيعة الإصابة ومكان وجود المسبب المرضي في أنسجة العائل. وبناءً على ذلك يمكن تقسيم الأمراض النباتية إلى :

1- الأمراض التي تنتقل بالبذور Seed Born Disease : وفيها يوجد المسبب المرضي على سطح البذور كما في التفحم المغطى في القمح أو داخل البذور كما في حالة أمراض التفحم السائب والعديد من الأمراض الفايروسية.

2- أمراض الجذور Root Disease : تهاجم جذور البادرات والنباتات عدة أنواع من الفطريات منها *Fusarium* و *Rhizoctonia* وغيرها.

3- أمراض الأوعية الناقلة Vascular Disease : وهي من الأمراض التي يصعب مكافحتها ومن أمثلتها مرض ذبول الطماطة الفيوزاريومي.

4- أمراض المجموع الخضري Foliar Disease : وتعتبر من أسهل الأمراض التي يمكن مكافحتها مقارنة بالنوع السابق وهي كثيرة الانتشار مثل أمراض اللفحة والتبقعات والبياض الدقيقي والزغبي وغيرها.

5- أمراض الأبصال والدرنات والثمار Bulbs, Tubers and Fruit Disease : هذه الأمراض تنتشر في الغالب أثناء التخزين أو الشحن كأمراض تعفن الثمار والأبصال والدرنات.

تقسيم مبيدات الفطريات Classification of Fungicides

يمكن تقسيم مبيدات الفطريات إلى العديد من المجاميع باعتماد العديد من الأسس منها:

أولاً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة تغطيتها للأجزاء المعاملة بها

According To The Coverage Method

وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الفطريات إلى مجموعتين كبيرتين هما :

1- مبيدات الفطريات الوقائية Protective Fungicide

وتضم بدورها :

أ - المبيدات الوقائية غير الجهازية Non-Systemic Protective Fungicides : وتستخدم لوقاية النبات قبل الإصابة وتمتاز هذه المجموعة من المبيدات ببقائها لفترة طويلة فوق الأجزاء المعاملة حيث تعمل على قتل الفطر وتحمي النبات من الإصابة فضلاً عن قدرتها العالية للالتصاق بالسطوح المعاملة.

ب- المبيدات الوقائية الجهازية Systemic Protective Fungicides : وتمتاز هذه المبيدات بقدرتها على النفاذ إلى داخل النبات وانتقالها إلى جميع أجزائه حيث تعمل على وقاية النبات من الإصابة بالفطريات.

2- مبيدات الفطريات العلاجية Curative Fungicides

وتضم بدورها مبيدات جهازية وغير جهازية ويشترط فيها القدرة على القضاء على الفطر أينما وجد وليس من الضروري أن تكون آثاره باقية لفترة طويلة. والحقيقة أن الذي يميز بين ما هو وقائي أو علاجي من

مبيدات الفطريات هو التركيز المستخدم حيث أن عملية استئصال الإصابة المرضية يتطلب استخدام تراكيز عالية نسبياً مقارنة بالتراكيز المستخدمة للأغراض الوقائية وبعبارة أخرى إن المبيد العلاجي قد يستخدم كمبيد وقائي بعد خفض التركيز المستخدم ، من الناحية الأخرى نحتاج إلى تراكيز عالية لكي تبقى لفترة طويلة وفعالة بالرغم من العوامل المختلفة المؤثرة عليها لكي توفر الوقاية.

ثانياً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة الاستخدام According To Method of Use

وعلى هذا الأساس تقسم إلى :

1- مبيدات فطريات لوقاية الأجزاء الخضرية Foliar Protective Fungicides

وتضم مجموعة من المبيدات التي تستخدم لوقاية الأجزاء الخضرية من الإصابة بالفطريات والبكتريا حيث ترش أو تعفر بها الأجزاء الخضرية وذلك لوقايتها من الإصابة لذلك يفضل استخدامها بوقت مناسب وقبل انتشار المسبب المرضي ومن الضروري تغطية أجزاء النبات بكاملها وإعادة عملية الرش أو التعفير بين فترة وأخرى أو بعد سقوط الأمطار لضمان حماية النباتات من الإصابة المرضية ومنها مبيد الكاراثين والدايثين وغيرها.

2- مبيدات فطريات لوقاية البذور Seed Protective Fungicides

وتضم مجموعة من المبيدات التي تستخدم لمعاملة البذور والدرنات والأبصال لوقايتها من الإصابة المرضية في المخازن أو عند الزراعة. وتستخدم هذه المبيدات عادة بشكل مساحيق تعفير أو بشكل سوائل حيث تغطس فيها البذور وتترك بعد ذلك لتجف ويشترط في مبيدات هذه المجموعة القدرة على الالتصاق والبقاء لفترة طويلة نسبياً. وقد تستخدم في بعض الأحيان المبيدات الجهازية لهذا الغرض وذلك لوقاية البذور بعد الإنبات من الإصابات المرضية ومنها مبيد الكاربوكسين والكلورانيل وغيرها.

3- مبيدات فطريات لمعاملة التربة Soil Treatment Fungicides

وتضم مجموعة المبيدات التي تستخدم لمعاملة التربة المطلوب زراعتها وعادة تستخدم المبخرات Fumigants لهذا الغرض لمكافحة الفطريات وغيرها من المسببات المرضية الموجودة في التربة. تستخدم المبخرات قبل عدة أيام من موعد زراعة المحصول ومن المبيدات المستخدمة في هذا المجال بروميد المثيل Methyl Bromide و Vapam و Vorlex و Zinophose وغيرها.

ثالثاً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب تركيبها الكيميائيAccording To The Chemical Structure

وتقسم إلى :

1- مبيدات الفطريات غير العضوية Inorganic Fungicides.

2- مبيدات الفطريات العضوية Organic Fungicides : وتضم العديد من المجاميع منها :

أ - مركبات الزئبق العضوية Organic Mercury Compounds.

ب- مركبات الكبريت العضوية Organic Sulfur Compounds.

ت- مشتقات النايتروفينول Nitrophenol Derivatives.

ث- مجموعة الكينونات Quinons Group.

ج- المضادات الحيوية Antibiotics.

رابعاً : تقسيم مبيدات الفطريات بحسب المصدر والتركيب الكيميائي

According TO Origin And Structure

وتقسم إلى :

I – مبيدات الفطريات غير العضوية Inorganic Fungicides.

II- مبيدات الفطريات العضوية Organic Fungicides : وتضم :

1- مبيدات فطريات عضوية حيوية Organic Biofungicides : وتضم :

أ - مبيدات فطريات حيوية نباتية المصدر Plant Origin Biofungicides.

ب- مبيدات فطريات حيوية مايكروبية المصدر Microbial Origin Biofungicides.

ت- مبيدات فطريات حيوية حيوانية المصدر Animal Origin Biofungicides.

2- مبيدات فطريات عضوية مصنعة Synthetic Organic Fungicides : وتضم :

أ - مركبات الزئبق العضوية Organic Mercury Compounds.

ب- مركبات الكبريت العضوية Organic Sulfur Compounds.

ت- مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية Organophosphorus Fungicides.

ث- مبيدات الفطريات الكارباماتية Carbamate Fungicides.

ج- مشتقات النايتروفينول Nitrophenol Derivatives.

آلية التأثير السام العامة لمبيدات الفطريات

General Mechanism of Toxic Action of Fungicides

لكي يحقق مبيد الفطريات تأثيره القاتل لابد له من النفاذ إلى داخل الخلية الفطرية أولاً ولو انه في بعض الحالات النادرة قد يعمل مبيد الفطريات على إحداث تغيير معين في الوسط الذي ينمو فيه الفطر بحيث يصبح غير ملائم لنمو الفطر. إن الخلية الفطرية محاطة بغشاء بروتوبلازمي يتحكم في عملية نفاذ المركبات الكيميائية ويتكون هذا الغشاء من مواد دهنية ، لذلك فان المواد المحبة للدهون يكون نفاذها سريعاً خلال هذا الغشاء ومنها المركبات الهيدروكاربونية ومشتقاتها الهالوجينية وتقل قابلية المركب على النفاذ كلما زادت مجاميع الهيدروكسيد ، كذلك فان زيادة طول السلسلة الهيدروكاربونية يؤدي إلى زيادة قابلية المركب للذوبان في الدهون ويزداد بذلك نفاذها خلال الغشاء البروتوبلازمي ، ويتفق الكثير من الباحثين على أن عامل الذوبان في الدهون ليس وحده المتحكم في النفاذ خلال الغشاء البروتوبلازمي وإنما شكل جزئ المبيد الذي يحوي قسمين أحدهما يحدث السمية والآخر يعطي لجزئ المبيد الشكل المناسب لاختراق الغشاء وقد اعتبر الجزء القطبي من أي مبيد للفطريات هو الجزء السام أما الجزء العضوي الباقي فهو ضروري لإعطاء الجزئ الشكل اللازم للنفاذ خلال الغشاء البروتوبلازمي. كما تساعد الزيوت والمذيبات العضوية على زيادة نفاذ جزئ مبيد الفطريات إضافة إلى وجود العديد من المواد التي يمكن خلطها مع مستحضرات مبيدات الفطريات لتحسين خصائص النفاذية لها خلال الغشاء.

بعد نفاذ مبيد الفطريات خلال الغشاء البروتوبلازمي يبدأ بإحداث تأثيره السام داخل الخلية الفطرية والذي لم يتم تحديده بشكل نهائي لمعظم مبيدات الفطريات لحد الآن إلا أن بعض المصادر أشارت إلى أن بعض مبيدات الفطريات قد تزيد من مقاومة العائل النباتي للإصابة بالمسبب المرضي وذلك عن طريق إحداثها تغييراً في جدران خلايا الأنسجة النباتية بحيث يصعب اختراقه من قبل الفطريات المسببة لأمراض النبات. بالإضافة إلى ذلك فان هناك العديد من التفسيرات المحتملة للتأثير السام لمبيدات الفطريات وهي :

1- تفاعل مبيدات الفطريات مع الأنزيمات الحيوية وتعمل على تثبيطها.

2- التأثير على تفاعلات الأكسدة والاختزال بما يؤثر على إنتاج الطاقة.

3- التأثير على العمليات الحيوية من خلال تشابه التركيب في بعض المبيدات وبعض المركبات الحيوية الموجودة في الخلية الفطرية حيث يؤدي ذلك إلى دخولها عن طريق الخطأ في العديد من التفاعلات الحيوية وربما في النهاية إلى موت الفطر.

4- قد يتحد المبيد مع بعض المركبات الحيوية بما يؤثر في الصناعة الحيوية للمركبات التي تحتاجها الخلية الفطرية حيث أن اتحاده مع بعض الأحماض الامينية يؤثر في عملية صناعة البروتين.

الاختيارية في مبيدات الفطريات Selectivity of Fungicides

يقصد بالفعل الاختياري لمبيدات الفطريات هو قابليتها للتأثير على المسبب المرضي دون التأثير على النبات بحدود التراكيز الموصى باستخدامها ، وذلك لأن زيادة تركيز مبيد الفطريات عن المقرر يؤدي إلى حدوث تأثيرات سامة على النبات ولهذا فان الاختيارية يمكن أن تكون عن طريق التراكيز المستخدمة أو قد تكون ناتجة عن الاختلاف في تركيب الجدران الخلوية للفطريات والنبات حيث أن الجدار الخارجي لمعظم خلايا الفطريات يتكون من Acetyl–glucosamine في حين أن جدار خلايا النبات يتكون من السيليلوز لذلك فان مبيدات الفطريات الجهازية تستطيع أن تحطم جدران خلايا الفطر من دون أن تؤثر على سيليلوز النبات. كذلك قد يلعب التركيب الكيميائي لمبيد الفطريات دوراً في الاختيارية حيث نجد أن لبعض مبيدات الفطريات القدرة على التجمع في أنسجة الفطر بكميات أعلى من تجمعها في أنسجة النبات وبذلك تستطيع التأثير على الفطريات من دون أن تلحق أي ضرر بالنبات.

أما فيما يتعلق بتخصص مبيد الفطريات Sepecifity فيقصد به قدرة المبيد في التأثير على مجموعة معينة من الفطريات فقط وعدم التأثير في فطريات أخرى تعود إلى مجاميع مختلفة أخرى. مثلاً نجد أن لمستحضرات النحاس تأثيراً جيداً في الفطريات المسببة لمرض البياض الزغبي في حين نجد أن مركب Dichlofluarid يمتاز بأنه ذو تأثير واسع في معظم أنواع الفطريات المرضية ، إن التخصص في مبيد الفطريات قد يرجع إلى الاختلاف في المواقع الحساسة التي يعمل عليها في الفطريات المختلفة ، أو قد يرجع إلى الاختلاف في درجة امتصاصه وتجمعه وعمليات إزالة سميته في الفطريات المختلفة وقد وجد فعلاً أن امتصاص مبيد Carboxin كان أسرع في الفطريات الحساسة له مقارنة بامتصاصه في الفطريات غير الحساسة.

مبيدات الفطريات غير العضوية Inorganic Fungicides

تضم هذه المجموعة العديد من المركبات غير العضوية المستخدمة في مكافحة الفطريات والبكتريا المسببة لأمراض النبات وقد استخدمت هذه المركبات منذ فترة طويلة في السيطرة على أمراض النبات الفطرية والبكتيرية ومن أهمها :

أولاً : الكبريت Sulfur : وهو من أقدم مبيدات الفطريات المعروفة ولا يزال يستخدم حتى الآن بنجاح في مكافحة أمراض النبات وهو متوفر حالياً بصور تجهيز عديدة أهمها :

1- مسحوق تعفير Dust : وهو عبارة عن زهر الكبريت الذي يتم الحصول عليه بالتسامي وتحوي هذه الصورة علاوة على الكبريت على مادة التالك أو الطين بنسبة تتراوح بين 1-5% وتستخدم هذه الصورة في الغالب كمادة حاملة لمبيدات الفطريات والحشرات.

2- الكبريت الغروي Colloidal Sulfur : ويمتاز بنعومة حبيباته ويوجد بشكل عجينة يمكن مزجها بالماء.

3- الكبريت القابل للبلل Wettable Sulfur : وتحضر هذه الصورة بطريقة الترسيب وتضاف إليه مواد مبللة وناشرة ويفضل أن لا تزيد حجم حبيباته عن 7 مايكرون.

4- الكبريت الجيري Lime - Sulfur : ويحضر من تفاعل الكبريت مع هيدروكسيد الكالسيوم ويستخدم رشاً أو تعفيراً على النبات.

وتتوفر في العراق كميات هائلة من الكبريت لذا ينبغي توجيه المزيد من العناية والبحث في محاولة لإيجاد أفضل السبل للاستفادة من هذه الثروة في مجال مكافحة الآفات الزراعية. خاصة أن للكبريت العديد من المميزات المشجعة في هذا المجال ، حيث تمتاز مركبات الكبريت بفعاليتها العالية في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي على العنب والتفاح فضلاً عن فاعليتها ضد معظم المسببات المرضية الفطرية كما تمتاز بفاعليتها الجيدة ضد الاكاروسات وبعض الأنواع الحشرية الرهيفة كالمن وتمتاز كذلك بعدم سميتها للإنسان والحيوان وتوافقها للخلط مع معظم مبيدات الفطريات والحشرات عدا الزيوت. إن هذه المميزات الايجابية يجب أن لا تنسينا أن من أهم مشاكل استخدام الكبريت كمبيد للفطريات هو تسببه في إظهار حروق على أوراق النباتات المعاملة كالتفاح والكمثرى كما قد يؤدي إلى حدوث تقزم في النباتات المعاملة ويزداد ضرره بارتفاع درجة الحرارة لذلك لا ينصح باستخدامه عند ارتفاع درجة الحرارة لأكثر من 30°م.

آلية التأثير السام لمركبات الكبريت Mechanism of Toxic Action of Sulfur

هناك أكثر من نظرية تفسر ميكانيكية التأثير السام للكبريت وهي :

1- نظرية التأثير المباشر Direct Action Theory : وتقول بان بخار الكبريت يمكن أن يؤثر في الفطريات والحلم حيث تكون للبخار القابلية على اختراق سبورات أو هايفات الفطر ومن ثم الذوبان في محتويات الخلية ، وبالنسبة للحلم يمكن لأبخرة الكبريت أن تدخل عن طريق الفتحات التنفسية لتحدث تأثيرها السام.

2- نظرية الأكسدة Oxidation Theory : وتعتمد هذه النظرية على أساس تأكسد عنصر الكبريت إلى ثاني أو ثالث اوكسيد الكبريت وبتوفر الرطوبة يتحول إلى حامض خماسي الكبريت Pentathionic Acid السام للفطريات ومما يدحض صحة هذه النظرية هو أن المواد المؤكسدة مثل برمنكنات البوتاسيوم لا تزيد من سمية الكبريت.

3- نظرية الاختزال Reduction Theory : وتتلخص هذه النظرية في أن الكبريت يختزل إلى كبريتيد الهيدروجين (H_2S) والذي يعتبر مادة سامة للفطريات إذ يؤدي إلى إيقاف نشاط بعض الإنزيمات المهمة فيها مثل إنزيم Catalase و Lactase وغيرها.

4- تحول الكبريت داخل الخلية الفطرية إلى حامض الكبريتيك الذي يعمل على ترسيب البروتين وقتل الفطر.

ثانياً : مركبات النحاس Copper Compounds

وتمتاز مركبات هذه المجموعة بكونها مبيدات فطريات وبكتريا وقائية تحدث تأثيرها عن طريق الملامسة ، وهي ذات كفاءة جيدة في تثبيط عملية نمو السبورات الفطرية وتعتمد فترة بقائها فعالة على نوع وطبيعة السطح المعامل بها وعموماً تتراوح فترة متبقياتها بين 10-20 يوم ، وقد استخدمت مركبات هذه المجموعة في مكافحة مرض البياض الزغبي على العنب ومرض التفحم المغطى ، ومن عيوب هذه المركبات أنها تحدث تأثيراً ساماً على النباتات المعاملة Phytotoxicity كلما زادت نسبة الرطوبة. إن الحد المسموح به من مركبات النحاس على الثمار يجب أن لا تزيد عن 5 ملغم/كغم لذلك ينبغي جني الثمار بعد 10-15 يوم من المعاملة. ومن أهم المركبات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي :

1- كبريتات النحاس Copper Sulfate : استخدمت كمساحيق لمعاملة البذور خاصة الحنطة ضد مرض التفحم المغطى كما أمكن استخدامها كمحاليل تغمر فيها الحبوب وهي سهلة الذوبان بالماء ومحلولها في الماء له تأثير حامضي خفيف يضر النبات كما يسبب نقصاً في قوة إنبات البذور لذلك تستخدم مع مركبات النحاس مادة الجير أو أي مادة قلوية لمعادلة الحامض وتستخدم كبريتات النحاس حالياً في معاملة أوراق تغليف الثمار المشحونة منعاً لإصابتها بالفطريات وكذلك في تعقيم صناديق التعبئة وجدران المخازن ولا تستخدم على الجدران لأنها تكون حامض الكبريتيك.

2- **مخلوط بوردو Bordeaux Mixture** : اكتشف هذا المركب من قبل Millardet في عام 1882 حيث استخدم لمكافحة مرض البياض الزغبي على العنب في فرنسا ، ولا يزال يستخدم كمركب وقائي لطلاء الجروح الناتجة عن التقليم لمنع دخول المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية. وهو عبارة عن خليط ذي لون ازرق جلاتيني يتكون من كبريتات النحاس وأوكسيد الكالسيوم والماء ، وتخلط هذه المكونات بنسب خلط مختلفة واتضح أن استخدام كبريتات النحاس وأوكسيد الكالسيوم والماء بنسبة (4 : 4 : 50) أعطت نتائج جيدة في مكافحة الأمراض النباتية دون التأثير على النبات. إن هذه النسبة قد تتغير بحسب نوع المسبب المرضي حيث تستخدم النسبة (2 : 3 : 4) لمكافحة البياض الزغبي على الخس والنسبة (50 : 5 : 5) لمكافحة مرض اللفحة المبكرة والمتأخرة على البطاطا. ويفضل تحضيره في الحقل مباشرة قبل الاستخدام وذلك لأنه قد يتحلل عند تركه لمدة طويلة بعد الخلط. كذلك فان تغير لونه إلى اللون الأخضر يدل على وجود كمية من النحاس القابل للذوبان في الماء والذي يضر النبات ، كما أن تغير اللون من الأزرق الطباشيري يدل على وجود زيادة في نسبة الجير وهذا يقلل من كفاءة المادة الفعالة علاوة على انه يضر بالنبات. ولا يمكن خلطه مع مبيدات الحشرات العضوية لان معظمها يتحلل في الوسط القلوي ، وقد يمزج مع عدد من الزيوت ، ويمتاز هذا المخلوط برخص ثمنه وفاعليته في مكافحة العديد من الأمراض النباتية الفطرية والبكتيرية وقابليته الجيدة للالتصاق بالأجزاء المعاملة من النبات إضافة إلى انعدام سميته للبائن. وبالرغم من المميزات السابقة إلا أن هناك بعض المساوئ الناتجة عن استخدامه منها تأثيره السام في بعض النباتات وخاصة التفاح والخوخ وتأخيره لنضج الثمار كما أن عملية تحضيره وخلطه غير مريحة نوعاً ما وقد يؤدي إلى تآكل أدوات الرش والمكافحة.

3- مخلوط بيرجاندى Burgundy Mixture : ويستخدم كبديل لمخلوط بوردو عند عدم توفر أوكسيد الكالسيوم حيث يستعاض عنها بمادة كاربونات الصوديوم وقد وجد أن خلط كبريتات النحاس وكاربونات الصوديوم والماء بنسبة (50 : 4 : 4) كان فعالاً في مكافحة الأمراض النباتية.

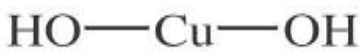
4- اوكسي كلوريد النحاس Copper Oxychloride : وهو عبارة عن بلورات صلبة تتركب من ($3Cu(OH)^{-2}X\ Cucl2.H_2O$) غير قابلة للذوبان في الماء أو في المذيبات العضوية ولكنها تذوب تحت تأثير أشعة الشمس والرطوبة والحرارة كما تتحلل في الوسط القلوي ، ويوجد هذا المركب بشكل مسحوق قابل للبلل 90% لونه أزرق مخضر وهو عديم الرائحة. ويستخدم رشاً لوقاية أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر من الإصابة المرضية ولكنه لا يلتصق على النبات بشدة وهو أقل تأثيراً على النباتات المعاملة من مخلوط بوردو. وهو ذو سمية متوسطة حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران

470 ملغم/كغم من وزن الجسم. يفضل عدم جني المحصول إلا بعد فترة 20–25 يوم من المعاملة.

5- نفثنات النحاس Copper Naphthenates : المادة الفعالة منها تكون بشكل عجينة زيتية لزجة ليس لها القابلية للذوبان بالماء ولكنها تذوب بشكل جيد في الزيوت المعدنية وباستخدام الحرارة. المادة التجارية تباع بشكل عجينة 50% تذوب بالماء لتكوين محلول رش مستحلب ، يمكن خزنها لفترة طويلة وتستخدم عادة لمكافحة الفطريات المسببة لأمراض الجرب والتبقع البني الذي يصيب الكمثرى والتفاح. ومن مساوئها إنها تؤدي إلى حرق الأجزاء المعاملة بها وهي ذات سمية منخفضة للبائن ، ويتم جني المحصول بعد 20 يوماً من آخر معاملة.

إن من أهم العوامل التي حدت من استخدام مركبات النحاس في مكافحة أمراض النبات الفطرية والتي سجلت على المركبات السابقة هو تسببها في إحداث حروق على النباتات المعاملة بها ، وذلك نتيجة وجود النحاس بصورة ذائبة في الماء مما يسمح له بالنفاذ إلى داخل الأنسجة النباتية وتسببه في حالات تسمم النبات Phytotoxicity. لذلك اتجهت المحاولات حديثاً إلى إنتاج مركبات النحاس بشكل هيدروكسيد نحاس غير قابل للذوبان في الماء لإنتاج مبيدات فطريات جديدة من أهمها :

6- كوسايد Kocide : هذا المبيد أنتجته شركة Griffin ويحتوي على 77% من مادة هيدروكسيد النحاس وهو غير قابل للخلط مع مبيدات الحشرات والفطريات والأسمدة الورقية ، مجهز بشكل مسحوق قابل للبلل حيث يكون محلول معلق نتيجة لصغر حجم حبيباته وعندما يرش فوق النبات يبقى بشكل طبقة رقيقة تمنع أو تقتل سبورات الفطريات. استخدم بنجاح في مكافحة مجموعة واسعة من الأمراض الفطرية على مختلف أنواع المحاصيل. يباع تجارياً أيضاً تحت اسم Champion.



Cupric hydroxide

آلية التأثير السام لمركبات النحاس Mechanism of Toxic Action of Copper Compounds

أشارت العديد من الدراسات إلى أن لأيونات النحاس الأحادية والثنائية التكافؤ القابلية للارتباط بالعديد من المجاميع الكيميائية الموجودة في الخلية الفطرية مثل مجموعة الأمين ومجموعة الكاربوكسيل ومجموعة SH لتكوين مركبات معقدة معها وهذا الارتباط مصحوب في الغالب بتثبيط الإنزيمات الرئيسة في الخلية وبما يؤدي في النهاية إلى موت الفطر.

ثالثاً : مركبات الزئبق Mercuric Compounds

استخدمت مركبات الزئبق غير العضوية في معاملة البذور لمكافحة أمراض التفحم المغطى في الحنطة والشعير بينما كان استخدامها رشاً على الأجزاء الخضرية محدوداً جداً ولا ينصح به مطلقاً في الوقت الحاضر وذلك لما تسببه من أضرار للنبات علاوة على سميتها العالية لجميع صور الحياة ومن أهم المركبات التابعة لهذه المجموعة :

1- كلوريد الزئبقيك $HgCl_2$: ويسمى بالسليماني أيضاً حيث استخدم كمبيد فطريات لمعاملة بذور الحنطة كما يستخدم في التربة لمكافحة فطريات الذبول ومعاملة درنات البطاطا ضد مرض الجرب ، كذلك فان لهذا المركب تأثيراً جيداً في مكافحة بعض الحشرات والديدان الموجودة في التربة ويمتاز بسميته العالية للثدييات لذلك حل محله كلوريد الزئبقوز لأنه اقل سمية للثدييات.

2- **كلوريد الزئبقوز (الكالوميل) Calomel :** استخدم كمبيد فطريات في المساحات الخضراء وفي المشاتل ويتوفر عادة بصورة مسحوق قابل للبلل ، ومن عيوبه انه يؤدي إلى ظهور حروق وأعراض تسمم على النباتات المعاملة به غير قابل للخلط مع الجير المطفأ وبقية المواد القلوية.

آلية التأثير السام لمركبات الزئبق Mechanism of Toxic Action of Mercury Compounds

يعتقد بعض الباحثين بان مركبات الزئبق تكون معقدات مع مجموعة الثايول (SH) بما يؤدي إلى تثبيط العديد من الأنزيمات الحيوية ، كما أن مركبات الزئبق تمنع الفطريات من استهلاك الأوكسجين وموتها في النهاية.

مبيدات الفطريات العضوية Organic Fungicides

أولاً : مبيدات الفطريات العضوية الحيوية Organic Biofungicides

وتضم مجموعة من مبيدات الفطريات المستخرجة من مصادر طبيعية كالنباتات والكائنات الدقيقة وتضم :

1- مبيدات فطريات حيوية نباتية المصدر Botanical Origin Biofungicides

هناك العديد من الإشارات والنتائج التي وردت في العديد من الدراسات حول وجود بعض المركبات الكيميائية في العديد من النباتات والتي تمتاز بتأثيرها القاتل للفطريات ، إلا أنها لازالت لحد الآن في مرحلة البحث والتشخيص ولم ترقى إلى مستوى مبيدات الحشرات نباتية المصدر ، ومن أهمها :

أ - **الفينفيرانات Viniferins** : يعد العنب من أهم المحاصيل في أوربا وهو يعاني من الإصابة بمرض البياض الزغبي المتسبب عن الفطر *Plasmopara viticola* ومرض العفن الطري المتسبب عن الفطر *Botrytis cineria* وقد درست لسنوات عديدة كيفية مقاومة نباتات العنب خطر الإصابة بهذه الفطريات وتركزت الدراسات على المواد المعروفة باسم Phytoalexins أو السموم النباتية التي بأوراق العنب كنتيجة لاستجابة النباتات للعدوى وحدوث الضرر ولقد أمكن عزل ثلاثة مركبات نقية من الأوراق المصابة أو التي عرضت للأشعة فوق البنفسجية وأطلقت عليها الأسماء ألفا ، جاما ، دلتا فينفيرين ولقد تم تحديد التركيب الكيميائي للالفا والدلتا ولم يكن في الإمكان الكشف عن وجود مثل هذه المواد ومشتقاتها في الأوراق غير المصابة ولقد كشفت الدراسات أن Viniferins تنتج في الأوراق بعمليات أكسدة وبلمرة محدودة لمركب الريزفيراترول Ricveratrol ، كما ثبت أن هذه المواد متوسطة التأثير كمواد مضادة للفطريات في الاختبارات الخارجية.

ب- **حامض اوليك Oleic Acid** : وهو أحد الأحماض الدهنية Fatty Acids والذي يمكن استخلاصه من النباتات والحيوانات ولحامض الاوليك تأثير كمبيد حشرات وفطريات ومبيد أدغال أيضاً. واستخدم بنجاح كمبيد فطريات على العنب والورد ومحاصيل أخرى. ويؤثر حامض الاوليك في الحشرات والفطريات والأدغال عن طريق تداخله مع مكونات جدار الخلية في الكائن المستهدف مما يؤدي إلى كسر التكامل الموجود في جدران الخلية وموتها في النهاية. يباع تجارياً بشكل سائل مركز تحت العديد من الأسماء التجارية منها Mycogen-M-Pede و Mycogen-Thinex و Neo-Fat وغيرها. اسمه وتركيبه الكيميائي :

$$CH_3(CH_2)_7\ CH = CH(CH_2)_7\ CO_2M$$

$M = H_1$ Na or K

2- مبيدات فطريات حيوية مايكروبية المصدر Microbial Origin Biofungicides

وهي عبارة عن مواد كيميائية تنتجها الكائنات الحية الدقيقة ولها القدرة بتركيزات مخففة على منع نمو أو قتل الأحياء المجهرية وتمتلك هذه المواد سمية اختيارية ضد الأنواع المختلفة من الأحياء المجهرية ، وقد كان لنجاح البنسلين Penicillin في مكافحة الكثير من المسببات المرضية التي تصيب الإنسان ، دوراً في دفع الباحثين إلى محاولة استخدامها في مجال مكافحة المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية للنبات. خاصة إذا علمنا بأن هناك أكثر من 100 مركب حيوي ينتج من الفطريات ومنها فطريات الجنس *Streptomyces* التابعة لمجموعة Actinomycetes وكذلك فطريات الجنس *Penecillium* وبكتريا الجنس *Bacillus* وقد ينتج الفطر أكثر من مركب حيوي كما في النوع *Streptomyces griseus* الذي ينتج نوعين من المركبات الحيوية. ومن أهم مميزات مبيدات الفطريات مايكروبية المصدر ما يلي :

أ- ذوبانها النسبي في الماء عال.

ب- تنقل جهازياً في النبات.

ت- تركيبها الكيميائي معقد.

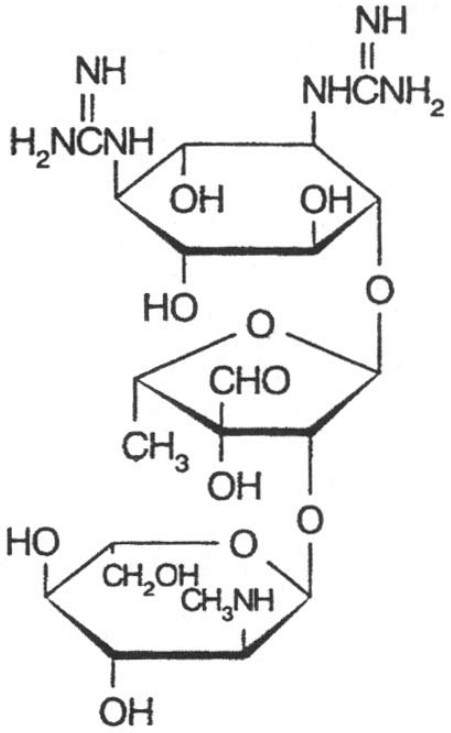
ث- سريعة التحلل بعد الاستخدام.

ج- تنوع ميكانيكية التأثير السام بحسب نوع المركب الحيوي.

ومن أهم مبيدات الفطريات مايكروبية المصدر المستخدمة في مكافحة أمراض النبات ما يلي :

أ – **الكليوتوكسين Gliotoxin :** ينتج هذا المضاد الحيوي من قبل الفطر *Trichoderma viride* ويعمل على تثبيط نمو سبورات فطريات Fusarium بتركيز 2 – 4 جزء في المليون ولكنه لا يستخدم لمكافحة فطريات التربة لعدم ثباته في التربة.

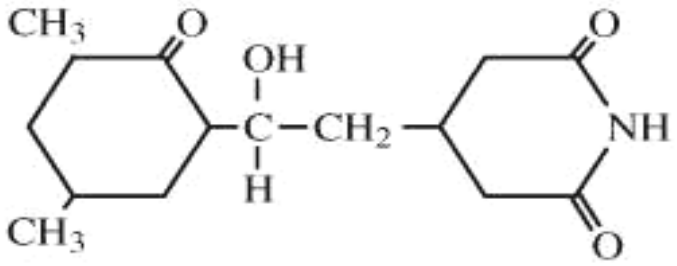
ب– الستربتومايسين Streptomycin : تم عزل هذا المركب من الفطر *Streptomyces griseus* وقد اظهر فاعلية جيدة في مكافحة الأمراض البكتيرية المتسببة عن البكتريا التابعة للأجناس *Erwinia* و *Pseudomonas* و *Xanthomonas* على أشجار الفاكهة ذات النواة الحجرية واللفحة النارية في الكمثرى إضافة إلى فاعليته ضد العديد من الفطريات الطحلبية Phycomycetes وخاصة فطريات الجنس *Phytophthora* المسببة لأمراض اللفحة في البطاطا والطماطة ويمتاز هذا المضاد بخواصه الجهازية حيث يمتص من قبل النبات وينقل إلى أجزاء النبات المختلفة وخاصة النموات الحديثة حيث يبقى لمدة طويلة يوفر خلالها الوقاية اللازمة من الإصابة ومن أكثر مشتقات هذا المضاد فاعلية هي كبريتات الستربتومايسين. يؤثر هذا المضاد بتركيزات منخفضة تتراوح بين 2 – 4 جزء في المليون ويمكن زيادة فاعليته بزيادة التركيز ولكن قد يرافق ذلك ظهور علامات سمية للنبات عن طريق تأثيره على عملية التركيب الضوئي لذلك يراعى استخدام الجرعة المناسبة منه. وتركيبه الكيميائي :



آلية التأثير السام للستربتومايسين Mechanism of Toxic of Streptomycin

يتفق الكثير من الباحثين على أن الستربتومايسين يؤثر بشكل رئيس في ايض حامض RNA وفي صناعة البروتين في الخلية وقد وجد أن أكثر أنواع RNA تأثراً هو m–RNA الذي ينقل الشفرة من حامض DNA إلى الرايبوسومات. كما يؤثر هذا المركب في الصفات الفيزيائية للرايبوسومات ويقلل من كفاءتها في تصنيع البروتين كما إن التأثير على m–RNA يؤدي إلى القراءة الخاطئة للشفرة.

ت– سايكلوهكسامايد Cycloheximide : ويسمى أيضاً Actispray و Naramycin وتنتجه بكتريا *Streptomyces griseus* ويعتبر أول مضاد حيوي يسوق تجارياً ، إذ دخل السوق عام 1948 واستخدم لمكافحة أمراض البياض ألدقيقي وأمراض الصدأ ، حيث يؤثر على الفطريات والخمائر والطحالب والبروتوزوا ، وليس له تأثير على البكتريا. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-[(2R)-2-[(1S,3S,5S)-(3,5-dimethyl-2-oxocyclohexyl)]-2-hydroxyethyl] piperidine-2,6-dione

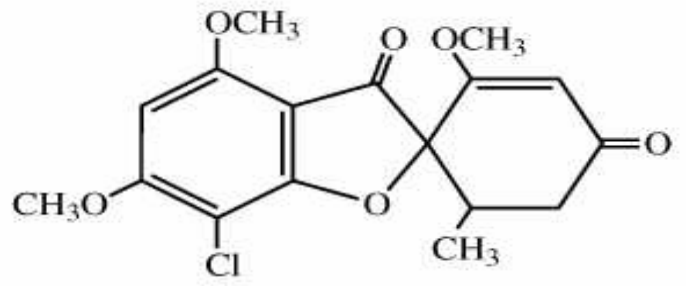
ومن عيوبه :

- سميته العالية للبائن.
- إنتاجه مكلف.
- إن الحد الفاصل بين الجرعة المؤثرة في الفطريات وتلك المؤثرة في النبات ضيق جداً.

آلية التأثير السام للسايكلوهكسامايد Mechanism of Toxic Action of Cycloheximide

يحدث هذا المركب تأثيره السام عن طريق منع دخول الأحماض الامينية في صناعة البروتين وذلك بمنع الحامض الناقل t–RNA من الوصول إلى مركز تصنيع البروتين في الرايبوسومات.

ث- كرسيوفلافن Griseofulvin : تم عزل هذا المضاد من الفطر *Penecillium griseofulvum* ومن أنواع أخرى تابعة لنفس الجنس. وقد اظهر فاعلية جيدة في مكافحة العديد من فطريات البياض ألدقيقي وأمراض الذبول. وينتقل جهازياً في النبات عن طريق الأوعية الخشبية ومن عيوبه تحلله السريع مما يؤدي إلى الحد من استخدامه في مجال إنتاج المحاصيل. اسمه وتركيبه الكيميائي:

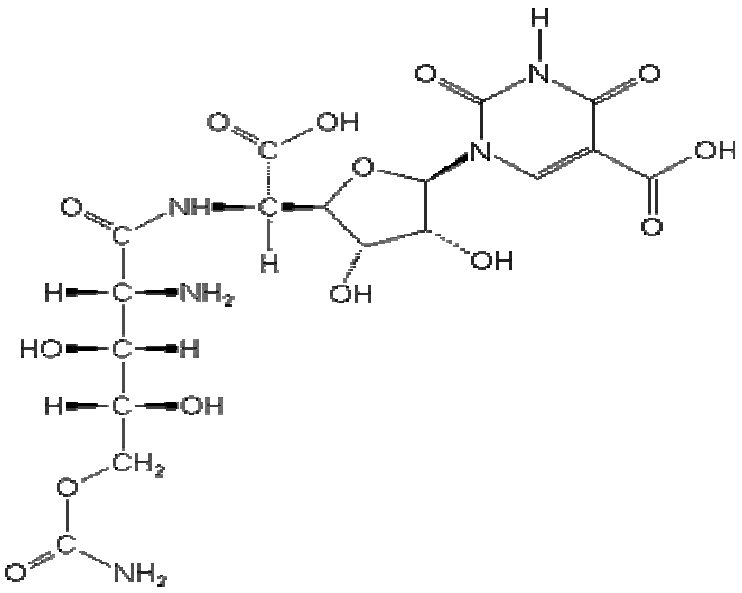


7-chloro-4,6-dimethoxycoumaran-3-one-2-spiro-1¢- (2¢-methoxy-6¢-methylcyclohex-2¢-en-4¢-one)

آلية التأثير السام لمركب كرسيوفلافن Mechanism of Toxic Action of Griseofulvin

يؤثر المركب على الصناعة الحيوية لمكونات الكايتين في جدار الخلية لذلك نجد أن هناك علاقة بين حساسية الفطر لهذا المركب ووجود مادة الكايتين في جدار الخلية حيث لا تتأثر الفطريات التي يتكون جدارها الخلوي من السيليلوز كالفطريات البيضية Oomycetes.

ج- البولي اوكسوريم Polyoxorim : اسم لسلسة من المضادات الحيوية يصل عددها إلى (13) وهي متشابهة إلى حد ما في صفاتها الفيزيائية والكيميائية ومنها : Polyxin AI و Polyxin B و Polyxin D و Polyxin O و Polyxin Z. اسمه وتركيبه الكيميائي :



5-(2-amino-5-O-carbamoyl-2-deoxy-L-xylon-amido)-5-deoxy-1-(1,2,3,4-tetrahydro-5-hydroxymethyl-2,4-dioxopyrimidinyl)-B−D-allofuranuronic acid

هذا المضاد تنتجه بكتريا *Streptomyces cacaoi* ولهذا المبيد تأثير فطري جهازي وله العديد من المخاليط منها :

Polyxin D + Thiram

Polyxin D + Ediphenphos ⟶ Fungicide

Polyxin D + Fenthion ⟶ Insecticides + Fungicide

Polyxin D + Iprobenfos ⟶ Systemic Fungicide

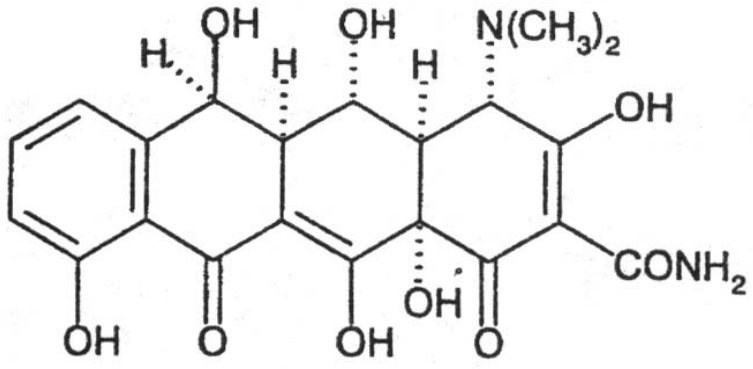
وتستخدم هذه المضادات لمكافحة بعض أمراض التفاح مثل مرض التقرح Canker والورقة الفضية وبعض أمراض المسطحات الخضراء.

آلية التأثير السام للبولي اوكسوريم Polyoxorim

Mechanism of Toxic Action of Polyoxorim

أظهرت الدراسات أن آلية التأثير السام لمركب Polyoxorim تتمثل في ظهور أورام على أنابيب السبورات ونهايات الهايفات مما يجعلها غير قادرة على إحداث المرض ، كما أظهرت الدراسات أن Polyoxorim يعمل على إعاقة تصنيع جدار الخلية من خلال تأثيره في إنزيم تصنيع الكايتين في الفطريات التي يدخل الكايتين في تركيب جدران خلاياها.

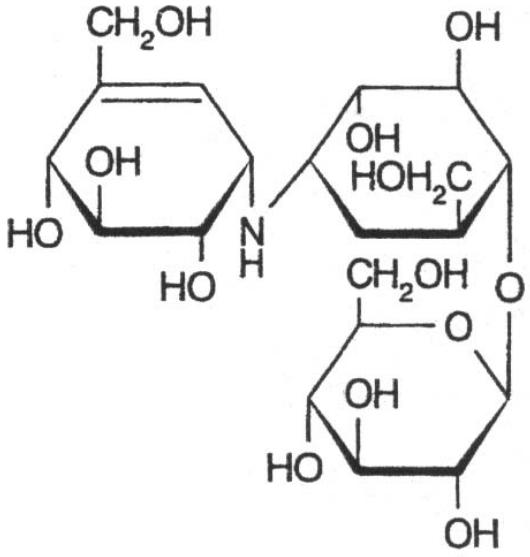
ح- اوكسي تيتراسايكلين Oxytetracycline : مبيد بكتيري تم إنتاجه عن طريق تخمير بكتريا *Streptomyces rimosus* ، واستخدم بنجاح لمكافحة مرض اللفحة النارية على التفاحيات والمتسببة عن البكتريا .Winsl *Erwinia amylovora* وكذلك الأمراض المتسببة عن أنواع البكتريا التابعة للأجناس *Pseudomonas* spp و *Xanthomonas* spp. كما يمتاز بفاعليته في مكافحة الأمراض المتسببة عن المايكوبلازما Mycoplasma. تركيبه الكيميائي :



إن فاعلية الاوكسي تيتراسايكلين في النبات تتمثل بسرعة امتصاصه وانتقاله عبر أجزاء النبات المختلفة ويفضل خلطه مع الستربتومايسين لمنع ظهور المقاومة للستربتومايسين.

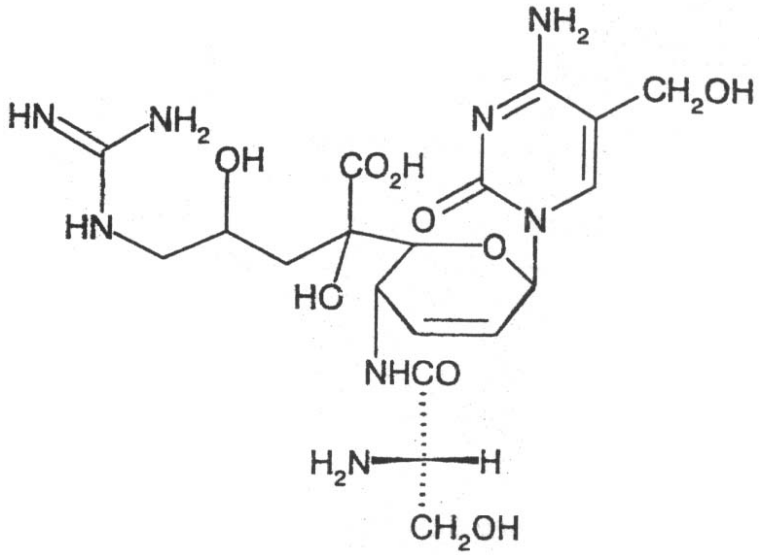
أظهرت الدراسات أن Oxytetracycline يحدث تأثيره السام في البكتريا عن طريق تثبيطه لعملية التصنيع الحيوي Biosynthesis للبروتين وذلك عن طريق ربطه للوحدات المكونة للرايبوسوم Ribosomal Subunit رقم 30S و 50S وتثبيطه لعملية ارتباط Aminoncyl-tRNA والعوامل الطرفية RF1 Termination Factor و RF2 مع الموقع A في رايبوسوم البكتريا. إن فاعلية الاوكسي تيتراسايكلين في اللبائن تكون ضعيفة نسبياً. يباع هذا المبيد تجارياً بشكل مسحوق ذواب في الماء ويباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها Mycoshield و Phytomycin و Tetramycin.

خ- فاليدامايسين Validamycin : مثبط فطريات حيوي تم إنتاجه من تخمير بكتريا *Streptomyces hygroscopicus* var. limoneus nov. var. Validamycin A وهو المركب الأكثر فاعلية من أصل سبعة مركبات تم عزلها وعرفت بـ Validamycin A to G. استخدم هذا المبيد بنجاح في مكافحة الأنواع الفطرية التابعة للجنس *Rhizoctonia* وخاصة النوع *Rhizoctonia solani*. ويمكن استخدامه لمكافحة الفطريات السابقة على كل من الرز والبطاطا والخضراوات والشليك والتبغ والقطن والبنجر السكري ومحاصيل أخرى. يباع تجارياً بشكل معلق مركز وله العديد من الأسماء التجارية منها Spin Tor و Success و Tracer ويستخدم بمعدل 12-150 غم/هكتار. تركيبه الكيميائي :



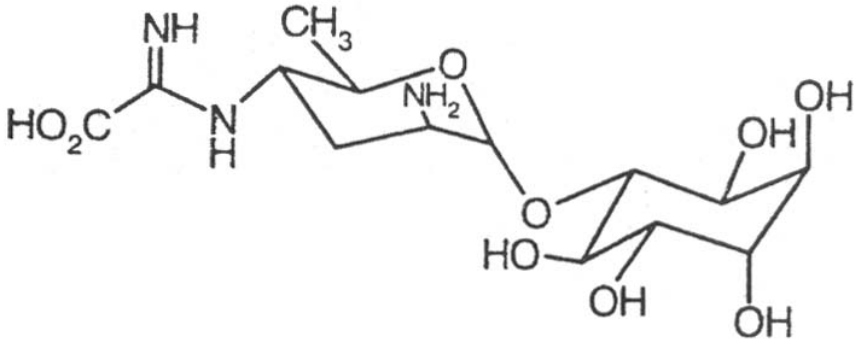
إن آلية التأثير السام لهذا المركب تتمثل في تثبيطه للفطريات وهو غير جهازي ولم يسجل أن للفاليدامايسين تأثير إبادي Fungicidal للفطر *R. solani* إلا أنه يتسبب في حدوث تفرعات غير اعتيادية في نهايات هايفات الفطر مما يؤدي إلى توقف نمو الفطر. كذلك وجد أن لهذا المركب تأثير تثبيطي لإنزيم Trehalase في الفطر *R. solani* إذ من المعروف أن مخزون الكاربوهيدرات في الفطر تكون بشكل سكر ثلاثي Trehalose وإن إنزيم Trehalase يلعب دوراً مهماً في هضم السكريات الثنائية وتحويلها إلى سكر الكلوكوز في نهايات الهايفات كمصدر للطاقة وللنمو وعدم توفرها يؤدي إلى تثبيط نمو الفطر.

د – ميليديومايسين Mildiomycin : مبيد فطريات جهازي حيوي متخصص في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي خاصة الأنواع التابعة للأجناس *Erysiphe* spp و *Podosphaera* spp و *Sphareothera* spp و *Unicinula necator* Burr. إلا أنه ضعيف التأثير في البكتريا. أنتج هذا المبيد من تخمير بكتريا التربة المسماة *Streptoverticillium rimofaciens*. ويباع تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل ويرش على المجموع الخضري كمبيد علاجي ووقائي ويستخدم بمعدل 5–10 غم/هكتار. تركيبه الكيميائي :



يؤثر ميليديومايسين في الفطريات عن طريق تثبيطه عملية التصنيع الحيوي للبروتين في الفطريات وذلك عن طريق تثبيط إنزيم Peptidyl-transferase.

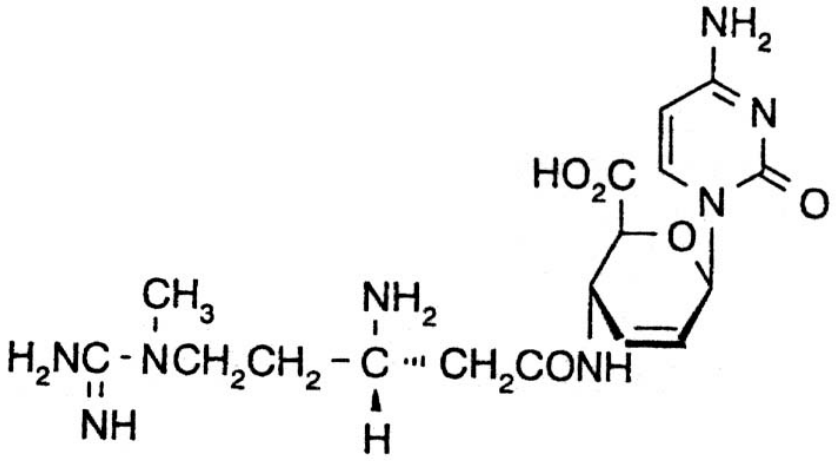
ذ – كاسوكامايسين Kasugamycin : مبيد فطريات وبكتريا جهازي تم إنتاجه بتخمير البكتريا *Streptomyces kasugaensis* واستخدم بنجاح لمكافحة مرض الشري في الرز Rive Blast المتسبب عن الفطر *Pyricularia oryzae* ومرض تبقع الأوراق في البنجر السكري والكرفس المتسبب عن فطريات الجنس *Cercospora* spp فضلاً عن استخدامه في مكافحة الأمراض البكتيرية في الرز والخضراوات ومرض جرب التفاح والكمثرى. يباع تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل وكمركز ذواب وبشكل محببات كما يوجد مجهزاً للاستخدام بالرش المتناهي في الصغر Ultra Low Volume (ULV) ويباع تحت الأسماء Kasugamin و Kasumin ويستخدم رشاً على المجموع الخضري أو كمسحوق تعفير ، كما يستخدم لمعاملة البذور بمعدل 20 ملغم/لتر. تركيبه الكيميائي :



يحدث المبيد كاسوكامايسين تأثيره السام عن طريق تثبيطه عملية التصنيع الحيوي للبروتين في الفطريات والبكتريا وذلك عن طريق تداخله مع عملية ارتباط Aminoacyl-tRNA إلى كل من mRNA-30S و mRNA-70S في معقد وحدات الرايبوسوم وذلك من خلال منعها إدخال الأحماض الأمينية في البروتين.

ر– بلاستيسيدين–اس Blasticidin-S : مبيد فطريات وبكتريا تم عزله وإنتاجه بالتخمير من بكتريا التربة المسماة *Streptomyces griseochromogenes* وذلك في عام 1955. واستخدم بنجاح لمكافحة مرض الشري على الرز ، وأن لهذا المبيد فاعلية جيدة في تثبيط نمو العديد من الفطريات والبكتريا ، كما أظهر

فاعلية جيدة كمضاد للفايروسات Antiviral. يباع تجارياً بشكل مركز قابل للاستحلاب ومسحوق قابل للبلل ويباع تجارياً تحت الأسماء Bla-S. ويستخدم رشاً على المجموع الخضري بمعدل 100–300 غم/هكتار. إن التراكيز العالية من هذا المبيد قد تتسبب في إحداث حروق على النباتات خاصة الجت والباذنجان والبطاطا والتبغ والبطاطا. تركيبه الكيميائي :



يحدث هذا المبيد تأثيره السام عن طريق تثبيط عملية التصنيع الحيوي للبروتين وذلك بارتباطه بـــ 50S في الرايبوسوم مما يؤدي إلى تثبيط عملية نقل Peptidyl وإطالة سلسلة البروتين.

3– **مبيدات فطريات حيوانية المصدر Animal Origin Biofungicides** : هذه المجموعة من المبيدات لازالت في مراحلها الأولية وإن إنتاج مثل هذه المبيدات لازال في مرحلة البحث والدراسة ، ومن هذه المبيدات :

أ – حامض اوليك Oleic Acid.(انظر مبيدات فطريات حيوية نباتية المصدر)

ب– مبيدات فطريات حشرية المصدر : في السنوات الأخيرة تمكن الباحثين من عزل العديد من البروتينات المقاومة للمسببات المرضية الحشرية في العديد من أنواع الحشرات المقاومة لبعض مسببات أمراض الحشرات ، والعمل جاري لتشخيص هذه المضادات ومحاولة إنتاجها لاستخدامها في مكافحة مسببات الأمراض المختلفة.

ثانياً : مبيدات فطريات عضوية مصنعة Synthetic Organic Fungicides

وتضم :

مركبات الزئبق العضوية Organic Mercury Compounds

استخدمت هذه المركبات كمواد معقمة للبذور من سبورات الفطريات المرضية للنبات وتمتاز عن مركبات الزئبق غير العضوية بأنها أكثر تخصصاً في إبادة الفطريات واقل سمية واستخدمت بصورة محددة رشاً على الأجزاء الخضرية. إن التركيب العام للمبيدات الزئبقية العضوية هو :

$$R - Hg - X$$

حيث أن :

R = مجموعة مثيل ، أو ايثايل ، أو ميثوكسي ، أو ايثوكسي

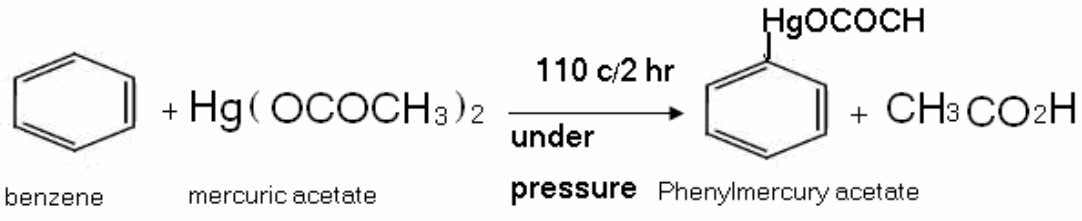
X = الاميدات ، والفينولات والتي قد يكون منشأها عضوياً أو غير عضوي وتسلك سلوك الأملاح في عملها.

ومن أهم مركبات الزئبق العضوية :

1– كرانوسان Granosan : تركيبه الكيميائي (C_2H_5Hgcl) Ethyl Mercury Chloride وهو عبارة عن بلورات بيضاء تنصهر عند درجة حرارة 198°م ، درجة ذوبانه في الماء متوسطة ويذوب بشكل جيد في المذيبات العضوية ويعد من المواد الثابتة ولكنه يتطاير بسهولة عند درجة حرارة 20م ، المادة الفعالة تكون محمولة على مادة التالك وتتراوح نسبتها بين 1.8–2.3% مع إضافة بعض الصبغات. ويعد Granosan من مبيدات الفطريات الابادية والوقائية وتستخدم لتعقيم البذور لمكافحة أمراض التفحم والذبول الفيوزاريومي وكذلك لمكافحة مرض اسوداد جذور البنجر السكري. ويمتاز بسميته العالية للبائن حيث تبلغ قيمة LD_{50}

للفئران حوالي 30 – 50 ملغم/كغم وهو ذو تأثير سمي ومزمن في نفس الوقت لذلك يحرم استخدام المواد المعاملة به لغرض الاستهلاك.

2- خلات الزئبق الفينيلية Phenyl Mercury Urea (PMA) : وهو من أكثر مركبات الزئبق العضوية استخداماً في الوقت الحاضر لمعاملة البذور والتقاوي ويحضر كالأتي :



وهذا المركب أكثر ثباتاً من مركب Phenyl Mercury Chloride وأكثر سمية وبقاءً في البيئة ويسمى أيضاً Agrox و Leytosan.

إضافة لذلك فإن هناك العديد من المركبات الزئبقية العضوية الأخرى والتي تستخدم كمواد معقمة للبذور منها :

Cresyl Mercury Acetate $(CH_3) – Hg\ O.CO.CH_3$

Methoxyethyl Mercury Acetate $CH_3OCH_2CH_2 – Hg – SiO_3$

Dicyandiamide

Tolylmercuric Acetate

Ethylmercuric p-toluena sulfanilide

سمية المركبات الزئبقية للبائن Toxicity of Mercury Compounds To Mammals

إن احد العوامل المحددة لاستخدام مركبات الزئبق هو سميتها العالية للبائن ومن أعراض التسمم الحاد بهذه المركبات هو الإحساس بحرقة في الفم والحنجرة والتقيؤ والإسهال ثم الانهيار العصبي ، في حين تتلخص أعراض التسمم المزمن في تضخم الفم والغدة اللعابية وتصبح اللثة رخوة أسفنجية وتساقط الأسنان وفقدان الذاكرة ، ومن الأعضاء الرئيسة التي تتضرر بهذه المركبات الكبد والكلية والدماغ والأجهزة التناسلية وتسبب تشوهاً في الأجنة.

آلية التأثير السام لمركبات الزئبق العضوية

Mechanism of Toxic Action of Organic Mercury

من المعروف أن الزئبق كبقية المعادن الثقيلة يؤثر على عملية التنفس من خلال ارتباطه بمجاميع الثايول (SH) في الإنزيمات ومما يؤيد ذلك هو انخفاض سميتها عند إعطاء المصابين مادة (British Anti Lewsti) BAL والتي تحوي مجموعتي (SH). كذلك وجد أن البكتريا المقاومة للمركبات الزئبقية تمتلك نسبة عالية من المركبات الحاوية على مجاميع ثايول (SH). كما تمنع مركبات الزئبق استهلاك الأوكسجين من قبل الفطر وتمنع امتصاصه لسكر الكلوكوز. كما وجد أن سمية مركبات الزئبق العضوية أكثر من سمية الزئبق غير العضوي وذلك بسبب قابلية الأولى للذوبان في المواد الدهنية والذي يساعد على سرعة نفاذها خلال الغشاء البروتوبلازمي. إضافة لذلك فان لمركبات الزئبق العديد من التأثيرات الفسيولوجية منها :

1- تعتبر مركبات الزئبق من المواد المخدشة للجلد.

2- التأثير في عملية صناعة البروتين من خلال ارتباطها بالأحماض النووية ولاسيما حامض DNA.

3- إن مركبات Alkyl Mercury تتلف أنسجة الدماغ والأنسجة العصبية.

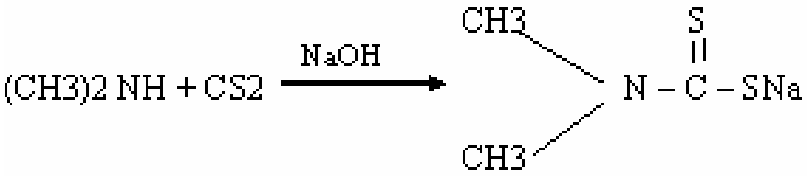
4- إن بعض مركبات الزئبق تتحلل وتعطي أملاحا زئبقية غير عضوية تتجمع في الكلية وتحدث لها التسمم.

مركبات الكبريت العضوية Organic Sulfur Compounds

وتضم مجموعتين رئيستين هما :

المجموعة الأولى : مركبات داي ثايوكارباميت Dithiocarbamates Compounds

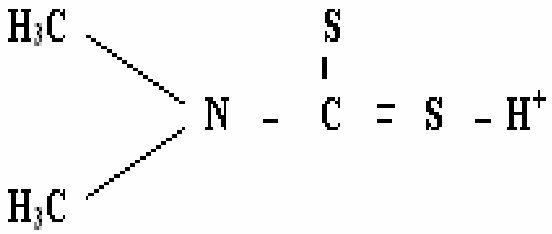
إن السبب الرئيس وراء تصنيع هذه المجموعة هو نجاح الكبريت كمبيد للفطريات منذ زمن طويل. وقد عرف استخدام هذه المجموعة ومشتقاتها منذ عام 1960 وقد أصبحت اليوم من أهم مركبات الكبريت العضوية والتي شاع استخدامها في مكافحة مختلف أمراض النبات الفطرية. وهي مشتقات لحامض ($NH_2 - CS_2$ – Dithiocarbamic H) وهو يمثل الوحدة البنائية الأساسية لمركبات هذه المجموعة. ويمكن تحضير مركبات هذه المجموعة من تفاعل الأمين ثنائي المثيل Dimethyl Amine مع ثاني كبريتيد الكاربون بوجود هيدروكسيد الصوديوم وكما في المعادلة الآتية :



Sodium dimethyl dithiocarbamate (Vapam)

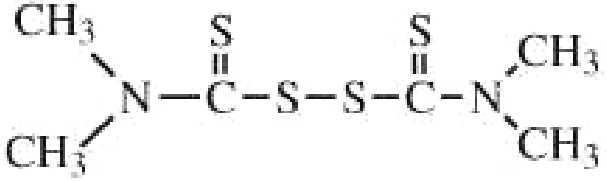
إن مبيدات هذه المجموعة من مبيدات الفطريات التي تؤثر بالملامسة ويمكن استخدامها كمبيدات وقائية وهي ذات فاعلية علاجية جيدة عند استخدامها حال ظهور العلامات المرضية ، وهي أمينة الاستخدام على النبات بالتراكيز الموصى بها ويفضل جني المحصول بعد مرور 10–20 يوماً من تأريخ آخر معاملة. ويمكن تقسيم مركبات هذه المجموعة إلى :

1– **المجموعة Dialkyl Dithiocarbamat** : وهي المجموعة التي لا يرتبط فيها النتروجين بذرة هيدروجين وتركيبها العام :



ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

أ – **ثايرام Thiram** : ويتكون هذا المبيد من ارتباط جزيئين من حامض Dithiocarbamic مع بعضها.

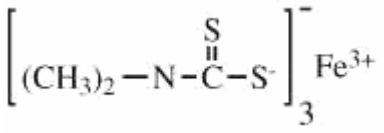


Tetramethyl thiuram disulfid

وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران 780 ملغم/كغم من وزن الجسم. يباع تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل 3–90% أو بشكل مسحوق تعفير 60% لوقاية البذور وقد يجهز بشكل محببات 2.25–5% تضاف للتربة أو قد يستخدم رشاً على أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية إضافة إلى تأثيره الطارد لبعض الآفات الحيوانية كالقوارض ويمتاز كذلك بتأثيره القاتل لبعض أنواع الحشرات.

ب– فيربام Ferbam

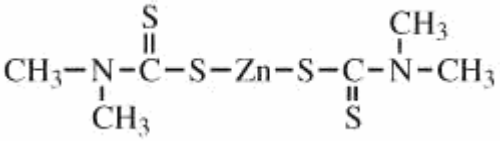
ولهذا المبيد العديد من الأسماء Ferberk و Fermocide و Niacide. ويتكون من ارتباط ثلاثة جزيئات من حامض Dithiocarbamic مع ذرة حديد (Fe). اسمه وتركيبه الكيميائي :



Ferric dimethyl dithiocarbamate

تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 4000 ملغم/كغم من وزن الجسم ويباع تجارياً بشكل مسحوق تعفير 6–25% أو بشكل مسحوق قابل للبلل 3–98% ، ويستخدم لمكافحة الأمراض الفطرية التي تصيب الأجزاء الخضرية للنبات كأمراض التبقع وجرب التفاح والصدأ وأمراض البياض الزغبي وغيرها. ويمكن خلطه مع العديد من مبيدات الحشرات والفطريات وكذلك الزيوت المعدنية وله تأثير طارد لبعض أنواع الحشرات.

ت– **زيرام Ziram** : ويسمى أيضاً وCumin و Zirasan و Zirex و Zitox. اسمه وتركيبه الكيميائي :

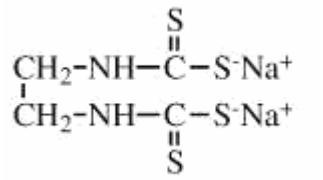


Zinc dimethyl dithiocarbamate

تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 1400 ملغم/كغم ويجهز بشكل مسحوق تعفير 3.5–75% أو بشكل مسحوق قابل للبلل 30–96% أو بشكل عجينة 1% ويستخدم رشاً على النبات لمكافحة مرض اللفحة المبكرة على الطماطة وأمراض تبقع الأوراق واللفحة المبكرة على البطاطا ومرض البياض ألدقيقي وجرب التفاح وغيرها من الأمراض الفطرية.

2– المجموعة Dialkylen Dithiocarbmate :وفي هذه المجموعة ترتبط ذرة النتروجين بذرة الهيدروجين ، ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي :

أ – **نابام Nabam** : ويسمى أيضا بملح الصوديوم أو Dithane A 40 أو Diathane D - 14. اسمه وتركيبه الكيميائي :

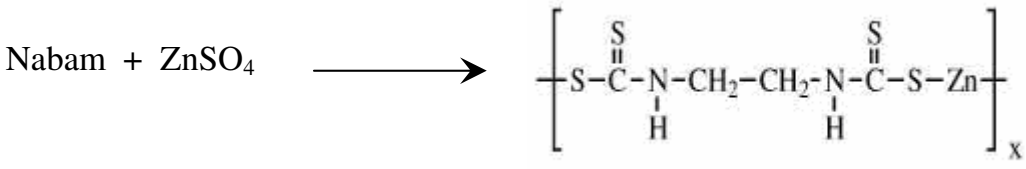


Disodium ethylene bis–dithiocarbamate

المركب النقي عبارة عن بلورات عديمة اللون ويذوب بسهولة في الماء لذلك فان قابليته على الثبات على أوراق النبات ضعيفة علاوة على تسببه في إحداث حروق على الأجزاء الخضرية بسبب شدة ذوبانه بالماء وقابليته للامتصاص من خلال كيوتكل النبات لهذه الأسباب فان استخدامه كمبيد للفطريات أصبح محدداً لسهولة غسله من على الأجزاء المعاملة به وحساسيته للضوء والحرارة والرطوبة لذلك يضاف إليه الزنك لتكوين مبيد زينب للاستخدامات الحقلية.

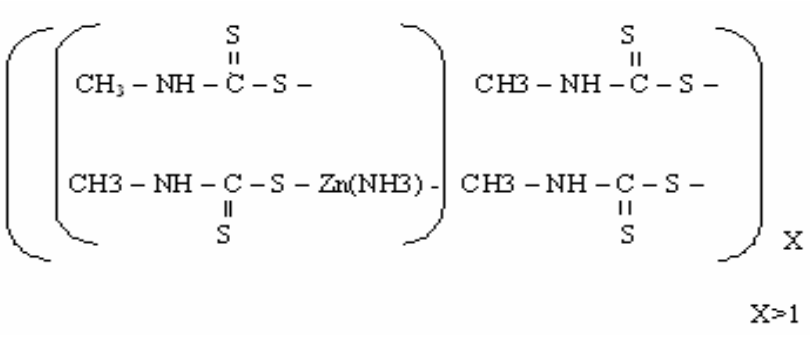
ب– **زينب Zineb أو Dithane Z-78** :

ويسمى أيضاً Enozin و Kypzin و Zidan و Zimate و Zinosan ويحضر من تفاعل النابام مع كبريتات الزنك.



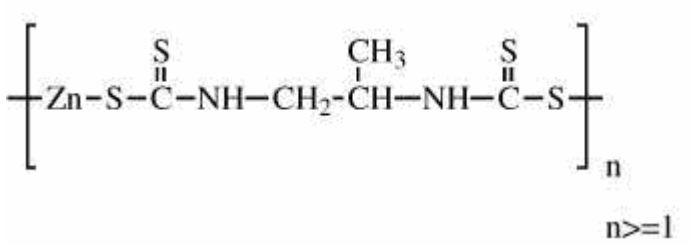
تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 5200 ملغم/كغم من وزن الجسم. المركب الناتج قليل الذوبان جداً في الماء ويتحلل في البيئة القلوية ويجهز بصورة مسحوق تعفير 3.25–15 % أو بشكل مسحوق قابل للبلل 1.4–75% وأظهرت الدراسات أن إضافته للتربة أعطت نتائج جيدة في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض البادرات كما يمكن استخدامه لمكافحة أمراض اللفحة المبكرة والمتأخرة في البطاطا والطماطة ومرض صدأ الساق والأوراق على الحنطة وغيرها من الأمراض.

ت- ميترام Metiram : مبيد فطريات غير جهازي يستخدم لمكافحة اللفحة المبكرة على الطماطة قابل للخلط مع العديد من مبيدات الفطريات والحشرات ويباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها Polyram و Polyram combi. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Zinc ammoniate ethylene bis (dithiocarbamate) poly ethylene thiuram disulfide

ث- بروبينيب Propineb : مبيد فطريات لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية من أهمها أمراض البياض الزغبي والانثراكنوز وأمراض التبقع واللفحة المبكرة وعفن التاج. يباع تحت العديد من الأسماء التجارية من أشهرها Antracol و Medacol وهو قابل للخلط مع اغلب المبيدات المجهزة بشكل مساحيق. اسمه وتركيبه الكيميائي :

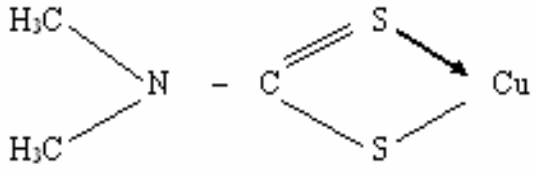


Polymeric zinc propylene bis dithiocarbamate

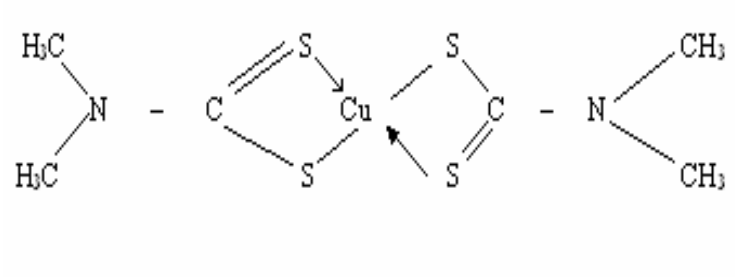
آلية التأثير السام لمركبات داي ثايوكارباميت

Mechanism of Toxic Action of Dithiocarbamate

إن الاختلاف في استجابة الفطريات لمبيدات هذه المجموعة أدى إلى صعوبة تحديد موقع التأثير بدقة في الخلية إلا أن احد التفسيرات يقول أن مركبات هذه المجموعة تعمل على حرمان الخلية الفطرية من المعادن كالنحاس والتي تحتاجها في الأنظمة الإنزيمية وذلك لقابلية هذه المركبات على إزاحة المعادن الثقيلة في حين تشير الدراسات الحديثة إلى أن وجود المعادن الثقيلة في الخلية مسألة ضرورية لتحقيق التأثير السام لهذه المركبات وقد وجد أن التفاعل بين ايونات النحاس ومحلول مخفف من المبيد Sodium Dimethyl Dithiocarbamate (Vapam) أدى إلى تكوين نوعين من المعقدات الأول سام غير مشبع أطلق عليه معقد 1:1 والثاني اقل سمية مشبع أطلق عليه معقد 1:2.



معقد 1:1



معقد 1:2

إن المعقد 1:1 هو المسئول عن سمية مبيدات هذه المجموعة وذلك لقابليته على الارتباط بالإنزيمات والمركبات الحيوية في الخلية الفطرية ويؤدي إلى منع النمو.

ايض مركبات داي ثايوكارباميت Metabolism of Dithiocarbamete

يتم تاييض مركبات هذه المجموعة كيميائيا وضوئيا ، فضلا عن تاييضها ببعض النظم الإنزيمية في الفطريات والنباتات حيث يتم تحطيمها إلى العديد من المركبات مثل :

Ethylenthiouram disulphide و Ethylene diisocyanat السام و Ehylenthiouren ونواتج أكسدتها ، كما قد ينتج عن تحطيمها لبعض نواتج التمثيل الثانوية الأخرى مثل الكبريت وثاني كبريتيد الكاربون وبعض مشتقات تركيب Imidazoline ويعتبر العديد من هذه النواتج نواتج تحطم كيميائي أكثر منها نواتج تمثيل حقيقية .

وقد أظهرت بعض الدراسات أن مركب Maneb تتحول منه كميات كبيرة إلى Ethylenethiourea عند طهي الطعام المعامل به . وعليه فان من المتوقع أن تكون نواتج التمثيل المماثلة لمركبات Dithiocarbamate الأخرى مما يزيد من مخاطر استخدام هذه المركبات على محاصيل الخضر . لزيادة احتمالات حدوث تشوهات الأجنة Teratogenic وتقتحم الغدة الدرقية Goitrogenic وفي حالة توفر النيتريت Nitrate فان هناك زيادة في نسبة احتمال حدوث أورام سرطانية مما دفع العديد من الدول إلى وضع القيود في كيفية استخدام هذه المركبات .

المجموعة الثانية : مجموعة مركبات الكبريت النتروجينية العضوية

Organic Nitrogen Sulfur Compounds

وتسمى أيضاً Phthalmides (الفثالميدات) وتقسم إلى :

أولاً: المركبات النتروجينية الحلقية غير المتشابهة Heterocyclic Nitrogen Compounds

ثانياً: المركبات النتروجينية الحلقية Cyclic Nitrogen Compounds

ثالثاً: المركبات النتروجينية الاليفاتية Aliphatic Nitrogen Compounds

أولاً : المركبات النتروجينية الحلقية غير المتشابهة

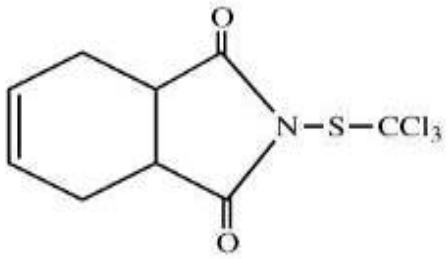
Heterocyclic Nitrogen Compounds

وتضم العديد من المجاميع :

1- مجموعة دايكاربوكسامايد Dicarboximide : وتضم المبيدات التالية :

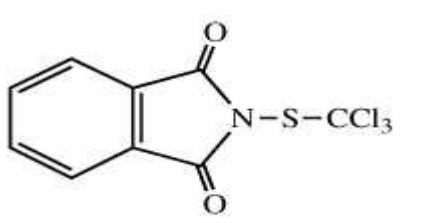
أ - **كابتان Captan :** اشتق هذا المبيد من حامض فثاليك $C_6H_4(CooH)_2$ Phthalic acid وقد حضر هذا المبيد في عام 1952 من تفاعل Potasium salt of tetrahydro phthalimide مع Trichloromethyl mercaptyl chloride. المادة النقية تكون بشكل بلورات بيضاء صلبة درجة انصهارها 172°م لا تذوب في الماء وتتحلل في الوسط القلوي وهي تذوب بشكل جيد في المذيبات العضوية وتجهز تجارياً بشكل مسحوق تعفير 3.5-75% أو بصورة مسحوق قابل للبلل 80%. ويستخدم لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية منها أمراض التبقع والجرب واللفحة النارية على الكمثرى وتستعمل رشاً على الأجزاء الخضرية أو لمعاملة البذور وقد يضاف للتربة. يمتاز بانخفاض سميته للبائن وقد ارتبطت ظاهرة نقص البروتين في

الحيوان بحساسية اللبائن لهذا المبيد لذا يراعى عدم استخدامه في المناطق التي يكون فيها مستوى البـــروتين منخفضاً في الغذاء. إن مستوى الحد المسموح به من المبيد على المنتجات الغذائية حوالي 0.3 ملغم/كغم.



N – trichloromethyl thiotetrahydro – Phthalimide

ب- فولبيـــت Folpet : يباع هذا المبيد تحت أسماء تجارية مختلفة هي Folnit و Folpan و Phthalan. اسمه وتركيبه الكيميائي :

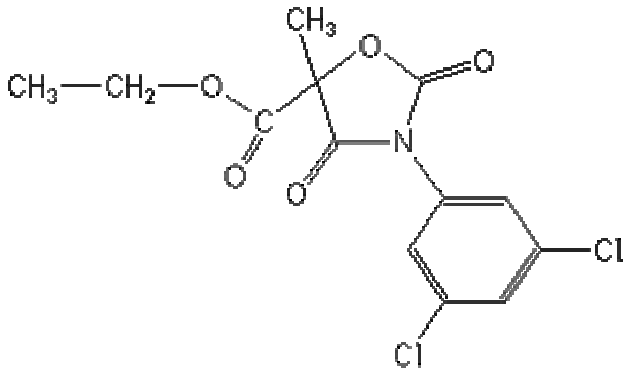


N – (Trichloromethylthio) Phthalamide

ويجهز بشكل مسحوق قابل للبلل 50% و 75% أو بصورة مسحوق تعفير 10% ويستخدم بنفس طرائـــق استخدام مبيد الكابتان لمكافحة أمراض اللفحة على البطاطا كما يستخدم كبديل لمسحوق مخلوط بوردو ويؤثر بالملامسة. أقصى حد مسموح به من المبيد على الخضراوات هو 2 ملغم/كغم.

ت- **دايفولتان Difoltan** : لا يختلف عن المبيدين السابقين من حيث طريقة الاستخدام والأمـــراض التـــي يستعمل لمكافحتها وقد أظهر هذا المركب فاعلية تفوق فاعلية الكابتان في مكافحة أمراض اللفحة.

ث- كلوزولينيت Chlozolinate : مبيد فطريات استخدم بنجاح في مكافحة مرض العفن الرمادي والأبيض على العديد من محاصيل الخضر والفاكهة بمعدل 2 غم/لتر ماء وله خواص جهازية ، في العراق يباع تحـــت اســـم Serinal. وهـــو قابـــل للخلـــط مـــع مبيـــدات الفطريـــات الأخـــرى. اســـمه وتركيبـــه الكيميائي:

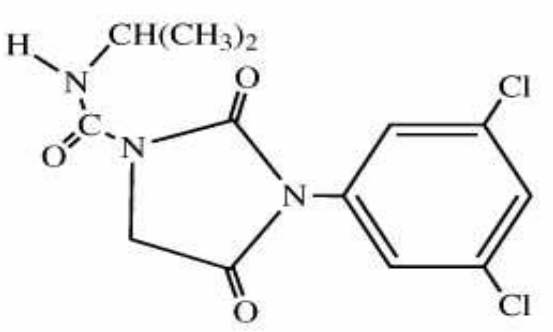


Ethyl (RS)3-(3,5-dichlorophenyl)-5-methyl-2,4-dioxo-1,3-oxazolidine-

5-carboxylate

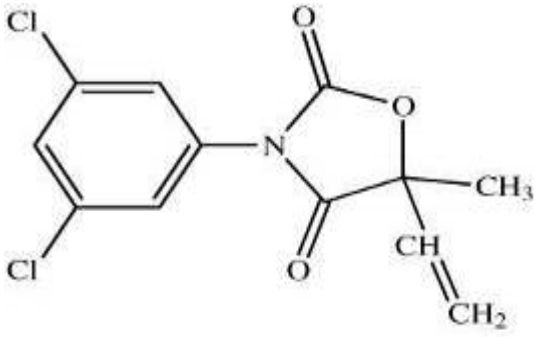
ج- ابروديون Iprodione : مبيد فطريات استخدم بنجاح في مكافحة العديد من الأمراض الفطرية خاصة أمراض العفن الرمادي على الطماطة واللفحة المبكرة على الطماطة. يباع تحت العديد من الأسماء التجاريـــة

منها Rovral و Rover وهو قابل للخلط مع العديد من مبيدات الفطريات والحشرات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-(3,5-dichlorophenyl)-N-(1-methylethyl)-2,4-dioxo-1-imidazolidine carboxamide

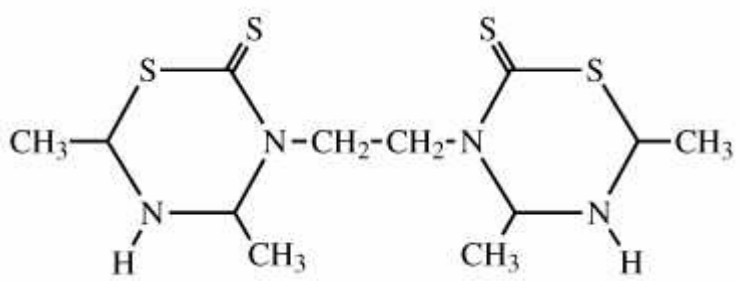
ح- فينكلوزولين Vinclozolin : مبيد فطريات لمكافحة فطريات العفن الأبيض على الخضراوات والفواكه. يباع تجارياً تحت اسم Ronilan قابل للخلط مع العديد من مبيدات الفطريات والحشرات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(RS)-3-(3,5-dichlorophenyl)-5-methyl-5-vinyl -1,3-oxazolidine-2,4dione

2- مجموعة ثايادايزين Thiadizine : ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

أ - **ملنيب Milneb :** مبيد فطريات يستخدم لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية. اسمه وتركيبه الكيميائي :

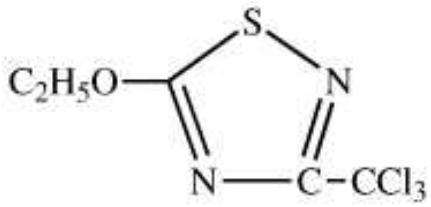


3,3'-ethylene-bis(tetrahydro-4,6-dimethyl)-2H-1,3,5-thiadiazine-2-thione

ب- دازوميت : انظر مبيدات الديدان الثعبانية.

3- مجموعة ثايادايازول Thidiazol

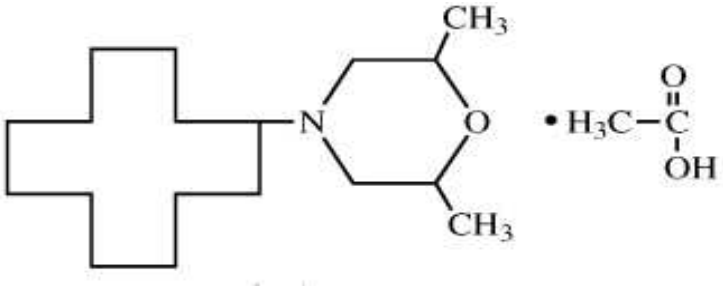
ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Etridiazole حيث يستخدم لمعاملة التربة لمكافحة الفطريات البيضية Oomycetes التي تسبب أمراض سقوط البادرات ومنها العديد من أنواع الجنس *Phytophthora* و *Pythium* و *Rhizoctonia* ولهذا المبيد تأثير سام على الكائنات الدقيقة في التربة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



5-Ethoxy-3-trichloromethyl-1,2,4-thidiazole

4- مجموعة مورفولاين Morpholine

من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Dodemorph Acetate الذي استخدم في مكافحة مرض البياض الدقيقي على نباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



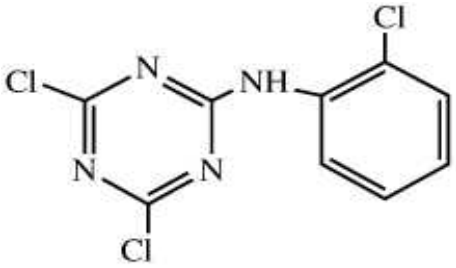
4-Cyclododecyl-2-6-dimethyl-morpholiniium acetate

ثانياً : المركبات النتروجينية الحلقية Cyclic Nitrogen Compounds

وتتكون هذه المركبات من حلقة كاربون سداسية أو خماسية وتحتوي على ذرة نتروجين أو أكثر ، كما تختلف درجة التشبع في الحلقة وتضم هذه المركبات عدد من المجاميع من أهمها :

1- المجموعة Triazine

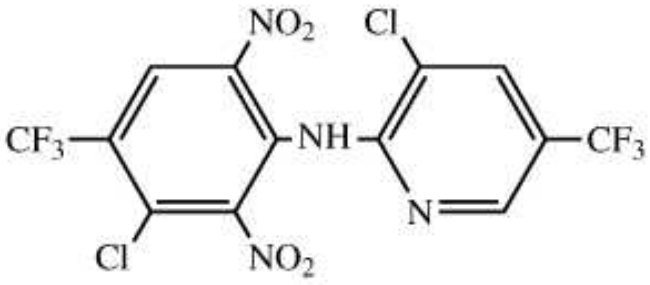
وتحتوي على حلقة سداسية وبها ثلاث ذرات نتروجين واغلب مركبات هذه المجموعة هي مبيدات أدغال إلا أن هناك مركب واحد يتبع هذه المجموعة كمبيد فطريات هو Anilazine وهو مبيد وقائي غير جهازي يستخدم لمكافحة اللفحة المبكرة والمتأخرة على الطماطة والبطاطا وأمراض تبقع الأوراق على الخضار ونباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4,6-Dichloro-N-(2-chlorophenyl)-1.3.5-triazine-2-amine

2- المجموعة Pyridyl

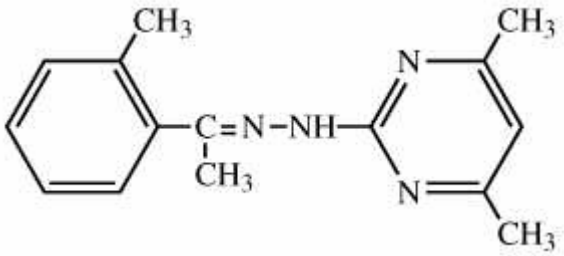
وتحوي حلقة بنزين بها ذرة نتروجين. ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Fluazinam وهو ذو مدى واسع من التأثير على العديد من الفطريات مثل *Alternaria* و *Botrytis* و *Phytophthora* و *Plasmopara* و *Sclerotinia* و *Venturia* ، كما يؤثر على الحلم الذي يهاجم الحمضيات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-Chloro-N-(3-chloro-5-trifluoro-methyl-2-pyridyl)-α, α,αtrifluoro-2,6-dinitro-p-toluidine

3- المجموعة Pyrimidine

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة مبيد Ferimzone الذي استخدم بنجاح في مكافحة تبقعات الأوراق المتسببة عن فطريات الجنس *Cercospora* و *Helminthosporium*. اسمه وتركيبه الكيميائي :

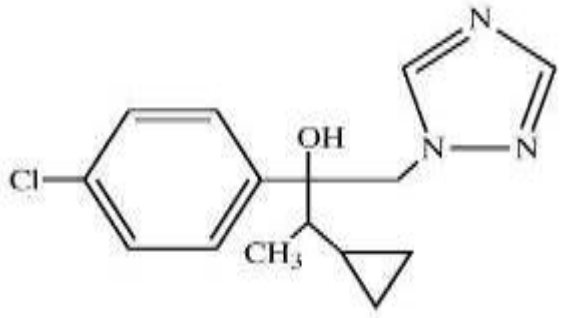


(z)-2-Methyl acetophenone 4,6-dimethyl pyrimidine 2-yl-hydrazone

4- مشتقات الترايازول Triazoles Derivatives

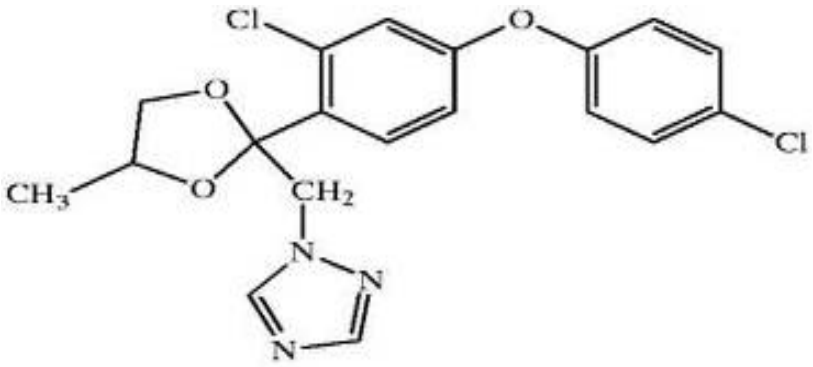
تضم هذه المجموعة عدد من المبيدات التي استخدمت بنجاح في العراق لمكافحة أمراض البياض الدقيقي على محاصيل الخضر وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة ، فضلاً عن استخدامها في مكافحة أمراض الجرب على التفاح والتفحم على الحنطة ، وتمتاز مبيدات هذه المجموعة بانخفاض سميتها للبائن وهي قابلة للخلط مع اغلب مبيدات الفطريات والحشرات وفيما يلي استعراض لأهم مبيدات هذه المجموعة.

أ - **Cyproconazole** : يباع تجارياً تحت اسم Atemi. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(2RS,3RS,3SR)-2-(4-chlorophenyl)-3-cyclopropyl-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)butan-2-01

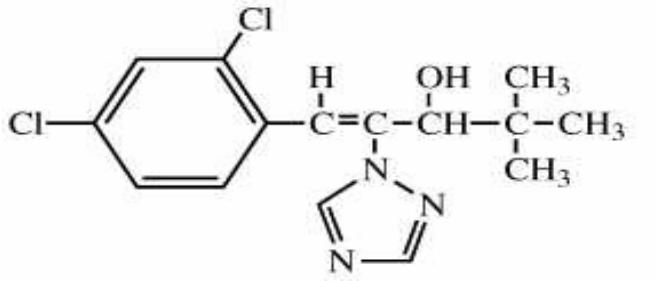
ب- Difenoconazole : يباع تجارياً تحت اسم Dividend و Score. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Cis,trans3-chloro-4-[4-methlyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-lmethyl)-1,3-dioxolan-2yl]phenyl4-chlorophenylether

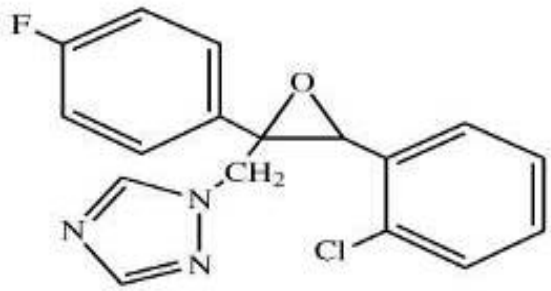
استخدم في العراق بنجاح لمعاملة البذور ضد أمراض التفحم.

ت- **Diniconazole** : يباع تجارياً تحت اسم Sumi-8. اسمه وتركيبه الكيميائي :



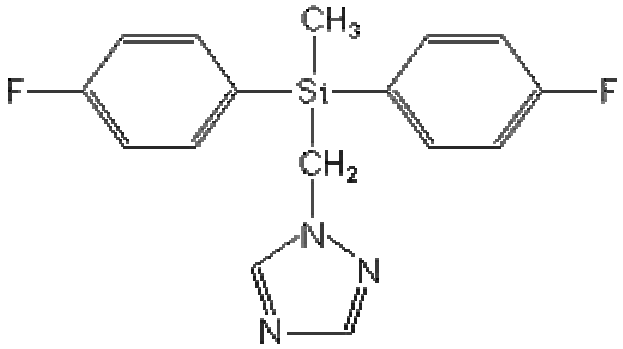
(E)-(RS)-1-(2,4-dichlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazole-1-yl)pent-1-en-3-o1

ث- **Epoxiconazole** :عرف في السوق العراقية باسمOpus اسمه وتركيبه الكيميائي :



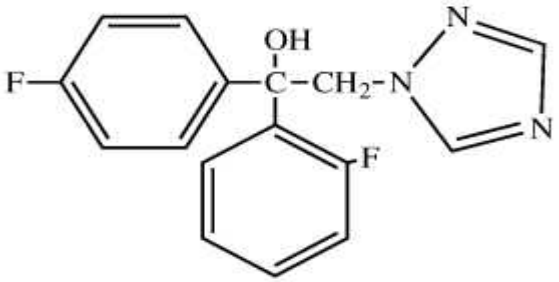
(2RS,3SR)-1-[3-(2-chlorophenyl)-2,3-epoxy-2-(4-flourophenyl)propyl]-1H-1,2,4-triazole

ج- **Flusilazole** : يباع تجارياً تحت اسم Punch. اسمه وتركيبه الكيميائي :



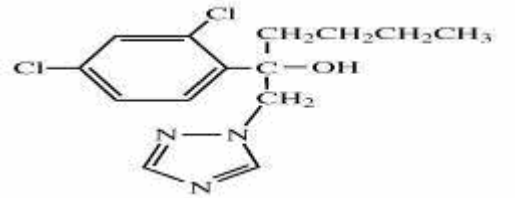
Bis(4-flurophenyl)(methyl)(1H-1,2,4-triazole-1-ylmethyl)silane

ح- **Flutriafol** : يباع تجارياً تحت اسم Impact. أظهر فاعلية جيدة في مكافحة مرض تخطــط الــشعير والتفحم المغطى على الشعير. اسمه وتركيبه الكيميائي :



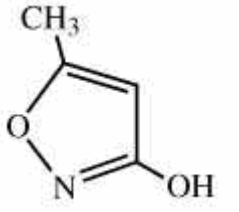
(RS)-2,4-difluro-(x-(1H-1,2,4-triazol-1-yl methyl)benzhydrylalcohol

خ- **Hexaconazole** : يباع تجارياً تحت اسم Anvil و Canvil. اسمه وتركيبه الكيميائي:



(RS)-2-(2,4-dichlorophenyl)-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)hexan-2-ol

د - Hymexazol : في العراق عرف هذا المبيــد باســم Tachigazole كــذلك يبــاع تحــت الأســماء Tachigaren و Himex وقد استخدم بنجاح في مكافحة فطريات التربة التي تصيب جذور محاصــيل الخضر عند استخدامه بمعدل 1.5-2 مل/لتر ماء. اسمه وتركيبه الكيميائي :



5-methylisoxazol-3-ol

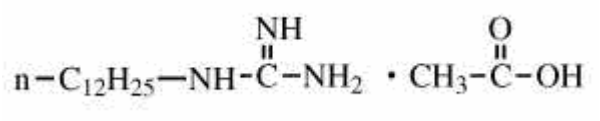
هناك مبيدات أخرى تابعــة لهــذه المجموعة هي Myclobutanil (Systhane) و Tebuconazole (Raxil) و Tetraconazole (Domark) و Triadimefon (Bayleton) و Triadimenol (Bayfidan) و Triforine (Saprol) و Triticonazole (Real) وجميعها أظهرت فاعلية جيدة في مكافحة أمراض البياض الدقيقي والجرب والتفحم.

ثالثاً : المركبات النتروجينية الاليفاتية Aliphatic Nitrogen Compounds

وتضم العديد من المجاميع من أهمها :

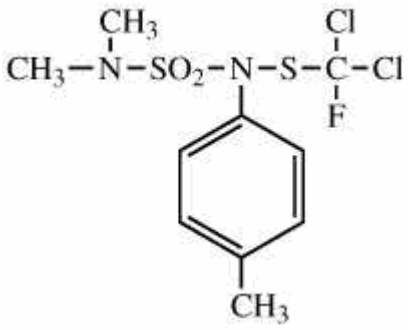
1- المجموعة Guanidine

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة هو المبيد Dodine الذي استخدم بنجاح في العراق لمكافحة جرب التفاح والكمثرى ومرض تجعد أوراق الخوخ كذلك استخدم لمكافحة مرض تبقع أوراق الخوخ البكتيري. ويباع تجارياً أيضا تحت اسم Venturol وهو قابل للخلط مع اغلب مبيدات الفطريات والحشرات. تركيبه الكيميائي :



2- المجموعة Sulfenamide

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Tolylfluanid وهو مبيد وقائي جيد لمكافحة البياض الزغبي على العنب والعفن الرمادي على الخضراوات كما استخدم لمكافحة البياض ألدقيقي على الورد والصدأ وتبقع الأوراق على نباتات الزينة ويباع تجارياً تحت اسم .Euparen M. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-dichlorofluoromethyl thio-N,N-dimethyl-N-P-tolylsulfamide

آلية التأثير السام لمركبات الكبريت النتروجينية العضوية

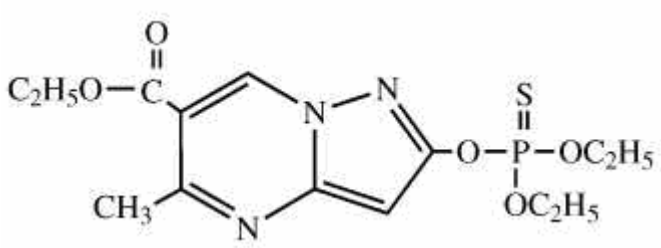
Mechanism of Toxic Action of Organic Nitrogen Sulfur Compounds

تحدث مركبات هذه المجموعة تأثيرها السام عن طريق ارتباطها بالمركبات الحاوية على مجموعة الثايول (SH) في الخلية الفطرية ومما يثبت ذلك هو انخفاض سميتها للفطريات المرباة في وسط غذائي يحوي مركبات تحوي على مجاميع ثايول كالحوامض الامينية مثل Systine و Glutathion. إن تفاعل هذه المركبات مع المركبات الحيوية الحاوية على مجموعة ثايول يؤدي إلى توقف نشاط عدد كبير من الإنزيمات وقد أظهرت بعض الدراسات أن مبيد الكابتان قد يتفاعل مع المركبات الحاوية على الثايول لتكوين مركب سام للخلية الفطرية هو Thiophosgen. كما يعمل مبيد الكابتان على منع عملية التنفس في كثير من الفطريات ويؤدي إلى تجمع الفسفور غير العضوي ويقلل من الحوامض الامينية والنووية ويؤثر على الصناعة الحيوية للسترات من الخلات ويخل بعملية إنتاج الطاقة. مما سبق يتضح أن مركبات هذه المجموعة تؤثر على مجمل العمليات الحيوية في الفطر بما يؤدي في النهاية إلى موته.

مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية Organophosphorus Fungicides

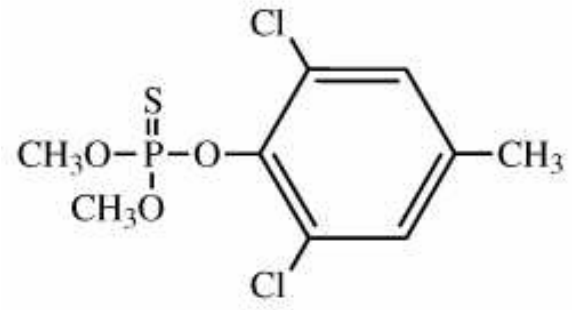
تضم هذه المجموعة عدداً من المركبات التي استخدمت كمبيدات للفطريات ، إلا أن العديد من الشركات المصنعة لها توقفت عن إنتاجها ، ومن أهم المبيدات التي لازالت في الاستخدام ما يلي :

1- بايرازوفوس Pyrazophos : مبيد فطريات استخدم بنجاح لمكافحة البياض ألدقيقي على الخيار والعنب والبنجر السكري بتركيز 1 مل/لتر ماء يباع تجارياً تحت اسم Afugan. اسمه وتركيبه الكيميائي :



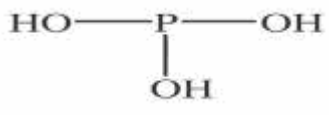
Ethyl 2-diethoxyphosphinothioyloxy-5- methylpyrazolo [1,5-a] pyrimidine-6-carboxylate

2- تولكوفوس – ميثايل Tolcofos Methyl : مبيد فطريات وقائي استخدم لمكافحة مرض موت بادرات القطن والباميا المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia* sp بمعدل 1.5 غم/كغم بذور ، يباع تجارياً تحت اسم Rizolex. اسمه وتركيبه الكيميائي :



O-(2,6-dichloro-p-tolyl)O,O-dimethylphosphorothioate

3- حامض الفسفوريك Phosphoric Acid : مبيد فطريات يباع تجارياً تحت اسم Agrifos استخدم بنجاح لمكافحة البياض الزغبي على الخيار في البيوت الزجاجية ويجهز بشكل سائل ذواب 40% ويستخدم بمعدل 3مل/لتر ماء. تركيبه الكيميائي :

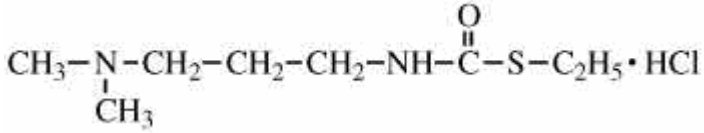


مبيدات الفطريات الكارباماتية Carbamate Fungicides

وتضم مجموعتين :

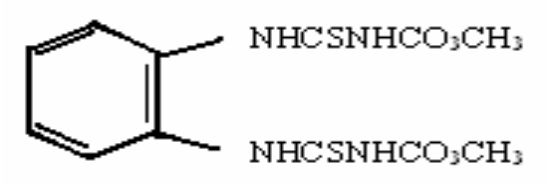
1- مبيدات فطريات كارباماتية بدون بنزيميدازول : وتضم :

أ - **بروباموكارب هايدروكلورايد Propamocarb Hydrochloride :** مبيد فطريات جهازي استخدم لمكافحة البياض الزغبي على الخيار عند استخدامه بتركيز 1مل/لتر ماء ويجهز بشكل سائل ذواب تركيز المادة الفعالة فيه 70.72% يباع تجارياً تحت اسم Previcur N و Proplant. اسمه وتركيبه الكيميائي :



S-ethyl N-(3-dimethylaminopropyl) thiocarbamate hydrochloride

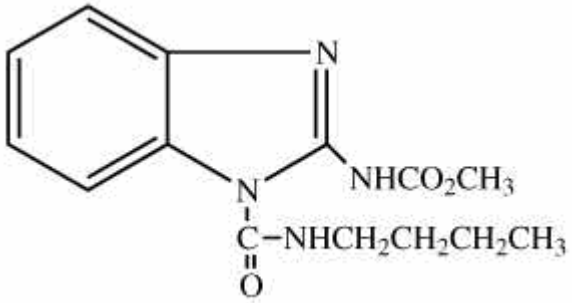
ب- ثايوفينيت – ميثايل Thiophenate-Methyl : مبيد فطريات وقائي استخدم بنجاح لمكافحة مرض موت البادرات المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* ومرض اللفحة المبكرة على الطماطة. وبتركيز 1غم/لتر ماء. يباع تجارياً تحت اسم Topsin-M. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Dimethyl[1,2-phenylenebis(imino carbonothioyl)]bis[carbamate]

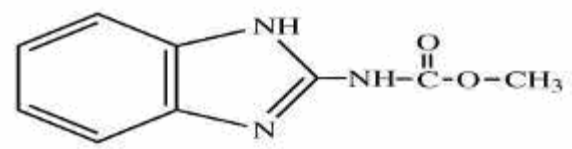
2– مبيدات فطريات كارباماتية تحوي بنزيميدازول : وتضم :

أ – **بينوميل Benomyl :** وهو مبيد فطريات جهازي يستخدم لمعاملة الأجزاء الخضرية ، ظهر عام 1967 في الولايات المتحدة الأمريكية وهو من المبيدات المتخصصة لمكافحة الفطريات الكيسية Ascomycetes فيما تعد الفطريات البيضية غير حساسة له. يباع تجارياً تحت العديد من الأسماء منها : Benlate و Benlin و Vapcomil و Yamamyl. استخدم في العراق بنجاح لمكافحة التفحم المغطى والسائب على الشعير كما استخدم لمكافحة خياس طلع النخيل والبياض الدقيقي على الخيار. اسمه وتركيبه الكيميائي :



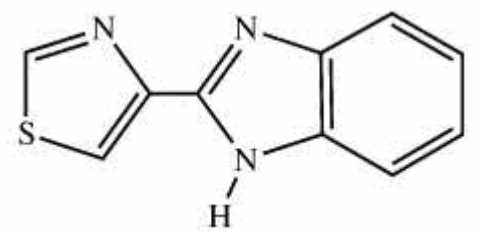
Methyl 1-(butylcarbamoyl) benzimidazol-2-ylcarbamate (IUPAC).

ب– كاربندازايم Carbendazim : مبيد فطريات وقائي استخدم لمكافحة مرض صدأ الثوم وخياس طلع النخيل والبياض الدقيقي على العنب وبمعدل 1.5–2 غم/لتر ماء وفي العراق عرف هذا المبيد باسم Bavistin و Derosal. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Methyl benzimidazol – 2 – yl carbamate

ت– ثايابندازول Thiabendazole : مبيد فطريات وقائي استخدم بنجاح في مكافحة التفحم المغطى على الحنطة وفي معاملة درنات البطاطا لمكافحة فطريات العفن بمعدل 2غم/كغم بذور. يباع تجارياً تحت العديد من الأسماء منها Mertect و Tecto. اسمه وتركيبه الكيميائي :

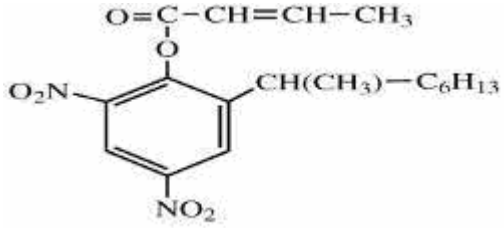


2 – (thiazol –4–yl)benzimidazole

مبيدات الفطريات من مشتقات النايتروفينول Nitrophenol Derivatives Fungicides

من المعروف أن معظم الفينولات الحاوية على الكلور في تركيبها تكون ذات تأثير سام للكائنات الحية الدقيقة إذ أن مفعولها كمواد سامة للمسببات المرضية البكتيرية قد عرف منذ زمن بعيد إضافة إلى أن لكثير من مركبات الفينول تأثير ضد المسببات المرضية ومن المركبات التي أظهرت فاعلية جيدة في هذا المجال ما يأتي :

1- كاراثين Karathane : يباع تجارياً تحت أسماء مختلفة مثل Caprane و Crotothane و Dinocap. وظهر هذا المبيد عام 1946 وهو من مبيدات الفطريات المستخدمة في مكافحة أمراض البياض ألدقيقي على التفاح والقرعيات وله تأثير قاتل لحشرة المَنّ. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2,4–Dinitro–6–octyl–phenyl–crotonate , 2,6–dinitro–4– octylphenyl crotonate and nitro – octyl–octyl – phenols

وهذا المبيد عبارة عن خليط من مركبين هما :

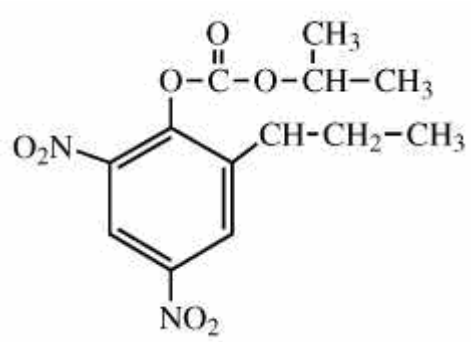
2,4 – Dinitro – 6 – octylphenyl crotonate

+

2,6 – Dinitro – 4 – octylphenyl crotonate

وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران 980ملغم/كغم. ويباع بشكل مسحوق قابل للبلل 25% أو بشكل محلول قابل للاستحلاب 4% ويمتاز بانخفاض سميته للبائن ونحل العسل.

2- داينوفين Dinofen : ويسمى أيضاً Acrex و Dinobuton ويمتاز بتأثيره الجيد على الاكاروسات علاوة على كونه مبيد فطريات جيد لمكافحة أمراض البياض الدقيقي كما يلعب دوراً مهماً في وقاية المحاصيل من الإصابة المرضية خاصة تلك التي تصيب أشجار التفاح والكمثرى ويفضل جني المحصول بعد 20–30 يوماً من تاريخ آخر معاملة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-(1-methyl -2- propyl) -4,6 -dinitrophenyl - isopropyl carbonate

يتحلل في الوسط القلوي لذلك لا يمكن خلطه مع المبيدات قلوية التأثير مثل مبيد السيفين.

ميكانيكية التأثير السام لمشتقات النايتروفينول

Mechanism of Toxic Action of Dinitrophenol

يعتقد العديد من الباحثين أن لمركبات هذه المجموعة القابلية على منع الأكسدة الفسفورية Oxidative phosphorylation حيث تمنع مشاركة مركبات الفسفور غير العضوية في مركب ATP وهذه العملية لا يمكن أن تحصل من دون التأثير على النقل الالكتروني بما يؤدي في النهاية إلى توقف نمو الخلايا الفطرية.

ايض مركبات النايتروفينول Metabolism of Nitrophenols

أن المعلومات الخاصة بتابيض او تمثيل هذه المجموعة قليلة نسبيا ، إلا أن إحدى الدراسات أشارت إلى تحطم الكاراثين بسرعة في نباتات الخيار حيث انخفضت كمية متبقياته من 10 جزء بالمليون غالى 1 جزء بالمليون خلال فترة سبعة أيام وذلك نتيجة التحلل المائي إلى ذرة الكاربون رقم واحد ويؤدي إلى تحرر الفينول يتبعه اختزال إحدى مجموعتي النايترو (NO_2) أو المجموعتين إلى مجاميع أمين (NH_2) .

مبيدات الفطريات الجهازية Systemic Fungicides

يقصد بالمبيدات الجهازية مجموعة المبيدات التي يمكنها النفاذ داخل أنسجة النبات ثم الانتقال إلى مختلف الأجزاء الأخرى بكميات كافية لقتل المسبب المرضي ، وهي من المبيدات الحديثة نسبياً إذ لا يتجاوز عمرها الأربعين عاماً ، رغم أن الأبحاث لإيجاد مبيدات جهازية سبقت ذلك بكثير ، ولمعظم المبيدات الجهازية تأثير أبادي Eradicant حيث توقف انتشار الفطر وإصابة أجزاء جديدة من النبات أو تقضي عليه ، كما تستعمل هذه المبيدات للعلاج وأحيانا للوقاية ، إلا انه يفضل عدم استخدام هذه المبيدات إلا عند الضرورة القصوى وذلك لتجنب ظهور المقاومة لها إذ تقدر عدد الحالات التي اكتسبت فيها الفطريات صفة المقاومة للمبيدات الجهازية بحدود 150 حالة. إن تنوع مبيدات الفطريات الجهازية يقضي بضرورة تقسيمها إلى مجاميع لكي تسهل عملية دراستها ، ومن الأسس المعتمدة في تقسيم هذه المبيدات ما يلي :

أولاً: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة الاستخدام According To Method of Use

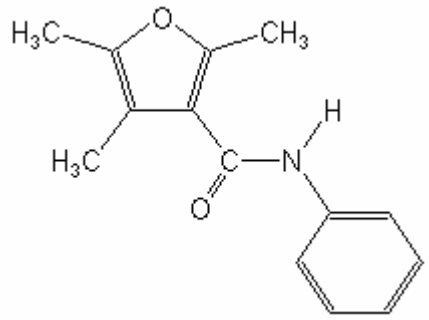
وعلى هذا الأساس تقسم إلى :

1- مبيدات فطريات جهازية لمعاملة البذور والتربة

Seed And Soil Treatment Systemic Fungicides

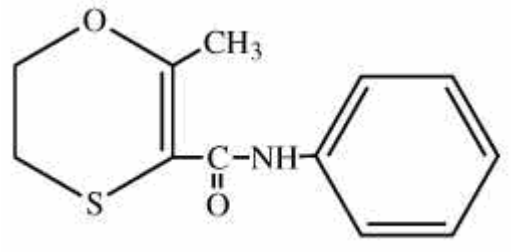
وتضم مجموعة من المبيدات التي تستخدم لمعاملة البذور لوقايتها من الفطريات المسببة لأمراض التفحم السائب والتفحم أللوائي وأمراض الصدأ على الحنطة إضافة إلى أمراض سقوط البادرات وعفن التقاوي في التربة ومن أهم مبيدات هذه المجموعة :

أ - **ترافكس Travix** : ويسمى أيضاً Arbosan و H719 Furavax و Methfuroxam. ويستخدم لوقاية البذور من أمراض الذبول المتسببة عن فطريات الفيوزاريوم وبعض أنواع التبقع. اسمه وتركيبه الكيميائي :



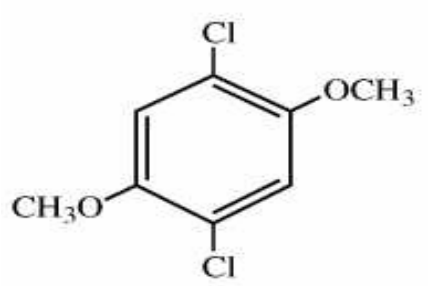
2,4,5-Trimethyl-N-phenyl-3-furancarboxamide

ب- **الكاربوكسين Carboxin** : ويسمى أيضاً DMOC و Vitavax. ويعود إلى مجموعة الانااليدات أو الاوكساثينات ويمتاز هذا المبيد بذوبانه العالي في الماء وانتقاله إلى الأعلى في النبات ويؤثر بالدرجة الأساس على الفطريات البازيدية ويؤثر على الفطريات الأخرى بدرجة اقل ويستخدم في مكافحة أمراض التفحم السائب والصدأ بالدرجة الأساس. اسمه وتركيبه الكيميائي :



5,6-dihydro-2-methyl-N-phenyl-1,4-oxathiin-3-carboxamide (CAS)

ت- كلورونيب Chloroneb : ويباع تجارياً تحت اسم Demosan و Tersan SP وتعامل به بذور نباتات الزينة والثيل لوقايتها من الإصابة بفطريات *Pythium* و *Rhizoctonia* و *Sclerotium* وغيرها. وقد يضاف للتربة مباشرة ويتوفر بشكل مسحوق قابل للبلل 65% ويمتاز بسميته المنخفضة للبائن. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1,4-Dichloro –2,5 – dimethoxybenzene

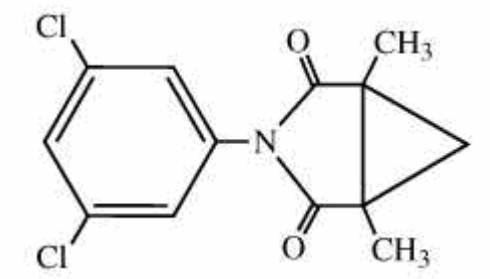
2- مبيدات فطريات جهازية لمعاملة الأجزاء الخضرية Foliage Treatment Systemic Fungicides

وتضم عدد من المبيدات التي يمكن استخدامها رشاً على الأجزاء الخضرية للنبات حيث تمتص من خلالها وتنتقل إلى بقية أجزاء النبات. ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

أ - بينوميل Benomyl : انظر المبيدات التابعة لمجموعة الكارباميت Carbamate.

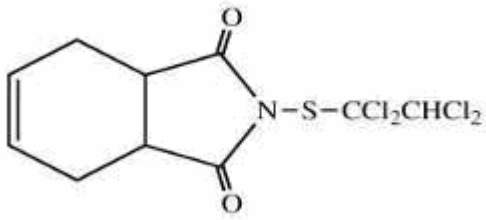
ب- سوميلكس Sumilex :

ويسمى أيضاً Procymidone و7131 – S و Sumisclex. ظهر في عام 1969 في اليابان ويباع بشكل مسحوق قابل للبلل ويمتاز بسميته المنخفضة للبائن حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 6800 ملغم/كغم. ويستخدم رشاً على الأجزاء الخضرية ضد الفطريات التي اكتسبت مقاومة لمبيد Benomyl و – Topsin M. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-(3,5-dichlorophenyl)-1,2-dimethylcyclopropane-1,2-dicarboximide

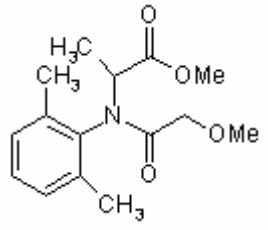
ت- دايفولتان Difolatan : ويباع تحت أسماء تجارية عديدة مثل Captafol و Difosan و Haipen و Kenofol وغيرها. ويجهز بشكل مسحوق قابل للبلل 80% ويستخدم رشاً على الأجزاء الخضرية لمكافحة فطريات البياض الزغبي اللفحة المبكرة والمتأخرة وأمراض التبقع وغيرها. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Cis -N- (1,1,2,2,-Tetrachloroethylthio) cis -N-(1,1,2,2,- Tetrachloroethylthio)

-4- cyclohexene-1,2-dicarboximide

ث- رايــدوميل Ridomil: ويسمى أيضاً Apron 35 SD و Subdue ويعود إلى مجموعة Metalaxyl. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N –(2,6 – Dimethyl phenyl) –N– (methoxyacetyl)–alanine methyl ester

المادة الفعالة قليلة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بشكل جيد في المذيبات العضوية كالميثانول والبنزين ، يجهز تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل 25% و 50% أو بشكل محببات 5%. يستخدم لمكافحة الفطريات التابعة للأجناس *Pythium* و *Phytophthora* في التربة كما يستخدم ضد الفطريات الطحلبية Phycomycetes المسببة لأمراض البياض الزغبي. كما يستخدم في العديد من دول العالم على الثمار والخضراوات مخلوطاً مع مبيد Folpet كذلك يستخدم لمكافحة البياض الزغبي على العنب مخلوطاً مع مبيد Maneb.

وفي العراق أظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة أمراض موت البادرات المتسببة عن فطريات *Pythium*. ويحدث تاثيره السام عن طريق تثبيط عملية تكوين الحامض النووي rRNA.

ثانياً : تقسيم مبيدات الفطريات الجهازية بحسب تركيبها الكيميائي

According To The Chemical Structure

حيث تقسم على هذا الأساس إلى :

1- المركبات النايتروجينية الحلقية وتضم :
   - أ - مشتقات بريدايل Pyridyl
   - ب- مشتقات بايبريدين Piperidine
   - ت- مشتقات بريميدين Pyrimidine
   - ث- مشتقات ببرازين Piperazine
   - ج- مشتقات بنزيميدازول Benzimidazoles
   - ح- مشتقات ترايازول Triazoles
2- المركبات النايتروجينية الحلقية غير المتشابهة وتضم :
   - أ - مشتقات مورفولاين Morpholine
   - ب- مشتقات اوكسازوليدين Oxazolidine
3- المركبات النايتروجينية الاليفاتية وتضم :
   - أ - مشتقات كارباميت Carbamate
   - ب-مشتقات يوريا Urea
4- مشتقات اوكساثيين Oxathiins
5- مشتقات فيوران Furan
6- مشتقات الانين Alanine
7- مشتقات توليونيليد Toluanilide
8- مشتقات الفسفور العضوي Organophosphorus
9- مشتقات كوينولاين Quinoline
10- مشتقات بنزين Benzine

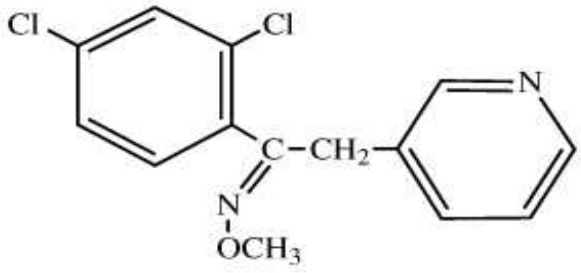
وفيما يلي عرض لبعض مبيدات الفطريات الجهازية التابعة لكل مجموعة من المجاميع الأنفة الذكر :

1- المركبات النايتروجينية الحلقية Cyclic Nitrogen Compounds

وتضم :

أ - مشتقات بريدايل Pyridyl

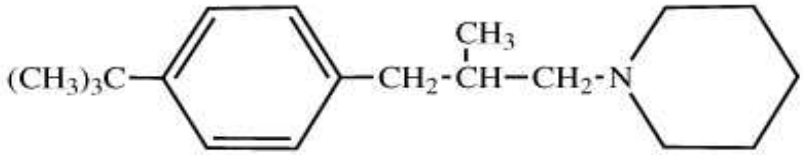
ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Pyrifenox ويباع تجارياً تحت اسم Corado وهو مبيد جهازي وقائي وعلاجي استخدم لمكافحة أمراض البياض الدقيقي والجرب ولفحة الأزهار وبعض تبقعات الأوراق على أشجار الفاكهة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2,4-Dichloro-2-(3-Pyridyl) acetophenone 0-Methyloxime

ب- مشتقات بايبريدين Piperidine

من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Fenpropidin الذي استخدم لمكافحة البياض الدقيقي والصدأ على محاصيل الحبوب. اسمه وتركيبه الكيميائي :



(R,S)-1-((3-4-Tertbutyl phenyl)-2-methyl - propyl) ptperidine

ت- مشتقات بريميدين Pyrimidine

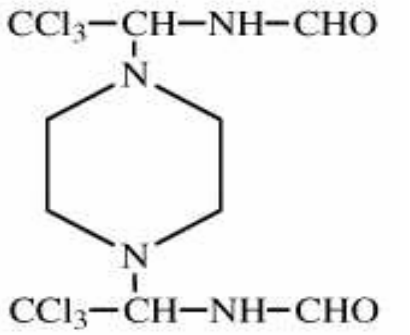
من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Dimethirimol ويباع تجارياً تحت اسم Milcurb استخدم بنجاح لمكافحة البياض الدقيقي على القرعيات وبعض نباتات الزينة كما قد يضاف للتربة ويعطي وقاية لمدة ستة أسابيع. اسمه وتركيبه الكيميائي :

5-Butyl -2- dimethyl amino-6-methyl pyrimidine

ث- مشتقات ببرازيين Piperazine

من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Triforine الذي يعرف في العراق بالأسماء Denarin و Funginex و Saprol حيث استخدم لمكافحة مرض البياض الدقيقي والجرب والصدأ على أشجار الفاكهة

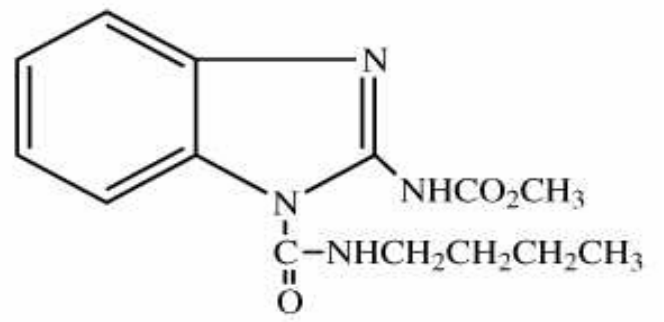
والخضار ونباتات الزينة كما استعمل أيضا لمكافحة مرض العفن البني للثمار ذات النواة الحجرية بعد الحصاد وذلك عن طريق التغطيس أو الرش أو أثناء عملية التشميع. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N,N ' -[1,4-piperazinediylbis(2,2,2-trichloroethylidene)]-bis[formamide]

ج- مشتقات بنزيميدازول Benzimidazole

ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Benomyl الذي سبق الإشارة إليه ضمن مجموعة Benzimidazol فضلاً عن المبيد Thiabendazole حيث استخدم لمكافحة العفن الأخضر والأزرق وغيرها والتي تصيب ثمار الحمضيات ودرنات البطاطا وأبصال الزينة خاصة أثناء الشحن والتخزين. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Methyl-1-(butylearbamoyl) benzimidazol-2-ylearbamate

ومن المبيدات الأخرى التابعة لهذه المجموعة أيضا المبيدين Carbendazim و Iprodione والتي سبق الإشارة إليها ضمن المركبات النايتروجينية ذات الحلقة غير المتشابهة.

آلية التأثير السام لمركبات بنزيميدازول Metabolism of Toxic Effect of Benzimidazole :

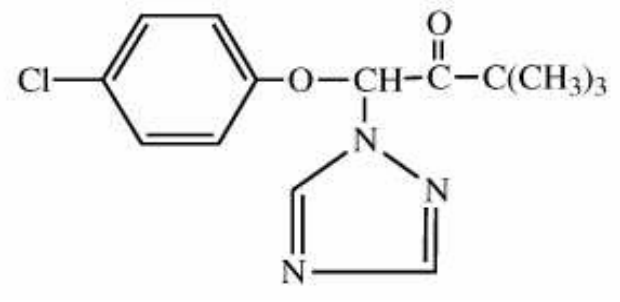
أظهرت الدراسات أن المبيد Benomyl يتحول داخل أنسجة النباتات المعاملة إلى مركب Carbendazim عن طريق خروج مجموعة Butylcarbomyl من المركب Benomyl ، والـ Carbendazim يكون أكثر سمية من المركب الأصلي ونفس الحالة سجلت في المبيد Thiophanate-methyl حيث يتحول عبر سلسلة من التفاعلات الحيوية داخل خلايا الفطر إلى مركب Carbendazim ولهذا المركب القدرة على تثبيط نمو المايسيليوم أكثر من قدرته على تثبيط نمو سبورات الفطر حيث يرتبط هذا المركب مع البروتين المكون للخيوط المغزلية مما يؤدي إلى عدم انتظام توزيع المادة الوراثية على تلك الخيوط وبالتالي التأثير في جميع العمليات الخاصة بانفصال وتوزيع الكروموسومات وانقسام الخلايا .

ايض مركبات بنزيميدازول Metabolism of Benzimidazole

أظهرت الدراسات أن استخدام Benomyl في التربة أدى إلى حدوث زيادة في أعداد الكائنات الحية الدقيقة ، نفس الظاهرة سجلت عند استخدام مبيدات هذه المجموعة ويعزى ذلك إلى انفصال الـ N.butylamin من ذرة الكاربون رقم 1 الذي يشكل مصدرا للكاربون لهذه الكائنات . وفي النترات وجد أن نواتج تمثيل هذه المركبات كان Butylamin وحامض Glucuronic مما يدل على حدوث تحلل عند الآصرة CO-NH بعملية هدركسلة على الحلقة العطرية .

ح- مشتقات ترايازول Triazole

تضم هذه المجموعة عدداً كبيراً من المبيدات والتي سبق الإشارة إليها ومنها مبيد Triadimefon الذي يباع تجارياً تحت اسم Bayleton واستخدم لمكافحة البياض ألدقيقي على الحبوب والأشجار النفضية ومحاصيل الخضر كما استخدم لمكافحة أمراض الصدأ على النجيليات ونباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1-(4-chlorophenoxy)-3,3-dimethyl-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)-2-butanone

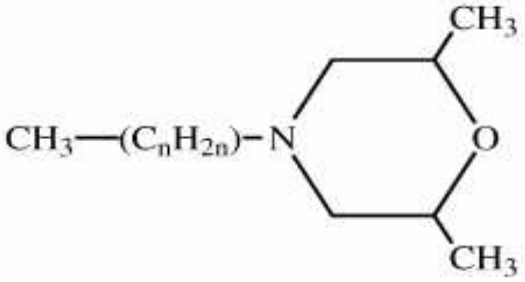
2- المركبات النايتروجينية الحلقية غير المتشابهة

Cyclic Heterogeneous Nitrogen Compounds

وتضم :

أ - مشتقات مورفولاين Morpholine

ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Tridemorph الذي يباع تجارياً تحت اسم Calixin ويمتاز بانخفاض سميته للبائن وهو مبيد جهازي وقائي وعلاجي استخدم لمكافحة مدى واسع من الأمراض ومن أهمها البياض الدقيقي على الحبوب وأشجار الفاكهة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-tridecyl-2,6-dimethylmorpholine

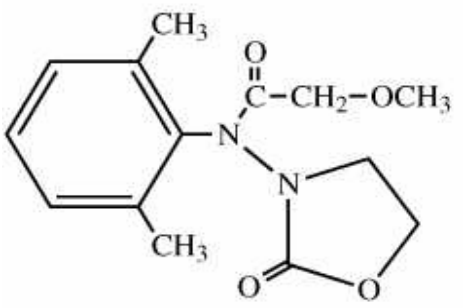
آلية التأثير السام للمورفولينات Metabolism of Toxic Action of Morpholine

تحدث هذه المركبات تأثيرها السام عن طريق تثبيط التفاعلات الحيوية اللازمة لتكوين هورمون Ergosterol احد مركبات الستيرولات الهامة جدا في حياة الفطريات . ولمعرفة ميكانيكية عمل المورفولينات لابد من تسليط الضوء على كيفية تكوين Ergosterol في الفطريات ، حيث تبدأ عملية التكوين بواسطة المرافق الإنزيمي Acetyl Co-A الذي يؤدي إلى تكوين حامض Melavonic حيث يتحول هذا الحامض إلى مركب Squatene الذي تحدث له إعادة تنظيم ليعطي Lanosterol وهو المركب الأساس لتصنيع جميع مركبات الستيرولات في كل من الفطريات والحيوانات ، وان الناتج النهائي في الفطريات هو هورمون Ergasterol الذي تعمل مركبات هذه المجموعة على منع عملية تكوينه .

ب- مشتقات اوكسازوليدين Oxazolidine

تتكون هذه المركبات من حلقة خماسية تحتوي على ذرة أوكسجين وذرة نتروجين وربما تصنف تحت مجموعة Dicarboximide كما توضع تحت مجموعة Imides ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Vinclozolin الذي يعرف تجارياً باسم Ronilan والذي سبق الإشارة إليه ضمن مجموعة Dicarboximide وكذلك المبيد Oxadixyl الذي اشتهر بالعراق باسم Sandofan وهو مبيد جهازي وقائي

علاجي لعدد من الفطريات البيضية Oomycetes منها الفطريات المسببة للبياض الزغبي واللفحات على العنب والخضار ونباتات الزينة كما يستخدم لمكافحة المسببات المرضية في التربة مثل *Botrytis* و *Pythium*. اسمه وتركيبه الكيميائي :



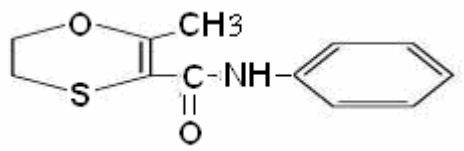
2-methoxy-N-(2-oxo-1,3-oxazolidin-3yl)acet-2 ' ,6 ' -xylidide

3- المركبات النايتروجينية الاليفاتية Aliphatic Nitrogen Compounds

ويدخل ضمن هذه المركبات مجموعة الكارباميت ومن المبيدات التي تتبع هذه المجموعة المبيد Propamocarb hydrochloride و Thiophanate-methyl واللذان سبق ذكرهما ضمن مبيدات الفطريات من مجموعة الكارباميت.

4- مشتقات اوكساثيين Oxathiins

إن الوحدة البنائية لهذه المجموعة هي Oxathiin وهي حلقة سداسية تحتوي كما يشير الاسم على ذرة أوكسجين وذرة كبريت ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة مبيد Carboxin. الذي عرف في العراق باسم Vitavax واستخدم بنجاح لمكافحة امراض التفحم السائب التي تسببها فطريات الجنس *Ustilago* spp .



5,6-dihydro-2-methyl-N-phenyl-1,4-oxathiin-3-carboxamide

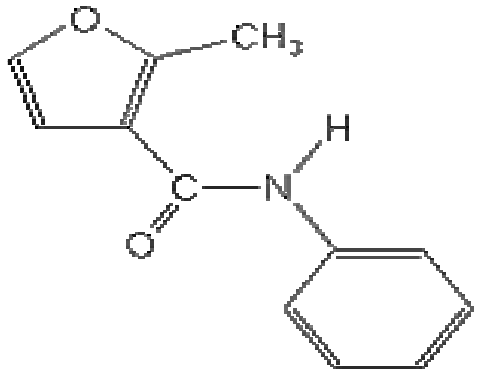
الية التاثير السام لمركبات اوكساثين Mechanism of Toxic Action of Oxathiins :- تعمل مركبات هذه المجموعة على إيقاف نمو الفطريات الحساسة لمركبات هذه المجموعة وذلك نتيجة امتصاص كميات كبيرة منها في هذه الفطريات بينما لا تستطيع الفطريات غير الحساسة امتصاص الكميات الكافية لإحداث التسمم . وتؤثر هذه المركبات في الفطريات الحساسة لها عن طريق تثبيط عملية تكوين البروتينات نتيجة ارتباطها بالريبوسومات كما تثبط مركبات هذه المجموعة عملية أكسدة السكسينات Succinate في المايتوكوندريا.

ايض مركبات اوكساثين Metabolism of Oxathiins:-

أظهرت الدراسات أن لعملية التمثيل الأولية لمركب Carboxin طرائق مختلفة تحدث في نباتات الفول السوداني بواسطة عملية الهدركسلة Hydroxylation على الموقع Para في جزئ Phenyl من الكاربوكسين ، أما في نباتات الشعير فتحدث بالإضافة إلى عملية الهدركسلة عملية أكسدة للكبريت وتحوله إلى Sulfoxide المنخفض السمية للنبات . وفي التربة وجد أن الكاربوكسين يختفي خلال ثلاثة أسابيع من المعاملة بسبب الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحويله إلى Sulfoxhde .

5- مشتقات فيوران Furan

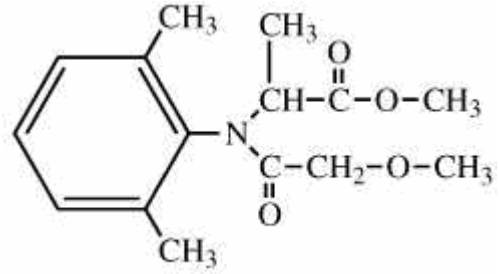
مركبات هذه المجموعة تحتوي على حلقة فيوران وهي حلقة خماسية تضم ذرة أوكسجين في تركيبها ومن الأمثلة لمبيدات هذه المجموعة المبيد Fenfuran. وهو مبيد جهازي استخدم لمعاملة البذور لمكافحة التفحم في محاصيل الحبوب. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-Methyl furan-3-carboxanilide

6- مشتقات الانين Alanine

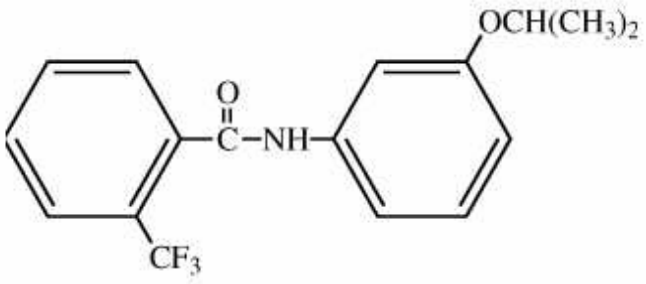
وهي من مشتقات الحامض الاميني Alanine ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Metalaxyl الذي اشتهر بالعراق باسم Ridomil. اسمه وتركيبه الكيميائي:



N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(methoxyacetyl)-DL-alanine methyl ester

7- مشتقات توليونيليد Toluanilide

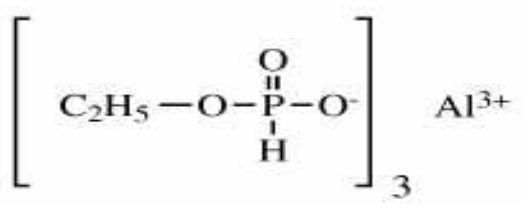
من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Flutolanil وهو مبيد جهازي لمكافحة الحراشف السوداء على البطاطا نتيجة الإصابة بالفطر sp *Rhizoctonia* وكذلك مكافحة أمراض المسطحات الخضراء التي يسببها الفطر sp *Rhizoctonia* وبعض الفطريات البازيدية. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3 ' -isopropoxy-2-(trifluoromethyl)benzanilide

8- مشتقات الفسفور العضوية Organophosphorus

من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Pyrazophos الذي يسمى Afugan. والمبيد Fosetyl-aluminum والذي عرف بالعراق باسم Aliette وهو مبيد فطريات وبكتريا لمكافحة الأمراض المتسببة عن الفطريات البيضية مثل البياض الزغبي واللفحات على العديد من المحاصيل الخضرية وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي :

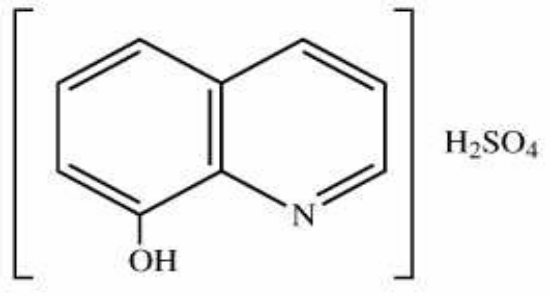


Aluminum tris (O-ethyl phosphonate)

تؤثر مركبات هذه المجموعة في الفطريات عن طريق تثبيطها لعملية تكوين الحامض النووي RNA وخاصة rRNA .

9- مشتقات كوينولاين Quinoline

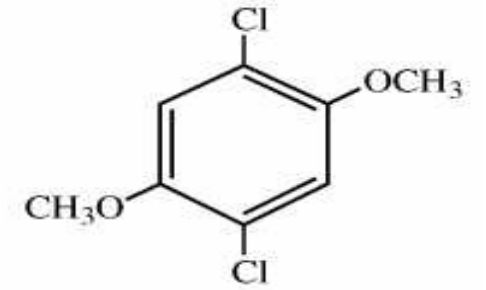
من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Hydroxyquinoline Sulfate والذي اشتهر بالعراق باسم Beltanol وهو مبيد فطريات وبكتريا استخدم في مكافحة بعض أمراض الذبول على الحمضيات وأشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر. اسمه وتركيبه الكيميائي :



8-hydroxyquinoline sulfate

10- مشتقات بنزين Benzine

ويتبع هذه المجموعة مبيد واحد هو المبيد Chloroneb. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1,4-Dichloro-2,5-dimethoxy benzene

المطهرات Disinfectants

المطهرات هي المركبات الكيميائية المستخدمة في مكافحة الكائنات الدقيقة Microorganisms . وتستخدم هذه المركبات في مختلف نواحي الحياة مثل تطهير المستشفيات والمحلات التجارية والمصانع والمنازل كما تستخدم في حفظ الأغذية والعينات وتعقيم المياه وتنظيف السجاد والملابس وتطهير دورات المياه بالإضافة إلى الاستعمالات الأخرى .

إن المشكلة التي تجابه مستخدمي المطهرات هي اختيار المركب المناسب لتحقيق الغرض حيث لا يوجد من المطهرات ما يصلح لجميع الأغراض أو الاستخدامات وذلك لاختلاف خواصها وصفاتها حيث يتوفر اليوم ما يزيد عن 1200 مادة تم اعتمادها من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية ، للاستخدام في مختلف أغراض مكافحة الكائنات الدقيقة منها مواد معقمة Sterilizers ومواد مطهرة Disinfectants ومواد مثبطة أو موقفة لنشاط البكتريا Bacteriostats ومواد قاتلة للفيروسات Viricides ومواد قاتلة للميكروبات Microbicides . إن المطهر المثالي هو الذي يقوم بقتل الكائن الحي الدقيق الموجود في وقت قصير دون أن يحدث أي تلوث للمادة المعاملة .

المطهرات مفاهيم وأسس Disinfectants , Definitions and Principles

قبل التطرق إلى المجاميع الكيميائية التي تنتمي إليها المطهرات لابد من التمييز بين بعض المصطلحات وكما يلي :

1- Antisepsis المطهرات الجلدية :- وتطلق على عملية تطهير الجلد والأغشية المخاطية باستخدام المطهرات .

2- Sanitation النظافة : وتعني عملية تطهير الأسطح غير الحية باستخدام المطهرات وعليه فان هذه المواد تكون أكثر خطورة من مطهرات الجلد والأغشية .

3- Germicides المواد القاتلة للجراثيم : وهي المركبات الكيميائية التي تقتل الجراثيم والتي ليست بالضرورة ان تكون على صورة سبورات Spores .

4- Sporicides قاتل السبورات :- وهي المركبات الكيميائية القاتلة لسبورات البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى .

قياس فاعلية المطهرات Disinfectants Activating Measurement

إن المقياس الدولي المستخدم لتقدير فاعلية المواد المطهرة يعتمد على تقدير كفاءتها ضد الأنواع البكتيرية : *Salmonella typhi , Pseudomonas aeruginosa , Staphylococcus aureus* ,

مقارنة بمركب الفينول باعتباره مركب قياسي Standard compound ويتم ترتيب فاعلية المركبات المختبرة عن طريق حساب معامل الفينول Phenol Coefficient .

المجاميع الكيميائية للمطهرات Disinfectants Chemical Groups

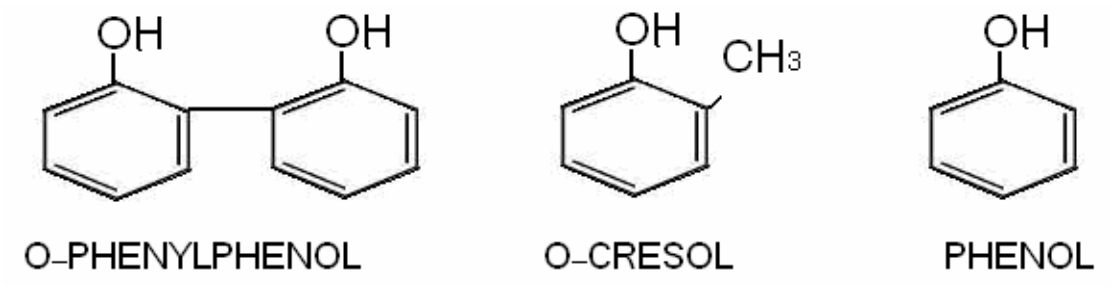
تنتمي المطهرات الكيميائية المستخدمة في مكافحة الكائنات الدقيقة إلى العديد من المجاميع الكيميائية والتي من أهمها ما يأتي :

أولا :- الفينولات Phenols : وتضم العديد من المركبات المهمة التي تعد مطهرات جيدة ومنها :-

1- **الفينول Phenol:-** وهو من أقدم المطهرات المعروفة حيث استخدم لأول مرة عام 1867 من قبل الجراح Lister كمادة قاتلة للجراثيم Germicides لتطهير صالات العمليات الجراحية ، حيث تعمل الفينولات عن طريق ترسيب بروتين خلايا الجراثيم حتى عندما تكون مخففة جدا .

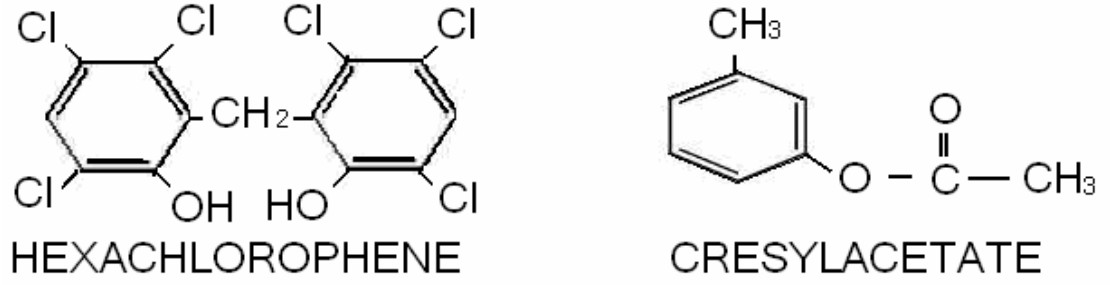
2- **او- كريسول O-Cresol:** ويباع تجاريا تحت اسم Lysol وهو عبارة عن مشتق Ortho-methyl للفينول ، وهو من المطهرات المنزلية الشائعة وله فاعلية كمبيد للجراثيم أعلى من الفينول بعدة أضعاف .

3- **او- فينايل فينول O-PhenylPhenol** ويستخدم لتطهير الأسطح والمواد غير الحية .



4- **كريسايل اسيتيت Cresylacetate** : مادة مطهرة تستخدم في المجال الطبي لكل من الأنف والأذن والحنجرة .

5- **هكساكلوروفين Hexachlorophene** : ان كلورة مركبات الفينول يؤدي الى زيادة فاعليتها ، لذلك فان هذا المركب يتميز بفاعلية عالية ضد البكتريا الموجبة لصبغة كرام خاصة انواع البكتريا التابعة للجنس Staphylococcus و Streptococcus ويستخدم هذا المركب منفردا او مخلوطا مع مكونات بعض انواع الصابون ومستحضرات التجميل لتوفير الحماية من الميكروبات .



ثانيا : الهالوجينات Halogens:

وتضم مجموعة من المركبات العضوية وغير العضوية الحاوية على احد العناصر الهالوجينية وخاصة الكلور وجميعها مواد قاتلة لجميع الكائنات الدقيقة ومنها ماياتي :

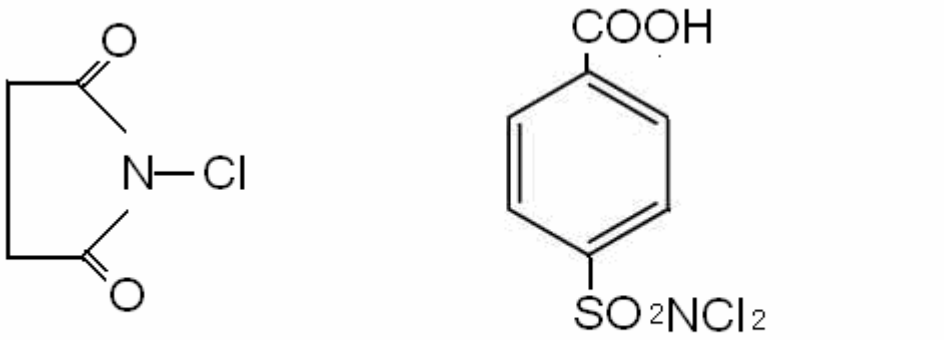
1- مركبات الكلور Chlorine Compounds : ومن اهم مركبات هذه المجموعة :

أ- **الكلور Chlorine** : وهو من أكثر المطهرات انتشارا ويجهز بشكل غاز سائل يستخدم لأغراض تنقية المياه أو يدخل ضمن تركيب مركبات عديدة تستخدم في إزالة الروائح وعمليات التطهير والتعقيم .

ب- **هايبوكلورات Hypochlorite** : وهي من أكثر مركبات الكلور غير العضوية استخداما في مجال التطهير وإزالة الروائح وعمليات التبييض لسهولة تداولها وأمانها النسبي ومن أهم مركبات الهيبوكلورات المستخدمة على نطاق واسع في مجالات الاستخدام المنزلي والصناعي هما هيبوكلورات الكالسيوم $[Ca(OCl)_3]$ وهايبوكلورات الصوديوم (NaOCl) وتجهز الهيبوكلورات على صورة مساحيق أو سوائل بتراكيز مختلفة حسب الحاجة حيث تستخدم المنتجات المحتوية على تركيز 5-7 %من مركب هايبوكلورات الكالسيوم في تعقيم أدوات مصانع الآليات وأواني التغذية في المطاعم ، كما تستخدم محاليل مركب NaOCl في تطهير الملابس والأدوات المنزلية وفي أغراض التبييض .

ت- هالازون Halazone : من مركبات الكلور العضوي يستخدم على نطاق واسع لتعقيم مياه الشرب في المعسكرات والتجمعات السكانية ويجهز بشكل أقراص تتفاعل عند إضافتها للماء وينتج عنها الكلور الذي يؤدي فعله في الماء كمادة مطهرة .

ث- سكسينوكلورامايد Succinochloramide : من مركبات الكلور العضوي ولها نفس استخدامات Halazone .



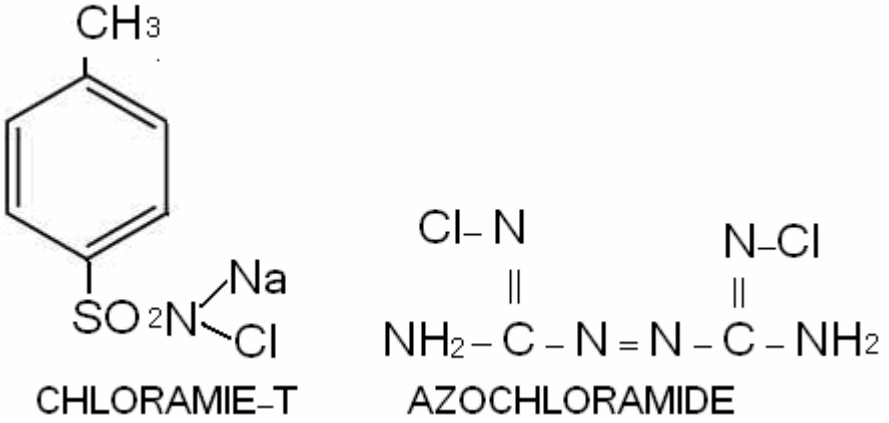
SUCCINCHLORIMIDE HALAZONE

p-sulfone dichloramidobenzoic acid

ج- **الكلورامينات Chloramines** : من مركبات الكلور العضوية وتستعمل في اغراض التطهير والتعقيم العامة وفي تطهير الأنسجة الحية . تتميز مركبات هذه المجموعة باحتوائها على واحدة أو أكثر من ذرات الكلور المستبدلة مكان ذرات الهيدروجين على مجموعة أمين . ومن أهم مركبات هذه المجموعة المركبين :

Azochloramide و Chloramine-T

تتميز مركبات Chloramine عن مركبات هايبوكلورات Hypochlorites بدرجة ثباتها العالي وطول فترة تحرر الكلور منها .



CHLORAMIE-T AZOCHLORAMIDE

آلية التأثير السام لمركبات الكلور Metabolism of Toxic Action of Chlorine

يعزى التأثير السام لمركبات الكلور إلى عنصر الكلور الذي يتفاعل مع الماء الحر وإنتاج حامض هايبوكلور Hypochlorus acid الذي يتحلل بدوره منتجا الأوكسجين الذي يعتبر عامل أكسدة قوي يؤدي إلى إتلاف مكونات الخلايا ، وكذلك يعمل الكلور ومركباته عن طريق الارتباط المباشر بين عنصر الكلور والمحتوى البروتيني في كل من الغشاء الخلوي والإنزيمات .

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HClO$$ Hypochlorus acid

$$HClO \longrightarrow HCl + O$$

2- **مركبات اليود Iodine Compounds**:اليود من العناصر التقليدية المستخدمة لقتل الجراثيم ويوجد في مركبات تعرف باسم صبغة اليود Tincture of Iodine وهي عبارة عن خليط من 2% يود و 2% ايوديد الصوديوم Sodium Iodide أو 7% يود + 15% ايوديد البوتاسيوم مذابين في كحول ايثايل تركيز 83% . لعنصر اليود فاعلية عالية ضد البكتريا كما تمتد فاعليته لتشمل سبورات البكتريا .

3- **مركبات الفلور والبروم Fluorine and Bromine Compounds**: تحتاج هذه العناصر إلى إعادة تنشيط بالإضافة إلى صعوبة التداول لذا يقتصر استخدامها عندما تكون مخلوطة مع عناصر أخرى وفي عدد قليل من المواد المطهرة .

ثالثا – البيروكسيدات Peroxides :

من أهم مركبات هذه المجموعة بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide (H_2O_3) وهو مركب غير سام يستخدم كمطهر للأنسجة الحية Antiseptic وتستخدم محاليل المركب في عمليات التعقيم بنسبة 6–25 % وكمادة مطهرة للأنسجة الحية بنسبة 0.3– 0.6 % مادة فعالة والمركب سريع التحطم عند تسخينه حيث يتحلل إلى الماء والأوكسجين .

رابعا – الكحولات Alcohols :

من أهم الكحولات المستخدمة كمواد مطهرة ومعقمة :

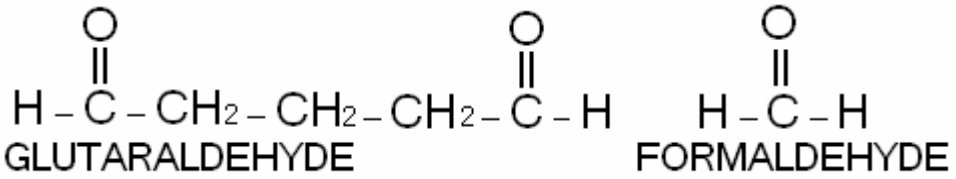
الميثانول Methanol (CH_3OH) والايثانول Ethanol (C_2H_5OH) والايزوبروبانول Isopropanol [$(CH_3)_2CHOH$] وتزداد فاعلية هذه الكحولات كمبيدات للبكتريا بزيادة الوزن الجزيئي للكحول . لذا فان كحول Isopropanol هو الأكثر استخداما . وتكون الكحولات أكثر فاعلية عند استخدامها بتركيز 70– 80 % في حين تكون فاعليتها اقل عند التراكيز التي تزيد أو تقل عن ذلك فيما عدا كحول Isopropanol الذي تزداد فاعلية بازدياد التركيز حتى 99% . يستخدم كحول الميثانول في معاملة الأسطح غير الحية فقط وذلك لسميته الشديدة .

الية التاثير السام للكحولات Mechanism of Toxic Action of Alcohols

تعمل الكحولات بشكل عام على إتلاف الخلايا الحية وذلك من خلال قدرتها على سحب الماء من الخلايا Dehydration . كما تعمل على إذابة دهون جدر الخلايا وبذلك تعمل على إتلاف الأغشية الخلوية ، كما يؤدي وجودها إلى تثبيط عمل الإنزيمات الخلوية .

خامسا– الالدهيدات Aldehydes :

من أهم مركبات الالديهيدات المستخدمة كمطهرات الفورمالديهيد Formaldehyde وكلوتارالديهيد Glutaraldehyde يعتبر مخلوط Formaldehyde مع الكحول من محاليل التعقيم الممتازة ومن عيوبه هو طول فترة بقاء مستبقياته بعد الاستعمال . تقتل هذه المركبات اغلب الكائنات الحية عند التعرض لمحاليلها خلال 5 دقائق ، فيما عدا سبورات البكتريا التي يتطلب القضاء عليها تعريضها لمدة 3– 12 ساعة .



GLUTARALDEHYDE FORMALDEHYDE

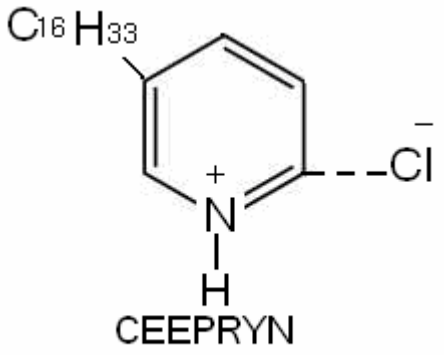
سادسا – مواد تنظيف Detergents – مركبات امونيوم رباعية Quaternary ammonium compounds :

مركبات عضوية تمتلك نهايتين أو قطبين ، احدهما محبا للماء Hydrophilic والآخر محبا للدهون Hydrophobic . لهذا المركبات القدرة على توجيه نفسها على الأسطح ، بحيث يتجه الطرف المحب للماء ناحية الماء والطرف المحب للدهون ناحية الدهون.

من المعروف ان مواد التنظيف تنقسم الى مواد تنظيف ايونية Ionic detergents ومواد تنظيف غير ايونية Nonionic detergent . تشمل المواد الايونية – المواد الانيونية Anionic materials – تحمل شحنة سالبة – والمواد الكاتيونية Cationic materials – تحمل شحنة سالبة .

تعتبر أملاح الامونيوم الرباعية من أهم المواد الكاتيونية التي تستخدم على نطاق واسع كمضادات بكتيرية ، خاصة ضد *Staphylococcus* وان كانت لا تؤثر على السبورات . تؤثر أيضا على كثير من الإصابات الفطرية والعديد من البروتوزوا الممرضة – لكنها– غير فعالة ضد الفيروسات . من عيوب المواد الكاتيونية أنها تترسب في المياه العسرة المحتوية على ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم . بالرغم من هذه العيوب تعتبر من أكثر مواد التنظيف المستخدمة كمطهرات بسبب سهولة تداولها وعدم تسببها في حدوث تهيجات جلدية بالتركيزات المستخدمة في عملية الغسيل . من أهم مركباتها المستخدمة على نطاق واسع :

Cetylpyridinium chloride (Ceepryn ^{R}) – يستخدم على نطاق واسع كمطهر للجلد وفي تطهير وتنظيف معدات الأكل والشرب في المعسكرات والمطاعم ومعدات تصنيع وتجهيز الأغذية . بصفة عامة – يجب توافر بعض الصفات في أملاح الامونيوم الرباعية المستخدمة في مجال التطهير والصحة ، وهو أن تكون فعالة ضد المسببات المرضية ، فعالة كمواد تنظيف ، منخفضة السمية النسبية ، لها درجة ذوبان وثبات مناسبة .



cetylpyridinum chloride

سابعا – عناصر معدنية ثقيلة Heavy Metals :

للعناصر المعدنية الثقيلة الحرة أو المرتبطة بمركبات كيميائية تأثير في الفطريات والكائنات الدقيقة الأخرى . لذا فهي تستخدم بنجاح كمبيدات للفطريات وكمطهرات ومن أهم العناصر الثقيلة المستخدمة في هذا المجال ما يأتي :

1- **الزنك Zinc :** تستخدم مركبات الزنك لعلاج العديد من الإصابات الفطرية خاصة المركبات المكونة من الزنك مع الأحماض الدهنية طويلة السلسلة ، وتجهز مركبات الزنك بشكل مساحيق أو مراهم وهي مركبات فعالة في معالجة إصابات القدم عند الرياضيين ، كما يستخدم مرهم اوكسيد الزنك في معالجة الطفح الجلدي والعدوى السطحية بالبكتريا والفطريات .

2- **الزئبق Mercury :** استخدمت مركبات الزئبق العضوية وغير العضوية كمبيدات للفطريات وكمواد مطهرة . وقد تم إيقاف استخدامها حاليا من قبل وكالة حماية البيئة لخطورة الزئبق . ومن أهم مركبات الزئبق التي تستخدم من وقت لآخر في بعض محاليل التطهير أو التعقيم كلوريد الزئبق الثنائي Mercuric ($HgCl_2$) dichloride .

3- **النحاس Copper :** تعد مركبات النحاس من اشد المركبات فاعلية ضد كل من الفطريات والبكتريا والطحالب .

من اهم مركبات النحاس المستخدمة Copper sulphate , Copper ethylenediaminetetra-acetate والتركز 2 جزء / مليون من هذه المركبات كاف لمنع نمو الطحالب والفطريات في كل من حمامات السباحة وخزانات الماء .

4- **الفضة Silver :** تستخدم مركبات الفضة على نطاق واسع كمواد مطهرة للأنسجة الحية Antiseptics وتوجد إما على صورة أملاح ذائبة أو على صورة محاليل غروية . الأملاح غير العضوية فعالة كمبيدات للبكتريا إلا أن استخدامها تسبب بتهيج وحرق للأنسجة المعاملة . تعتبر نترات الفضة Silver nitrate من المركبات الشائعة الاستخدام للحماية من مرض السيلان Gonococcal والإصابات الميكروبية في عيون الأطفال حديثي الولادة .

آلية التأثير السام للمعادن الثقيلة Mode of action of heavy metals :

تحدث المعادن الثقيلة تأثيرها السام في الخلايا نتيجة قيامها بترسيب بروتين الخلية ، كما قد تتفاعل هذه المعادن مع بعض الإنزيمات الموجودة في الخلية وتؤدي إلى تثبيطها وموت الخلية نتيجة ذلك أو قد تتفاعل مع مكونات الخلية الأخرى .

الفصل الحادي عشر

مبيدات الأدغال

Herbicides

- مقدمة
- مميزات استخدام مبيدات الأدغال
- مبيدات الأدغال مفهومها والأسس المعتمدة في تقسيمها
- التخصص أو الانتخابية في مبيدات الأدغال
- مبيدات الأدغال هرمونية التأثير
- مبيدات الأدغال المثبطة لعملية التركيب الضوئي
- مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الكلوروفيل والكاروتين
- مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الدهون
- مبيدات الأدغال المثبطة لعملية الانقسام الخلوي
- مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية
- مبيدات الأدغال التابعة لمجاميع متفرقة
- مبيدات الطحالب

- **مقدمة Introduction**

بالرغم من الدور الذي تلعبه الأدغال في المحافظة على رطوبة التربة وتحسين صفات التربة عن طريق زيادة نسبة المادة العضوية ومنعها من الانجراف، إضافة إلى اعتبار العديد من مناطق نمو الأدغال مراعي طبيعية ، إلا أنها في نفس الوقت تسبب خسائر كبيرة تفوق كثيراً الخسائر التي تسببها بقية الآفات والدليل على ذلك أن استخدام مبيدات الأدغال قد فاق استخدام جميع مبيدات الآفات الأخرى وخاصة في السنوات الأخيرة ، وهي في نفس الوقت دليل واضح على أن طرائق المكافحة التقليدية باعتماد الوسائل الميكانيكية والزراعية قد أصبح من الوسائل الثانوية في مجال مكافحة الأدغال لتتقدم عليها المكافحة الكيميائية خاصة وان هناك العديد من الدراسات التي تؤكد أن المكافحة الكيميائية للأدغال كانت أكثر كفاءة من استخدام الطرائق الزراعية والميكانيكية كعمليات العزق.

إن فكرة استخدام المبيدات الكيميائية في مكافحة الأدغال ليست وليدة اليوم فمنذ أكثر من قرن استخدمت بعض المواد الكيميائية في إزالة الأدغال من على طرق سكك الحديد والطرق العامة ومنها أملاح النحاس، والبترول وحامض الكبريتيك وغيرها. وهي مواد غير متخصصة تعمل على قتل جميع النباتات دون تمييز. لذلك بدأ الباحثون ومنذ عام 1900 بالبحث عن مواد كيميائية لها صفة الاختيارية والتخصص في إبادة بعض النباتات دون غيرها. وفي الوقت الحاضر تتوفر العديد من مبيدات الأدغال المتخصصة في القضاء على مجموعة معينة من نباتات الأدغال.

مميزات استخدام مبيدات الأدغال Characters of Herbicides Application

1- سرعة المكافحة حيث يمكن تغطية مساحات واسعة في وقت قصير.
2- لا تتطلب جهداً يدوياً وطاقة كبيرة كما هو الحال في المكافحة اليدوية والميكانيكية.
3- إمكانية مكافحة الأعشاب في الفترات الحرجة والتي لا تسمح ظروف الطقس خلالها باستخدام الوسائل الأخرى.
4- مبيدات الأدغال الانتخابية تسمح بمكافحة الأدغال ذات المشاكل الخاصة بسهولة.
5- مكافحة الأدغال في المروز المزروعة أو ما بين المروز دون الإضرار بالمحصول وخاصة في الزراعة الكثيفة.
6- تقليل إمكانية انجراف التربة الذي قد ينتج عن استخدام المكننة الزراعية .
7- إمكانية الحصول على مكافحة أوسع باستخدام مخاليط مبيدات الأدغال.
8- التخلص من منافسة الأدغال للمحاصيل في مراحل مبكرة وذلك باستخدام المبيدات قبل ظهور بادرات الأدغال.

بالرغم من هذه المميزات فان هناك العديد من المعوقات التي تحد من استخدام مبيدات الأدغال منها :

1- الحاجة إلى ألآت رش خاصة.
2- إحداث حروق وتسمم للمحاصيل سواء داخل المنطقة المستهدفة أو بالنباتات الحساسة الأخرى خارجها.
3- إمكانية فشل المبيدات في مكافحة الأدغال الموجودة إذا تم رشها بشكل خاطئ.
4- تلويث البيئة.
5- عدم قدرة جميع المزارعين على شراء مبيدات الأدغال.
6- محدودية استخدامها ضمن المحاصيل المتداخلة.

مبيدات الأدغال ، مفهومها والأسس المعتمدة في تقسيمها

Definition And Principles of Herbicides Classification

مبيد الأدغال هو أي مركب كيميائي يؤدي إلى تسمم وضعف نمو النبات وموتــه. إن هــذا التعريف يعني أن هناك مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية التي يمكن أن تستخدم كمبيدات أدغال ، ولتسهيل عملية دراستها فانه لابد من تقسيمها إلى مجاميع استناداً إلى العديد من الأسس وهي :

أولاً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب تخصصها According To Selectivity

وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الأدغال إلى مجموعتين :

1- مبيدات متخصصة Selective Herbicides

وتضم مجموعة المركبات الكيميائية التي تؤثر على أو تقتل أنواعا معينة من النباتات ولا تؤثر في الأنواع الأخرى. والمبيدات المتخصصة يمكن أن تكون على نوعين :

أ – **تخصــص عام Broad Selectivity** : وتضــم المبيدات التي تقتل مجموعة كبيرة من النباتات كأن تتخصص في القضاء على نباتات الأدغال عريضة الأوراق مثال ذلك المبيد 2,4D الــذي يستخدم لإبادة الأدغال عريضة الأوراق في حقول محاصيل الحبوب.

ب- **تخصص دقيق Narrow Selectivity** : وتضم المبيدات التي تتخصص في القضاء على نوع معين من النباتات مثال ذلك المبيد Barban الذي يستخدم لمكافحة الشوفان البري فــي حقــول الحنطة والشعير والذرة.

2- مبيدات غير متخصصة Non Selective Herbicides

وهي المبيدات التي تقتل جميع أنواع النباتات دون تمييز بينها لــذلك فــان اســتخدامها يتركــز بالدرجة الأساس قبل زراعة المحصول وكذلك تستخدم لإبادة الحشائش في قنوات الــري وغيرهــا. ومن أمثلة هذه المبيدات مبيد Paraquat و Picloram والمركبات الزرنيخية.

ثانياً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب طريقة تغطيتها للنبات

According To Plant Coverage

وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الأدغال إلى مجموعتين :

1- مبيدات بالملامسة Contact Herbicides :وتضم مجموعة من مبيدات الأدغال التي ينحصر تأثيرها على الأجزاء المعاملة من النباتات وليس لها القدرة على الامتصاص والانتقال إلى بقية أجزاء النبات. ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة الزيــوت البترولية وســلفات الامونيــوم و PCP و DNOC.

2- المبيدات الجهازية Systemic Herbicides : وهي المبيدات التي تمتص من قبل النبــات وتنتقل إلى أجزاء النبات المختلفة ، ومنها المبيدات 2,4D و Dalapon و Glyphosate.

ثالثاً: تقسيم مبيدات الأدغال بحسب وقت الاستخدام According To Application Time

وتقسم على هذا الأساس إلى :

1- مبيدات تستخدم قبل الزراعة Preplanting Herbicides : تضاف هــذه المجموعــة مــن المبيدات إلى التربة قبل الزراعة بفترة مناسبة وتستخدم لهذا الغرض عادة مبيدات غير متخصــصة تؤثر بالملامسة أو جهازية منها مبيدات زرنيخيت الصوديوم والزيوت والدلبون وغيرها كثير.

2- مبيدات تستخدم قبل ظهور بــادرات المحــصول فــوق ســطح التربــة Pre-Emergence Herbicides : وتضم مجموعة من المبيدات المتخصصة وغير المتخصصة، حيث يتم اســتخدامها عن طريق ري الأرض لتنمو بذور الأدغال ثم تزرع بذور المحصول بعدها . يتم رش المبيد الــذي يؤثر على بادرات الأدغال والتي تكون أكثر حساسية للمبيد من النبات الكبير ويراعى في هذه الحالة الالتزام بالتركيز المناسب لتجنب الأضرار الجانبية. ومن الممكن في هذه الحالة استخدام مبيدات تؤثر بالملامسة أو مبيدات جهازية أيضاً.

3- مبيدات تستخدم بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة Post-Emergence Herbicides : وفي هذه الحالة يفضل استخدام مبيدات أدغال متخصصة حيث يتعرض المحصول ونباتات الأدغال للمبيد مثال ذلك استخدام مبيد 2,4D لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول الحنطة والشعير.

رابعاً: تقسيم مبيدات الأدغال بحسب مكان المعاملة According To Place Treatment

حيث تقسم إلى مجموعتين :

1- **مبيدات لمعاملة الأجزاء الخضرية Foliar Applied** : وهذه المبيدات قد تكون جهازية أو مبيدات تعمل بالملامسة ، وقد تكون فعالة كمبيدات تربة.

2- **مبيدات لمعاملة التربة Soil Applied** : وتستخدم هذه المبيدات إما بنثرها أو رشها على سطح التربة حيث تمتصها جذور النباتات ، وقد تكون مبيدات جهازية تنتقل عبر أنسجة الخشب أو مبيدات تعمل باللمس. إن بعض مبيدات التربة فعالة كمبيدات ورقية. تستخدم مبيدات الأدغال لمعاملة التربة عادة قبل ظهور الأدغال.

خامساً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب تركيبها الكيميائي

According To Chemical Structure

يمكن تقسيم مبيدات الأدغال بحسب تركيبها الكيميائي إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

1- مبيدات الأدغال غير العضوية Inorganic Herbicides

وتضم :

أ - كبريتات النحاس Copper Sulfate استخدم عام 1896 للقضاء على الأدغال في حقول الحنطة.

ب- كبريتات الامونيوم Ammonium Sulfate وتسمى تجارياً AMS أو Ammate.

ت- رابع بوريت الصوديوم Sodium Tetraborate.

ث- هكسافلوريت Hexaflorate وتسمى تجارياً Nopalmate.

ج- ازيد البوتاسيوم Potassium Azide وتسمى تجارياً Kazpe.

ح- زرنيخيت الصوديوم Sodium Arsenite.

خ- كلوريت الصوديوم Sodium Chlorate.

2- مبيدات الأدغال العضوية Organic Herbicides

وتضم :

أ - الزيوت البترولية Petroleum Oils

ب- مجموعة مشتقات الفينول Phenol Derivatives

ت- مجموعة بايبريدلم Bipyridilim

ث- مجموعة مشتقات حامض البنزويك Benzoic Acid Derivatives

ج- مجموعة فينوكسي حامض الخليك Phenoxy Acetic Acid

ح- مجموعة الكارباميت Carbamate

خ- مجموعة داينترو انيلين Dinitro aniline

د- مجموعة مشتقات اليوريا Urea derivatives

ذ- مجموعة ترايازين Triazine

سادساً : تقسيم مبيدات الأدغال بحسب آلية تأثيرها السام According To Mode of Action

تعمل مبيدات الأدغال من خلال تأثيرها على العديد من العمليات الحيوية الرئيسة وتؤدي إلى تثبيطها مما يحدث خللاً في نمو النبات الطبيعي الذي يؤدي إلى إعاقة نمو النبات أو موته ، وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الأدغال إلى :

1- مبيدات أدغال تمنع الانقسام الخلوي Mitotic Poisons
2- مبيدات أدغال تثبط تخليق الدهون Inhibitors of Fatty Acid Synthesis
3- مبيدات أدغال تثبط تخليق الكلوروفيل Inhibitors of Chlorophyll Synthesis
4- مبيدات أدغال تثبط تخليق الكاروتينويدات Inhibitors of Carotenoids Synthesis
5- مبيدات أدغال تثبط التخليق الضوئي Inhibitors of Photosynthesis
6- مبيدات أدغال تثبط تخليق الأحماض الامينية Inhibitors of Amino Acid Synthesis
7- مبيدات أدغال تحدث خلل هرموني Disruption of Hormonal Function
8- مبيدات أدغال أخرى Miscellaneous Herbicides

التخصص أو الانتخابية في مبيدات الأدغال Selectivity of Herbicides

من المعروف أن المبيد غير المتخصص يقتل جميع النباتات دون استثناء في حين يعمل المبيد المتخصص على قتل أنواع معينة من النباتات دون غيرها. ومما لاشك فيه أن وجود مبيدات متخصصة يساعد كثيراً في عملية مكافحة الأدغال من خلال المرونة التي يوفرها في مجال الاستخدام ، ولاشك أن التشابه البايولوجي ما بين نبات المحصول ونبات الأدغال هو تشابه كبير جداً، فيما لو تمت مقارنته بالتشابه الموجود بين النباتات والحشرات أو بين النباتات والمسببات المرضية وهذا يشكل احد المعوقات الرئيسة في اكتشاف المبيدات المتخصصة ومع هذا فان صفة التخصص لبعض المبيدات هي في الحقيقة صفة نسبية حيث أن استخدام المبيد المتخصص بجرعات غير مناسبة قد يفقده صفة التخصص.

إن صفة التخصص في المبيد تعتمد على العوامل الآتية :

1- مورفولوجية النبات Plant Morphology : إن طول النبات وشكل الأوراق وغيرها من الصفات المظهرية للنبات يمكن أن تلعب دوراً مهماً في تخصص المبيد فمثلاً :

أ - نجد أن النباتات الطويلة تمتلك سيقاناً طويلة تستطيع أن تتحمل عملية مكافحة الأدغال القصيرة الموجودة بينها.

ب- إن أوراق النباتات النجيلية تكون مغطاة بطبقة شمعية سميكة وان شكل الورقة يكون ضيقاً وعمودياً مما يسهل انزلاق المحاليل المائية للمبيدات ولا تبللها بشكل كاف في حين تستقر قطرات المبيد على نباتات الأدغال عريضة الأوراق لتنتشر فوقها ويمتصها النبات ويموت.

ت- في المحاصيل النجيلية تكون القمة النامية للنبات في منطقة التاج تحت سطح التربة ولا تكون معرضة للمبيد بينما في النباتات ذوات الفلقتين فإن القمة النامية والبراعم تكون مكشوفة للمبيد فتتأثر به.

2- امتصاص المبيد من قبل النبات Absorption of Herbicides By The Plant : لكي يصبح مبيد الأدغال مؤثراً لابد أن يدخل إلى الأنسجة النباتية ومن المعروف أن امتصاص المبيد يتم عن طريق الجذور والأوراق ولو أن هناك بعض المبيدات تمتص عن طريق الساق. وفي جميع الحالات يجب على المبيد أن يخترق طبقة الكيوتكل وجدران الخلايا والتي تتكون بالدرجة الأساس من السليلوز والبكتين وجميعها مواد غير قطبية، لذلك فهي تسمح للمبيدات غير القطبية للنفاذ من خلالها بصورة أسرع بكثير من نفاذ المبيدات القطبية لذلك نجد أن المبيدين 2,4D الحامضي و PCP غير القطبية أكثر فاعلية عند استخدامها على الأجزاء الخضرية مقارنة بالأملاح القطبية لنفس

المبيدات. بينما نجد أن الجذور تمتص أملاح هذه المبيدات بشكل أسرع من امتصاصه للصورة غير القطبية للمبيدات لان الجذور تمتص المواد القطبية بشكل أسرع.

3- انتقال المبيد في النبات Herbicides Transduction : أظهرت بعض الدراسات أن الاختلاف في حساسية بعض النباتات لمبيد معين كان نتيجة للاختلاف في سرعة انتقال المبيد فيها. فمثلاً إن نباتات الطماطة كانت أكثر حساسية لمبيد **Linuron** من نبات الشوندر لان انتقال المبيد في نبات الشوندر يكون بطيئاً جداً مقارنة بنبات الطماطة.

4- فسيولوجية النبات Plant Physiology : إن الاختلاف في فسيولوجية النبات تنعكس بلا شك على الاختلاف في درجة سمية مبيدات الأدغال للنباتات المختلفة، إن الاختلاف في النظم الإنزيمية والاستجابة للتغير في درجة الحموضة PH ونفاذية الخلية والاختلاف في المكونات الكيميائية تشترك جميعها في هذا المجال. فمثلاً إن المبيد Simazine لا يؤثر على نبات الذرة الصفراء بينما يؤثر على الأدغال الموجودة في حقل الذرة وسبب ذلك يرجع إلى استبدال ذرة الكلور بمجموعة هيدروكسيل لجزئي المبيد داخل نبات الذرة وبذلك يفقد المبيد سميته في نبات الذرة بينما لا تتم هذه العملية في نباتات الأدغال.

5- طريقة استخدام المبيد Method of Application : يمكن عن طريق استخدام المبيد غير المتخصص بطريقة معينة أن يصبح مبيداً متخصصاً حيث يمكن مثلاً استخدام المبيدات بتركيزات تؤثر على الأدغال فقط كذلك يمكن استخدام مبيد الأدغال بعد جني المحصول فمثلاً الجت يمر بفترة سبات خلال فصل الشتاء وتكون جذوره متعمقة في التربة، وفي هذا الوقت يمكن أن تكافح نباتات الأدغال الحولية بعد حش المحصول كذلك يمكن التخلص من نباتات الأدغال الموجودة بين الخطوط عن طريق استخدام مبيدات تؤثر بالملامسة من دون تعريض المحصول للمبيد.

6- التركيب الكيميائي للمبيد Chemical Structure : إن اختلاف التركيب الكيميائي للمبيدات يؤدي بلا شك إلى الاختلاف في قابلية المبيد للامتصاص والانتقال داخل النبات والتربة مثال ذلك نجد أن بعض المبيدات تبقى في الطبقة السطحية للتربة ولا تؤثر بذلك على المحاصيل ذات الجذور العميقة في حين تقتل نباتات الأدغال ذات الجذور السطحية كما هو الحال بالنسبة لمبيد Diuron و Simazine بينما نجد أن المبيد Neburon يتم غسله إلى أعماق بعيدة في التربة وبذلك يمكن استخدامه لمكافحة نباتات الأدغال عميقة الجذور.

7- المحاصيل المقاومة لمبيدات الأدغال Crops Resistance To Herbicides : في السنوات الأخيرة تم إنتاج العديد من المحاصيل الهجينة التي لا تتأثر بمبيد أدغال معين مما يزيد من إمكانية الحصول على مكافحة أفضل وأوسع دون الإضرار بنباتات المحصول ومن الأمثلة على ذلك :

أ- تم تسجيل سلالة قطن مقاومة لمبيد Buctril عام 1995 يسمى BXN Cotton حيث يمكن استخدام المبيد على القطن في أطوار نموه الأولى.

ب- تم تسجيل أربعة سلالات من الذرة المقاومة لمبيد Imazethapy عام 1992 ، كما تم تسجيل سلالات ذرة مقاومة لمبيد Glufosinate.

مبيدات الأدغال هرمونية التأثير Hormone Like Herbicides

الهرمون مادة عضوية تفرز بكميات قليلة جدا في مكان ما في الكائن الحي وتؤثر في نفس المكان أو في مكان آخر ولكي يحدث الهرمون تأثيره الفسلجي فلابد أن يكون موجوداً في المكان المناسب والوقت المناسب وبالتركيز المناسب. وتعمل الهرمونات على تنظيم وظائف النبات ، مثل تمايز الخلايا وبدء تكوين الجذور والانحناء والتحكم في طول وسمك الساق وانفصال الأوراق وبدء التزهير وغيرها من الوظائف ، لذلك فان مبيدات الأدغال ذات التأثير الهرموني الشبيه بالاوكسين **Auxin** أو منظمات النمو الصناعية تؤثر بتركيزات قليلة على النباتات بطريقة مشابهة لهرمون الاوكسين. إن من أهم مميزات هذه المجموعة :

1- تؤثر على نباتات ذات الفلقتين أكثر من نباتات ذات الفلقة الواحدة باستثناء بعضها مثل المبيد Chlorambin الذي يؤثر على بعض الأدغال النجيلية أيضاً.

2- معظمها مبيدات ورقية تستخدم بعد ظهور البادرات وتبقى متبقياتها في التربة لفترة قصيرة نسبياً.

3- سميتها للبائن متوسطة إلى قليلة.

4- مبيدات متخصصة لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في المحاصيل النجيلية.

تضم هذه المبيدات ثلاث مجاميع كيميائية هي :

أولاً : مجموعة فينوكسي Phenoxy Group

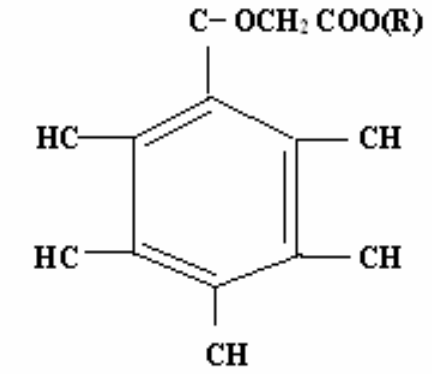
ثانياً : مجموعة حامض البنزويك Benzoic Group

ثالثاً : المجموعة بيريدين Pyridine Group

أولاً : مجموعة فينوكسي Phenoxy Group

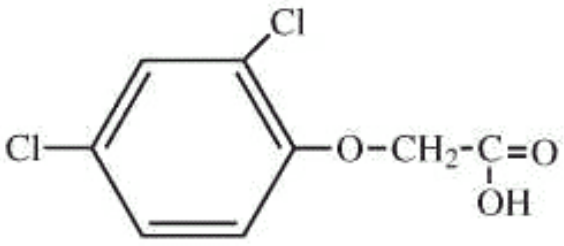
وتسمى أيضاً بمركبات اوكسيد الفنيل (Phenoxy) كما يطلق عليها أيضا اسم Phenoxyalkanoic Acids. وتعتبر مركبات هذه المجموعة من أكثر المبيدات شهرة واستخداماً حيث أن لها مدى واسعاً في مكافحة الأدغال عريضة الأوراق ، والشجيرات وكثيراً ما تخلط مع بعضها لزيادة فاعليتها وذلك لتشابه تأثيرها بالرغم من الاختلاف في التركيب الكيميائي والقابلية على الامتصاص والانتقال في النباتات المعاملة. وعند استخدامها بتراكيز منخفضة فان تأثيرها على النبات يكون مشابهاً لعمل منظمات النمو. تمتص مبيدات هذه المجموعة من قبل النبات من خلال الأوراق والجذور.

إن مركبات الفينوكسي تحتوي على حلقة Phenyl مرتبطة بذرة أوكسجين ترتبط بدورها بمجموعة كاربوكسيل وفيما يلي الرمز العام لهذه المجموعة :



إن الخواص الكيميائية للمبيدات التابعة لهذه المجموعة ترجع بالدرجة الأساس إلى حلقة Phenyl ومجموعة الكاربوكسيل ومن الممكن زيادة النشاط الفسيولوجي لمركبات هذه المجموعة بإدخال الهالوجينات مثل الكلور والفلور إلى حلقة Phenyl. تضم هذه المجموعة عدداً من المبيدات منها المبيد Silvex و Chiptox و Thistrol و Dichlorprop إلا أن من أكثر المبيدات التابعة لهذه المجموعة والتي نالت شهرة واسعة هي :

1- **مبيد 2,4D :** وهو مختصر للاسم 2,4-dichlorophenoxy acetic acid. تركيبه الكيميائي :



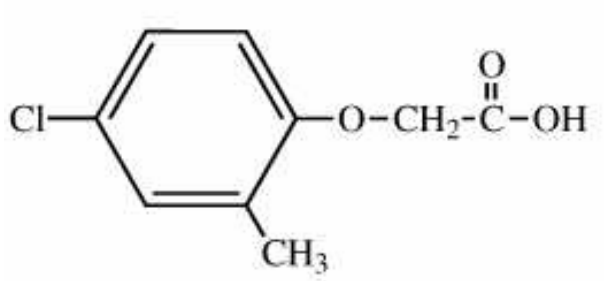
وتكون مستحضراته الجاهزة للاستخدام الحقلي بشكل حامض أو أملاح الأمين ثنائية المثيل أو أسترات ويستخدم لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق. وقد وجد أن 2,4D يكون أكثر سمية بصورة الاستر عن بقية الصور وذلك بسبب :

أ – درجة التطاير عالية مما يؤدي إلى نفاذه بسرعة خلال الثغور التنفسية.

ب– إن الاسترات الشبيهة بالزيت تكون ذات قدرة جيدة على تبليل السطوح المعاملة.

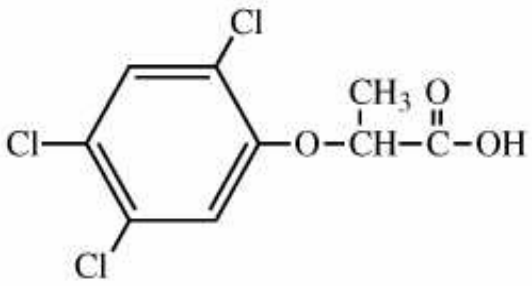
ت– الاسترات تتوافق مع الكيوتكل مما يساعد على نفاذه بسرعة.

2– **مبيد MCPA** : وهي مختصر للاسم 2 – Methyl – 4 – chlorophenoxy acetic acid. تركيبه الكيميائي :

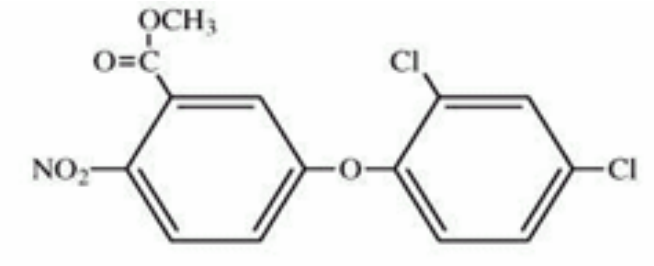


وينتمي هذا المبيد أيضا لمجموعة فينوكسي حامض بيوتريك. وقد أظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة الأدغال النجيلية التي تمتلك نظاماً جيداً لأكسدة بيتا ، كذلك يمكن استخدامه لمكافحة الأدغال في حقول البقوليات والتي لا تمتلك نظاماً جيداً لهذا النوع من الأكسدة وبذلك لا يتحول فيها المركب إلى الصورة الفعالة.

3– مبيد 2,4,5TP : ويسمى أيضاً Silvex وهو مختصر للاسم 2-(2,4,5-Ttichlorophenoxy Propionic Acid). المادة الفعالة النقية للمبيد تنصهر عند درجة181°م. قليلة الذوبان بالماء ولكنها تذوب بصورة جيدة في المذيبات العضوية. ويستخدم لمكافحة نباتات الأدغال الخشبية خاصة التي أظهرت مقاومة لمبيدي 2,4D و 2,4,5T. كما يمتاز بفاعليته في مكافحة نباتات الأدغال المائية. تركيبه الكيميائي :



4– مبيد Bifenox : هذا المبيد أقل سمية من باقي مبيدات المجموعة ، وتم تسويقه عام 1970 ويستخدم لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول الحبوب كالقمح والذرة والرز وكذلك في حقول فول الصويا كما يستخدم في حقول البصل والبطاطا والتبغ وزهرة الشمس والعنب والمشاتل ونباتات الزينة وأشجار الغابات ويستخدم عادة بعد ظهور بادرات محاصيل الحبوب وقبل ظهور بادرات المحاصيل الأخرى. يمتص هذا المبيد بواسطة الأوراق والجذور وينتقل بسهولة من أعلى للأسفل خلال اللحاء ومن الأسفل للأعلى خلال أنسجة الخشب ويتوزع بذلك على جميع أجزاء النبات الأخرى حيث يؤثر على نمو النبات بطريقة مماثلة للمبيدات ذات التأثير الهرموني. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Methyl 5-(2,4-dichlorophenoxy)-2-nitrobenzoate

آلية التأثير السام لمجموعة الفينوكسي

Mechanism of Toxic Action of Phenoxy Group

تشير أغلب الدراسات في هذا المجال إلى أن مركبات هذه المجموعة تؤثر على الصناعة الحيوية للبروتين في الخلية النباتية وذلك من خلال :

1- التأثير على بعض الإنزيمات المهمة في العمليات الحيوية للنبات ومنها إنزيمات Catalase و Cytochrome Oxidase و Peptidase و Peroxidase و Phosphatase.

2- التنشيط غير الطبيعي لصناعة الحامض RNA والتي تتم في النواة عن طريق تنشيط الإنزيمات المساعدة في التصنيع أو عن طريق منع عمل الإنزيم المحلل لحامض RNA. وكلتا العمليتين تؤديان إلى التصنيع غير الطبيعي للبروتين مما يؤدي إلى خلل واضح في عمل الخلية النباتية.

3- التأثير على قراءة الشفرة الخاصة بصناعة البروتين والمحمولة على الحامض الرسولي m-RNA مما يسبب خللاً في نشاط الخلية الطبيعي. وعلى هذا الأساس فان تأثير هذه المركبات يمكن أن ينحصر في نواة الخلية.

ميتابولزم مجموعة الفينوكسي Metabolism of Phenoxy Group

تمتاز مركبات هذه المجموعة بانخفاض سميتها للبائن ويرجع سبب ذلك إلى إمكانية طرحها عن طريق الجهاز البولي حيث تشير بعض المصادر إلى أن 96% من الجرعة يمكن أن تطرح مع البول خلال 3-6 ساعات. أما في التربة فتعمل الأحياء الدقيقة على أكسدة هذه المركبات وتحويلها إلى فينولات لذلك فان فترة متبقيات هذه المبيدات في التربة تتراوح بين 1-4 أسابيع ، أما عملية تحلل هذه المركبات في النبات فإنها يمكن أن تتم بالطرائق الآتية :

1- الارتباط بالمركبات الحيوية في النبات كالأحماض الامينية والسكريات.

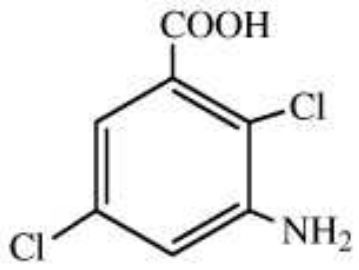
2- قد يحدث لمركب 2,4,5TP ميتابولزم تنشيطي نتيجة لعمليات أكسدة بيتا في النبات فيتحول إلى مشتقات حامض ألخليك السام للنبات.

3- إضافة مجاميع هيدروكسيل إلى الحلقة العطرية.

ثانياً : مجموعة حامض البنزويك Benzoic Acid Group

وتضم مجموعة من المبيدات منها Ambien و Benzac و Floralton إلا أن من أهم المبيدات التي شاع استخدامها هي :

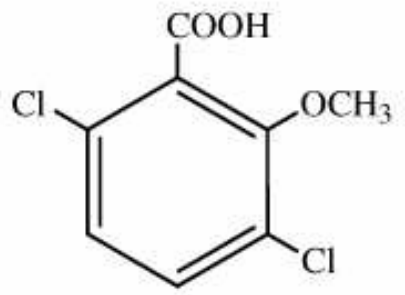
1- **مبيد Chloramben** : ويسمى أيضاً Amiben. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-amino-2,5-dichlorobenzoic acid

وهو مبيد متخصص جهازي يضاف إلى التربة قبل إنبات بادرات نباتات الأدغال. ويجهز تجارياً بشكل سائل سهل الذوبان بالماء أو بشكل مسحوق سهل الذوبان بالماء 83% أو بشكل محببات 10% المادة النقية بيضاء اللون عديمة الرائحة تنصهر عند درجة حرارة 200–204°م ، تذوب بالماء بنسبة 700ملغم/لتر ماء عند درجة حرارة 20°م ، ثابت ضد عوامل الأكسدة والحرارة. يمتص من قبل النبات ويدخل في مكونات خلايا النبات لذلك يمكن استخدامه رشاً أو خلطاً مع التربة. ينصح باستخدامه في الحقول المجهزة لزراعة الطماطة قبل إنباتها وكذلك في الحقول التي ستزرع بفول الصويا لكون جذور هذه المحاصيل تعتبر مقاومة لامتصاص هذا المبيد في حالة بقائه في التربة بالرغم من امتصاص كمية منه قد تصل أحيانا إلى الأجزاء الخضرية ولكنها كميات محدودة جداً.

2- **مبيد Dicamba :** ويسمى تجارياً Banex و Banvel و Dianat و MDBA. وهو مبيد جهازي متخصص يستخدم قبل وبعد ظهور بادرات الأدغال. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3,6-dichloro-O-anisic acid

يستخدم لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول الحنطة والشعير وخاصة الأدغال التي اكتسبت مقاومة لمبيدي 2,4D و MCPA . المادة النقية عبارة عن بلورات بيضاء اللون درجة انصهارها تتراوح بين 114–116°م، قليلة الذوبان بالماء ولكنها تذوب بشكل جيد بالمذيبات العضوية. يباع هذا المبيد بشكل محلول مشبع بتركيز 48% من أملاح Dimethylamine لهذا المبيد القدرة على الانتقال في أنسجة الخشب واللحاء إلى باقي أجزاء النبات. سميته منخفضة للبائن حيث تتراوح قيمة LD_{50} للفئران بين 1200–3000ملغم/كغم.

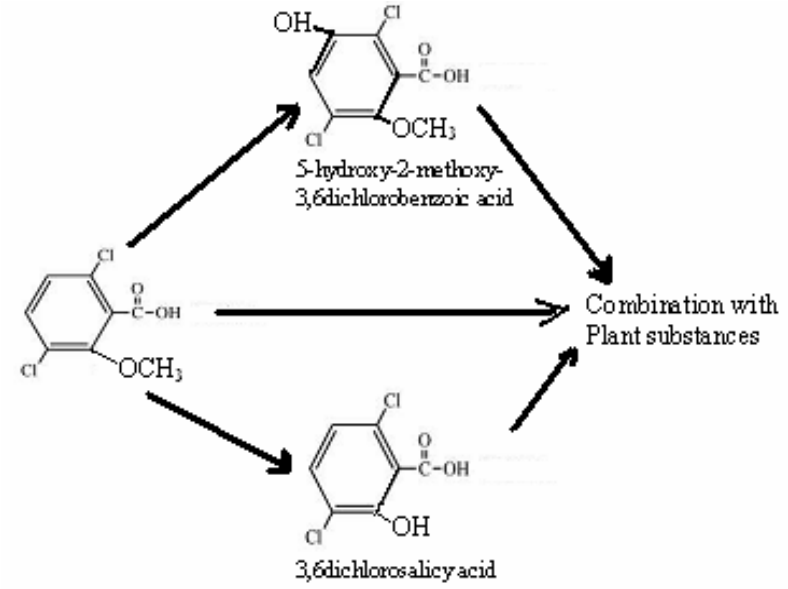
آلية التأثير السام لمجموعة حامض البنزويك

Mechanism of Toxic Action of Benzoic Acid Group

أظهرت بعض الدراسات أن المبيد Dicamba يؤثر على الصناعة الحيوية لمادة Pantothenate التي تدخل في صناعة مركب (COASH) كذلك وجد أن لمركبات هذه المجموعة القدرة على زيادة الانقسام الخلوي وتخليق البروتين في الجرعات المنخفضة. بينما تعمل الجرعات المرتفعة منها على منع الانقسام الخلوي وتقلل من كمية RNA والبروتين.

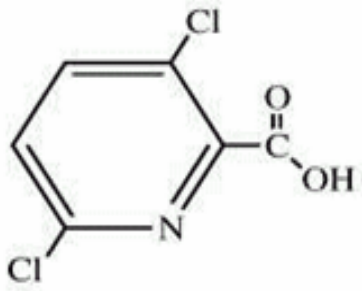
ميتابولزم حامض البنزويك Metabolism of Benzoic Acid

تمتاز مركبات حامض البنزويك بثباتها وقد وجد أن المبيد Dicamba يتحلل ببطء شـــديد فـــي التربة بفعل الكائنات الحية. أما تحلل هذا المبيد في النباتات المقاومة له كنبات الحنطة فانه يتم كما في المخطط الآتي :



ثالثاً : مجموعة البيريدين Pyridine Group :تضم هذه المجموعة عدداً من مبيدات الأدغال من أهمها :

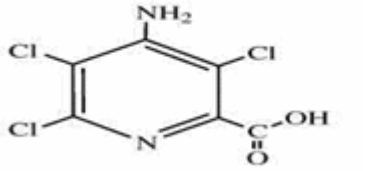
1- مبيد كلوبيرالـــد Clopyralid : مبيد أدغال جهازي ينتقل عبر أنسجة اللحاء والخشب ويستخدم لمكافحة الأعشاب الحولية والمعمرة والنباتات المتخشبة ذات الأوراق العريضة في حقـــول الحبـــوب والمراعي وهو فعال ضد نباتات الحمـــيض Polygonanceae والعائلـــة المركبـــة Compositae والعائلة البقولية Leguminasae إلا انه اقل فاعلية ضد نباتات العائلة الصليبية والنجيليـــة ، يمكـــن خلطه مع المبيد 2,4D. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3,6-dichloro-2-pyridinecarboxylic acid

يتم امتصاص المبيد بسهولة عن طريق الأوراق أو الجذور وينتقل إلى مناطق النشاط المرستيمي.

2- مبيد بيكلورام Picloram : مبيد أدغال جهازي ورقي فعال جداً في مكافحة الشجيرات وهو ذو تأثير ضعيف على النباتات التابعة للعائلة الصليبية اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid

مبيدات الأدغال المثبطة لعملية التركيب الضوئي

Photosynthesis Inhibitors Herbicides

تشكل هذه المجموعة من المبيدات نسبة 35% من مجموع مبيدات الأدغال، حيث يؤثر قسم منها على النظام الضوئي الأول Photosystem I كالمبيدات التابعة لمجموعة بايبريدنيم Bipyridinium والتي تمتص الالكترونات من نهاية مسار النظام الضوئي وتزداد فاعلية هذه المبيدات بوجود الضوء الذي يحفز الانسياب الالكتروني وإنتاج الأوكسجين مما يتسبب في تكوين الاوكسيدات السامة وبيروكسيد الهيدروجين وجذور حرة للهيدروكسيل Hydroxyl Free Radicals الضارة جداً بالخلايا حيث تتفاعل هذه الجذور مع الدهون في الأغشية والأحماض الامينية في الإنزيمات والأحماض النووية وينتج عن ذلك زيادة في نفاذية الأغشية وفي تدهور أنسجة الورقة. وظهور بقع داكنة يتبعها موت وجفاف الأنسجة.

مجموعة أخرى من هذه المبيدات تؤثر على النظام الضوئي الثاني Photosystem II حيث تمنع انتقال الالكترونات عن طريق ارتباط هذه المبيدات مع الببتيدات المتعددة Polypeptides في أغشية البلاستيدات الخضراء في مواقع ربط معينة. حيث يتهيج جزيء الكلوروفيل عندما يمتص الطاقة الضوئية ويتحول إلى ما يسمى بالحالة المنفردة Singlet state والذي يقوم بدوره بتمرير الطاقة عبر النواقل الكيميائية للاستفادة منها في إنتاج جزئيات ATP و $NADPH_2$ التي تستخدم فيما بعد لتثبيت ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 وإنتاج المواد الكاربوهيدراتية اللازمة لحياة النبات فإذا لم يتم الاستفادة من طاقة التهيج يمنع انسياب الالكترونات ويتم تحويل جزيء الأوكسجين الموجود في الخلية إلى الحالة المنفردة الذي يحدث ضرراً كبيراً بتفاعله مع مكونات الخلية من دهون وبروتينات وأحماض نووية وجزيئات أخرى، مما يؤدي إلى الإخلال بأنظمة الخلية وموت النبات وتظهر أعراض التسمم على شكل اصفرار عام وموت للأنسجة في مناطق التركيب الضوئي. وتظهر أعراض التسمم بهذه المبيدات على حواف الأوراق أولا وتبدو أعراض التسمم كبقع داكنة مائية في أنسجة الورقة بين العروق ثم يتحول لونها إلى الأصفر ثم البني وتموت الأنسجة.

تتميز مبيدات الأدغال المثبطة للتركيب الضوئي بالمميزات الآتية :

1- معظمها مبيدات تضاف للتربة ويتم امتصاصها من محلول التربة بواسطة الجذور.

2- تنتقل جهازياً عبر الأوعية الخشبية أي من الجذور إلى الأوراق.

3- جميعها فعالة في مكافحة الأدغال عريضة الأوراق والحشائش في طور الإنبات والبادرات.

4- تجهز بصورة مساحيق قابلة للبلل أو تجهيزات انسيابية جافة أو سائلة أو بشكل محببات.

5- تعتمد الانتخابية في هذه المبيدات على تباين النباتات في عمق الجذور في التربة حيث أن هذه المبيدات لا تذوب في الماء وتقتل بذلك الأدغال التي تنبت في الطبقة السطحية من التربة ولهذا تعتبر النباتات ذات الجذور العميقة مقاومة لهذه المبيدات. كما تتحدد الانتخابية بتباين النباتات في قدراتها الايضية وسرعة ومعدل امتصاصه وانتقاله إلى موقع التأثير.

6- يظهر التأثير السام لمبيدات هذه المجموعة بعد مرور فترة تصل إلى أسبوعين أو أكثر حيث يتم أولاً استنفاذ المواد الغذائية المخزونة في الأوراق الفلقية في البادرة المتأثرة وبعد ذلك تتأثر البادرات نتيجة عدم تخليق مواد نشوية جديدة.

7- تمتاز مبيدات هذه المجموعة بدرجة ثباتها في المخزن.

8- لا تتحلل مبيدات هذه المجموعة بواسطة الضوء ، كما إن نسبة تطايرها قليلة وهذا يؤدي إلى بقائها لفترة طويلة في التربة.

9- يستخدم بعضها بتراكيز عالية لمنع نمو النباتات في التربة في المناطق غير الزراعية.

تضم هذه المجموعة مبيدات الأدغال التابعة للمجاميع الكيميائية الآتية :

أولاً : مجموعة ترايازين Triazine

ثانياً : مجموعة يوريا Urea

ثالثاً : مجموعة يوراسيل Uracil

أولاً : مجموعة ترايازين Triazine Group

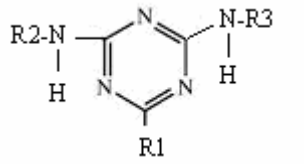
وتقسم إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى : الترايازين المتناظرة Symmetrical Triazine.

المجموعة الثانية : الترايازين غير المتناظرة Asymmetrical Triazine أو Triazinone.

المجموعة الأولى : الترايازين المتناظرة Symmetrical Triazine.

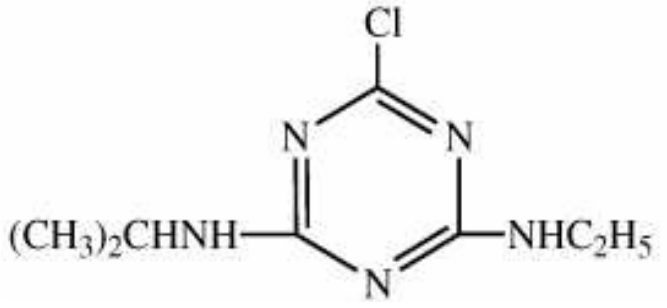
ويرمز لها بـــ S-triazine وفيها تتوزع ذرات النايتروجين في التركيب الحلقي بشكل متنـــاظر وتركيبها العام :



وتقسم إلى :

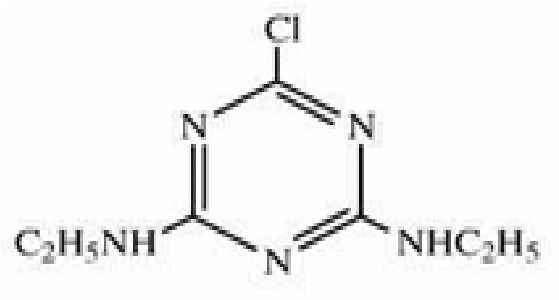
1- Chlorotriazine : وفيها تكون R_1 ذرة كلور وتضم العديد من المبيدات منها :

أ - **اترازين Atrazine** : مبيد أدغال جهازي يضاف للتربة ويتم امتصاصه عن طريـــق الجـــذور ويستخدم لمكافحة الأدغال عريضة ورفيعة الأوراق في حقول الذرة وقصب السكر والأناناس، كمـــا يستخدم كمبيد غير انتخابي للقضاء على الغطاء النباتي في المناطق الصناعية وغير الزراعية. ويرش هذا المبيد قبل الزراعة أو قبل الإنبات أو بعد ظهور البادرات ولكن قبل أن تصل الإعـــشاب طـــول 4سم. اسمه وتركيبه الكيميائي :



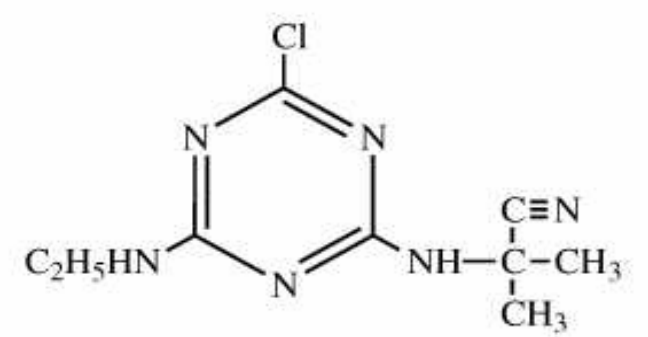
6-chloro-N 2 -ethyl-N 4 -isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine

ب- سيمازين Simazine : مبيد أدغال يستخدم لمكافحة الأدغال في حقول الذرة وقصب الـــسكر وبساتين الحمضيات وأشجار الفاكهة والجوز والأناناس وكذلك نباتات الزينة ، كما يستخدم لمكافحـــة الأدغال في حقول ألجت ومسطحات الثيل التي مضى على زراعتها أكثر من ســـنة، كمـــا يـــستخدم لمكافحة الأدغال على جوانب الطرق. اسمه وتركيبه الكيميائي :



6-chloro-N,N'-diethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine

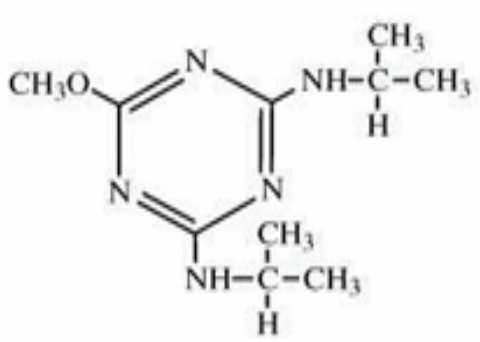
ت- سيانازين Cyanazine : سوق هذا المبيد عام 1968 تحت أسماء تجارية منها Bladex و Fortrol ، واستخدم لمكافحة الأدغال الحولية من رفيعة وعريضة الأوراق في حقول الذرة الصفراء والبيضاء والقطن وحقول الحنطة فضلاً عن استخدامه لمكافحة أدغال الحمص وفول الصويا والفول السوداني. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-[[4-chloro-6-(ethylamino)-1,3,5-triazin-2-yl]amino] -2-methylpropionitrile

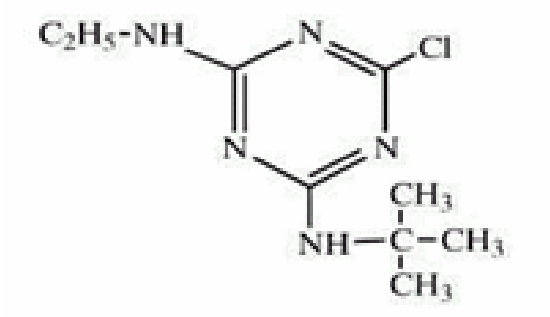
2- **Methoxytriazine** : حيث تكون R_1 في التركيب العام للترايازين مجموعة OCH_3 ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

أ - بروميتون Prometone : مبيد أدغال غير انتخابي يستخدم قبل أو بعد الإنبات لمكافحة الغطاء النباتي والشجيرات المتخشبة في المناطق غير المزروعة ويكون أكثر فاعلية إذا استخدم بعد ظهور الأدغال بمدة 2-3 أشهر. اسمه وتركيبه الكيميائي :



6-methoxy-N,N'-bis(1-methylethyl)-1,3,5-triazine-2,4-diamine

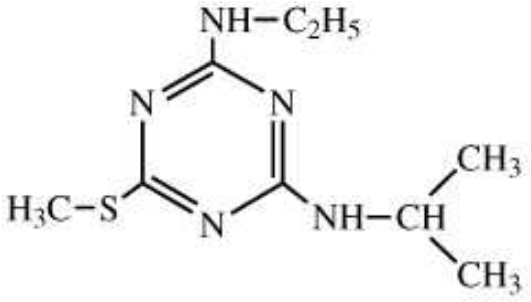
ب- تيربوميتون Terbumeton : يستخدم لمكافحة الأدغال في البساتين التي يزيد فيها عمر الأشجار عن 3 سنوات ويرش في مرحلة مبكرة من نمو الأدغال. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-(tert-butylamino)-4-chloro-6-(ethylamino)-s-triazine

3- **Methylthiotriazine** : وتكون فيها R_1 في التركيب العام للتريازين هي مجموعة S-CH3- ويطلق عليها أيضاً اسم Mercaptotriazine وتضم عدد من المبيدات منها:

أ - **اميترين Ametryn** : ظهر هذا المبيد عام 1964 وسوق تجارياً تحت اسم Gesapax وهو مبيد جهازي منتخب لمكافحة الأدغال رفيعة وعريضة الأوراق في بساتين الحمضيات والأناناس والموز وقصب السكر، كما يستخدم كمجفف للمجموع الخضري للبطاطا والفاصوليا الجافة قبل الحصاد. اسمه وتركيبه الكيميائي :

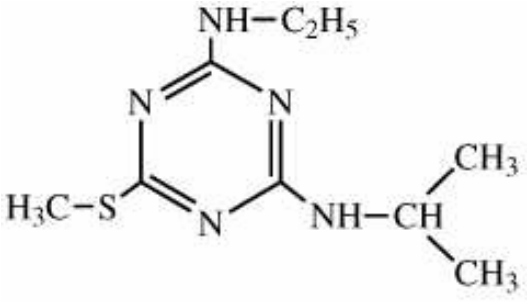


2-ethylamino-4-isopropylamino-6-methylthio-s-triazine

ب- بروميترين Prometryn : تم إنتاج هذا المبيد وتسويقه عام 1962 وسوق تجارياً تحت اسم Gesagard وهو مبيد جهازي منتخب يستخدم قبل أو بعد الإنبات لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق وبعض الأدغال النجيلية في حقول القطن والباقلاء والبزاليا والبطاطا والجزر والثوم والعدس والكرفس ونبات زهرة الشمس. اسمه وتركيبه الكيميائي :

N,N'-bis(1-methylethyl)-6-(methylthio)-1,3,5-triazine-2,4-diamine

ت- تيربوترين Terbutryn : تم تسويقه تجارياً عام 1966 تحت اسم Igran وهو مبيد متخصص لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول الحنطة والشعير وكذلك في حقول قصب السكر والذرة والموز كما يستخدم لمكافحة الأعشاب المائية وعادة يرش المبيد بعد الزراعة ، قبل أو بعد إنبات المحصول. اسمه وتركيبه الكيميائي :

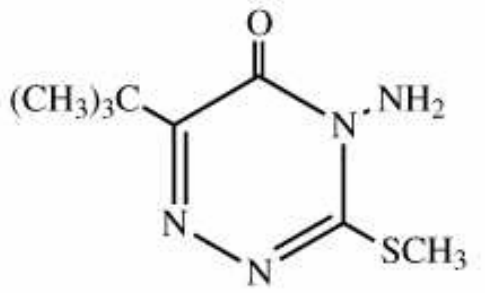


N2-tert-butyl-N4-ethyl-6-methylthio-1,3,5-triazine-2,4-diamine

المجموعة الثانية: الترايازين غير المتناظرة Asymmetrical Triazine أو Triazinone

وفي هذه المجموعة لا تتوزع ذرات الهيدروجين مع ذرات الكاربون في الحلقة. ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- **ميتريبوزين Metribuzin :** عرف هذا المبيد في العراق بالاسم التجاري Sencor و Vapcor. وهو مبيد جهازي متخصص يستخدم قبل الزراعة أو قبل الإنبات أو بعده لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق وبعض الأدغال النجيلية في حقول فول الصويا وقصب السكر والبرسيم والطماطة والذرة والعدس. فيما يعتبر البصل والخس والقرعيات والبنجر ونبات زهرة الشمس من النباتات الحساسة لهذا المبيد. اسمه وتركيبه الكيميائي :

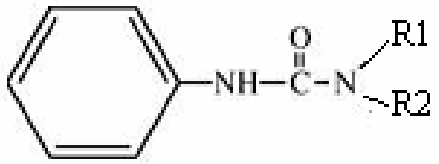


4-amino-6-(1,1-dimethylethyl)-3-(methylthio)-1,2,4-triazin-5(4H)-one

2- **هيكسازينون Hexazinone :** وهو يشبه المبيد السابق من حيث مواصفاته واستخداماته.

ثانياً : مجموعة اليوريا Urea Group

إن التركيب العام لمجموعة اليوريا هو :

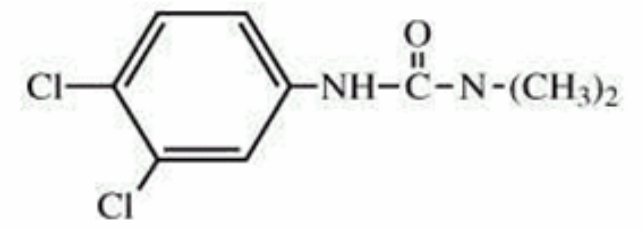


مع استبدالات مختلفة على حلقة الفينايل Phenyl وهي مبيدات لمعاملة التربة ويمكن أن يكون لها فاعلية ورقية ومن المبيدات التي تعود لهذه المجموعة :

Benzothizuron , Chlorbromuron , Chloroxyron , Chlortoluron , Diuron, Erbotan , Fluometuron , Isoproturon , Linuron , Monolinuron , Monuron, Metoxuron , Neburon , Siduron.

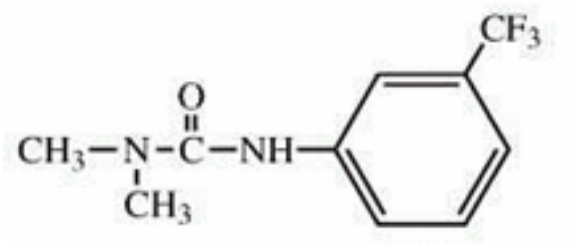
وتعد المبيدات التابعة لمجموعة اليوريا مبيدات منتخبة إذا استخدمت بمعدلات منخفضة لكنها تفقد هذه الصفة إذا استخدمت بمعدلات عالية. وفيما يلي أمثلة لبعض المبيدات التابعة لمجموعة اليوريا :

1- **دايورون Diuron :** ظهر هذا المبيد لأول مرة عام 1954 واستخدم لمكافحة الأدغال رفيعة وعريضة الأوراق في حقول محاصيل كثيرة منها القطن والشوفان والقمح والشعير والذرة الصفراء والبيضاء والبرسيم الحجازي وقصب السكر وبساتين أشجار الفاكهة ، ويتم استخدامه قبل الزراعة وبعد حراثة الأرض للقضاء على بذور الأدغال ، كما لا ينصح باستخدامه في البساتين التي لم يمضي على زراعتها بأشجار الفاكهة أو العنب 3 سنوات ، وكذلك لا ينصح باستخدامه في التربة الرملية أو على المسطحات الخضراء أو في الحدائق المنزلية ، ويجب عدم زراعة أي محصول حساس خلال سنة من المعاملة ، يباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها Diater و Karmex و Kichlorfenidim. اسمه وتركيبه الكيميائي :



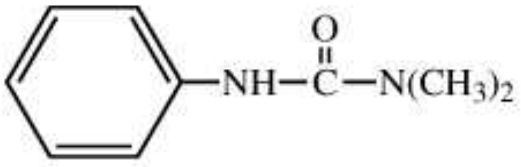
N ' -(3,4-dichlorophenyl)-N,N-dimethylurea

2- **فلوميتيورن Fluometuron :** تم إنتاجه عام 1960 واستخدم لمكافحة الأدغال في حقول القطن وقصب السكر فيما يعد البنجر السكري والقرعيات والباذنجان واللهانة من المحاصيل الحساسة لهذا المبيد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1,1-dimethyl-3-(a,a,a -trifluoro-m-tolyl)urea

3- **فنيورون Fenuron :** ويسمى أيضاً Dybar. وهو أكثر مبيدات هذه المجموعة ذوباناً في الماء، سريع الغسل من التربة ويصل إلى أعماق كبيرة في التربة لذلك فهو يستخدم لمكافحة الأدغال الخشبية، كذلك يراعى عند استخدام هذا المبيد التقيد بالجرعات الموصى بها خوفاً من تأثيره على الأشجار والشجيرات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



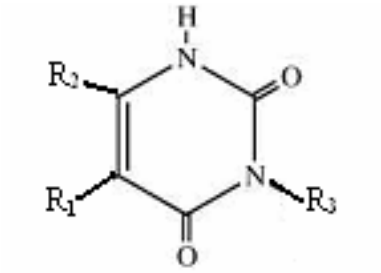
3-phenyl-1,1-dimethylurea

آلية التأثير السام لمشتقات اليوريا Mechanism of Toxic Action of Urea Derivatives

تحدث مشتقات اليوريا تأثيرها السام في النبات من خلال تأثيرها على عملية التركيب الضوئي وذلك عن طريق التداخل مع تفاعل Hill مما يتسبب في منع تحرر الأوكسجين من الماء بما يؤدي إلى منع تكوين NADPH و ATP الضروريين لعملية تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون في صناعة السكريات.

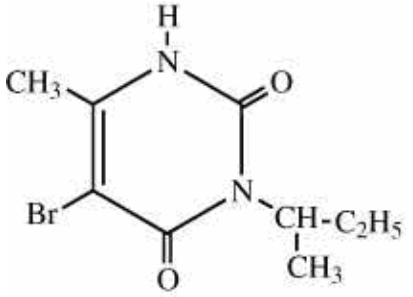
ثالثاً : مجموعة اليوراسيل Uracil Group

وتضم عدد من المبيدات الفعالة في مكافحة الأدغال وتركيبها العام :



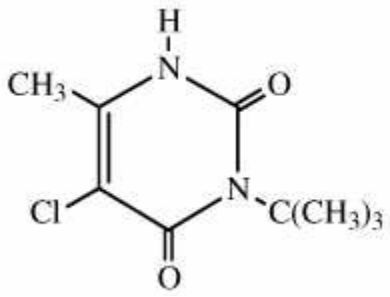
جميع مبيدات هذه المجموعة تستخدم قبل الإنبات وتحتاج إلى المطر أو الري بعد المعاملة وذلك لحملها إلى الطبقة التي توجد فيها جذور بادرات الأدغال النامية . ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- **بروماسيل Bromacil** : ظهر هذا المبيد عام 1963 تحت أسماء تجارية منها Hyvar-x و Urox B واستخدم في الأراضي غير المزروعة لمكافحة مدى واسع من الأدغال المعمرة والحولية وبعض الأنواع المتخشبة ، كما يستخدم كمبيد انتقائي لمكافحة الأدغال الحولية والمعمرة في بساتين البرتقال والليمون والأناناس وأظهر كفاءة في مكافحة الثيل والسعد والحليان والمديد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



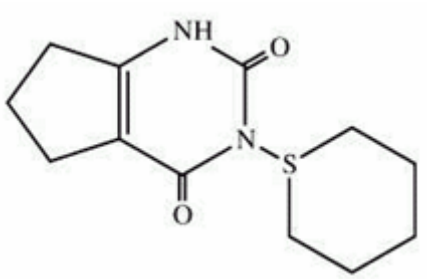
5-bromo-3-sec-butyl-6-methyluracil

2- **تبرباسيل Terbacil** : استخدم هذا المبيد لمكافحة الأدغال في حقول قصب السكر والتفاح والحمضيات والشليك. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-tert-Butyl-5-chloro-6-methyluracil

3- **لبناسيل Lenacil** : استخدم هذا المبيد لمكافحة أدغال الشليك والشوندر وبعض نباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



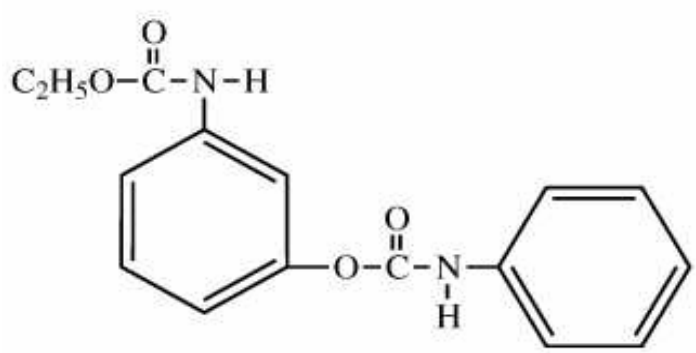
3-cyclohexyl-5,6-trimethyleneuracil

إضافة لما سبق فإن هناك العديد من مبيدات الأدغال التي تنتمي لمجاميع كيميائية أخرى وتــؤثر على النباتات بتثبيطها لعملية التركيب الضوئي بشكل أساسي علماً بان المبيدات الأخرى التابعة لنفس المجموعة تعمل باليات مختلفة ومن هذه المجاميع ما يلي :

أولاً : مجموعة فينايل كارباميت Phenylcarbamate

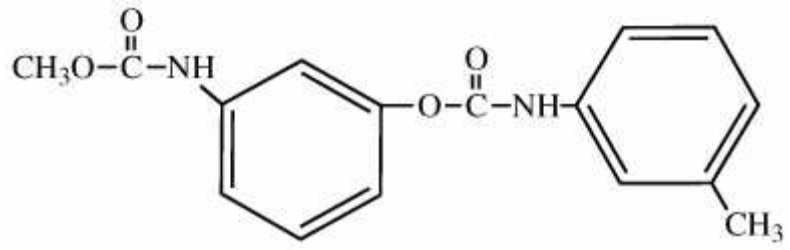
تضم هذه المجموعة عدداً من المبيدات التي تؤثر على الأدغال بآليات مختلفة إلا أن من أهمهــا المبيدان Desmedipham و Phenmedipham اللذان يستخدمان كمبيدات ورقية ترش بعد الإنبات وتقتل الأدغال عريضة الأوراق عن طريق تثبيطها لتفاعل Hill خلال عملية التركيب الضوئي.

1- ديسميدفام Desmedipham : مبيد منتخب يستخدم بعد الإنبات في حقول البنجر السكري وتم تسويقه عام 1970.



Ethyl [3-[[(phenylamino)carbonyl]oxy]phenyl]carbamate

2- فينميدفام Phenmedipham : تم إنتاج هذا المبيد عام 1968 وهو مبيد منتخب يستخدم بعد الإنبات في حقول البنجر السكري والسبانخ وزهرة الشمس لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق ، كمــا يستخدم لمكافحة الأدغال النجيلية. اسمه وتركيبه الكيميائي :

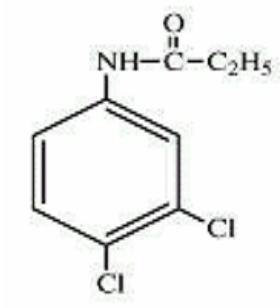


Methyl 3-(3-methylcarbaniloyloxy) carbanilate;

3-methoxycarbonylaminophenyl 3 ' -methylcarbanilate

ثانياً : مجموعة انيليد Anilide

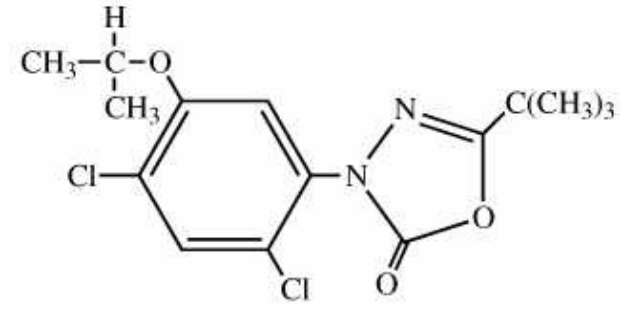
من المبيدات المهمة التابعة لهذه المجموعة المبيد Propanil والذي يباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها Stam وقد اثبت هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة الأدغال عريضة ورفيعة الأوراق في حقول الرز إلا أن القطن والذرة والطماطة وفول الصويا والعصفر والخضروات تعتبر من المحاصيل الحساسة لهذا المبيد. ولا يقبل الخلط مع المبيدات والأسمدة السائلة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-(3,4-dichlorophenyl) propanamide

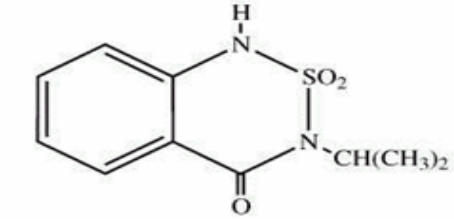
ثالثاً : مجموعة اوكسادايازول Oxadiazole : وتضم :

1- **اوكسادايازون Oxadiazon :** مبيد منتخب يستعمل قبل وبعد الإنبات لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق وله قدرة انتخابية جيدة في حقول الرز والقطن وفول الصويا وزهرة الشمس وقصب السكر والبصل وبساتين الفاكهة ، يرش على سطح التربة كما انه يستخدم أيضا بعد ظهور بادرات الأدغال. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-tert-butyl-4-(2,4-dichloro-5-isopropoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazoline-5-one

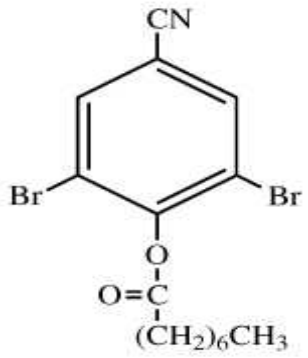
2- **بنتازون Bentazon :** مبيد أدغال منتخب تم تسويقه عام 1970 ويستخدم بعد الإنبات لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق والسعد في معظم محاصيل الحبوب والبقوليات. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-isopropyl-1H-2,1,3-benzothiadiazin-4(3H)-one 2,2-dioxide

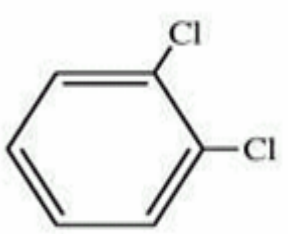
رابعاً : مجموعة بينزونايتريل Benzonitrile : وتضم المبيدات الآتية :

1- **بروموكسينيل Bromoxynil :** ظهر هذا المبيد عام 1963 ويستخدم بعد الإنبات لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول النجيليات ، كما يستخدم في حقول البصل والثوم والكتان والنعناع. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Phenol: 3,5-dibromo-4-hydroxybenzonitrile; Octanoate: 2,6-dibromo-4-cyanophenyl octanoate

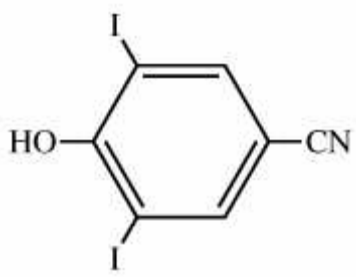
2- دايكلوروبينيل Dichlorobenil : وهو من المبيدات المتخصصة التي تؤثر بالملامسة. اسـمه وتركيبه الكيميائي :



1,2-dichlorobenzene; O-dichlorobenzene

وقد أظهر نجاحاً في مكافحة الأدغال التي أظهرت تحملاً لمركبات الفينوكسي كما يستخدم أيضاً لمكافحة الأدغال المائية ونباتات الأدغال الحولية في البساتين.

3- ايوكسينيل Ioxynil : يباع تجارياً تحت أسماء مختلفة مثـل Actril و Bantrol و Certol و Iotox و Totril و Mate. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-hydroxy-3,5-diodobenzonitrile

خامساً : مجموعة بايبريدينيم Bipyridinium

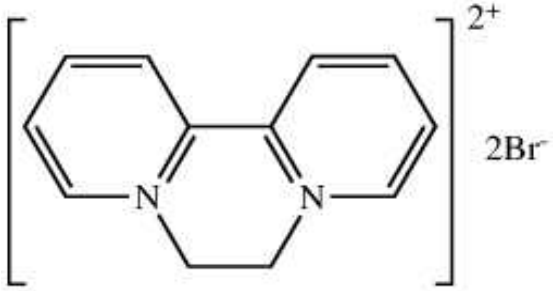
تضم هذه المجموعة المبيدات Diquat و Paraquat واللذان يمتازان بأنهما :

- مبيدات عامة ذات فاعلية سريعة.
- تعمل بالملامسة.
- ليس لها متبقيات في التربة.
- يصعب غسلها بماء المطر بعد 10 دقائق من الرش في معظم الحالات.
- يمكن استخدامها كمجففات للمجموع الخضري أثناء الحصاد مثل البطاطا.

- تمنع الحركة الطبيعية للالكترونات وخاصة في النظام الضوئي حيث تمتصها وتكون ما يسمى الجذور الحرة ذات السمية العالية في الأنسجة الحية.
- تحتاج إلى ضوء لإظهار فاعليتها حيث توقف عملية التركيب الضوئي إضافة إلى أنها تؤدي إلى تكوين بيروكسيدات الهيدروجين بشكل كبير مما ينتج عدة تفاعلات أكسدة وخاصة على الأغشية مما يزيد من نفاذيتها بحيث تنساب الخلية إلى خارجها.

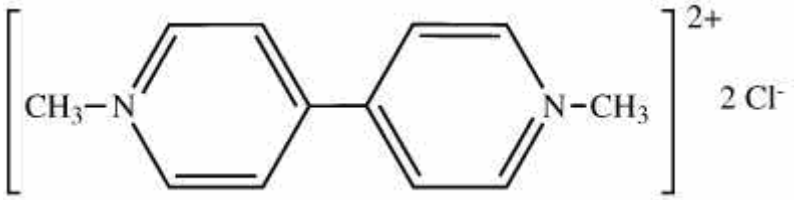
1- دايكوات Diquat : يباع تحت أسماء تجارية مختلفة منها Actor و Dextron و Reglox و Priglone و Weed Trine II وغيرها. وهو مبيد غير متخصص يؤثر بالملامسة ويستخدم لمكافحة الأدغال قبل زراعة المحصول أو مكافحتها بين الأشجار كما تستخدم لتجفيف الجزء الخضري لنبات البطاطا لتسهيل عملية الجني.

المادة الفعالة للمبيد عبارة عن بلورات بيضاء درجة انصهارها 335-340°م وتذوب بشكل جيد بالماء. المادة التجارية تباع بشكل محلول مائي Aqueous Solution 20% مادة فعالة. ويمتاز هذا المبيد بسرعة تأثيره على النباتات حيث يؤدي إلى تساقط الأوراق وبوجود الرطوبة العالية قد ينتقل خلال أنسجة الخشب إلى بقية الأجزاء الخضرية ويعمل على قتلها. اسمه وتركيبه الكيميائي:



1,1¢-ethylene-2,2¢-bipyridylium ion 6,7-dihydrodipyrido-(1,2-a:2¢,1¢-c)pyrazinediium ion (Chem Abs usage) formulated as dibromide monohydrate salt

2- **باراكوات Paraquat :** يسمى أيضاً Gramaxon و Orthoparaquat و Herbixon وهو مستحضر لأملاح الكلور الثنائية ويستخدم كمبيد يؤثر بالملامسة وهو مبيد أدغال غير متخصص في مكافحة الأدغال في المناطق غير المزروعة وقاتل للنموات الخضرية. في العراق استخدم بنجاح لمكافحة الأدغال في حقول البطاطا قبل ظهور بادرات البطاطا. اسمه وتركيبه الكيميائي:



1,1 -dimethyl-4,4 -bipyridinium dichloride

مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الكلوروفيل والكاروتين

Chlorophyll & Carotene Inhibitors Herbicides

تعد مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الكلوروفيل والكاروتين من مبيدات الأدغال التي لم تستخدم على نطاق واسع في العراق وذلك بالرغم من امتلاكها للعديد من المميزات الجيدة وكما يلي :

1- معظمها قليل الذوبان في الماء وإنها تدمص بقوة على حبيبات التربة الغروية وبذلك تقاوم الغسل من التربة.

2- مدة بقاء متبقياتها في التربة قصيرة وتتراوح ما بين 1-3 أشهر.

3- يمكن استخدامها عموماً قبل أو بعد الإنبات لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق.

4- تحتاج إلى الضوء لإظهار فاعليتها.

5- تتلخص أعراض التسمم بها بظهور بقع ذات لون اصفر مائل إلى اللون الأبيض الذي يتحول إلى البني يعقبه موت الأنسجة المتضررة في أوراق البادرات بعد إنباتها وذلك لعدم تخليق صبغة الكلوروفيل.

6- المبيدات حساسة للتحلل بواسطة الضوء.

7- تحتاج المبيدات إلى هطول مطر غزير بعد استخدامها على التربة قبل الإنبات لخلطها في الطبقة السطحية للتربة.

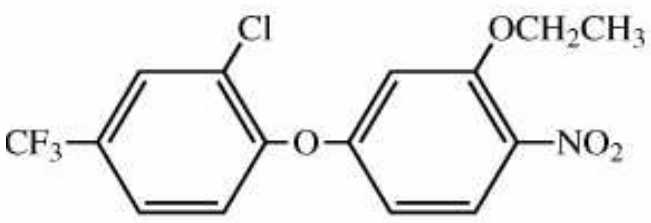
8- في حالة استخدامها بعد الإنبات تكون فاعليتها باللمس.

9- تعتمد انتخابيتها على سرعة تحللها إلى مواد غير سامة، إضافة إلى الاختلاف في معدل امتصاصها.

وتضم هذه المجموعة المبيدات التي تعود للمجاميع الآتية :

أولاً : مجموعة دايفينايل ايثر Diphenylether : وتضم المبيدات الآتية :

1- اوكسي فلورفن Oxyfluorfen : عرف هذا المبيد تجارياً في العراق باسم Goal وتم تسويقه لأول مرة عام 1974 مبيد منتخب يستخدم قبل أو بعد الإنبات لمكافحة الأدغال الحولية في حقول القطن وفول الصويا والبصل وبساتين ذات النواة الحجرية والحمضيات والعنب التي مضى على زراعتها ثلاث سنوات برش المبيد قبل ظهور بادرات المحصول. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl-benzene)

هناك مبيدات أخرى تنتمي لنفس المجموعة ولها نفس صفات وطريقة عمل المبيد الأول وهي:

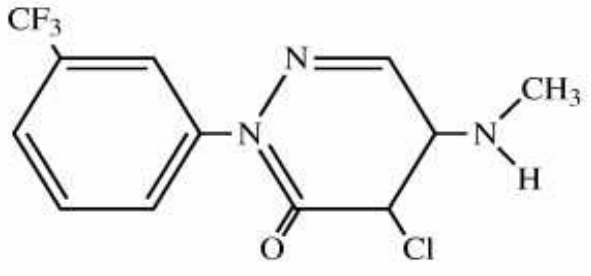
2- اسيفلورفن Aciflurofen.

3- كلورميثوكسيفن Chlormethoxyfen.

4- نيتروفين Nitrofen.

ثانياً : مجموعة بايريدازينون Pyridazinone

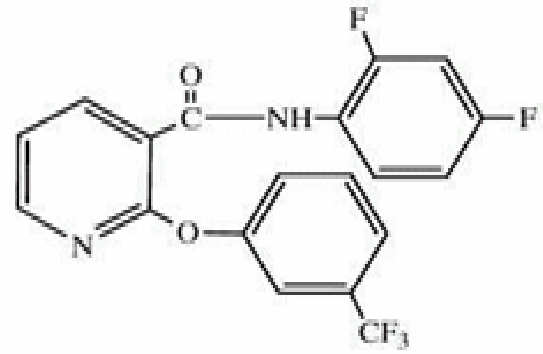
ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة مبيد Norflurazon الذي استخدم لمكافحة الأدغال النجيلية مثل السعد في بساتين أشجار الفاكهة أثناء طور السكون وفي حقول القطن وفول الصويا والمناطق غير المزروعة قبل إنبات الأدغال. اسمه وتركيبه الكيميائي :



4-chloro-5-methylamino-2(α,α,α-trifluro -m-tolyl) pyridazin-3(2H)-one

ثالثاً : مجموعة انيليد Anilide

ويمثلها المبيد Diflufenican وهو مبيد منتخب يستخدم قبل أو بعد إنبات الأدغال عريضة الأوراق في حقول الحنطة. اسمه وتركيبه الكيميائي :

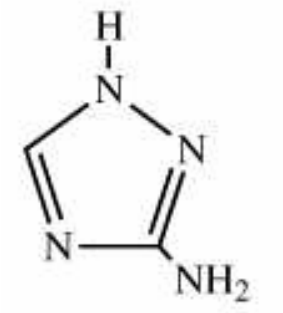


2,4-difluoro-2-(a,a,a -trifluoro- m -tolyloxy) nicotinanilide

هناك مبيدات أخرى تنتمي لهذه المجموعة وهي Difenziquat و Fluroxipyr-M و Methazole و Pyrazon.

رابعاً : مجموعة ترايازول Triazole

ويمثلها المبيد Amitrol الذي تم تسويقه عام 1963 وهو مبيد عام يستخدم لمكافحة الغطاء النباتي في المناطق غير المزروعة ويمكن خلطه مع المبيدات التابعة لمجموعة اليوريا. اسمه وتركيبه الكيميائي :



1,2,4-triazol-3-ylamine (IUPAC); 1H-1,2,4-triazol-3-amine

آلية التأثير السام لمبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الكلوروفيل والكاروتين

Mechanism of Toxic Action of Chlorophyll & Carotene Inhibitors

يعد تخليق الكلوروفيل من أهم عوامل تطور أغشية Thylakoids الفعالة في حصاد الطاقة الضوئية وتعتبر صبغة الكاروتين مواد واقية للكلوروفيل من فعل جزئ الأوكسجين المتشكل على هيئة حالة متفردة ضارة ، كما إنها تعمل على امتصاص طاقة التهيج الزائدة الموجودة في جزئ الكلوروفيل عندما يتحول إلى حالة ثلاثية Triplet Chlorophyll وخاصة في ظروف الشمس الساطعة ، وكقاعدة عامة فان المبيدات التي تمنع تكوين الصبغات تسبب ظهور الابيضاض. إن المبيدات التابعة لمجموعة Diphenylethers تثبط تخليق الكلوروفيل بتفاعلها مع إنزيم Protoporphyrinogenase وإنزيم α-aminolevulinic acid dehydrogenase وإنزيمات أخرى في مسار تكوين الكلوروفيل مما يؤدي إلى تراكم مركب Tetrapyrrole الذي لا يستطيع تمرير الطاقة الضوئية إلى مراكز التفاعل في الأنظمة الضوئية مما يؤدي إلى إنتاج الحالة المنفردة للأوكسجين الذي يتفاعل مع محتويات الخلية من دهون وبروتينات وأحماض نووية مسبباً بذلك خلل في تركيب الأغشية واختفاء اللون الأخضر وابيضاض الورقة ويعتبر الكلوروفيل ومركب Tetrapyrrole مجسات ضوئية ، ولكن طاقة التهيج تتلاشى من جزيء الكلوروفيل عبر مسار انسياب الالكترونات . تثبط بعض المبيدات مثل Norflurzon و Diflufenican تكوين صبغة الكاروتين بمنع تفاعلات إنزيم Desaturase ، كما يغلق المبيد Amitrol إحدى الخطوات غير المعروفة تماماً في مسار تخليق الصبغة المذكورة وفي غياب هذه الصبغة يبقي جزيء الكلوروفيل مهيجاً ويتحول إلى حالة ثلاثية ، ويتراكم الأوكسجين في الحالة المنفردة مما يؤدي إلى أكسدة تحطم جزيء الكلوروفيل وتظهر الأعراض بشكل واضح في الأنسجة حديثة التطور.

مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الدهون

Inhibitors of Fatty Acid Synthesis Herbicides

نالت العديد من مبيدات هذه المجموعة شهرة جيدة في العراق وذلك لما أظهرته من كفاءة في مكافحة العديد من الأدغال. وتضم هذه المبيدات المجاميع الآتية :

أولاً : مجموعة سايكلوهيكسادايون Cyclohexadiones وتسمى Dims.

ثانياً : مجموعة اريل اوكسي فينول الكانويك Aryloxyphenolyalkanoic وتسمى Fops.

ثالثاً : مجموعة ثايوكارباميت Thiocarbamate.

وفيما يلي استعراض لأهم المبيدات التي تنتمي لهذا المجاميع :

أولاً : مجموعة سايكلوهيكسادايون Cyclohexadiones

ومن مميزات هذه المجموعة :

1- تستخدم بعد الإنبات وتعرف باسم Dims لأن الاسم الشائع للمبيدات التابعة لها تنتهي بالمقطع Dim.

2- متخصصة لمكافحة الأدغال النجيلية الحولية والمعمرة في معظم المحاصيل عريضة الأوراق وبعض المحاصيل النجيلية.

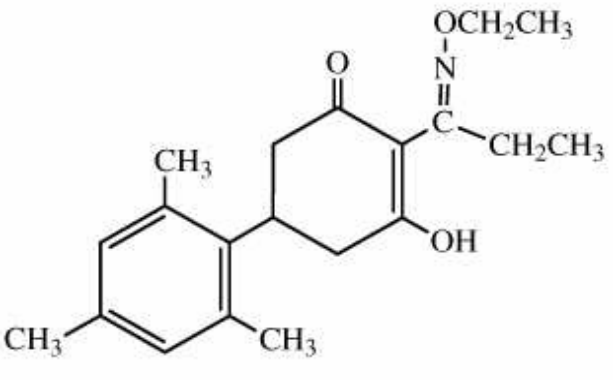
3- تمتص بواسطة الأوراق بسرعة ولا يؤثر هطول المطر بعد ساعة من الاستخدام على فاعليتها.

4- متبقياتها لا تدوم طويلاً في التربة.

5- تفقد مبيدات هذه المجموعة فاعليتها إذا خلطت مع المبيدات من مجموعة فينوكسي ومبيدات ذات الأثر شبه الهرموني.

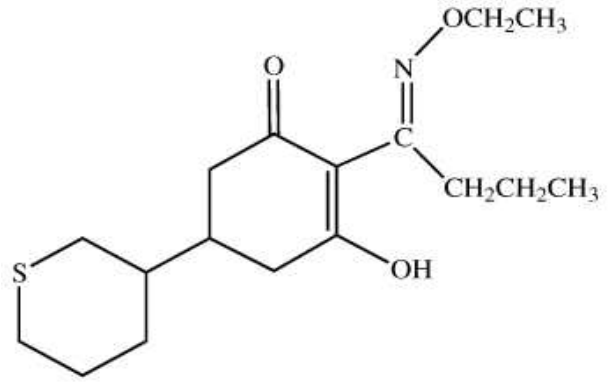
ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- ترالكواكسيديم Tralkoxydim : عرف في العراق تجارياً باسم Grasp وهو مبيد متخصص لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق بعد إنباتها في حقول الحنطة والشعير ولا ينصح برشه إذا كان سطح التربة رطباً جداً أو عندما تكون التربة جافة أو تكون نباتات المحصول ذابلة أو عندما تكون درجة الحرارة اقل من 5°م ويجب تجنب خلطه مع المبيدات التابعة لمجموعة الفينوكسي أو لمجموعة Sulfonylureas. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-[1-(ethoxyimino)propyl]-3-hydroxy-5-(2,4,6-trimethylphenyl)-2-cyclohexen-1-one

2- سايكلواكسيديم Cycloxydim : سوق هذا المبيد عام 1984 وعرف تجارياً في العراق باسم Focus ultra لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق بعد الإنبات وخاصة الأدغال المعمرة رفيعة الأوراق مثل السفرندة والثيل ما عدا السعد في محصول القطن والجت والفاصوليا والكرفس والحمضيات والفستق والبطاطا وفول الصويا. وهو غير فعال في مكافحة الأدغال عريضة الأوراق والسعد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



2-[1-(ethoxyimino)butyl]-3-hydroxy-5-(tetrahydro-2H-thiopyran-3-yl)-2-cyclohexen-1-one

ثانياً : مجموعة اريل اوكسي فينول الكانويك Aryloxyphenolyalkanoic

من مميزات هذه المجموعة :

1- تعرف هذه المجموعة باسم Fops وذلك لأن الاسم الشائع للمبيدات التابعة لها تنتهي بالمقطع Fop.

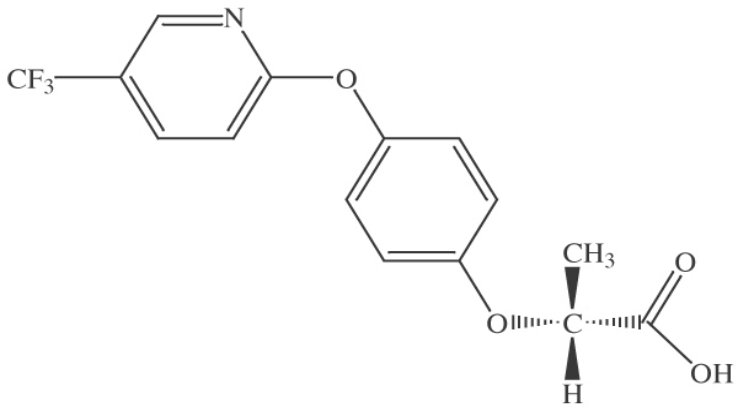
2- تشبه في عملها المبيدات التابعة لمجموعة Dims من حيث مكافحتها للأعشاب النجيلية في حقول معظم المحاصيل عريضة الأوراق وبعضها يكافح النجيليات في حقول المحاصيل النجيلية كالقمح والشعير.

3- تثبط مبيدات هذه المجموعة إنزيم Acetyl Co-A Carboxylase وبالتالي يثبط تخليق الدهون مما يؤدي إلى فقدان الأغشية الخلوية حالتها الطبيعية وخاصة في مناطق القمم النامية ومناطق النمو النشط في النباتات الحساسة.

4- تتشابه المشاكل الخاصة بمبيدات هذه المجموعة مع مبيدات المجموعة السابقة Dims من حيث فاعليتها إذا خلطت في محلول الرش مع المبيدات ذات الأثر شبه الهرموني .

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

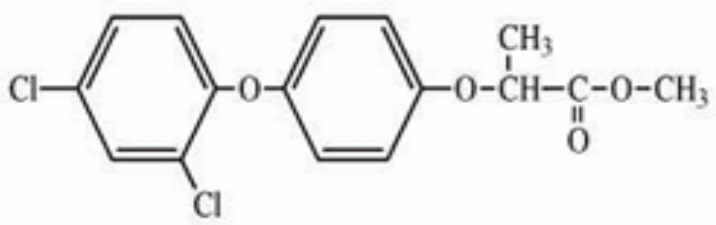
1- مبيد فلوزا يفوب بيوتايل Fluazifop -P- butyl : أنتج هذا المبيد عام 1980 وهو مبيد أدغال جهازي متخصص لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق الحولية والمعمرة بعد إنباتها في المحاصيل عريضة الأوراق، عرف في العراق باسم Fusilade و Fusilate fort او Fusilade super ، هذا المبيد لا يستخدم إذا كان سقوط المطر متوقعاً خلال ساعة ، كما انه لا يخلط مع مبيدات أخرى. اسمه وتركيبه الكيميائي :



butyl (RS)-2-[4-[[5-(trifluoromethyl)-2-pyridinyl]oxy] phenoxy]propanoate

هناك مبيد آخر ينتمي لنفس المجموعة وهو قريب الشبه في التركيب والاستخدام للمبيد السابق هو Haloxyfop-methyl ويعرف في العراق بالاسم التجاري Gallant super.

2- المبيد دايكلوفوب – ميثايل Diclofop – methyl : سوق هذا المبيد في العراق تحت العديد من الأسماء التجارية منها Dioson و Illoxan و Lodixan و Nugrass و Yamaxan وهو مبيد أدغال متخصص لمكافحة الأدغال النجيلية الحولية بعد الإنبات في حقول الحنطة والعدس والبازلاء والكتان وفول الصويا. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Methyl (RS)-2-[4-(2,4-dichlorophenoxy) phenoxy]propionate

ثالثاً : مجموعة ثايوكارباميت Thiocarbamate

وتضم العديد من مبيدات الأدغال وتمتاز هذه المجموعة بالمميزات الآتية :

1- تستخدم كمبيدات تضاف للتربة لمكافحة الأدغال قبل الإنبات.

2- لها ضغط بخاري عالي وبذلك فهي مبيدات متطايرة يجب مزجها في التربة مباشرة بعد الاستخدام لمنع تبخرها.

3- تستخدم لمكافحة الأدغال النجيلية الحولية وبعض الأدغال عريضة الأوراق وتثبط نمو بعض الأدغال النجيلية المعمرة.

4- تمنع نمو القمم النامية والمرستيمية ولذلك تظهر أوراق البادرات النامية حديثاً ملتوية ومتقزمة ولونها اخضر داكن مما يدل على نقص في محتوى الكيوتكل من الشمع وبذلك تثبط نمو المجموع الخضري.

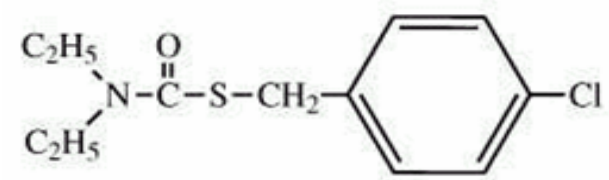
5- لا تنمو بادرات الأدغال عريضة الأوراق الحساسة لهذه المبيدات ويتوقف نموها.

6- تمتص عن طريق المجموع الخضري في اغلب الأحيان.

7- تتحطم بسرعة في النباتات.

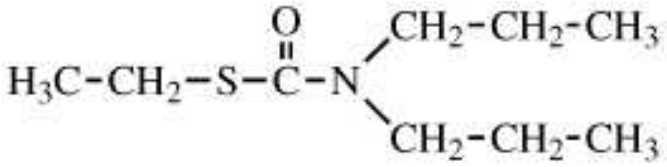
ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- ثايوبنكارب Thiobencarb : تم تسويقه عام 1965 ويباع عادة مخلوطاً مع المبيد Propanil ويستخدم لمكافحة الأدغال رفيعة وعريضة الأوراق في حقول الرز ، في العراق عرف تجارياً باسم Saturn. اسمه وتركيبه الكيميائي :



S-4-chlorobenzyl diethylthiocarbamate

2- ايبتام Eptam : سوق هذا المبيد عام 1959 كمبيد أدغال متخصص لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق كالشوفان والحنيطة والرويطه في حقول البرسيم والذرة والفاصوليا والكتان والبطاطا، كما يكافح أدغال عديدة مثل السعد والحليان وكذلك بعض الأدغال عريضة الأوراق مثل عرف الديك وعنيب الذيب. اسمه وتركيبه الكيميائي :



S-ethyl dipropylthiocarbamate

آلية التأثير السام لمبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الدهون

Mechanism of Toxic Action of Fatty Acids Synthesis Inhibitors

أظهرت الدراسات أن مبيدات الأدغال التابعة لمجاميع Dims و Fops تثبط عمل إنزيم Acetyl Coenzyme A Carboxylase الذي يتحكم في أول تفاعل في مسار تكوين الأحماض الدهنية التي تدخل في تكوين الدهون في الأغشية الخلوية ويعتقد أن مبيدات الأدغال التابعة لمجموعة Thiocarbamate تعطل تكوين الأحماض الدهنية ذات السلاسل الطويلة جداً والتي تدخل في تكوين الشموع الموجودة في طبقة الكيوتكل ويؤدي تعطيل تكوين الأحماض الدهنية إلى إحداث خلل سريع في وظيفة الغشاء الخلوي والذي يترتب عليه وقف انقسام الخلية وظهور بقع ميتة داخل الأنسجة المرستيمية. تؤدي الجرعات القاتلة إلى تكوين أوراق ذات سطوح مغطاة بكيوتكل يحتوي على دهون قليلة مما يزيد من تأثر هذه الأوراق بمبيدات الآفات والممرضات النباتية ، تؤثر المبيدات Dims و Fops في الأنواع النجيلية فقط والتي تكون فيها مراكز ارتباط المبيد بالإنزيم المذكور حساسة لهذه المبيدات على عكس الأدغال عريضة الأوراق التي لا تتأثر بمثل هذه المبيدات.

مبيدات الأدغال المثبطة لعملية الانقسام الخلوي Inhibitors of Mitotic Herbicides

إن مجاميع عديدة من المركبات الكيميائية يمكن أن تؤثر على عملية الانقسام الخلوي ومن أهم مجاميع هذه المركبات ما يأتي :

أولاً : مجموعة كلورواسيتامايد Chloroacetamide

وتمتاز المبيدات التابعة لهذه المجموعة بما يلي :

1- تستخدم على سطح التربة وتحتاج إلى تنشيط فاعليتها بخلطها آلياً أو بالري السطحي.

2- تكافح الأدغال النجيلية الحولية والمعمرة في حقول الذرة وفول الصويا والقطن والرز والتبغ.

3- لا تدوم فاعلية متبقياتها في التربة لفترة طويلة.

4- تمتص من خلال المجموع الجذري والمجموع الخضري للبادرات بعد إنبات البذور.

5- يعتمد تخصصها على مدى تداخلها في التفاعلات الحيوية في مواقع التأثير.

6- توقف نشاط النمو المرستيمي في قمم الجذور والسيقان في الأدغال الحساسة ويمنع خروج الورقة من غمدها في الأدغال النجيلية .

7- تعتبر مبيدات جيدة لتثبيط نمو السعد.

تضم هذه المجموعة مبيدات عديدة منها :

1- اسيتوكلور Acetochlor : تم تسويقه عام 1980 وهو مبيد أدغال يستخدم قبل الزراعة مخلوطاً في التربة أو قبل الإنبات لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق الحولية وبعض الأدغال عريضة الأوراق والسعد في حقول الذرة والقطن والبطاطا وهو مبيد جهازي. اسمه وتركيبه الكيميائي :

2-chloro-N-ethoxymethyl-6 ' -ethylacet-o-toluidide

مبيدات أخرى تنتمي لهذه المجموعة منها :

2- مبيد الاكلور Alachlor.

3- مبيد ميتولكلور Metolachlor.

ثانياً : مجموعة الامايد Amides

وتمتاز مبيدات هذه المجموعة بأنها :

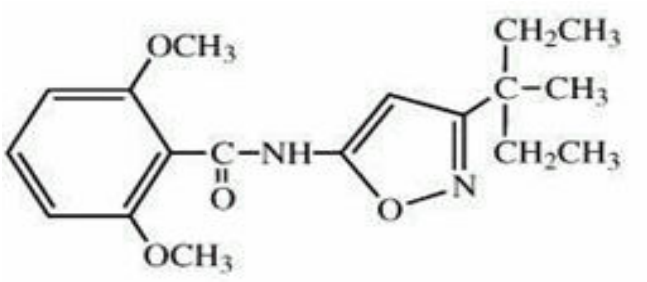
1- تستخدم قبل الإنبات وبعضها بعد الإنبات.

2- فعالة في مكافحة الأدغال النجيلية وبعض الأعشاب عريضة الأوراق.

3- تمتص عن طريق الجذور أو السيقان وتمنع استطالة الخلايا في البادرات النامية.

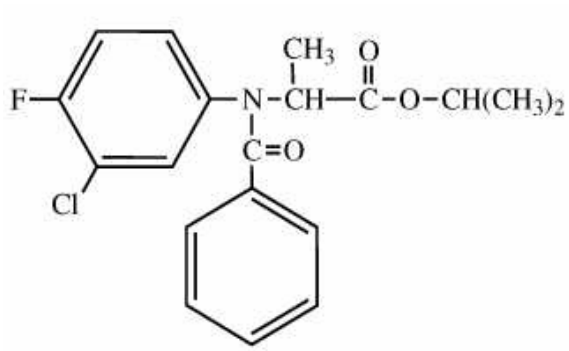
ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- ايزوكسابين Isoxaben : تم إنتاجه وتسويقه عام 1982 ، وهو مبيد متخصص يستخدم قبل الزراعة أو قبل الإنبات لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول القمح والشعير والذرة والقطن وزهرة الشمس ويؤدي سقوط الأمطار بعد المعاملة إلى زيادة فاعلية المبيد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



N-[3-(1-ethyl-1-methylpropyl)-5-isoxazolyl]-2,6-dimethoxybenzamide

2- المبيد فلامبروب- م-ايزوبروبايل Flamprop-M-isopropyl : مبيد أدغـــال متخـــصص لمكافحة الشوفان البري في حقول الحنطة والشعير ويستخدم بعد الإنبات. في العراق عرف هذا المبيد باسم Suffix. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Isopropyl N-benzoyl-N-(3-chloro-4-fluoro-phenyl)-D-alaninate

مبيدات أخرى تنتمي لهذه المجموعة منها :

3- مبيد دايفينواميد Diphenamide

4- مبيد نابروباميد Napropamide

5- مبيد برونواميد Pronamide

ثالثاً : مجموعة داينتروانيلين Dinitroanilines

وتمتاز مركبات هذه المجموعة بما يأتي :

1- بعضها قليل الذوبان في الماء وذات ضغط بخاري عالي وحساسة لأشعة الشمس وتحتاج إلـــى خلط مباشر في التربة بعد الاستخدام لتقليل فقدان المبيد بعد الرش كما في حالة مبيد Treflan.

2- يتم امتصاصها عن طريق الجذور والسيقان وحركتها في داخل النبات محدود وليس لها فاعليـــة عن طريق الأوراق.

3- تمنع عملية انقسام الخلايا وخاصة في قمم الجذور النامية وقمم المجموع الخضري وتظهر قمـــم جذور البادرات المتأثرة منتفخة وعارية من الجذور العرضية.

4- تعتمد انتخابية المبيد على مكان وضعه في التربة بحيث تكافح الأدغال النامية على سطح التربة دون إحداث ضرر بالمحصول ذو الجذور العميقة.

5- تدوم متبقياتها في التربة فترة طويلة وتسبب مشاكل زراعية.

6- تكافح بادرات الأدغال النجيلية وبعض الأدغال من عريضة الأوراق في كثير من المحاصيل.

إن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- تريفلـــوراين Trifluralin : ويباع تجارياً تحت أسماء عديدة منها Crisalina و Digermin و Elancolan و Ipessan و Rival و Treflan وغيرها. ظهر هذا المبيد في عام 1960 وهو من

أول مركبات هذه المجموعة ويستخدم لمكافحة بذور الأدغال في حقول القطن حيث يمنع الأدغال من تكوين جذور جانبية أو ثانوية في حين يقاوم القطن هذا التأثير عن طريق إرسال جذور وتدية قوية ، كما اظهر فاعلية في التأثير على إنبات بذور الهالوك ويفضل استخدامه في الحقول التي ستزرع بمحاصيل فول الصويا وزهرة الشمس والفاصوليا والخروع والبازلاء ويمكن استخدام هذا المبيد بعد آخر عملية عزق عندما يكون المحصول في مرحلة 3–4 وريقات في حقول الرقي والبطيخ. اسمه وتركيبه الكيميائي :

Alpha , Alpha, Alpha -Trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine

2– بينديماثالين Pendimethalin : تم تسويقه عام 1972 وعرف في العراق تحت الاسم التجاري **Stomp** وهو مبيد متخصص لمكافحة الأدغال رفيعة الأوراق وبعض الأدغال من عريضة الأوراق في حقول القطن والذرة وفول الصويا والرز والبطاطا والطماطة والفجل وغيرها ويتم امتصاصه عن طريق الجذور ويمنع انقسام الخلايا واستطالتها. اسمه وتركيبه الكيميائي :

N-(1-ethylpropyl)-3,4-dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine

رابعاً : مجموعة الكارباميت Carbamates

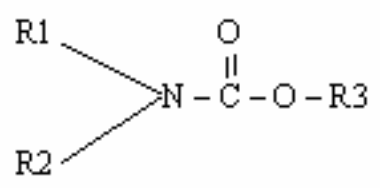
وهي عبارة عن مشتقات لحامض الكاربامیك. ظهرت مبيدات هذه المجموعة في عام 1945 ومن أهم مميزاتها :

1– قصر فترة متبقياتها في التربة وذلك لسهولة تطايرها وسرعة تحللها.
2– انخفاض سميتها للبائن.
3– تستخدم لمكافحة الأدغال قبل الزراعة أو تستخدم في معاملة التربة قبل ظهور البادرات.
4– مبيدات جهازية متخصصة لمكافحة الأدغال النجيلية.

إن معظم مبيدات الكارباميت تقع في إحدى مجموعتين :

المجموعة الأولى : فينايل كارباميت Phenyl Carbamate

وهي استرات لحامض الكاربامیك وتركيبها العام :



حيث أن :

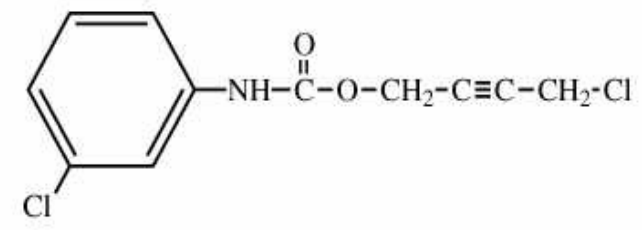
R1 = Amino hydrogen

R2 = Phenyl مجموعة

R3 = Alkyl or alkyl + aryl مجموعة

وتحوي هذه المجموعة تسعة مبيدات منها Asulant و Carbetamide و Desmedipham و Phenmedipham إلا أن من أهم هذه المبيدات والتي نالت شهرة هي:

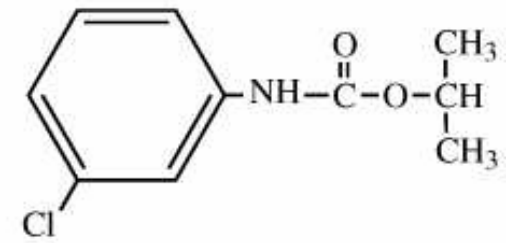
1- باربان Barban : ويباع تجارياً تحت أسماء مختلفة منها Barbamate و Carbyne و Chlorinate و Neobyne و Wypout.



4-chloro-2-butynyl m-chlorocarbanilate

وهو من المبيدات المتخصصة حيث يستخدم لمكافحة الشوفان البري في حقول الحنطة والشعير وتبدأ المكافحة عندما يكون في الشوفان 1-2 ورقة.

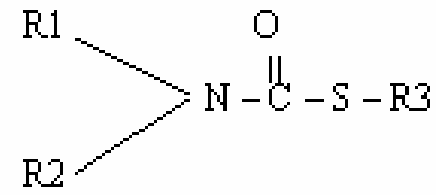
2- كلوربروفام Chlorpropham : ويستخدم لمكافحة الأدغال النجيلية في حقول المحاصيل عريضة الأوراق كالبقوليات وعباد الشمس ، اللهانة والفجل والبنجر السكري. ويمتاز هذا المبيد ببقائه لفترة طويلة في التربة وشديد التأثير في التراكيز المنخفضة. اسمه وتركيبه الكيميائي :



isopropyl 3-chlorophenylcarbamate; Isopropyl 3-chlorocarbanilate

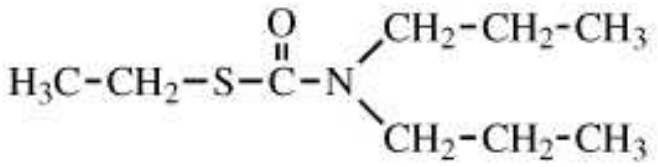
المجموعة الثانية : ثايوكارباميت Thiocarbamate

وهي المركبات الحاوية على الكبريت بدلاً من مجموعة **Hydroxyl-oxygen** لحامض الكاربامیك وبذلك يصبح تركيبها العام :



وجميع المبيدات التابعة لهذه المجموعة تحوي على مجموعة Alkyl بدلاً من R1 وR2 و R3. وتضم هذه المجموعة عشرة مبيدات منها Benthiocarb و Butylate و Cycloate و Ethiolate إلا أن من أهم المبيدات التي استخدمت بشكل واسع في مكافحة الأدغال ما يلي :

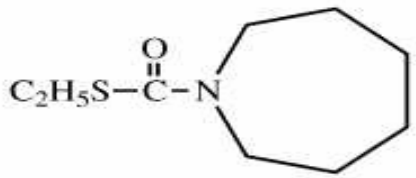
1- ايبتام Eptam : ويسمى بـ **(EPTC)** أيضاً. اسمه وتركيبه الكيميائي :



S- Ethyldipropylthiocarbamate

وهو مبيد جهازي متخصص يستخدم لمكافحة الأدغال النجيلية الحولية والمعمرة، ويضاف إلى التربة بعمق 3-7سم للحصول على نتائج جيدة.

2- مولينيت Molinate : ويباع أيضاً تحت اسم Ordam وقد اثبت هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة نبات الدنان في حقول الرز حيث تعامل به التربة أثناء تحضيرها ويضاف قبل الزراعة بـ 2-3 أيام.



S-ethyl hexahydro-1H-azepine-1-carbothioate(CAS)

آلية التأثير السام لمبيدات الأدغال المثبطة لعملية الانقسام الخلوي

Mechanism of Toxic Action of Mitotic Inhibitors

تعمل هذه المبيدات عن طريق تأثيرها على عملية تركيب القصيبات الدقيقة Microtubules وخاصة تلك التي تشكل الخيوط المغزلية التي تفصل منظومتي الكرموسومات حديثة التكوين عن بعضها ، تنتفخ قمم الجذور المعاملة بمبيدات هذه المجموعة نتيجة توقف الانقسام الخلوي فيها بسبب عدم تكون الخيوط المغزلية مما يؤدي إلى موت الخلايا النباتية.

مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية

Amino Acids Inhibitors Herbicides

إن بناء البروتين يعتمد على وجود الأحماض الامينية في الخلية وان تثبيط تكوين الأحماض الامينية الأساسية يقلل أو يمنع تكوين البروتين والإنزيمات وينعكس ذلك على الايض العام في الخلية وبالتالي يقل معدل النمو بشكل عام. وقد تم معرفة مبيدات الأدغال التي تؤثر على تخليق ثلاث مجاميع من الأحماض الامينية وهي :

أولاً : مبيدات مثبطة لتخليق الأحماض الامينية ذات الحلقة العطرية.

ثانياً : مبيدات مثبطة لتخليق الحامض الاميني كلوتامين.

ثالثاً : مبيدات مثبطة لتخليق الأحماض الامينية ذات السلاسل المتفرعة.

أولاً : مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية العطرية

Aromatic Amino Acids Inhibitors

من مميزات المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

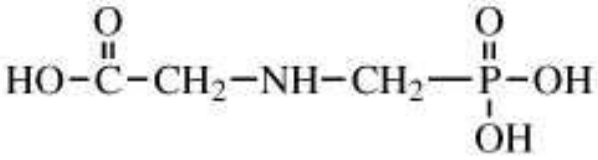
1- جميعها مبيدات ورقية غير انتقائية جهازية وتتحرك بسهولة في الأوعية الناقلة وخاصة اللحاء.

2- عديمة الفاعلية في التربة.

3- لا تظهر أعراض التسمم بها إلا بعد مرور فترة من الوقت.

4- لا تدوم متبقياتها طويلاً في التربة وتتحلل خلال أيام بعد المعاملة.

ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة هو مبيد كلايفوسيت Glyphosate الذي تم تسويقه عام 1972 في العراق. عرف هذا المبيد بالاسم التجاري Groundup إلا أن له العديد من الأسماء التجارية الأخرى مثل Control و Kalach و Roundup ultra و Touchdown و Weedmaster وغيرها. ويستخدم هذا المبيد في الأراضي المزروعة وغير المزروعة، كما يستخدم لمكافحة الأدغال المائية وهو فعال جداً لمكافحة الأدغال المعمرة ذات الجذور العميقة وكذلك الأدغال الرفيعة الحولية والمعمرة كالسعد والأدغال عريضة الأوراق الحولية والمعمرة ويرش بعد إنبات الأدغال. اسمه وتركيبه الكيميائي:



N – (phosphonomethyl) glycine

ثانياً : مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الحامض الاميني الكلوتامين

Glutamine Inhibitors

يعد الكلوتامين المركب الأساس الذي يعتمد عليه تثبيت النايتروجين في الأحماض الامينية من خلال التفاعلات التي يتحكم بها إنزيم Glutamate Synthstase على مواقع الإنزيم حيث يرتبط ارتباط غير عكسي بدلاً من الحامض المذكور، مما يؤدي إلى تراكم الامونيا وانخفاض مستوى حامض الكلوتامين وبعض الأحماض الامينية الأخرى في النبات ويرافق ذلك انخفاض سريع في تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون مما يعقبه اصفرار عام وجفاف للمجموع الخضري. وتمتاز المبيدات التابعة لهذه المجموعة بالمواصفات الآتية :

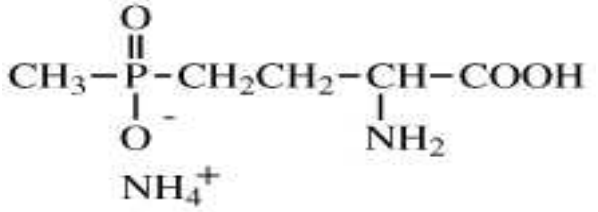
1- مبيدات ورقية غير منتخبة وتعمل أساسا باللمس ولها فاعلية جهازية محدودة.

2- تعتمد انتخابيتها على الاستخدام الموجه على الأعشاب المستهدفة.

3- لا تدوم متبقياتها طويلاً في التربة وليس لها فاعلية قبل الإنبات .

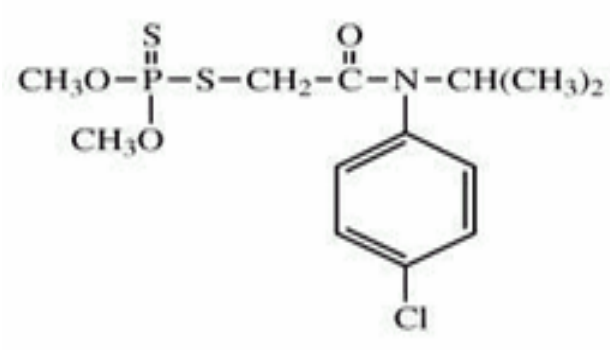
من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- كلوفوسينيت – امونيوم Glufosinate – ammonium : عرف هذا المبيد تجارياً باسم Basta ويستخدم لمكافحة الأدغال بشكل عام في البساتين والأراضي الزراعية وتقتل بالملامسة كما يستخدم كمجفف للمجموع الخضري للبطاطا قبل 1-2 أسبوع من الحصاد. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Ammonium 4-[hydroxy (methyl) phos-phinoyl]-DL-homoalanine

2- انيلوفوس Anilofos : تم تسويقه عام 1981 لمكافحة الأدغال في حقــول الأرز المزروعــة بالشتل. اسمه وتركيبه الكيميائي :



S(N-4-chloro-N-isopropylcarbamoylmethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate

ثالثاً : مبيدات الأدغال المثبطة لتخليق الأحماض الامينية ذات السلاسل المتفرعة

Branched Chain Amino Acids Synthtase Inhibitors

تعمل مبيدات هذه المجموعة على تثبيط عمــل إنــزيم Acetolacetate Synthysase وهــو الإنزيم المسؤول عن أول خطوة في مسارات تكوين الأحماض الامينية مثل Valine و Isoleucine و Leucine. هذه المبيدات تضم ثلاث مجاميع هي :

المجموعة الأولى : ايمادوزولينون Imidazolinone

تمتاز مبيدات هذه المجموعة بما يلي :

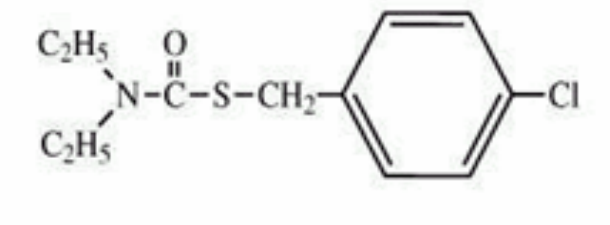
1- مبيدات عامة غير متخصصة.

2- تدوم متبقياتها في التربة لأكثر من سنة.

3- يستخدم بعضها بصفة انتخابية لمكافحة الأعشاب عريضة الأوراق في حقــول فــول الــصويا وقصب السكر والفاصوليا البزاليا.

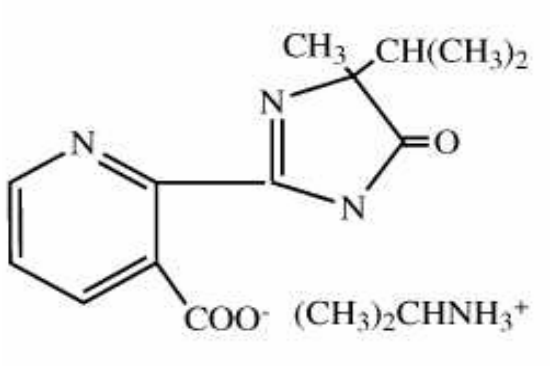
ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة :

1- ايمازاموكس Imazamox : استخدم في العراق تحت اسم Bolero و Raptor وذلك لمكافحة أدغال الحمص. اسمه وتركيبه الكيميائي :



S-4-chlorobenzyl diethylthiocarbamate

2- ايمازابير Imazapyer : عرف في العراق تجارياً باسم Arsenal واستخدم لمكافحة القــصب البري. اسمه وتركيبه الكيميائي :

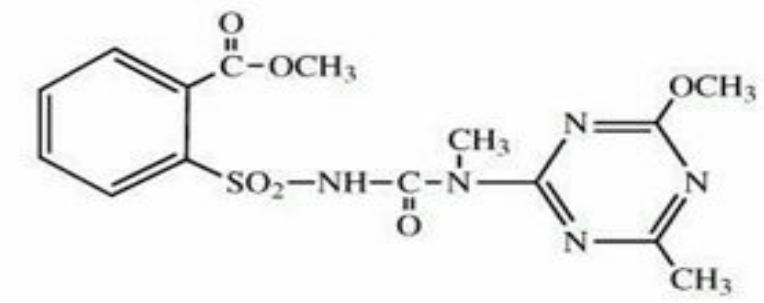


2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)nicotinic acid

المجموعة الثانية : سلفونيل يوريا Sulfonylurea

تم تطوير هذه المجموعة من المبيدات في الثمانينات والتسعينات وهي مبيدات فعالة في مكافحة الأدغال بتراكيز منخفضة جداً في حقول الحبوب والرز وفول الصويا والبنجر السكري والخردل والمناطق غير المزروعة وذلك تبعاً لتحمل المحصول لها. وتضم هذه المجموعة عدداً من المبيدات منها Azimsulfuron و Bensulfuron-methyl و Chlorimuron-ethyl و Chlorsulfuron و Cinosulfuron و Ethametsulfuron-methyl و Metsulfuron-methyl و Primisulfuron-methyl وغيرها. إلا أن من أهم المبيدات المستخدمة في العراق والتابعة لهذه المجموعة :

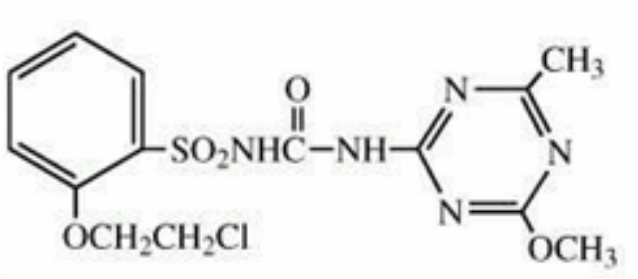
1- ترايبنيورون – ميثايل Tribenuron-methyl : عرف في العراق تحت الاسم التجاري Granstar و Express واستخدم بنجاح لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في محاصيل الحبوب وهو قابل للخلط مع مبيدات الفطريات والحشرات عدا الفسفورية العضوية، كما يمكن خلطه بنجاح مع مبيدات الأدغال الرفيعة ، وهو قابل للخلط مع 2,4D ويستخدم بمعدل 5 غم/دونم. اسمه وتركيبه الكيميائي :



Methyl 2-[[[[(4-methoxy-6-methyl-1,3,5,triazin-2-yl)methylamino]

carbonyl]amino]sulfonyl]benzoate

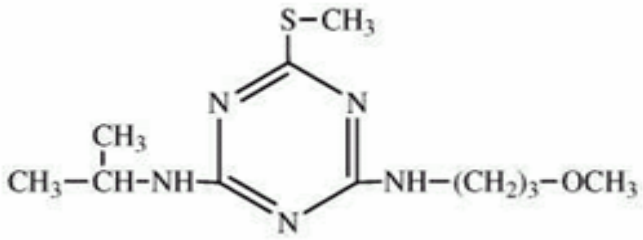
2- تراي سلفورون Triasulfuron : في العراق يعرف هذا المبيد بالاسم Logran extra واستخدم بنجاح لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول الحنطة وبمعدل 50مل/دونم. اسمه وتركيبه الكيميائي :



3-(6-methoxy-4-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)-1-[2-chloroethoxy)-phenysulfonyl]-urea.

المجموعة الثالثة : سلفوناميد Sulfonamide

وتضم العديد من مبيدات الأدغال من أهمها المبيد Metosulam الذي تم تسويقه عام 1991 كمبيد جهازي متخصص لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول الذرة والقمح والشعير قبل أو بعد الإنبات. اسمه وتركيبه الكيميائي:

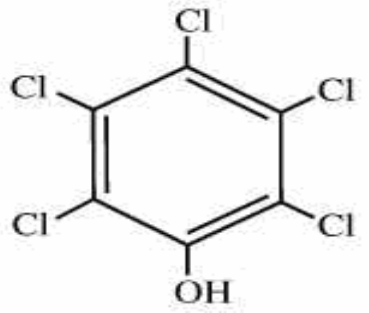


Methoprotryne

مبيدات الأدغال التابعة لمجاميع متفرقة Miscellaneous Herbicides

هناك العديد من مبيدات الأدغال التي لا تنتمي إلى المجاميع السابقة ولكنها تنتمي لمجاميع أخرى متفردة ومن أهم هذه المبيدات ما يلي :

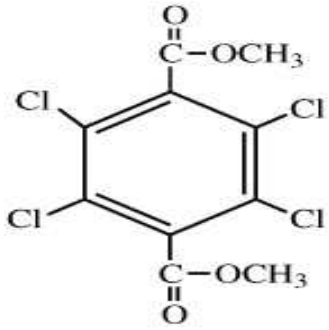
1- **مجموعة الفينولات Phenols** : ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة مبيد Dinoseb والذي منع استخدامه عام 1987 لسميته العالية وكذلك المبيد Pentachlorophenol وهي مبيدات جهازية تؤثر بالملامسة وتؤدي إلى قتل النبات عن طريق إحداث خلل في عملية التنفس.



Pentachlorophenol

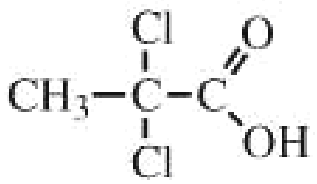
2- **مجموعة فثاليت Phthalate** : من أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة DCPA ويسمى أيضاً Dacthal أو Chlorthal-dimethyl. لازال هذا المبيد يستخدم في كثير من حقول محاصيل الخضروات لمكافحة عدد من الأدغال النجيلية والحامول وبعض الأدغال عريضة الأوراق ويعمل على قتل الأدغال بالملامسة قبل ظهور البادرات وينتقل بصفة محدودة في أنسجة الخشب

ويتجمع في قمم الجذور ويعمل على تثبيط أنظمة الألياف المغزلية والانيبيبات الدقيقة أثناء عملية الانقسام الخلوي ويعتمد تخصص هذا المبيد على الفرق بين النباتات الحساسة وغير الحساسة في كمية المبيد التي تدخل النبات.



Dimethyl tetrachloroterephthalate

3- **مجموعة الأحماض الاليفاتية Aliphatic Acid :** ومن أهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة Dalapon وهو مبيد متخصص لمكافحة الأدغال النجيلية في حقول محاصيل الخضر عريضة الأوراق مثل البقوليات والبنجر السكري وغيرها وهو مبيد جهازي ينتقل خلال أوعية اللحاء والخشب ويؤثر على الإنزيمات التي تحتوي على مجموعة SH ويؤدي إلى ترسيب البروتين ويقلل من تكوين الدهون والشموع في النبات.



2,2-dichloropropionic acid

4- **مجموعة الزيوت المعدنية Petrolium Oils :** وتحتوي في تركيبها على خليط من الهيدروكاربونات المشبعة وغير المشبعة العطرية ويرجع تأثيرها السام على النبات بوجه الخصوص إلى الهيدروكاربونات غير المشبعة والعطرية وتعتمد سمية الزيوت البترولية للنبات على درجة الغليان واللزوجة حيث تمتاز هذه الزيوت بقدرتها على اختراق وتحطيم بلازما أغشية الخلايا النباتية ومن عيوبها إنها بطيئة التأثير لذلك تستخدم حاليا كمواد مؤازرة لبعض مبيدات الأدغال لزيادة تأثيرها.

5- **مجموعة الأملاح المعدنية Mineral Salts :** مثل أملاح البورات والكلورات وغيرها وتستخدم لمكافحة الغطاء النباتي في المناطق غير الزراعية وتمنع نموه وهي ذات ذوبان عالي في الماء وتنفذ في التربة إلى طبقات عميقة وتعمل على قتل النباتات ذات الجذور العميقة.

6- **مجموعة الزرنيخ العضوي Organic Arsenic :** وتضم العديد من المبيدات منها Amine Methane Arsonate (AMA) و Cacodylic Acid و Monosodium Methane Arsonate (MSMA) وهي مبيدات أدغال متخصصة ذات سمية قليلة للثدييات وتستخدم بوصفها كمركبات لتجفيف المجموع الخضري لتساعد في جني القطن وتعمل على قتل الأدغال باللمس حيث ترتبط بمجموعات SH في الإنزيمات وبعضها يؤثر على عملية الانقسام الخلوي.

7- **مبيدات الأدغال المايكروبية Microbial Herbicides :** تستخدم اليوم العديد من مسببات أمراض النبات كعوامل مكافحة حيوية للعديد من نباتات الأدغال ومن أهم هذه المسببات

المرضية الفطريات التي تم إنتاجها بشكل مبيدات مايكروبية لمكافحة العديد من الأدغال ومن أهمها ما يلي :

أ – الفطر Pouzar *Chondostereum purpureum* ويسمى أيضاً *Stereum purpureum* Fr. أو فطر الورقة الفضية Silver Leaf Fungus ويعد هذا الفطر من فطريات عفن الخشب ويوجد في غابات المناطق المعتدلة. يتم إنتاجه حالياً بواسطة التخمير لمكافحة ومنع نمو بعض الأدغال الضارة في الغابات مثل دغل الكرز الأسود Black Cherry والحور. يباع هذا المبيد تجارياً بشكل محلول معلق يحوي هايفات الفطر تحت الاسم Biochon و Koppert غير قابل للخلط مع المبيدات الأخرى.

ب– الفطر *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. Aeschynomene ويعود إلى مجموعة Melanconiales. تم عزل هذا الفطر من الدغل Northern Joint Vetch وتم إنتاجه بواسطة التخمير تجارياً بشكل معلق لسبورات الفطر تحت الاسم Collego. استخدم بنجاح لمكافحة أدغال الرز وفول الصويا.

مبيدات الطحالب Algaecides

– المقدمة Introduction :

الطحالب نباتات مائية تعيش في المياه المالحة والعذبة ، يتراوح حجمها مابين خلية واحدة ونباتات كبيرة متعددة الخلايا يصل طولها إلى 50 مترا أو أكثر . وتنتمي الطحالب إلى تحت مملكة الثالوسيات Thallophyta . وتعيش اغلب الطحالب في الماء والكثير منها يعيش معلقا في الماء أو طافيا قرب سطحه ككائنات هائمة Plankton فيما أنواع منها تعيش في مناطق أعمق أو مغمورة أو مرتبطة بشئ ما في الماء ، وقد وجد أن الطحالب الحمراء والبنية والخضراء المزرقة تكون غالبيتها بحرية المعيشة أما الطحالب الخضراء والذهبية فمعظم أنواعها تعيش في المياه العذبة أو في بعض البيئات البرية وفي هذه البيئات قد توجد الطحالب على التربة الرطبة أو في داخلها أو على الصخور أو على قلف الأشجار ، وبالرغم من الفوائد الكبيرة التي يحققها وجود الطحالب بالنسبة للبيئة والإنسان إلا أن هناك العديد من التأثيرات غير المرغوبة للطحالب منها إفرازها لمنتجات كريهة الرائحة تكون في بعض الأحيان سامة ، فضلا عن أن نموها بكثرة يفسد عادة موارد المياه والمنتزهات وقد أدى شرب الماء الفاسد الذي يحتوي على هذه الطحالب إلى موت الطيور وحيوانات المزرعة وتسببها في حدوث أمراض عديدة لها ، كذلك فان نمو العديد من هذه الطحالب في مياه المجاري التي تفضلها بالإضافة إلى المواد غير المرغوبة التي تفرزها أثناء نموها يزيد من مستوى التلوث ، كما أن نموها الغزير قد يسد الحواجز والمرشحات الموجودة في أنابيب المياه ويؤدي تحللها بعد ذلك إلى القضاء على المحتوى الأوكسجيني للماء مما يسبب اختناق الأسماك والحيوانات المائية الأخرى . لهذه الأسباب أصبح من الضروري مكافحة هذه الطحالب عندما يتطلب الأمر ذلك ، والطريقة المعتمدة في هذا المجال هي استخدام المبيدات لتحقيق هذا الهدف ، لذا سيتم فيما يلي استعراض اهم المركبات المستخدمة في هذا المجال :

مبيدات الطحالب ، تعريفها وأنواعها Algaecides , Definition and Kinds

مبيدات الطحالب هي مجموعة المركبات الكيميائية التي تعمل على قتل الطحالب أو إيقاف نموها ومنعها من التكاثر . تتوفر اليوم العديد من المركبات الكيميائية التي يمكن استخدامها في مكافحة الطحالب وكما يلي :

مبيدات الطحالب غير العضوية Inorganic Algaecides

أولا) مبيدات الطحالب من مجموعة الكلور غير العضوية Inorganic chlorines Algaecides

وتضم العديد من المركبات المستخدمة بنجاح في مكافحة الطحالب منها :

1- هايبوكلورات الكالسيوم Calcium Hypochlorite

وهو من أكثر مركبات الكلور غير العضوية شيوعا والمستخدمة في مكافحة الطحالب حيث يمتاز بفاعليته الممتازة كمبيد للطحالب وكمطهر عام للماء ويحتوي هذا المركب على 70% من الكلور .

2- هايبوكلورات الصوديوم Sodium Hypochlorite

3- كلورات الصوديوم Sodium chlorite

ثانيا) مبيدات الطحالب من مجموعة النحاس غير العضوية Inorganic Copper Algaecides

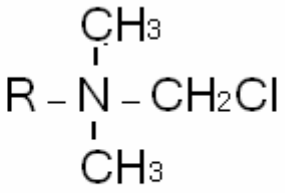
تتميز مركبات هذه المجموعة كبقية مبيدات الطحالب بطول فترة بقائها وقد تتغلب على مبيدات الكلور غير العضوية في هذا المجال ، ويقتصر استخدامها في القضاء على الأعشاب والطحالب النامية حول حمامات السباحة ولكنها لا تستخدم في معاملة مياه الشرب أو مياه حمامات السباحة . ومن هذه المركبات المركب K-Lox وهو عبارة عن نحاس غير عضوي أنتجته شركة Griffin لمكافحة الطحالب .

ثالثا) مبيدات الطحالب الامونيومية رباعية الهالوجين Quaternary Ammonium Halides Algaecides :

وتضم ما يأتي :

1) مركبات المجموعة Alkyldimethyl chloromethane Ammoniums :

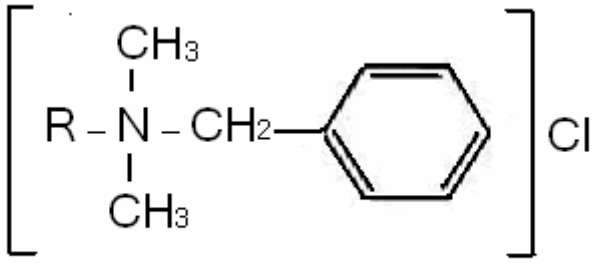
هذه المجموعة من المركبات التي تكون مجموعة الالكيل (R) فيها عبارة عن سلسلة كاربونية مستقيمة يتراوح طولها بين 8-18 ذرة وتشابه السلاسل الكاربونية الموجودة في تركيب الأحماض الدهنية للزيوت النباتية ، وتستخدم كمطهرات عامة وكمبيدات للجراثيم Germicides وكمبيدات للطحالب النامية في البيوت الزجاجية وحمامات السباحة وفي أنظمة إعادة تنقية المياه ، وتستمر فاعليتها ضد الطحالب لعدة أشهر . اسمها وتركيبها الكيميائي :-



Alkyldimethyl chloromethan ammonium

2) مركبات المجموعة Alkyl Dimethyl Benzyl Ammonium Chlorides

تستخدم مركبات هذه المجموعة لقتل كل من الطحالب والبكتريا النامية في البيوت الزجاجية وحمامات السباحة وأنظمة تكييف الهواء ولكنها لا تستخدم في معاملة البحيرات والبرك المائية نظرا لسميتها العالي للأسماك . اسمها وتركيبها الكيميائي :-



Alkyldimethylbenzyl ammonium chloride

Organic Algaecides

وتضم العديد من المركبات التي أظهرت فاعلية جيدة في مكافحة الطحالب ومنها :

أولا) مبيدات الأدغال العضوية Organic Herbicides

تم استخدام العديد من مبيدات الأدغال في مكافحة الطحالب ومنها المبيدات :

1- **سيمازين Simazine :-** ويباع كمبيد للطحالب تحت اسم Aquazine وقد اظهر فاعلية في مكافحة الطحالب الكبيرة الحجم.

2- **اندوثال Endothal :-**ويباع أيضا كمبيد للطحالب تحت الأسماء التجارية Aquatholi و Hydrothal وهو أمين الاستخدام لمكافحة الطحالب في البرك والمستنقعات و ذو سمية منخفضة جدا للأسماك .

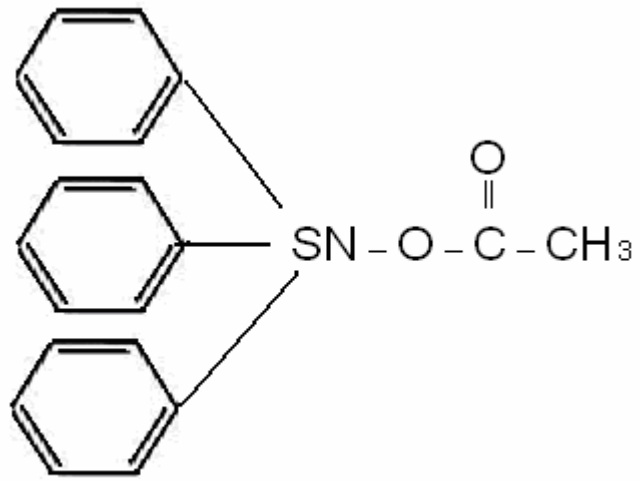
3- **اكرولين Acrolein** : ويسوق تجاريا تحت الأسماء Aqualin و Magnacide – H وهو فعال ضد الأدغال المائية والطحالب ولكن يجب استعماله من قبل الأشخاص المختصين والمتدربين وذلك لخطورته على الإنسان . اسمه وتركيبه الكيميائي .

$$CH_2 = CH - CHO$$

2- propenal acryladehyde

ويحدث هذا المركب تأثيره السام عن طريق تفاعله مع العديد من النظم الإنزيمية في الخلايا النباتية .

4- **بريستان Brestan:** اسمه الشائع Triphenyltin Acetate وله العديد من الاستعمالات فهو مبيد فطريات وطحالب وقواقع . اسمه وتركيبه الكيميائي :

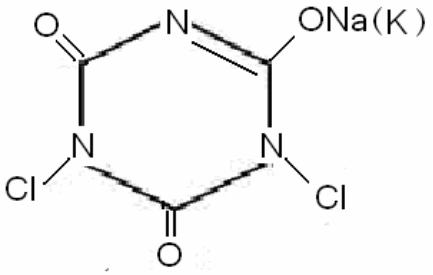


Triphenyltin Acetate

5- **المركب Sodium dichloroisocyanurate**

6- **المركب Potassium dichloroisocyanurate**

وكلاهما يستخدمان لمكافحة الطحالب وكمواد مطهرة لحمامات السباحة وتركيبه الكيميائي :



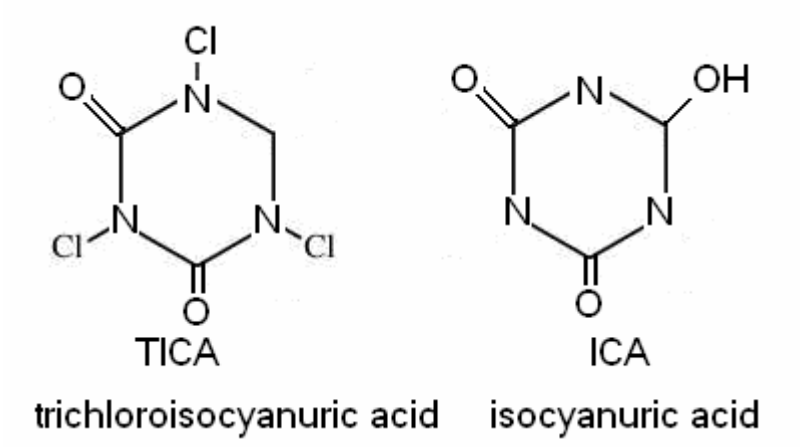
Sodium (Potassium)

Dichloroisocyanurate

7- المركب Isocyanuric Acid (ICA)

8- المركب Trichloroisocyanuric acid (TICA)

وكلا المركبين من مبيدات الطحالب الجيدة ويمتازان بطول فترة الفاعليـــة وذلـــك لمقاومتهمـــا لعوامل التحلل الكيميائي أو الضوئي . تركيبهما الكيميائي :



ثانيا) مركبات النحاس العضوية Organic Copper :-

لمركبات النحاس العضوية العديد من الاستعمالات الصناعية وكذلك في معاملة المياه للاســـتخدام البشري وفي الزراعة لكنها لا تستخدم في معالجة مياه أحواض السباحة . ومن أهم مركبات النحاس العضوية ما يلي :

1- النحاس ثلاثي الامين Copper triethanolamine : يمكن استخدامه كمبيد للطحالب وفـــي معاملة مياه أحواض السباحة ، كما يمكن استخدامها رشا على الطحالب الموجودة في المياه المخزونة لأغراض الزراعة النباتية والمزارع السمكية ومياه البرك.

2- النحاس ثنائي الأمين Copper Ethylendiamine

3- النحاس أحادي الأمين Copper Monoethanolamine :- هذا المركب أوصت به وكالة حماية البيئة (EPA) لاستخدامه كمبيد مشترك لمكافحة الطحالب والأدغال المائية في بحيرات تخزين المياه ومياه البرك وقنوات الري على أن لا يزيد تركيز عنصر النحاس في ماء الشرب عند استخدام المركب 1 جزء بالمليون . وبشكل عام فان سمية مركبات النحاس لكل من الطحالب والفطريات تقع في مدى التراكيز 0.2 – 0.5 جزء بالمليون .

الباب الرابع

مبيدات الآفات والبيئة

Pesticides And Environment

الفصل الثاني عشر: التلوث البيئي بمبيدات الآفات المصادر والأضرار والإدارة

الفصل الثالث عشر : التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها

الفصل الرابع عشر : مقاومة الآفات للمبيدات المفهوم والأساليب والحلول

الفصل الخامس عشر : وثيقة السلوك الدولية لاستخدام وتداول المبيدات

الفصل الثاني عشر

التلوث البيئي بمبيدات الآفات

المصادر والأضرار والإدارة

Environmental Pollution By Pesticides
Sources , Damages and Management

- مقدمة
- مصادر تلوث البيئة بالمبيدات
- المبيدات الكاسدة وطرائق التخلص منها
- تأثير تلوث البيئة بالمبيدات
- تسمم الإنسان
- التأثير في التوازن الطبيعي
- تلوث الماء بالمبيدات
- تلوث التربة بالمبيدات
- تلوث الهواء بالمبيدات
- تلوث الغذاء بالمبيدات

مقدمة Introduction

إن الحاجة المتزايدة الى زيادة الإنتاج الزراعي والغذائي في مناطق العالم المختلفة دفعت الدول والمنظمات الزراعية الإقليمية والدولية الى تشجيع المزارعين على استخدام الكيميائيات في الزراعة لتحقيق الزيادة المطلوبة في الإنتاج الزراعي لمواكبة الزيادة الحاصلة في سكان العالم ، فقد ازداد استخدام الأسمدة بشكل كبير في الدول المتقدمة والنامية على السواء لتعويض ما تفقده التربة من عناصر غذائية. أما المبيدات فقد أصبحت وما زالت الوسيلة الفعالة والسريعة لمكافحة الآفات المختلفة حيث تشير الإحصائيات الصادرة في العديد من الدول المتقدمة الى أن هناك زيادة مستمرة في الكميات المستخدمة من المبيدات ، وذلك لما تلعبه من دور في زيادة الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً ، إضافة لما حققته المبيدات من انجازات في مجال الصحة العامة نتيجة قضائها على العديد من الآفات الناقلة لبعض الأمراض الخطرة للإنسان والحيوان على السواء. إلا انه من الواضح أن الزيادة في استخدام المبيدات وبشكل غير مدروس أدى في السنوات الأخيرة الى ظهور العديد من المشاكل البيئية والصحية تمثلت بظهور العديد من حالات التسمم الفردية والجماعية إضافة الى دخولها في السلسلة الغذائية للحياة البرية والمائية والذي أدى الى انتقال تأثيراتها السلبية إلى مناطق لم يسبق للمبيدات أن استخدمت فيها من قبل. كما أن استخدام المبيدات البطيئة التحلل ولفترة طويلة كالمبيدات التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة أدى الى تراكمها في المواد الغذائية والتربة وتسببها في ظهور العديد من حالات الإجهاض والتشوه فضلاً عن تأثيرها في العديد من الحشرات النافعة كالأعداء الحيوية والنحل.

من خلال ما سبق يتضح أن المبيدات تشكل اليوم احد عناصر التلوث المهمة في البيئة والتي ينبغي توجيه المزيد من الاهتمام إليها وخاصة في قطرنا الحبيب الذي ما زلنا نعتقد انه يمتاز ببيئة نظيفة مقارنة بالدول الأخرى. هذا الاهتمام ينبغي أن يتركز على فهم سلوكية المبيدات في البيئة وإصدار التعليمات والتشريعات التي تحد من استخدام المبيدات بشكل عشوائي لا مسوّغ له إضافة الى متابعة ما يطرح من الدول المتقدمة من مقترحات وحلول لتفادي خطر المبيدات في البيئة وسنحاول في هذا الفصل تسليط الضوء على مصادر تلوث البيئة بالمبيدات وأثرها في عناصر البيئة الرئيسة.

مصادر تلوث البيئة بالمبيدات Sources of Environment Pollution By Pesticides

يعد تحديد مصادر تلوث البيئة بالمبيدات من الأمور المهمة في مجال السيطرة على مستوى التلوث البيئي من خلال وضع الضوابط والحلول لمنع تسرب المبيدات الى البيئة من تلك المصادر، ومن أهم مصادر التلوث ما يأتي :

أولاً : المبيدات الكاسدة أو الراكدة Obsolete Pesticides

وهي المبيدات القديمة او المبيدات التي تبقى دون استعمال والتي لا يتوقع استخدامها في المدى القريب ، إن وجود هذه المبيدات بكميات كبيرة يعد مصدراً مهماً من مصادر التلوث ومن أهم الأسباب المؤدية الى ركود المبيدات ما يأتي :

1- صعوبة وضع تخطيط دقيق لتوفير مبيدات الآفات وتحديد الكميات التي ستستعمل في موسم ما حيث يتوقف ذلك على عوامل عديدة منها درجة الإصابة وهو أمر لا يمكن التنبؤ به في كثير من الأحيان يضاف الى ذلك عدم القدرة مسبقاً على تحديد المساحة المعرضة للإصابة في كل محصول لذلك نلاحظ أن القائمين على هذا المجال يركزون اهتمامهم على الحفاظ على المحاصيل من الآفات وتقليل الخسائر الأمر الذي يدفعهم الى توفير كميات تزيد عن الحاجة فهو لا يضمن الظروف ولابد أن يضع في حسابه تعرض المحاصيل للإصابة العالية بإحدى الآفات وبصورة مفاجئة.

2- ظهور آفات مقاومة لمبيد معين تدفع الى التوقف عن استخدام المبيد، وركود الكميات الموجودة منه في المخازن نتيجة لذلك.

3- يحدث أحيانا وبعد شراء كميات كبيرة من مبيد معين أن تثبت نتائج الأبحاث أن للمبيد علاقة بحدوث العديد من أمراض السرطان والتشوهات والإجهاض مما يؤدي الى توقف استخدام هذا المبيد.

4- يظهر وبعد استعمال المبيد على نطاق واسع أن له آثارا جانبية ينتج عنها ازدياد الإصابة بآفات معينة كالذبابة البيضاء او الاكاروسات لذلك يتم التوقف عن استخدام هذا المبيد.

5- ظهور مبيدات جديدة أكثر فاعلية وأمانا على البيئة مما يضطرنا الى التوقف عن استخدام المبيدات التقليدية.

6- استنباط أصناف مقاومة لبعض الآفات يدفع الى التخلي عن استخدام المبيد الذي سبق توفيره لهذا الغرض.

7- إرسال الشركات عينات من المبيدات بكميات كبيرة في كثير من الأحيان لاستخدامها في التجارب والبحوث ، وعند ثبات عدم فاعلية بعضها ، أو ظهور بعض السلبيات تصبح الكمية الزائدة مع مرور الزمن راكدة ولابد من التخلص منها.

ثانياً : استخدام المبيدات في مكافحة الآفات Using Pesticides In Pest Control

إن معظم الدلائل تشير الى أن احد عوامل تلوث البيئة بالمبيدات هو الاستخدام المباشر والمستمر للمبيدات في مكافحة الآفات. حيث من المعروف أن المبيدات التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة تعد من المبيدات التي تبقى في البيئة لفترة طويلة وتشير الكثير من الدراسات الى أن مبيد الكلوردين يبقى في التربة أكثر من 20 سنة ، كما تشكل الكميات المتخلفة من المبيدات على النباتات والمواد المعاملة وما يتساقط منها على التربة إضافة الى المبيدات التي تستخدم لمعاملة التربة مباشرة مصدراً مهماً لتلوث التربة والمواد الغذائية كما تلعب المبيدات المتطايرة نتيجة التبخر والرياح وكذلك المبيدات التي تغسل بمياه الري دوراً في تلوث الهواء والماء بالمبيدات.

الطرائق المستخدمة في التخلص من المبيدات الكاسدة

Methods Used In Getting Quit of Obsolete Unused Pesticides

إن تقييم الطرائق المستخدمة في التخلص من المبيدات الكاسدة يعتمد على عدة معايير وهي:

1- السلامة البيئية للطريقة.

2- السلامة المهنية للعاملين في هذا المجال.

3- مدى توفر الإمكانيات الفنية للطريقة المستخدمة.

4- ملائمة الطريقة لظروف المنطقة او البلد.

5- الكلفة المالية.

وعلى أساس الاعتبارات السابقة يمكن تقسيم الطرائق المستخدمة في التخلص من المبيدات الكاسدة الى ثلاث مجاميع هي :

أولاً : الطرائق المقبولة للتخلص من المبيدات الكاسدة Accepted Methods

وتعتمد هذه الطرائق على نوع المبيد والظروف المحلية ، وتضم ما يلي :

1- الحرق في درجات الحرارة العالية High Temperature Incineration

تتوفر في الوقت الحالي العديد من المحارق المتحركة والثابتة ذات السعات المنخفضة والعالية حيث تعمل هذه المحارق على درجات حرارة عالية تتراوح بين 1100-1300°م وتعمل على حرق 99.99% أو أكثر من المبيدات الكاسدة وتتراوح الطاقة الاستيعابية لهذه المحارق بين 0.1-7 طن/ساعة. وتتراوح الكلفة التقديرية لهذه المحارق بحسب طاقتها الاستيعابية بين 1-200 مليون دولار وتحتاج هذه المحارق الى كفاءة فنية عالية من حيث التشغيل والصيانة والمواد وغيرها ولذلك فهي ليست عملية في البلدان النامية ، كما أن هناك أنواع متحركة من هذه المحارق تنقل في حاويات لاستخدامها في الموقع الذي توجد فيه المبيدات الكاسدة وهذا يساعد في تجنب نقل المبيدات عبر البلدان الى محارق متخصصة في البلدان الصناعية.وفي حالة تعذر امتلاك مثل هذه المحارق فانه يمكن استخدام أفران معامل الاسمنت التي تدور ببطء لتعريض المبيدات وحرقها وتتراوح درجة حرارة هذا الفرن بين 1400-2000°م.

2- المعاملة الكيميائية Chemical Treatment

وتؤدي هذه الطريقة الى خفض سمية بعض المبيدات وتزيد من درجة الأمان لحفظها في المخازن او نقلها للتخلص منها ومن هذه المعاملات التحلل المائي Hydrolysis باستخدام المواد القلوية في الغالب مثل هيدروكسيد الصوديوم والجير ، حيث يحطم المبيدات التابعة لمجموعة الفسفور العضوية ومجموعة الكاربامات وتقلل من نشاطها الحيوي ومخاطرها على البيئة. إلا انه يؤخذ على هذه الطريقة عدم تأثر المذيبات العضوية فضلاً عن خطورتها وزيادة حجم المواد المطلوب التخلص منها.

3- مدافن أو مكبات مصممة هندسياً Cemeteries

إن هذه المدافن تكون غير مرغوبة وذلك لتسرب المبيدات منها الى المياه السطحية او الجوفية ، إلا إن المدافن المبطنة قد تكون مناسبة لدفن الرماد الناتج عن حرق المبيدات والتربة الملوثة بالمبيدات ويجب الانتباه الى اختيار مكان هذه المدافن ومراعاة مستوى الماء الأرضي ومعدل سقوط الأمطار.

4- التخزين المحكم للمدى الطويل Tight and Long Storage

إذا كانت الخيارات لمعالجة المبيدات الكاسدة والتخلص منها تشكل خطراً على البيئة والصحة العامة فان التخزين بانتظار المعالجة في المستقبل تبدو عملية ويجب أن تتوفر في أماكن التخزين للمدى الطويل الشروط الخاصة بالتخزين في أكوام التكديس وشروط المستودع نفسه.

ثانياً : الطرائق الحديثة Modern Methods

هذه الطرائق لم تدخل حيز التطبيق العملي في معظم البلدان ومنها :

1- التحلل الحراري البلازمي Plasma Energy Pyrolysis : تعتمد هذه الطريقة على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية في مشعل بلازما Plasma Torch تستخدم لتسخين حجرة خاصة إلى درجة حرارة 1650°م. ويعمل هذا المشعل على تيار مباشر وينشر شعاعاً كهربائياً يسمى Plasma حيث يمكن معاملة المبيدات والعبوات الفاسدة بهذه الطريقة لتحطيمها.

2- الاختزال الكيميائي في الوسط الغازي Gas-Phase Chemical Reduction : وتعتمد هذه التقنية على تفاعل الهيدروجين مع المركبات العضوية والكلورونية العضوية في درجات حرارة عالية ويتم تحويل المخلفات المائية الى غاز غني بالهيدروكاربون ويمر الغاز من خلال كانس وتصل نسبة تحطم المبيدات بهذه الطريقة الى 99.99%.

3- الأكسدة في وسط الأملاح المنصهرة Molten Salt Oxidation Process : وتعتمد هذه الطريقة على استعمال المعاملات الحرارية والتفاعل الكيميائي لتحطيم المبيدات حيث يتم تغذية المخلفات خلال ممر من ملح كاربونات الصوديوم المنصهر والذي يتعرض لدرجة حرارة ما بين 900-1000°م. وتزيد درجة التحطيم عن 99.99% وتصلح هذه الطريقة لتحطيم المبيدات وليس التربة الملوثة وان المتبقيات الناتجة هي غازات النايتروجين وثاني اوكسيد الكاربون والأوكسجين فضلاً عن الأبخرة والأملاح مثل كلوريد الصوديوم وفوسفات الصوديوم واكاسيد الحديد.

4- تقنية المعادن المنصهرة Molten Metal Technique : في هذه الطريقة يتم ادخال المخلفات خلال ممر معدني منصهر في درجة حرارة تتراوح من 800-1800°م حيث يتم تفكيك الروابط واختزال المركبات الى عناصر، والمتبقيات هي غازات ومعادن وسيراميك.

إن عدم توفر مثل هذه التقنيات او المحارق في البلدان النامية قد يتطلب شحن هذه المبيدات الى بلد آخر تتوفر فيه الإمكانات ويترتب على ذلك مراعاة ما يلي :

1- إعادة تعبئة المبيدات قبل شحنها ووضع ملصق او علامة وفق المعايير والمعاهدات الدولية الخاصة بنقل المواد الخطرة.

2- يتوجب على الشركة التي ستقوم بعملية حرق المبيدات الحصول على موافقة الجهات المعنية للسماح بشحن ودخول هذه المبيدات .

3- إن التشريعات في بلد معين قد لا تسمح بدخول النفايات الخطرة.

4- إن شحن المبيدات الكاسدة يحكمه قرارات ومؤتمرات دولية تنظم نقل المواد الخطرة.

5- تطبيق القرارات الدولية الخاصة بالشحن البحري والذي يضع تعليمات صارمة خاصة بالعبوات والملصقات على المواد المشحونة وهذا قد يتطلب من الدول النامية استيراد مثل هذه العبوات المقرة من قبل الأمم المتحدة.

تأثير تلوث البيئة بالمبيدات Effect of Environmental Pollution By Pesticides

إن عمليات تصنيع وتداول واستخدام المبيدات على نطاق واسع في السنوات التي أعقبت الحرب العالمية الثانية والحاجة المتزايدة الى الغذاء أدت الى تراكم المبيدات في عناصر البيئة المختلفة والذي انعكس بشكل

مباشر او غير مباشر على جميع الكائنات التي تقطن هذه البيئة. ويمكن إجمال هذه التأثيرات في المحاور الرئيسة التالية :

أولاً : تسمم الإنسان Human Poisoning : يعد تسمم الإنسان من أهم المشاكل الناتجة عن استخدام السموم وتلوث البيئة بها إذ تشير تقارير منظمة الصحة العالمية الى إن أكثر من ثلاثة ملايين شخص يتسممون او يتعرضون للأمراض بسبب المبيدات وأن أكثر من 200 ألف شخص يموتون سنوياً في العالم نتيجة تعرضهم للمبيدات الكيميائية ، ففي الولايات المتحدة يتسمم 110 ألف شخص بواسطة المبيدات سنوياً وهذا يشمل الأعراض التي تظهر بسرعة فقط ، أما أعراض التسمم البطئ أو المزمن الذي يسبب السرطان والتشوهات الخلقية في الإنسان فكبيرة جداً ، ولأهمية هذا الموضوع فسيتم تناوله بشيء من التفصيل ، ويمكن تقسيم حالات التسمم التي يتعرض لها الإنسان الى مجموعتين رئيسيتين :

المجموعة الأولى : التسمم العرضي Accidental Poisoning

وتضم جميع حالات التسمم التي يتعرض لها الإنسان في بيئته دون قصد وإنما تحدث نتيجة ممارسته لأنشطته المختلفة ويمكن تقسيم حالات التسمم العرضي الى :

1- **تسمم بيئي Ecological Poisoning :** هذا النوع من التسمم يحدث نتيجة التلوث البيئي لواحد او لجميع مكونات البيئة (هواء-ماء-تربة) ويحدث التلوث البيئي نتيجة تفريغ المنتجات الكيميائية الى البيئة مثل اكاسيد الكبريت واكاسيد النتروجين حيث أن لكل من هذه الاكاسيد صفة الوجود الدائم في البلاد النامية والتي تعتمد على استهلاك المنتجات النفطية كمصدر للطاقة من خلال احتراق الوقود ، حيث تم إثبات أن تلك الاكاسيد لها تأثيرات مهيجة بشكل قوي على الجلد والأنسجة المخاطية الموجودة بالعين والجهاز التنفسي ، وفضلاً عن ذلك فإن تفاعل تلك الاكاسيد في حالتها الغازية مع بخار الماء الموجود بالطبقات العليا من الغلاف الجوي ، يؤدي إلى سقوط أمطار حامضية تضر بالنباتات والمحاصيل والمباني. ومن الأمثلة على ذلك ، وجد أن محركات الاحتراق التي تستهلك الوقود الهيدروكاربوني المضاف إليه مادة الرصاص رباعي الايثيل Tetraethyl lead كمادة مضادة للانفجار فان نتائج الاحتراق لهذا النوع من الوقود هو اوكسيد الرصاص وجسيمات دقيقة من المعدن والتي لها القدرة على أن تطفو بالهواء وتنتقل بالرياح حتى تترسب أو يتم امتصاصها بالجسم من خلال ما يتم استنشاقه منها. إن هذا المثال هو غيض من فيض مما يوجد في البيئة من ملوثات مختلفة تتباين في درجة خطورتها على الإنسان.

2- **التسمم المهني Work Poisoning :** إن العمل في صناعة المبيدات ومكافحة الآفات الزراعية وكذلك العمل في مجال صناعة الإصباغ والمنسوجات والأدوية وغيرها يؤدي بالنتيجة الى تعرض العاملين للكيميائيات المستخدمة في هذه الصناعات مما يؤدي الى تسمم العاملين في هذه المهن ، الأمر الذي ينبغي معه إجراء عمليات الكشف الدوري على صحة هؤلاء العاملين بشكل دقيق وفعال.

3- **التسمم الدوائي Drug Poisoning :** وهو من أكثر حالات التسمم شيوعاً خاصة بين الأطفال والتي تحدث نتيجة عدم الانتباه والحذر ، فضلاً عن حالات تسمم الكبار نتيجة الأخطاء في تناول الدواء بالجرعات المناسبة او نتيجة لحدوث تفاعلات بين الأدوية ومركبات أخرى كالمشروبات الكحولية والتدخين ومبيدات الآفات.

4- **التسمم الغذائي Food Poisoning :** من أهم مسببات التسمم الغذائي هو تناول مواد غذائية طبيعية ولكنها سامة كبعض أنواع الأسماك المفرزة لمواد سامة لحمايتها من مفترساتها وكذلك القواقع والفطريات السامة ، كذلك تناول الأغذية المعلبة في صفائح معدنية قديمة علاوة على التسمم الغذائي الميكروبي وتناول الخضروات المعاملة بالمبيدات .

5- **التسمم المنزلي House Poisoning :** وتشمل مجمل حالات التسمم التي تحدث داخل المنزل وخاصة تسمم الأطفال وكبار السن والتي تنتج عن تناول او شرب الأدوية والمبيدات وسوائل التنظيف عن طريق الخطأ ، فضلاً عن التسمم بواسطة النباتات أو تناول الأغذية الملوثة.

المجموعة الثانية : التسمم المقصود Intentional Poisoning

وتشمل حالات الانتحار او القتل العمد في الجرائم ومثال ذلك استخدام الغازات والأسلحة الكيميائية في الحروب ، كذلك استخدام مواد كيميائية شديدة السمية لحالات الانتحار او لعمليات الإجهاض للتخلص من الجنين، كذلك تناول المخدرات والمنشطات والأدوية بجرعات كبيرة لغرض المتعة والتي تؤدي الى العديد من

حالات الموت والتسمم. وبناءاً على ما سبق فقد تم وضع العديد من النظم التشريعية المحلية والدولية من اجل منع او تحديد او تنظيم استخدام المواد السامة لتقليل مخاطرها على البيئة والإنسان.

أشهر حالات التسمم التي حدثت في العالم Most Famous Poisoning Case In The World

لقد رافق الثورة الصناعية حدوث العديد من الحوادث والأخطاء التي رافقت عملية التطور الصناعي أدت الى العديد من حالات التسمم على مستوى العالم والتي من أهمها :

1- شلل جينبرا : حدث هذا الشلل في الولايات المتحدة خلال الأعوام 1929-1931 وأدى الى حدوث تسمم عام لأكثر من عشرين ألف شخص نتيجة استخدام مركب Tricresol-o-Phosphate الذي استخدم في تحضير مستخلص الجينبرا.

2- التسمم بالمركب Sulphonilamide : حدث أيضاً في الولايات المتحدة عام 1937 حيث استخدم المركب السابق بتركيز 10% في مذيب الاثيلين جليكول من أجل علاج مرض التهاب البلعوم الذي تسببه أحد أنواع البكتريا من جنس *Streptococcus* وذلك دون إجراء دراسات تقييم درجة الأمان لهذا المركب ، حيث تسبب ذلك المركب في وفاة 107 أشخاص كان أغلبهم من الأطفال.

3- مرض مينماتا : وهو مرض شلل الأعصاب الحركية المؤدي للموت والذي عرف بمرض مينماتا حيث أصيب به 169 شخصاً وأكثر من 1200 شخص تم إصابتهم بدرجات متفاوتة وكان السبب هو ميثيل الزئبق الذي تم تراكمه بالأسماك التي تعتبر الغذاء الرئيس للشعب الياباني وكان مصدر وصول ذلك المركب للأسماك هو تلوث مياه الأنهار بالمخلفات الصناعية للزئبق والتي تم انتقالها من خلال القشريات البحرية في صورة ميثيل الزئبق المحتوي على الكبريت حيث تتغذى الأسماك البحرية على تلك القشريات، ووصول ميثيل الزئبق بالنتيجة الى الأشخاص الذين تناولوا هذه الأسماك.

4- التسمم بمركبات الزئبق في العراق: حدث في العراق عام 1956 و 1971 حيث تسمم 6148 شخصاً أدت الى وفاة 452 حالة نتيجة لتناول القمح المعامل بمركبات الزئبق.

5- في جمهورية مصر العربية ظهور العديد من حالات التسمم لدى المزارعين عام 1971 وكذلك العديد من حالات الشلل في النصف الخلفي لحيوانات الجاموس والأبقار بسبب مبيد الفوسفيل وما أحدثه من تأثير سمي عصبي متأخر.

6- في كوستاريكا وخلال الفترة من 1970-1980: أصيب أكثر من 1500 مزارع بالعقم الدائم نتيجة استخدامهم لمبيد الديدان الثعبانية 1,2-dibromo-3-chloropropane.

7- في الهند وفي عام 1977 : ظهور أكثر من 267 ألف حالة تسمم عصبي نتيجة لتناول واستهلاك دقيق بعض البذور النباتية التي سبق معاملتها بمبيد الحشرات Hexachlorobenzene .

8- مأساة بوبال في الهند عام 1984 : والتي أدت الى تسمم أكثر من 200 ألف شخص توفي ألفان منهم بسبب تسرب المركب Methylisocyanate من احد المصانع الخاصة بتصنيع الكيميائيات الزراعية وقد اكتشف بعدها أن الغاز يسبب تهيجات للأغشية المخاطية للعين والجهاز التنفسي نتيجة لتحلله وانفراد ايون السيانيد السام منه.

9- حريق المشراق : في العراق وفي محافظة نينوى حدث حريق لأكداس الكبريت في مشروع المشراق لإنتاج الكبريت بعد الاحتلال الأمريكي للعراق أدى الى تكوين سحابة غطت محافظات نينوى والتأميم وصلاح الدين مما تسبب في حرق المزروعات في هذه المحافظات فضلاً عن تسببها في إصابة سكان هذه المحافظات بالعديد من الأضرار الصحية نتيجة استنشاق أبخرة الكبريت.

إن هذه الحوادث هي أمثلة حقيقية لما يمكن أن تسببه الحوادث العرضية من أضرار للبيئة وان هذه الحوادث هي أمثلة ذكرت لبيان أهمية هذا الموضوع وليس لحصر جميع الحالات والتي لا يتسع المجال لذكرها. وعلى المستوى البيئي فان هناك العديد من الأمثلة المأساوية التي تدلل على مدى تأثر الأنظمة البيئية بالمركبات الكيميائية بغض النظر عما حدث في الأربعينيات وما زال يحدث حتى الآن من استخدام لبعض المبيدات الكلورينية العضوية ذات الثبات العالي في البيئة ، وإذا ما استعرضنا فقط ما حدث عام 1986 من كوارث بيئية فسنجد أن بيئتنا في خطر وينبغي العمل من اجل حمايتها ، ففي مقاطعة دونياتا في اسبانيا مات أكثر من 20 ألف طائر مائي بسبب مبيدات الحشرات وفي سويسرا حدث حريق لأحد مصانع مبيدات الآفات

ووصول نواتج الحريق الى نهر الراين وذلك من خلال الأمطار مما أدى الى اختفاء الحياة الحيوانية والنباتية في جزء كبير من ذلك النهر ، وكذلك ما حدث في مدينة سيدني في استراليا من حريق في احد المصانع الكيميائية وكان نتيجة ذلك تأثر العديد من مكونات النظام البيئي.

مما سبق يتبين أن بعض أنواع المبيدات الكيميائية قد أصبحت تشكل خطورة على الإنسان والحيوان بل وعلى جميع الكائنات الحية بل وامتد الأمر الى جميع المكونات البيئية مما يتطلب الاهتمام بموضوع التلوث على مستوى العالم وذلك لكونها مشكلة لا يمكن لبلد او قطر معين تحمل مسؤولياتها منفرداً.

ثانياً : التأثير في التوازن الطبيعي Effect On Natural Balance

أدى استخدام المبيدات الى حدوث تغيير في التوازن الموجود بين الآفات وأعدائها الحيوية والذي كان ثمرة عملية تطور استمرت لآلاف السنين. فمثلاً وجد أن استخدام المبيد د.د.ت في بساتين التفاح لمكافحة دودة ثمار التفاح أدى الى زيادة غير طبيعية في أعداد حشرة من التفاح القطني *Eriosoma lanigerum* (Hausm.) وذلك نتيجة تأثر أعداد الطفيلي *Aphelinus mali* بشدة بالمبيد د.د.ت حيث يعد هذا الطفيلي من الأعداء الحيوية الناجحة في خفض أعداد المن القطني. كذلك أدى استخدام المبيد د.د. ت إلى زيادة أعداد حشرة ناخرة أوراق التفاح *Lithocolletis ringomiella* وذلك بسبب تأثر الطفيل *Copidosoma* sp. بشدة بالمبيد د.د.ت ، وعلى العموم يمكن إجمال تأثير المبيدات في التوازن الطبيعي بما يأتي:

أ – القضاء على الأعداء الحيوية للآفات الرئيسة أدى الى ظهورها بشكل وبائي وباستمرار.

ب– القضاء على الأعداء الحيوية أدى الى ظهور آفات جديدة لم تكن تشكل خطراً اقتصادياً مهماً من قبل.

ثالثاً : تلوث الماء بالمبيدات Water Pollution By Pesticides

يعد الماء والطين الموجود في قعر الأنهار والجداول والبحيرات والمستنقعات والبحار مخازن بيئية ضخمة لمتبقيات المبيدات، خاصة المبيدات التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة إذ أن هناك العديد من الطرائق والوسائل التي تستطيع من خلالها المبيدات الوصول الى الماء منها :

1– **الرش المباشر بالمبيدات للآفات التي تعيش في الماء Direct Spraying** : إن مكافحة الآفات التي تعيش في الماء أو تقضي أحد أطوارها فيه باستخدام المبيدات يشكل مصدراً مهماً ومباشراً في تلوث المياه.

مثال ذلك رش البرك والمستنقعات لمكافحة البعوض او الأدغال الموجودة في قنوات الري والبحيرات.

2– **غسل متبقيات المبيدات Pesticides Residue Washing** : في دراسة لمتابعة حركة المبيد Dieldrin من التربة الى المياه وجد انه لا ينتقل أكثر من 0.7 من الجرعة الموجودة في التربة كذلك وجد أن هناك ارتباطاً بين كمية الأمطار الساقطة وتركيز المبيدات في المياه الجارية كما وجد أن هناك ارتباطاً بين كمية المبيدات الموجودة في المياه وبين المواسم التي يتم فيها استخدام المبيدات بصورة مكثفة لمكافحة الآفات الزراعية. إضافة لذلك وجد أن نوعية المبيدات الموجودة في المياه هي نفسها التي سبق استخدامها في الأراضي الزراعية. لهذه الأسباب جميعاً يمكن القول أن هناك عملية غسيل مستمرة للمبيدات من الأراضي الزراعية لتستقر أخيرا في الماء.

3– **عمليات الرش بالطائرات Aerial Spraying By Aircraft** : أظهرت العديد من الدراسات أن استخدام الطيران الزراعي في رش المبيدات لمكافحة الآفات التي تصيب الغابات او المساحات الكبيرة المزروعة بمحصول معين كالقطن ومحاصيل الحبوب مثلاً يؤدي إلى سقوط كمية لا بأس بها من المبيدات في الجداول والأنهر والمستنقعات وفي قنوات الري.

4– **فضلات المصانع Factory Waste** : بعض المصانع قد تستخدم المبيدات في عملها مما يؤدي الى احتواء فضلات هذه المصانع على كميات كبيرة من المبيدات. فمثلاً وجد أن مصانع السجاد تستخدم كميات من مبيد د.د.ت والديلدرين لوقاية السجاد من الإصابة بعثة السجاد ، وقد أعقب هذا الاستخدام وجود زيادة واضحة في كميات الديلدرين في الأنهر التي تصب فيها تلك المصانع فضلاتها. كذلك وجد أن فضلات مصانع المبيدات تشكل خطراً مباشراً على مياه الأنهار وقد سببت في أحيان كثيرة موت أعداد كبيرة من الأسماك نتيجة تسرب كميات كبيرة من المبيدات الى الأنهر.

5- **المجاري Sewage** : تعتبر المجاري المكان الذي تلتقي فيه معظم المواد المعاملة بالمبيدات خاصة بطيئة التحلل وقد أشارت بعض الدراسات الى وجود كميات لا بأس بها من المبيدات التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة. كذلك وجد أن المجاري القريبة من المصانع كانت تحوي كميات من المبيد أكثر من المجاري الموجودة في المناطق السكنية.

6- **أحواض غمر الماشية Animal Dipping Sinks** : أشارت العديد من التقارير الى ارتفاع مستوى المبيدات في مياه الجداول والأنهر القريبة من أحواض غمر الحيوانات لمكافحة الطفيليات الخارجية عليها. وقد كانت هناك زيادة واضحة في مستوى المبيدات المستخدمة بعد يوم واحد من إطلاق مياه تلك الأحواض.

7- **الغبار والمطر Dust and Rain** : ويعدان من المصادر المهمة في تلويث المياه فمثلاً قدرت إحدى الدراسات كمية المبيدات التي تسقط سنوياً في المحيط الأطلسي مع الغبار بأنها تصل الى ثلثي الطن. كذلك هناك العديد من التقارير التي تؤكد وجود كميات من المبيد في مياه الأمطار وفي أحيان عديدة تكون هذه الكميات بمستوى ينبغي توجيه الاهتمام لمحاولة خفضها.

كميات المبيدات في الماء Pesticides Quantities In Water

1- **في المياه العذبة In Fresh Water** : تشير التقارير الخاصة بكميات متبقيات المبيدات في مياه الأنهر والجداول والتي بدأت نتائجها بالظهور بعد مرور عشر سنوات من بدء استخدام مبيدات الآفات الكلورينية العضوية. حيث أظهرت النتائج وجود كميات صغيرة من هذه المبيدات في مجاري المياه العذبة وتجري حالياً عمليات المسح المستمرة للأنهر والجداول لتحديد كميات المبيدات في العديد من دول العالم ففي الولايات المتحدة هناك إشارة الى وجود المبيد Dieldrin تقريباً في جميع الأنهر أما وجود متبقيات مبيد د.د.ت و Heptachlore فقد أصبح مؤكداً في العديد من الأنهر في الولايات المتحدة الأمريكية على الرغم من اختلاف كميات متبقيات المبيدات في هذه الأنهر.

2- **في مياه البحار In Sea Water** : لا تتوفر في الحقيقة معلومات كافية عن كميات المبيدات الموجودة في مياه البحار. إلا أن العديد من التقارير تشير الى أن كميات المبيدات كانت قليلة جداً في مناطق اتصال الأنهار بالبحار وهذا بالطبع يعني أن الكميات الموجودة في البحر ستكون اقل بكثير حيث تمثل المصبات المصدر الرئيس لوصول المبيدات الى مياه البحر.

العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في الماء

Factors Affecting The Persistance of Pesticides In Water

هناك العديد من العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في المياه منها :

1- **درجة الذوبان Solubility** : تعد مبيدات الكلور العضوية غير ذائبة نسبياً. إلا أنها تختلف في درجة ذوبانها بالماء وتعتمد درجة الذوبان بدورها على درجة الحرارة فمثلاً وجد أن ذوبان اللندين عند درجة حرارة 20-30°م كانت جزء بالمليون فيما بلغت درجة ذوبان الكلوردين 0.1 جزء بالمليون عند نفس درجة الحرارة وخلاصة القول أن المبيدات الأكثر ذوباناً في الماء هي الأسرع اختفاء من الماء.

2- طين القعر Bottom Mud : عندما تصل متبقيات المبيدات الى الماء فان نسبة كبيرة تختفي سريعاً فيما تبقى منها كمية قليلة لمدة تزيد عن أسبوع. وفي إحدى الدراسات المختبرية وجد انه عند حفظ ماء يحتوي على مبيد د.د.ت فوق تربة مغطاة بورق ترشيح فان 56% من المبيد قد أصبحت في التربة بعد مرور ست ساعات وبعد مرور 24 ساعة فان 22% أخرى من المبيد قد انتقلت الى التربة أيضاً. وفي دراسة أخرى لمعرفة درجة توزع المبيد Toxaphene في بحيرة في نيوميكسيكو وجد أن تركيز المبيد كان 0.01-0.28 جزء بالمليون و 0.04-0.13 جزء بالمليون في الترسبات القعرية و 0.4-18.3 جزء بالمليون في النباتات المائية بينما احتوت الأسماك على 2.5-15.2 جزء بالمليون. وقد اتفقت معظم الدراسات على أن متبقيات المبيدات في الماء لا تبقى طويلاً إذ سرعان ما تترسب في الطين ، كما وجد أن تركيز المبيدات في الماء يرتبط بحجم جزئيات الترسبات القعرية حيث يزداد تركيز المبيد في الترسبات ذات الحبيبات الصغيرة جداً.

3- **المادة العضوية Organic Matter** : من المؤكد أن المبيدات تميل الى الارتباط بالمواد العضوية الحية والميتة وخاصة مع الأجزاء الدهنية من تلك المواد وقد وجد انه في حالة المواد العضوية الطافية تبقى

المبيدات معلقة في الماء. وعندما تكون المادة العضوية في القعر فإنها تعمل على إزالة المبيدات من الماء الموجود فوقها.

4- **درجة الحرارة والحامضية Temperature and Acidity** : لا تتوفر الكثير من الدراسات حول تأثير درجة الحرارة والـ PH على بقاء المبيدات في الماء إلا انه من الثابت أن لدرجة الحرارة تأثيراً على درجة ذوبان وتطاير المبيدات. ومن المؤكد أيضا أن المتبقيات تكون أكثر ثباتاً عند قيمة معينة من الـ PH فيما تكون اقل ثباتاً عند قيم أخرى.

الأخطار الناجمة عن تلوث الماء بالمبيدات Risks of Water Pollution By Pesticides

تعد المسطحات المائية بيئات خصبة تضم كائنات حيوانية ونباتية مختلفة إضافة إلى أن الماء هو الأساس في المادة الحية لذلك فان تلوث الماء بالمبيدات معناه انتقال تلك المبيدات الى جميع الأشياء التي لها علاقة بالماء ، ويمكن إجمال أخطار هذه العملية بما يأتي :

1- التأثير على اللافقريات المائية Effect on Aquatic Invertebrates: تشكل متبقيات العديد من المبيدات المنتشرة في المحيط المائي أساسا جيداً لتقييم درجة خطورتها على اللافقريات المائية ومنها :

أ – موت العديد من أنواع اللافقريات الصغيرة نتيجة تسممها بمتبقيات العديد من المبيدات ففي إحدى التجارب المختبرية وجد أن العديد من القشريات المائية الصغيرة ماتت بتراكيز واطئة من الـ د.د.ت بلغت 0.1 – 10 جزء بالبليون ppb ، كما أشارت بعض الدراسات الى أن درجة تسمم اللافقريات المائية تختلف باختلاف الطور والعوامل البيئية الأخرى المحيطة.

ب- ظهور السلالات المقاومة : تشكل متبقيات المبيدات في كثير من الأحيان عاملاً مهماً في ظهور السلالات المقاومة فمثلاً وجد أن هناك زيادة في درجة مقاومة الذبابة السوداء *Simulium damnosum* P. للمبيد د.د.ت ، وقد لوحظت الظاهرة نفسها في العديد من القشريات المائية.

ت- التأثير غير المباشر : حيث لوحظ أن تعرض العديد من اللافقريات المائية الى جرعات غير قاتلة من المبيدات يمكن أن يظهر بشكل غير مباشر في الآتي :

(1) الشلل المؤقت والخمول.

(2) فقدان القدرة على التوجه الصحيح.

(3) انخفاض الكفاءة التناسلية.

ث- التأثير على التكامل والتوازن في مجتمع اللافقريات المائية من خلال موت او تأثر أنواع معينة بشدة بالمبيدات بما يؤدي الى حدوث خلل في التوازن الطبيعي بين الأنواع المختلفة وبين المفترسات وعوائلها أيضا. إن هذا الخلل بلا شك سيؤثر على المجتمعات المائية.

2- **التأثير على الأسماك Effects on Fish** : تشكل الأسماك واحدة من أهم الكائنات التي تعيش في الماء وتشكل المبيدات ومتبقياتها في الماء احد مصادر الخطر على الثروة السمكية والذي يمكن ملاحظته في النقاط الآتية :

أ – تراكم المبيدات في الأسماك : إن تراكم المبيدات في الأسماك يشكل خطراً مباشراً على الإنسان الذي تشكل الأسماك غذاءً رئيسياً ومهماً له حيث أن من الملاحظ في العديد من دول العالم إن هناك بعض الأنواع من الأسماك تعد غير آمنة للأكل بسبب المستوى العالي من السموم المتراكمة في أجسامها منها مثلاً السمك المسمى *Trachurus symmetricus*.

ب- انخفاض أعداد الأسماك نتيجة موتها بسبب التسمم بالمبيدات او بسبب انخفاض كفاءتها التناسلية وخمولها كنتيجة لتعرضها لجرعات غير قاتلة من المبيدات بما يعرضها او يجعلها صيداً سهلاً لأعدائها الحيوية.

3- **التأثير على مياه الشرب Effects on Drinking Waters** : إن مياه معظم الأنهار والبحيرات تحوي كميات لا بأس بها من متبقيات مبيدات الكلور العضوية. ففي إحدى الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة والتي تضمنت فحص 500 عينة أخذت من نهر المسيسيبي والميزوري وجد الاندرين في 23 منها والكلوردين في خمسة عينات والديلدرين في عينة واحدة، هذه المبيدات وجدت بتركيزات أعلى من تلك المسموح بها. لذلك أصبح من الضروري اليوم إجراء الفحص المستمر لتحديد متبقيات المبيدات في مياه الشرب لضمان سلامة المواطنين.

وسائل مكافحة تلوث المياه بالمبيدات

Methods of Controlling Water Pollution By Pesticides

إن مسألة خفض تلوث المياه بالمبيدات ذات الأثر الباقي لفترة طويلة يتطلب إتباع العديد من الوسائل منها :

1-استخدام كميات قليلة من المبيدات.

2-إتباع وسائل جديدة في مكافحة الآفات وعدم الاعتماد كلياً على استخدام المبيدات.

3-تحريم استخدام المبيدات البطيئة التحلل خاصة تلك التابعة لمجموعة الهيدروكاربونات المكلورة.

4-معاملة مياه الفضلات والمجاري : وتعتمد هذه الطريقة على إلزام المعامل بإنشاء بعض الوحدات الخاصة بمعاملة المياه التي قد تحوي على العديد من الملوثات ومنها المبيدات لخفض او إزالة تلك الملوثات قبل وصولها الى الأنهر والجداول وذلك باستخدام العديد من الطرائق الكيميائية والحيوية الخاصة في هذا المجال ، كذلك إمكانية استخدام العديد من المرشحات الحاوية على الكاربون النشط لإزالة المبيدات من المياه.

رابعاً : تلوث التربة بالمبيدات Soil Pollution By Pesticides

تمثل التربة احد عناصر البيئة المهمة ففيها جميع المحاصيل التي تعد المصدر الرئيس للطاقة وهي بحد ذاتها بيئة معقدة جداً تضم بين حبيباتها العديد من مجتمعات الكائنات الحية. وهي في نفس الوقت عرضة لبقاء وترسب العديد من المبيدات التي تتراكم فيها ومن أهم مصادر تلوث التربة بالمبيدات ما يأتي :

1- معاملة التربة بالمبيدات Soil Treatment By Pesticides : في السنوات التي أعقبت اكتشاف مبيدات الكلور العضوية تم استخدام كميات كبيرة منها في معاملة التربة للقضاء على الآفات وذلك لرخص ثمنها وبقائها لفترة طويلة دون الحاجة الى إعادة المعاملة ثانية ، لذلك فإن كميات كبيرة منها قد استخدمت بشكل غير مدروس وتفوق كثيراً الكميات الموصى بها ونتيجة لهذه السياسة فان الأراضي التي كانت تزرع بكثافة أصبحت اليوم من أكثر الأراضي تلوثاً بتلك المبيدات.

2- رش المحاصيل بالمبيدات Crops Spraying By Pesticides : عند رش الأجزاء الخضرية من المحاصيل بالمبيدات فان هذه المبيدات لاتصل جميعها الى الهدف المقصود بعملية الرش حيث أن كمية كبيرة منها تسقط على الأرض وتقدر في أحيان كثيرة بـ 50% من الكمية المرشوشة على النبات. ففي تجربة أجريت لتحديد كمية المبيد التي تصل الى التربة وجد أن 43% من المبيد Methoxychlor المرشوشة على محصول ألجت سقطت على الأرض. إن معظم المبيدات التي تسقط على الأرض جراء عمليات الرش المختلفة تبقى على السطح العلوي للتربة والتي تتحلل بطريقة أسرع من تلك التي تتغلغل بداخل التربة. كذلك أشارت العديد من التقارير الى أن متبقيات مبيدات الكلور العضوية كانت أكثر في ترب البساتين وحقول الخضراوات من بقية الترب.

3- الأمطار والغبار Rain And Dust : في السنوات الأخيرة أصبح من المؤكد أن الجو يحوي متبقيات من مبيدات الكلور العضوية والتي تأتي عن طريق التبخر او محمولة على التيارات الهوائية خاصة المبيدات المجهزة بشكل مساحيق تعفير. حيث تتركز هذه المتبقيات وتتجمع على ذرات الغبار او قطرات الرطوبة الجوية لتسقط بعد ذلك الى الأرض مع المطر والغبار ففي انكلترا مثلاً وجد أن اكبر كمية من مبيد د.د.ت التي وجدت في مياه الأمطار وصلت الى 210 جزء بالمليون وقد سجلت نفس الكمية أيضا في الولايات المتحدة.

4- بقايا المحاصيل والحيوانات Crops and Animal Residues : إن كميات قليلة من مبيدات الكلور العضوية يمكن أن تبقى في الأنسجة النباتية والحيوانية. إلا أن هذه الكميات تختلف باختلاف نوع المحصول ونوع الحيوان. فمثلاً وجد أن محاصيل الحبوب كانت تحوي متبقيات المبيدات بمعدل 0.02 جزء بالمليون بينما كانت كمية المبيد في المحاصيل الجذرية بمعدل 0.2 جزء بالمليون. كذلك الحال بالنسبة للحيوانات اللافقرية والكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة، وفي نفس الوقت يمكن القول أن النباتات والحيوانات تلعب دوراً لا بأس به في إزالة متبقيات المبيدات من التربة أيضا، فقد أشارت نتائج

إحدى الدراسات الى أن هايفات الفطر تستطيع أن تأخذ 10% من كمية الديلدرين أو د.د.ت الموجود في التربة.

كميات المبيدات في التربة Pesticides Quantities In Soil

يتضح مما سبق أن كميات لا بأس بها من المبيدات تصل الى التربة بصورة مباشرة او غير مباشرة لذلك فان التربة هي الأخرى تعتبر مخزناً بيئياً كبيراً لمتبقيات المبيدات ، ويمكن القول أن معظم متبقيات المبيدات التي وجدت في التربة خلال عمليات المسح المختلفة كانت تعود إما إلى مبيدات الحشرات والفطريات غير العضوية مثل الزرنيخ والنحاس والرصاص أو أنها تعود إلى مبيدات الحشرات من مجموعة الكلور العضوية. فضلاً عن وجود كميات قليلة جداً من متبقيات مبيدات الفسفور العضوية ، كذلك أظهرت عمليات المسح أن اكبر كمية من متبقيات المبيدات وجدت في ترب البساتين حيث بلغت متبقيات د.د.ت منها أكثر من 250 جزء بالمليون مقارنة ببقية أنواع الترب الزراعية ويرجع ذلك الى رش البساتين بحوالي 6 مرات خلال الموسم الواحد وان أكثر من نصف الكميات المرشوشة فقط يسقط على الأرض.

العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في التربة

Factors Affecting The Persistence of Pesticides In Soil

وتضم ما يأتي :

1- الطبيعة الكيميائية للمبيدات Pesticides Chemical Nature

وتضم مجموعة العوامل المؤثرة في ثبات المبيدات ومنها :

أ - التبخر Volatility : تعد مبيدات الكلور العضوية غير متبخرة عند درجة حرارة الجو الاعتيادية إلا انه وجد أن هناك ارتباطاً بين الضغط البخاري للمبيد ودرجة ثبات المبيد في التربة. وقد أشارت إحدى الدراسات الى أن الالدرين أكثر تبخراً من Heptachlor والأخير أكثر تبخراً من Dieldrin و د.د.ت كذلك وجد أن تبخر المبيد من التربة يزداد بزيادة التركيز والرطوبة النسبية ودرجة حرارة التربة وحركة الهواء فوق سطح التربة ومقدار الرطوبة في التربة.

ب- الذوبان Solubility : إن قابلية المبيدات للذوبان في الماء تعد من العوامل المهمة في تحديد درجة بقاء المبيدات في التربة. إن معظم مبيدات الكلور العضوية تعد غير ذائبة في الماء ولكن بالرغم من أن المبيدات الذائبة هي التي يتم غسلها من التربة سريعاً إلا أن الذوبان والغسل من التربة ليست دائماً مرتبطة مع بعضها.

ت- التركيز Concentration : يختلف تركيز متبقيات المبيدات بدرجة كبيرة ولكن من الملاحظ أن التراكيز العالية تختفي نسبياً بصورة بطيئة مقارنة بالتراكيز المنخفضة. هذا الاختلاف قد يرجع الى تفاعلات تحطيم المبيدات في التربة والتي تعتمد على تركيز المبيد في التربة.

ث- صور تجهيز المبيد Pesticide Formulations : يتم عادة تجهيز المبيدات بأكثر من صورة منها مساحيق التعفير والمساحيق القابلة للبلل والمركزات القابلة للاستحلاب وغيرها من صور التجهيز وقد وجد أن الصور القابلة للذوبان في الماء تكون أسرع في عملية الغسيل من التربة مقارنة بالمبيدات المجهزة بصورة زيوت قابلة للاستحلاب في الماء.

كذلك وجد أن المبيدات تبقى طويلاً في التربة عند وجودها بصورة محببات مقارنة بالمستحلبات والأخيرة تبقى فترة أطول في التربة مقارنة بالمحاليل فيما تختفي بسرعة المبيدات المجهزة بشكل مساحيق تعفير ومساحيق قابلة للبلل.

2- نوع التربة Type of Soil : بصورة عامة تبقى المبيدات فترة أطول وتكون اقل سمية للآفات في الترب الثقيلة الغنية بالمواد العضوية. حيث أظهرت نتائج إحدى الدراسات أن ادمصاص مبيدي الألدرين والاندرين كان قليلاً في التربة الرملية ثم ازدادت الكمية المدمصة في الترب الطينية المزيجية. وفي دراسة أخرى وجد أن لتركيب التربة تأثيراً في فترة بقاء المبيدات فيها حيث أظهرت نتائج الدراسة أن تركيب التربة يؤثر على مساميتها حيث أن بقاء اللندين اظهر ارتباطاً بمسامية التربة.

3- المادة العضوية في التربة Organic Matter Content : تعد المادة العضوية في التربة من العوامل المهمة في التأثير على بقاء المبيدات في التربة وتنحصر نسبة المادة العضوية في التربة بين أقل من 1% الى 50% وجميع الدراسات تشير الى انه كلما زادت المادة العضوية في التربة زادت فترة بقاء المبيدات فيها.

4- المحتوى الطيني للتربة Clay Content : يمثل الطين العامل المهم الآخر بعد المادة العضوية في تحديد فترة بقاء المبيدات في التربة وقد أظهرت نتائج العديد من الدراسات انه كلما زادت نسبة الطين في التربة زادت فترة بقاء المبيدات فيها وذلك راجع الى زيادة المساحة السطحية لادمصاص جزيئات المبيد عليها في الترب الطينية عنها في بقية أنواع الترب.

5- حموضة التربة Soil Acidity : إن تركيز أيون الهيدروجين في التربة يؤثر بلا شك على عملية تحلل المبيدات في التربة من خلال تأثير درجة PH على ثبات معادن الطين والقدرة على تبادل الايونات او على نسبة حدوث التحلل الكيميائي والبكتيري إلا انه لا يوجد دليل على أن لدرجة PH تأثيراً مباشراً على تحديد فترة بقاء المبيدات في التربة. إلا أن نتائج بعض الدراسات أظهرت أن تحلل د.د.ت و BHC كان سريعاً في التربة القلوية عند PH 9.5. أما مبيدات الفسفور العضوية فقد أظهرت حساسية أكثر للتغير في درجة PH مقارنة بمبيدات الكلور العضوية.

6- درجة الحرارة Temperature : إن فقدان المبيدات من التربة يتم عادة إما عن طريق التدهور الكيميائي او عن طريق التحلل البكتيري والتبخر وجميع هذه العمليات تتأثر بدرجة الحرارة حيث عند درجة الحرارة المنخفضة تتم هذه العمليات ببطء شديد وبذلك تقل كمية المبيدات المفقودة من التربة. ففي دراسة لمعرفة تأثير درجة الحرارة في نسبة الفقد من المبيد Heptachlor من التربة وجد انه لم يفقد أي شيء من المبيد عند درجة الانجماد ، وعند درجة 6°م تراوحت نسبة الفقد بين 16-27% من الجرعة المضافة للتربة فيما وصلت نسبة الفقد الى 86-98% عند درجة حرارة 46°م.

7- رطوبة التربة Soil Moisture : إن التأثير الرئيس للمحتوى الرطوبي في بقاء المبيدات في التربة يعتمد على تأثير الرطوبة على ادمصاص المبيدات على مختلف أجزاء التربة حيث تتنافس جزئيات الماء مع المبيدات على مواقع الادمصاص لأنها جزيئات قطبية تدمص بقوة على حبيبات التربة بينما في التربة الجافة تكون هناك جزيئات قليلة من الماء تتنافس على مواقع الادمصاص في حبيبات التربة مع المبيدات. مما سبق يتبين أن المبيدات لا تبقى لفترة طويلة في التربة الرطبة بينما تزداد فترة بقائها في الترب الجافة.

الأخطار الناجمة عن تلوث التربة بالمبيدات Risks of Soil Pollution By Pesticides

من الطبيعي أن يكون لمتبقيات المبيدات في التربة تأثير في الكائنات الحية التي تعيش في التربة والتي يمكن إجمالها في النقاط الآتية :

1- التأثير على الكائنات الدقيقة في التربة Effect on Soil Microorganisms : تعمل متبقيات المبيدات في التأثير على نشاط الكائنات الدقيقة في التربة مما يقلل من خصوبة التربة ، إلا أن بعض الدراسات أشارت الى وجود زيادة في أعداد الكائنات الدقيقة في الترب الحاوية على كميات كبيرة من متبقيات مبيدات الكلور العضوية وقد يرجع ذلك الى استفادة تلك الكائنات من مصادر الكاربون المتوفرة في تلك المبيدات فيما أظهرت دراسات أخرى عدم تأثير مبيدات الكلور العضوية في الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة إلا انه يمكن القول أن هناك اختلافاً في درجة حساسية الكائنات الدقيقة لمتبقيات المبيدات المختلفة حيث أن الفطريات أكثر حساسية من البكتريا للعديد من مبيدات الكلور العضوية.

2- التأثير على اللافقريات Effect on Soil Invertebrate : تعد بعض لافقريات التربة آفات مهمة وتلعب متبقيات المبيدات دوراً لا بأس به في القضاء عليها، إلا أنها في نفس الوقت تشكل خطراً على العديد من المفترسات الموجودة في التربة كالاكاروسات والخنافس وعديدات الأرجل وكذلك التأثير على اللافقريات المحللة للمواد العضوية في التربة ، كذلك فان استمرار تعرض اللافقريات الى جرعات غير قاتلة من المبيدات يؤدي في كثير من الأحيان الى ظهور سلالات مقاومة من جهة وكذلك التأثير على الكفاءة التناسلية لهذه الكائنات بالزيادة او النقصان بما يؤدي الى اختلال التوازن الطبيعي وتوليد ضغط مباشر على النظام البيئي للتربة.

3- الدخول في السلسلة الغذائية Entry Into Food Chains : تشكل التربة البيئة التي تنمو فيها النباتات والتي تمثل الغذاء لمعظم الكائنات الحية بصورة مباشرة أو غير مباشرة إضافة الى أنها تشكل المحيط الذي تعيش فيه مجموعة كبيرة من الكائنات الحية ، ففي إحدى الدراسات وجد أن هناك كمية كبيرة من متبقيات المبيد د.د.ت في ديدان الأرض الموجودة في ترب سبق معاملتها بـ د.د.ت وتتفق الكثير من الدراسات على أن الكميات الموجودة من بقايا المبيدات في أنسجة لافقريات التربة تزيد كثيراً على الكميات الموجودة في التربة المحيطة بها. هذه اللافقريات تعد غذاءً رئيسياً لأنواع عديدة من الطيور والثدييات والتي عند تناول كميات كافية منها سينتقل جزء من متبقيات المبيدات الى أجسامها هذه الكائنات قد يتم افتراسها من قبل كائنات أخرى وهكذا تدخل متبقيات المبيدات في السلسلة الغذائية.

4-**تسمم النبات Phytotoxicity :** هناك العديد من الدراسات التي تؤكد أن متبقيات مبيدات الآفات المختلفة لها تأثير كبير في نمو النباتات وأن الكميات الكبيرة من متبقيات المبيدات في التربة تكون مؤذية للنبات والأعراض الناتجة عن التسمم بالمبيدات تختلف باختلاف نوع المحصول وهي تتراوح بين النمو الضعيف وظهور التبقعات والذبول والتقزم وبين الموت في بعض الأحيان. هذه الإعراض تعتمد أيضاً على مستوى تلوث التربة بالمبيدات والمجموعة الكيميائية التي ينتمي إليها المبيد وصورة تجهيز المبيد.

وسائل مكافحة تلوث التربة بالمبيدات

Methods of Controlling Soil Pollution By Pesticides

تشكل متبقيات مبيدات الآفات وخاصة التابعة لمجموعة الكلور العضوية الملوثات الأكثر شيوعاً في التربة وعلى الرغم من تحديد استخدام هذه المبيدات بشكل كبير. إلا أنها ما زالت تستخدم لمكافحة بعض الآفات الموجودة في التربة ، ولغرض مكافحة تلوث التربة بالمبيدات بشكل عام فإنه يمكن إتباع ما يأتي :

1- طرائق الاستخدام Methods of Application : إن العديد من مشاكل التلوث الناتجة عن استخدام المبيدات ذات الأثر الباقي لفترة طويلة كانت نتيجة عدم الاهتمام في كيفية استخدام هذه المواد حيث عوملت بها مساحات كبيرة جداً ودون تمييز ، إلا أن التطور الذي واكب إنتاج آلات الرش والتعفير أصبح معه بالإمكان استخدام المبيدات مثلاً بطريقة الرش بالحجم المتناهي بالصغر دون الحاجة الى استخدام الماء إضافة الى استخدام كميات قليلة من المبيدات في عمليات المكافحة ، كذلك لابد من مراعاة التوقيت المناسب لعملية الرش وربط ذلك بتحديد الحد الاقتصادي الحرج للآفة واستخدام مبيدات سريعة التحلل والتخلي عن فكرة الإبادة للآفات في برامج المكافحة يمكن أن تخفف من مسألة التلوث.

2- التشريعات والقوانين Legislation : لقد أصبح من الضروري اليوم أن تقوم السلطات والمنظمات المعنية بموضوع التلوث بإصدار العديد من القوانين والتعليمات التي تنظم عملية استخدام وتداول المبيدات بما يقلل من التلوث ، فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية لا يمكن للشركات المنتجة للمبيدات من تسويق منتوجاتها ما لم تقدم ما يثبت عدم تأثير تلك المبيدات في البيئة إذا استخدمت بالشكل الموضح في علامة المبيد. علاوة على إصدار تعليمات بمنع استخدام بعض المبيدات التي تثب تسببها في مشاكل بيئية وصحية كالمبيدات التابعة لمجموعة الكلور العضوية.

3- الزراعة Cultivation : في حالة تلوث الطبقة السطحية من التربة بمتبقيات المبيدات يفضل عدم حرثها وزراعتها مع استخدام مبيدات الأدغال لإزالة الغطاء النباتي منها حيث أن هذه العملية تعمل على تسريع عملية اختفاء المبيدات عن طريق التبخر والتحلل الضوئي، حيث أن الحراثة تعمل على خلط المبيدات بالتربة مما قد يعيق عملية تحللها لفترة أطول.

4- الغمر أو الري Flooding or Irrigation : بالنسبة للأراضي الملوثة بالمبيدات يفضل غمرها بالمياه او وضعها تحت نظام ري كثيف حيث أن هذه العملية تساعد في غسل التربة من متبقيات المبيدات ففي إحدى الدراسات وجد أن غمر الأرض بالماء مع تلقيحها بالبكتريا اللاهوائية من نوع *Aerobacter aerogenes* أدى إلى خفض كمية المبيدات الموجودة في التربة بشكل كبير ولكن قسماً من هذه المبيدات قد يتسرب الى المياه الجوفية.

5- إضافة بعض المواد Addition of Materials : أظهرت العديد من الدراسات أن إضافة الكاربون المنشط الى التربة أدى الى خفض نشاط متبقيات المبيدات حيث أن إضافة 112-448كغم/هكتار من الكاربون

المنشط أدى الى إزالة سمية الكلوردين نتيجة عمل الكاربون المنشط كمادة مدمصة. إن كمية الكاربون المضافة تعتمد على كمية المبيدات في التربة ونوع التربة والمحصول المزروع في التربة.

6- تحفيز النشاط الميكروبي Stimulating Microbial Activity : تعد الكائنات الحية الدقيقة أحد العوامل المهمة في تدهور المبيدات في التربة لذلك فان محاولة تسريع عملية التدهور عن طريق ادخال الكائنات الدقيقة الى التربة او تشجيع نموها بإضافة البيئة او المواد المناسبة لها يسرع من عملية تدهور واختفاء المبيدات من التربة.

7- استخدام كيميائيات بديلة Alternative Chemicals : تتوفر في الوقت الحاضر العديد من المبيدات التي تتحلل بسرعة والتي يمكن استخدمها كبديل لمبيدات الكلور العضوية وكذلك إمكانية البحث عن مشابهات لمبيدات الكلور العضوية التي يمكن أن تتحلل بسرعة كبديل لمبيدات نفس المجموعة.

خامساً : تلوث الهواء بالمبيدات Air Pollution By Pesticides

يشكل الهواء أحد أكبر أنظمة النقل على الكرة الأرضية حيث تسبح فيه جميع الملوثات الناتجة عن النشاط البشري والتي بدأت ومنذ سنوات عديدة أجهزة تحسس وقياس الملوثات بتسجيل مستوياتها المتصاعدة في الهواء ، وتشكل المبيدات اليوم احد ملوثات الهواء المهمة، إن عملية انتشار المبيدات في الجو غالباً ما تكون مقيدة بحركة الهواء لذلك فان معرفة حركة التيارات الهوائية واتجاهاتها أصبح ضرورياً لتحديد كيفية دخول المبيدات الى الهواء وانتقالها وانتشارها وكذلك إعادة توزيعها على المستوى المحلي والعالمي.

مصادر تلوث الهواء بالمبيدات Sources of Air Pollution By Pesticides

إن المقصود بتلوث الهواء هو وجود واحد او أكثر من الملوثات في الهواء كالغبار والروائح والدخان والأبخرة بكميات يمكن أن تؤثر على الآفات والنبات والحيوان. ويمكن للمبيدات على هذا الأساس من الدخول الى الهواء بشكل حبيبات ، وقطرات ، وأبخرة وروائح تعمل جميعها على تلوث الهواء ومن أهم مصادر تلوث الهواء بالمبيدات ما يأتي :

1- جزيئات او حبيبات المبيدات Pesticides Particles : إن دخول حبيبات المبيدات الى الهواء خلال عمليات المكافحة بتعفير ورش النباتات والمواد المختلفة تعد من مصادر التلوث المهمة بالمبيدات. حيث تدخل الى الهواء كميات لا بأس بها من المبيدات وتعتمد كمية المبيد الداخلة عن هذا الطريق على حجم حبيبات وقطرات سائل الرش وقد وجد انه كلما صغرت أحجام الحبيبات والقطرات استطاعت أن تدخل الى الهواء بسرعة وتبقى فترة طويلة فيه.

2- أبخرة المبيدات Pesticides Vapor : بصورة عامة فان المبيدات ذات الضغط البخاري العالي يفقد منها جزء لا بأس به الى الهواء قبل وصولها الى الهدف المراد معاملته وليس معنى هذا أن المبيدات الأخرى لا تدخل إلى الهواء بشكل أبخرة. ففي إحدى الدراسات وجد أن 55% من مبيد الالدرين فقد نتيجة التبخر.

3- انجراف المبيدات خلال عمليات المكافحة Pesticides Drift During Application : أصبح من الواضح اليوم أن العديد من المشاكل الناتجة عن استخدام المبيدات سببها انتقال المبيدات خلال عمليات المكافحة الى أماكن غير مقصودة بعمليات المكافحة ، فمثلاً وجد أن مبيد الأدغال 2,4D كان وراء التأثير في العديد من المحاصيل الحساسة نتيجة انتقاله في الهواء الى تلك الحقول ولعل من أهم العوامل المشجعة على انتقال المبيدات ودخولها الى الهواء ما يأتي :

أ - الانتقال المباشر لجزيئات المبيد بواسطة الرياح.

ب- الجفاف وارتفاع درجات الحرارة.

ت- تحرر الأبخرة والغازات من المبيدات.

4- التعرية Erosion : إن التعرية التي تسببها الرياح للتربة الجافة خاصة تلك المعاملة بالمبيدات تشكل احد المصادر المهمة لدخول متبقيات المبيدات الى الهواء. فقد أظهرت نتائج إحدى الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية وجود خمسة مبيدات مختلفة من مجموعة الكلور العضوية هي DDT و DDE و Chlordane و Heptachlor و Dieldrin في الغبار الموجود في الهواء قرب إحدى المناطق الزراعية.

5- المواد والأسطح المعاملة بالمبيدات Materials & Surface Treated with Pesticides : تشكل المواد المعاملة بالمبيدات مصادر جيدة لانتقال المبيدات الى الهواء حيث تلعب عوامل عديدة في تحديد فترة بقاء المبيدات على الأجزاء المعاملة منها صور تجهيز المبيد والأمطار والرطوبة والتبخر والرياح ودرجة الحرارة حيث وجد أن الترسبات الناتجة عن المحاليل المعلقة تكون سريعة الفقدان مقارنة بالترسبات عن المستحلبات والمحاليل الزيتية بينما تعد مساحيق التعفير من أسرع صور التجهيز زوالاً. إلا أن اغلب الدراسات تتفق على القول بأن التبخر هو الميكانيكية الأساسية لانتقال المبيدات ودخولها الى الهواء حيث وجد أن فقدان متبقيات مبيدات الحشرات في البساتين ارتبط مع قيمة الضغط البخاري للمبيدات المستخدمة.

سادساً : تلوث الغذاء بالمبيدات Food Pollution By Pesticides

إن النتيجة الحتمية لتلوث الماء والتربة والهواء هو تلوث المواد الغذائية التي يتناولها الإنسان والحيوان على السواء والذي بدأت أثاره بالظهور بشكل العديد من الحالات المرضية وحالات الإجهاض وتشوه الأجنة مما يدعونا الى المزيد من الاهتمام بدراسة هذا الموضوع وتطوير التقنيات الضرورية لقياس متبقيات المبيدات في الغذاء.

مصادر تلوث الغذاء بالمبيدات Sources of Food Pollution By Pesticides

إن مصادر تلوث الغذاء بالمبيدات هي في الغالب نفس مصادر تلوث عناصر البيئة الرئيسية ممثلة بالهواء والتربة والماء ومنها :

1- الاستخدام المباشر للمبيدات Direct Application of Pesticides : ان عمليات مكافحة الآفات الزراعية هي السبب في وجود كميات لا بأس بها من متبقيات المبيدات في المحاصيل الغذائية المختلفة. كما أشارت العديد من الدراسات الى ظهور هذه المتبقيات في حليب الأبقار التي تتغذى على محاصيل العلف المعاملة بالمبيدات.

2- متبقيات المبيدات المخزونة في البيئة Pesticides Residue In Environment : هناك كميات لا بأس بها من متبقيات المبيدات الموجودة في التربة والماء اللذين يعدان الوسط الرئيس لنمو مختلف أنواع النباتات والمحاصيل إضافة الى تلوث الأسماك والحيوانات التي تشكل هي الأخرى احد مصادر الغذاء المهمة.

3- التغير الحاصل في أنواع المبيدات المستخدمة Changing The Type of Pesticides: إن معظم الدراسات تركزت حول تتبع وقياس مبيدات الكلور العضوية إلا أن دخول مبيدات جديدة الى الاستخدام والتي تنتمي الى مبيدات الفسفور العضوية قد يظهر لها تأثيرات جانبية غير معروفة علاوة على احتمال عدم كفاءة الطرائق المستخدمة في قياس وتقدير كميات مبيدات الكلور العضوية لقياس متبقيات المبيدات الجديدة.

العوامل المؤثرة في بقاء المبيدات في الغذاء

Factor Affecting The Persistence of Pesticides In Food

إن بقاء المبيدات في المواد الغذائية يعتمد على العديد من العوامل منها :

1-التركيب الكيميائي للمبيد Pesticides Chemical Structure : حيث من المعروف أن مبيدات الكلور العضوية وكذلك مركبات الزرنيخ والرصاص تبقى في المواد الغذائية لفترة طويلة مقارنة بمبيدات الفسفور العضوية وذلك لاختلاف التركيب الكيميائي لمجاميع المبيدات السابقة.

2-تصنيع الغذاء Food Processing : يعتمد تصنيع الغذاء على المواد الأولية ممثلة بالأجزاء النباتية واللحوم والحليب التي تحوي في كثير من الأحيان متبقيات للمبيدات بمستويات معينة تشكل هي الأخرى احد الروافد المهمة في بقاء واستمرار تلوث الغذاء بالمبيدات.

الأخطار الناتجة عن تلوث الغذاء Risks of Food Pollution By Pesticides

يمكن تلخيص الأخطار الناتجة عن تلوث الغذاء بالنقاط الآتية :

1- ظهور العديد من الأورام السرطانية.

2- تشوه الأجنة والإجهاض.

3- حالات مرضية تتمثل في حدوث خلل بالإنزيمات والهرمونات المنظمة للنمو.

4- التسمم الحاد والناتج عن تناول الأغذية الملوثة.

وسائل مكافحة تلوث الغذاء Control Method of Food Pollution

1- تشجيع المزارعين على استخدام مبيدات سريعة التحلل وذات سمية منخفضة للبائن.

2- غسل الفواكه والخضراوات بالماء والصابون بصورة جيدة للتخلص من متبقيات المبيدات.

3- إن عمليات الطهي والتسخين تساعد في كثير من الأحيان على هدم وتحطيم متبقيات المبيدات.

4- الفحص الدوري والمستمر لتحديد وقياس متبقيات المبيدات في الفواكه والخضروات ورفض الشحنات الحاوية على مستويات عالية من متبقيات المبيدات .

5- تشجيع المستهلكين على تقبل المنتجات الزراعية بمستويات معينة من الإصابة بالآفات لان هذا سيقلل من استخدام المبيدات بشكل كبير على المنتجات الزراعية .

6-الالتزام بدرجات حدود السماح للمبيدات على المواد الغذائية. والمقصود بحدود السماح هو التركيز المسموح به لبقايا او رواسب المبيد في او على المواد الغذائية النباتية والمنتجات الحيوانية ويعبر عنها بجزء بالمليون ppm حيث تم على هذا الأساس تقسيم المبيدات الى ثلاثة مجاميع رئيسة هي :

أ - مبيدات بدون حدود سماح No Tolerance Pesticides : وهي مجموعة المبيدات الأمينة والتي لا تحتاج لتحديد حدود سماح لها ومن هذه المواد البايرثرم والبكتريا والزيوت البترولية.

ب- مبيدات لها حدود سماح يساوي الصفر Zero Tolerance Pesticides : وهي المبيدات التي تمتاز بشدة سميتها وعليه فان المواد الغذائية يجب أن تكون خالية من متبقيات هذه المبيدات تماماً ومن هذه المبيدات، الاندرين، سيانيد الكالسيوم، مركبات الزئبق.

ت- مبيدات لها حدود سماح معينة Specific Tolerance Pesticides : وهي مجموعة المبيدات التي تمتاز بان لكل مركب منها حدود سماح معينة على المواد الغذائية والمحاصيل الزراعية مثال ذلك المبيد Sevin الذي تصل حدود السماح له على الفواكه 10 جزء بالمليون بينما تصل حدود السماح لمبيد الملاثيون على الفواكه 8 جزء بالمليون.

7- عدم جني المحصول بعد معاملته بالمبيدات مباشرة وضرورة الالتزام بالفترة المقررة بين المكافحة وجني المحصول.

الفصل الثالث عشر

التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها

Environmental Modification of Pesticides And Their Residues

- مقدمة
- عناصر التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها
- الحيوانات والنباتات
  - تفاعلات الطور الأول
  - تفاعلات الطور الثاني
- الكائنات الدقيقة
  - الأيض المايكروبي لبعض مجاميع المبيدات
- الضوء
  - العوامل المؤثرة في الأيض الضوئي
  - الأيض الضوئي لبعض مجاميع المبيدات

مقدمة Introduction

إن اختفاء مخلفات المبيدات أو صورتها الأصلية من مكان معين لا يعني بالضرورة نهاية المشكلة من وجهة نظر المختصين بعلم السموم ، بل على العكس هي بداية المشكلة ، والسؤال الذي يطرح نفسه هنا هو هل أن هذا الاختفاء يعني فعلاً تحلل المادة الكيميائية الخطرة أم أنها إشارة حقيقة إلى أن المبيد قد انتقل إلى بعض النظم البيئية أو تحول إلى مواد أخرى غير معروفة أكثر سمية أو خطورة ، لذلك علينا أن نتذكر دائماً بان التلوث بمبيدات الآفات هي مشكلة حيوية وديناميكية وان هذه المشكلة لا يمكن تقديرها دون الأخذ بنظر الاعتبار التأثيرات الحيوية التي يمكن أن تسببها في البيئة ، إذ أن أي تغيير بيئي يؤدي إلى تخليق مواد فعالة حيوياً ليس من الضروري أن تكون سامة، كذلك فان نواتج التحوير البيئي للمبيدات تمتاز بان فترة بقاءها طويلة.

إن العوامل المؤثرة في متبقيات المبيدات في البيئة تتأثر بعوامل عديدة منها ، ادمصاص المبيد من قبل مكونات التربة وغسل المبيد بواسطة الأمطار والتقاط المبيد من قبل النبات والحيوان والتبخر وحمل المبيد ونقله بواسطة الرياح فضلاً عن الطبيعة الكيميائية للمبيد.

هذه العوامل جميعها تؤثر في فترة بقاء المبيدات في البيئة ، وأن سرعة تحللها يعتمد على العديد من العوامل منها درجة PH ودرجة الحرارة وضوء الشمس والعوامل المستخدمة والسائدة في البيئة. إن العوامل السابقة قد تعمل على خفض كمية المتبقيات في الموقع الذي كانت توجد فيه ولكننا عندما ننظر إلى البيئة كوحدة واحدة بمكوناتها الحية وغير الحية نجد أن هذه العمليات لم تخفض من كمية متبقيات المبيدات وذلك لأن عمل البيئة في هذه الحالة يشبه إلى حد كبير رد فعل الكائنات الحية تجاه أي مركب كيميائي غريب يتم تناوله.

عناصر التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها

Environmental Modification Elements of Pesticides And Pesticides Residues

تشكل البيئة بمكوناتها الحية وغير الحية نظاماً حيوياً متكاملاً يمكن تشبيهه بكائن حي يتفاعل ويتجاوب مع جميع المنبهات والمحفزات والعوامل الطارئة بشكل يشبه إلى حد كبير ما يقوم به أي كائن حي ، وتشكل مبيدات الآفات بأنواعها ومجاميعها المختلفة مواد غريبة بدرجات متفاوتة على النظام البيئي ، وعليه يعمل هذا النظام بمكوناته الحيوية وغير الحيوية على مقاومة هذه المركبات الغريبة ومحاولة التخلص منها بطريقة تشبه إلى حد كبير ما تقوم به الكائنات الراقية ، لا بل إن ما يحدث في أجسام هذه الكائنات الراقية هو جزء مما يقوم به النظام البيئي الطبيعي لأنها جزء من النظام البيئي. وإن من عناصر التحوير البيئي للمبيدات ومتبقياتها ما يلي :

العنصر الأول : الحيوانات والنباتات Animals And Plants

وتشمل الإنسان والحيوانات الثديية وبقية الفقريات واللافقريات والنباتات المختلفة ، حيث تعمل الأنواع المنضوية تحت هذه المجاميع على تأييض مبيدات الآفات بطرائق ومسارات مختلفة في محاولة للتخلص من تأثيرها السام أو الموت نتيجة عدم نجاحها في ذلك، هذه المسائل تحدث أيضاً في العديد من الحيوانات اللافقرية ومنها مفصليات الأرجل ، إذ تعمل الإنزيمات الموجودة في هذه الكائنات ولاسيما إنزيمات إزالة السمية على زيادة قابلية ذوبان المواد الغريبة ومنها مبيدات الآفات بالماء وبهذا تجعل عملية تخليص الكائن الحي من هذه المركبات بواسطة أجهزة الإخراج أكثر سهولة ويمكن تقسيم التفاعلات التي يتم بواسطتها التخلص من مبيدات الآفات ونواتج أيضها إلى مجموعتين رئيستين هما :

المجموعة الأولى : تفاعلات الطور الأول Primary Phase Reaction

المجموعة الثانية : تفاعلات الطور الثاني Secondary Phase Reaction

وفيما يلي شرح تفصيلي لهذه التفاعلات :

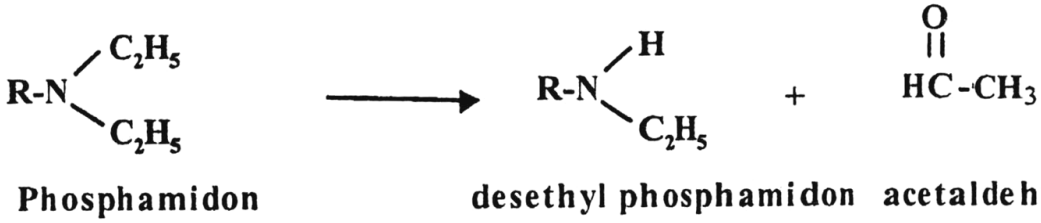
المجموعة الأولى : تفاعلات الطور الأول Primary Phase Reaction

وتعمل تفاعلات هذا الطور على تحويل المبيدات إلى مركبات نهائية قطبية Polar End Product تحتوي على مجموعة هيدروكسيل OH. ومن أهم المنظومات الإنزيمية المشاركة في إنجاز تفاعلات هذا الطور ما يلي :

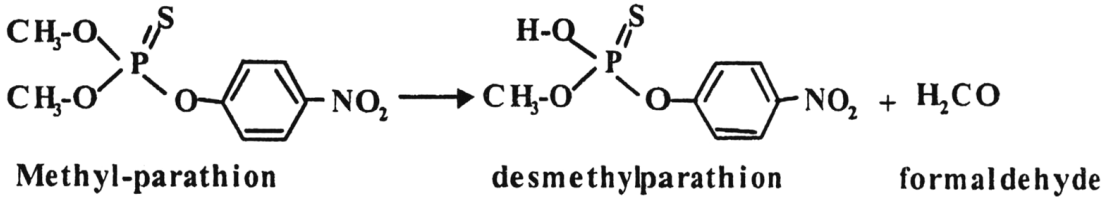
أولاً : إنزيمات الأكسدة مختلطة الوظيفة Mixed Function Oxidases Enzymes

وهي المنظومة الإنزيمية الأكثر شيوعاً وأهمية في الكائنات الحية ، هـذه المنظومـة منتـشرة فـي الحيوانات والنباتات ، إذ يتم بواسطة هذه الإنزيمات والتي من أهمها السايتوكروم P450 اختزال إحدى ذرات جزيئة الأوكسجين إلى ماء بينما تستخدم الذرة الأخرى في أكسدة المادة الأساس ، ومن أهم تفاعلات الأكسدة التي تقوم بها إنزيمات هذه المنظومة ما يلي :

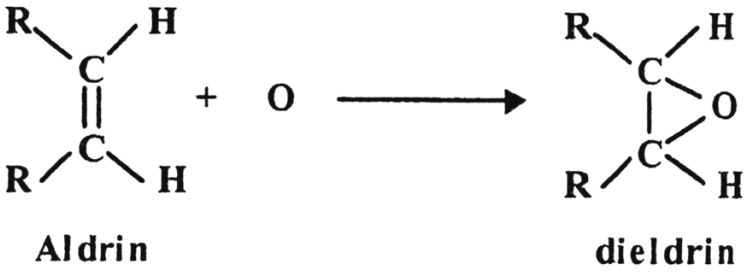
1- إزالة مجموعة الألكيل المرتبطة بالنتروجين N-Dealkylation.



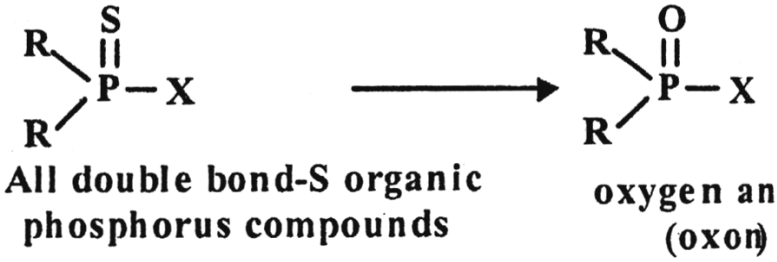
2- إزالة مجموعة الألكيل المرتبطة بالأوكسجين O-Dealkylation



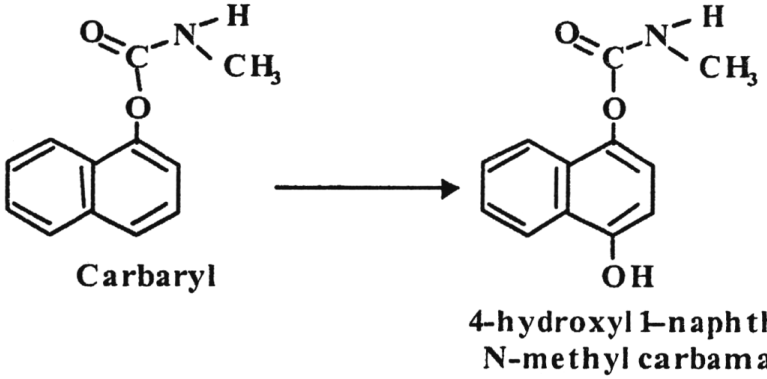
3- الايبوكسدة Epoxidation



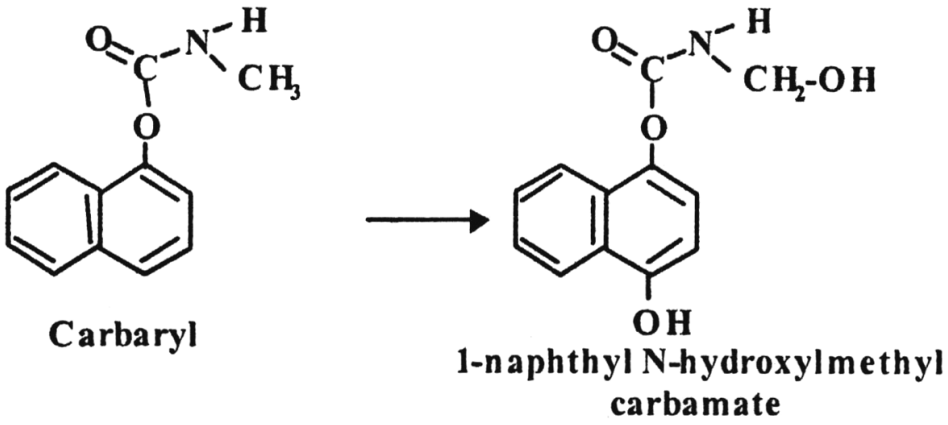
4- إزالة ذرة كبريت Desulfuration



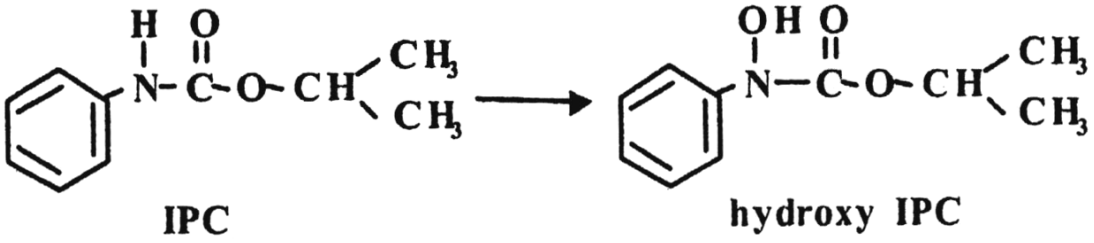
5- هدركسلة الحلقة الاروماتية Hydroxylation of Ring



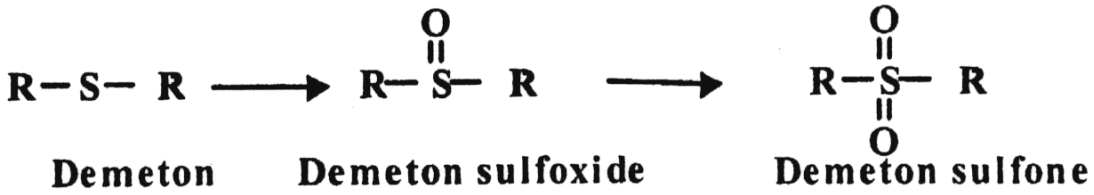
6- هدركسلة السلسلة الجانبية Hydroxylation of Side Chain



7- أكسدة النتروجين N-Oxidation



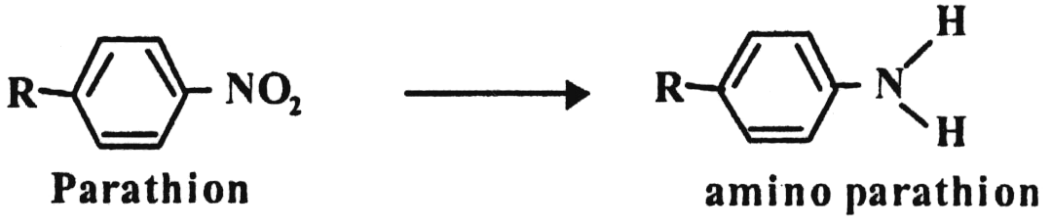
8- أكسدة الكبريت Sulfoxidation



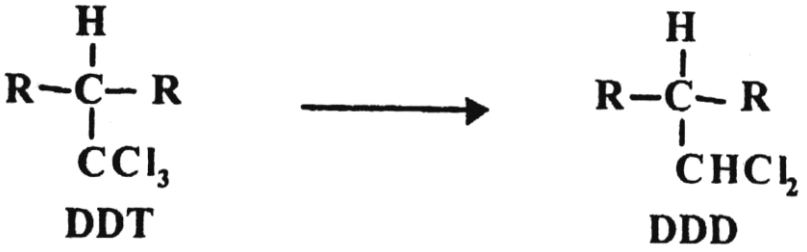
ثانياً : تفاعلات الاختزال Reduction

ومن أكثر تفاعلات الاختزال التي تحدث في الطور الأول ما يلي :

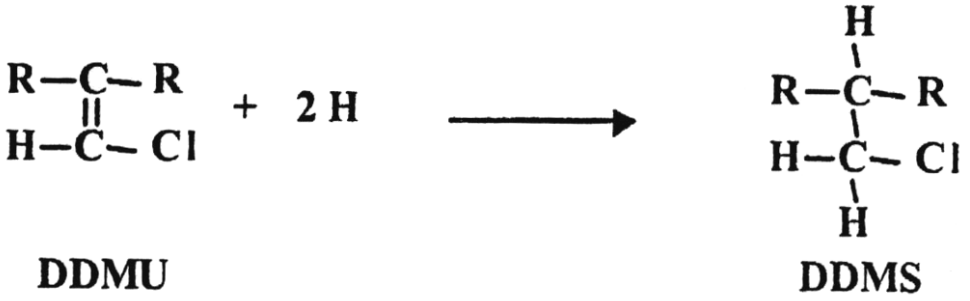
1- اختزال مجموعة النايترو Reduction of Nitro Group



2- اختزال ذرة كلور Dechlorination



3- اختزال الآصرة المزدوجة Reduction of Double Bond



ثالثاً : إنزيمات التحلل المائي Hydrolysis Enzymes

وتسمى أيضاً بإنزيمات أيض الاسترات أو الايثرات وذلك لأن معظم مبيدات الآفات في الوقت الحاضر هي استرات أو ايثرات بشكل أو بآخر فهي استرات حامض الفسفوريك أو الكاربامیك ، وطالما أن المبيدات هي استرات لذلك فإن الإنزيمات التي تحللها هي إنزيمات Esterases وهي إنزيمات تحلل مائي Hydrolysis تعمل على شق مركبات الاستر بإضافة الماء وينتج عنها كحول وحامض وهذه الإنزيمات لا تحتاج إلى عامل مرافق لعملها ولكنها تنشط بالكاتيونات ثنائية التكافؤ وعادة يلعب PH دور مهم وحاسم في عملية التحلل المائي لكل من H^+ و OH حيث يسلط ضغطاً كبيراً على عملية التحلل المائي. تقسم إنزيمات Esterases إلى :

1- A- Type Esterases : وتعمل على تأييض المبيدات التابعة لمجموعة الفسفور العضوية وتحللها كأنها مواد أساس لها.

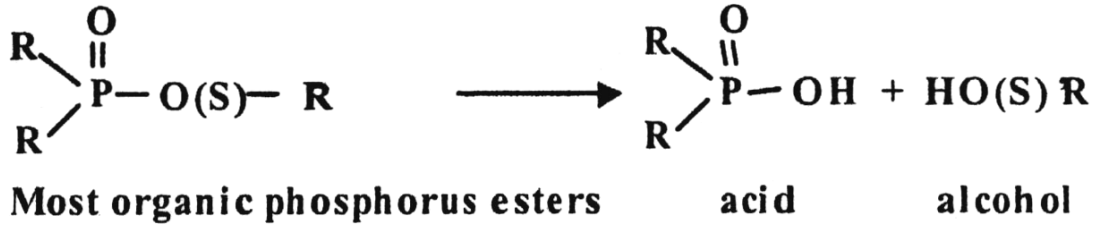
2- B- Type Esterases : وهي حساسة للتثبيط بمركبات الفسفور العضوية.

3- C- Type Esterases : وتعمل أيضاً على تأييض المبيدات التابعة لمجموعة الفسفور العضوية ولكنها لا تحللها في عملية التحلل المائي.

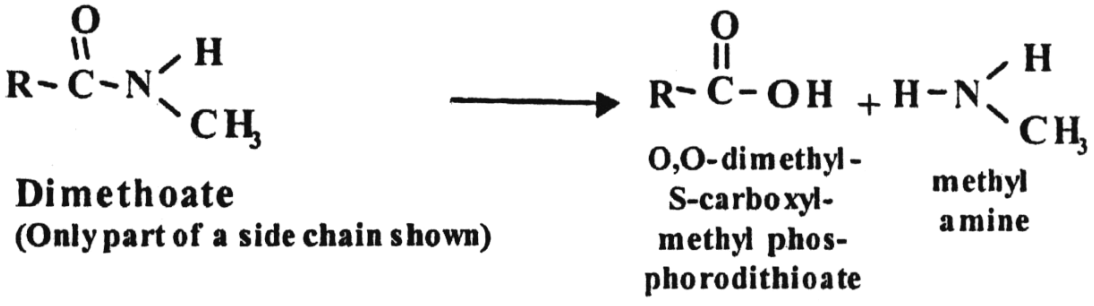
إضافة إلى إنزيمات الاستريز فإن هناك إنزيمات تحلل مائي أخرى منها Amidases و Carboxyesterases و Phosphatases.

ومن أهم تفاعلات التحلل المائي ما يلي :

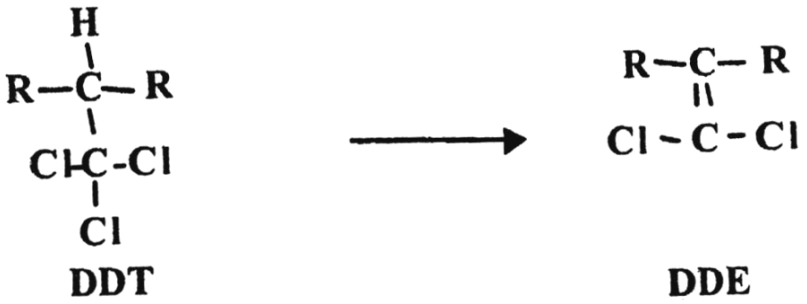
1- التحلل المائي لاستر الفسفور Hydrolysis of Phosphate Ester



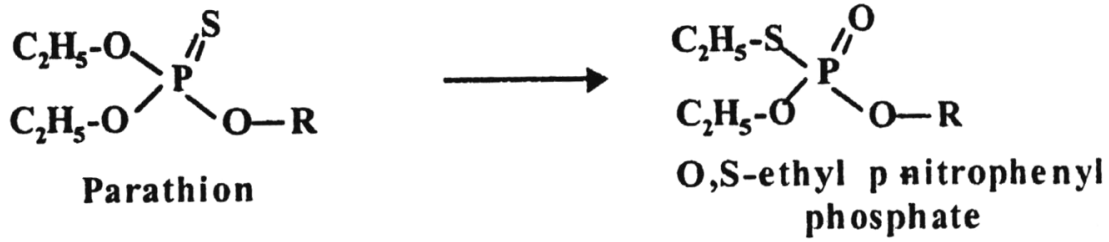
2- انفلاق مجموعة الامايد Cleavage of Amide



3- إزالة ذرة هايدروجين وهالوجين Dehydrohalogenation

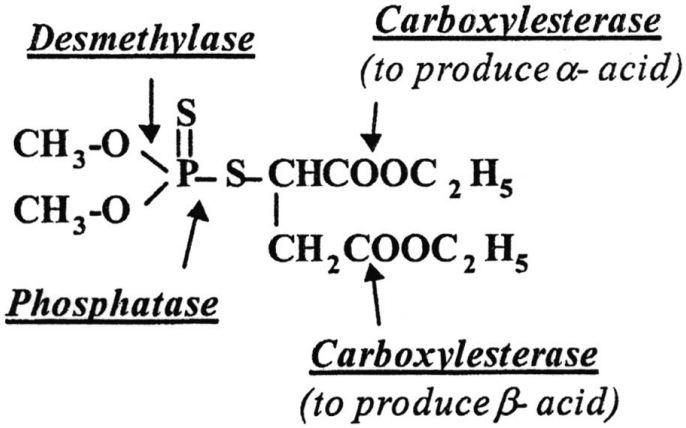


4- تكوين المشابهات Isomerization



5- التحلل المائي للملاثيون Malathion Hydrolysis

وهو مثال لتأييض مبيد الملاثيون مائياً والذي تتحكم فيه العديد من إنزيمات التحلل المائي.



المجموعة الثانية : تفاعلات الطور الثاني Secondary Phase Reaction

وتسمى أيضاً بتفاعلات المرحلة أو الطور التخليقي Synthetic Phase وتتضمن التخليق الحيوي للمركبات الطبيعية أو الغريبة ونواتج تأييضها أو تحللها مع مركبات داخلية المنشأ لتكوين مقترنات Conjugates يمكن إخراجها والتخلص منها ، وعليه فإن تفاعلات هذا الطور تسعى إلى إقران ناتج التفاعل من الطور الأول الذي يكون مركباً قطبياً سهل الذوبان بالماء مع مواد أو فضلات ينتجها الكائن الحي لتكوين المقترنات وطرحها خارج الجسم. إن الدراسات الخاصة بتفاعلات الطور الثاني أظهرت أن تفاعلات الاقتران يمكن أن تقع في المجاميع التالية :

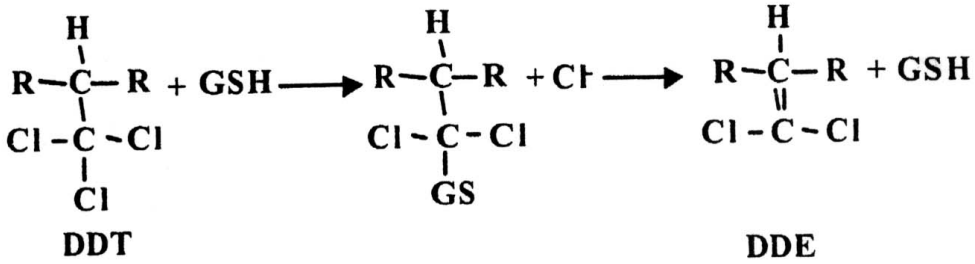
أولاً : تفاعلات الاقتران بالكلوتاثيون Glutathion Conjugates Reaction

لا تحتاج تفاعلات المواد الغريبة مع الكلوتاثيون إلى تكوين مركب وسطي غني بالطاقة أو نشط يحوي ATP إلا أن عملية تكوين الكلوتاثيون تحتاج إلى طاقة. ولحدوث الاقتران فإن نواتج أيض الطور الأول يجب أن تمتلك مجموعات كيميائية معينة يتم من خلالها اتحاد أو تزاوج مادتين وأن المجموعات الكيميائية اللازمة لتفاعلات الاقتران بالكلوتاثيون تشمل الهيدروجين والفلور والبروم واليود والكلور والنترات وحلقات الايبوكسايد والايثرات في مركبات اليفاتية واروماتية معينة.

يسلك الكلوتاثيون في تفاعلات أيض المبيدات والمواد الغريبة مسلكين هما :

1- كعامل مساعد Catalyze Agent

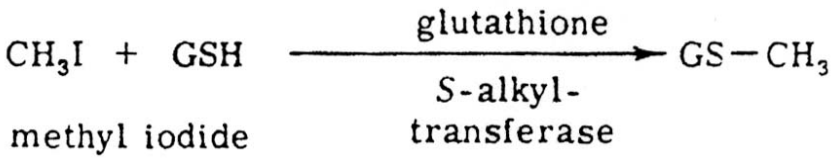
أي يعمل الكلوتاثيون كعامل مساعد ويسمى التفاعـل Glutathion Catalyzed Metabolism حيـث يرتبط الكلوتاثيون مع المادة الأساس ثم تحرره ثانية وبنفس الكمية التي دخل فيها التفاعل كما في تحول المبيد DDT إلى DDE. هذا التفاعل يحدث في الطور الأول وهو من تفاعلات التحلل المائي.



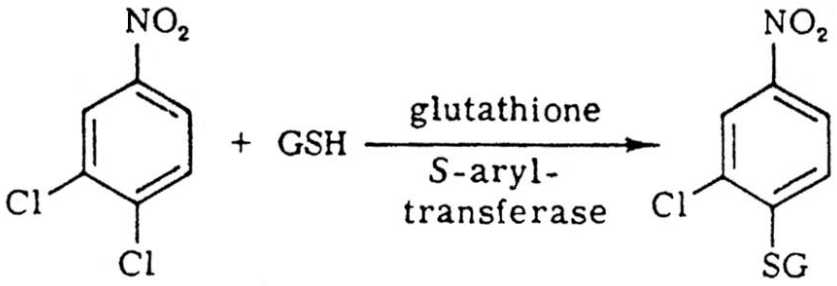
2- تفاعلات الإنزيمات الناقلة للكلوتاثيون Glutathion Transferase Reaction

هذه التفاعلات تعمل على تحفيز اقتران المبيد أو نواتج أيضه كمادة غريبة يجزئ الكلوتاثيون وذلك يهدف إلى تغيير طبيعة المبيد إلى جزيء يمكن إخراجه على هيئة حامض ميركابتيوريك Mercapturic وبذلك فإن هذه التفاعلات هي وسيلة للإخراج بعد اقتران تلك المواد مع الكلوتاثيون ، ومن أهم هذه التفاعلات ما يلي :

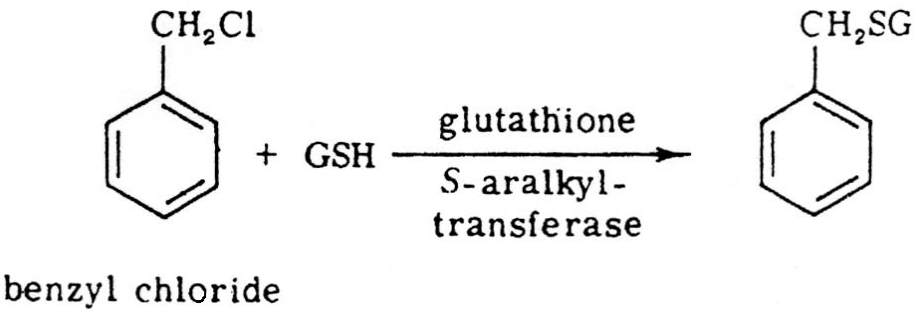
أ – تفاعل Glutathion S-alkyl-transferase



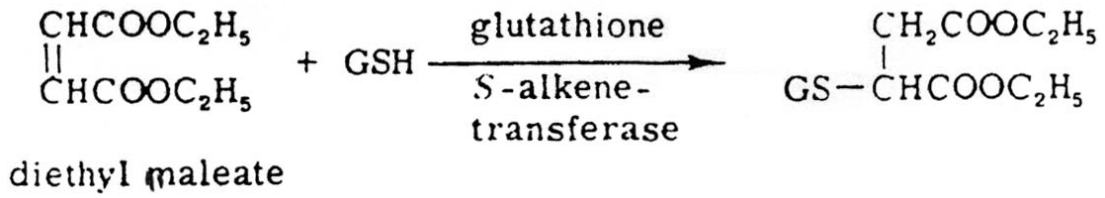
ب- تفاعل Glutathion S-aryl-transferase



ت- تفاعل Glutathion S-aralkyl-transferase

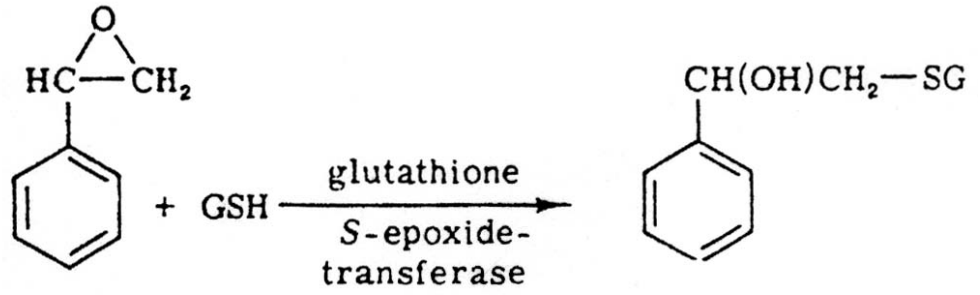


ث- تفاعل Glutathion S-alkene-transferase



diethyl maleate

ج- تفاعل Glutathion S-epoxide-transferase



1,2-epoxy-ethylbenzene

ثانياً : مقترنات الحوامض الأمينية Amino Acid Conjugation

إن اقتران الحوامض الاروماتية مع الحوامض الأمينية هي طريقة لإزالة السمية معروفة بشكل جيد في النبات ، وإن إزالة سمية المواد الغريبة بواسطة الكلايسين قد أثبتت بوضوح في العديد من الأنواع الحشرية وقد أظهرت العديد من الدراسات وجود المركبات المقترنة بالكلايسين في براز الذباب المنزلي ودودة الحرير والبعوض والجراد عند تعرضها لمركبات حامض البنزويك المتبدل ، ومن الحوامض الاروماتية التي تم دراستها Anthranilic Acid و Benzoic Acid و P-aminobenzoic Acid و P-nitrobenzoic Acid. وقد يشارك أكثر من حامض أميني في الوقت نفسه بعملية إزالة السمية أو تحوير المبيد وقد وجد أن القراد يقوم بطرح كل من المركبات المقترنة بالارجنين والكلوتامين عندما يحقن بالحوامض الغريبة.

ثالثاً : مقترنات الكلوكورونايد Glucuronid or Glucuronic Acid Conjugation

وهو عبارة عن تكوين معقد من جزيء من المبيد مع حامض Glucuronic وهي من أكثر عمليات التخليق شيوعاً وتحدث في جميع أنواع الحيوانات إلا أنها لا تحدث في الحشرات حيث تتكون فيها مقترنات Glucosides ، وتتكون مقترنات Glucuronic وفق الخطوات التالية :

a-) D-glucose + Pi +UTP $\xrightarrow[\text{Pyrophosphorylase}]{\text{UDPG}}$ UDP - α- glucose + Pyrophosphate

b-) UDP-α-D-Glucose+2NAD+H_2O $\xrightarrow[\text{Pyrophosphorylase}]{\text{UDPG}}$ UDP-α-D-Glucuronic acid + 2 $NADH_2$

c-) UDP-α-D-Glucuronic acid+ROH $\longrightarrow$ Ro-β-D- Glucuronic acid + H_2O + UDP

إن تكوين مقترنات Glucuronide هي من أكثر عمليات التخليق شيوعاً في الحيوانات ولكنها لا تحدث في الحشرات وتكوين هذه المقترنات يحتاج إلى وجود UDPGA وإنزيم β-Glucuronide Transferase

والمركبات التي تستطيع تكوين هذه المقترنات هي التي تحتوي على مجموعة OH و Coo و NH_2 و SH ، كما في مركبات النافثول كمبيد السيفن Sevin وكاربوفيوران Carbofuran ، كذلك فان بعض المركبات الحاوية على فينولات مكلورة تتعرض أيضاً لعملية تكون مقترنات Glucuronides إضافة إلى مركبات الأمين الاروماتية ومركبات ثايوفينول Thiophenol.

رابعاً :مقترنات الكلوكوسايد Glucoside Conjugation

عبارة عن Glucose مع جزء من المادة الغريبة Xenobiotic اللذان يرتبطان وفق خطوات التفاعل الآتية :

$$\text{a-) D- glucose - 1-Pi + UTP} \xrightarrow[\text{Dehydrogenase}]{\text{UDPG}} \text{UDP - } \alpha \text{ - glucose}$$

$$\text{b-) UDP - } \alpha \text{ - D- glucose + ROH} \xrightarrow[\text{Glucosyl-trans}]{\text{UDP}} \text{R-O-}\beta\text{-D- glucosid + UDP + } H_2O$$

وتتكون هذه المقترنات في النبات والحشرات وتشمل الكاربوهيدرات وتحتاج الحشرات لتكوين هذه المقترنات UDPG وفي اللبائن تحتاج الـ UDPGA لتكوين Glucoside ، كما في اقتران Sulfonyle Diphenol.

خامساً : مقترن الكبريتات Sulfate Conjugation

وهو من التفاعلات الشائعة في الفينول والنافثول في معظم الأنواع الحيوانية ومنها الحشرات وتتكون من اتحاد الفينول مع الكبريتات Sulfate لتكون حامض الاستر لحامض السلفوريك Sulfuric أو حامض Acyl sulfuric acid وكلاهما يتحللان مائياً بالحامض ولذلك يمكن تمييزهما عن المقترنات الأخرى.

مثال ذلك مقترنات Sulfonyl Diphenol وهي احد نواتج تحلل المبيد Abate حيث يستطيع تكوين مقترنات Glucuronides و Sulfate وكذلك الحال بالنسبة لمادة 1-Naphthol التي هي إحدى نواتج تحلل المبيد السيفين.

خطوات تكوين مقترنات الكبريتات Sulfate Conjugation

$$\text{a-) ATP + } SO_4^{-2} \longrightarrow \text{APS + Ppi}$$

$$\text{b-) APS + ATP} \xrightarrow[\text{Sulfate}]{\text{ATP-adenyl}} \text{PAPS 3- Phospho- Adensine 5-hosophosulfate}$$

العنصر الثاني : الكائنات الدقيقة Microorganisms

تشكل الفطريات والبكتريا والاشنات والطحالب أهم مجموعات أحياء التربة الدقيقة التي تلعب دوراً مهماً في أيض المبيدات ، حيث يمتاز الايض الميكروبي بما يلي :

1- القدرة على شق الحلقة الاروماتية إنزيميا يكاد يقتصر على الأحياء الدقيقة فقط.

2- إن من الخصائص الفريدة للأحياء الدقيقة هي استخدامها لمبيدات الآفات كمصدر للكاربون والطاقة.

3- الأحياء الدقيقة خالية تقريباً من منظومات الاقتران لتحويل المواد الغريبة إلى صورة قابلة للطرح مقارنة بالأحياء الراقية .

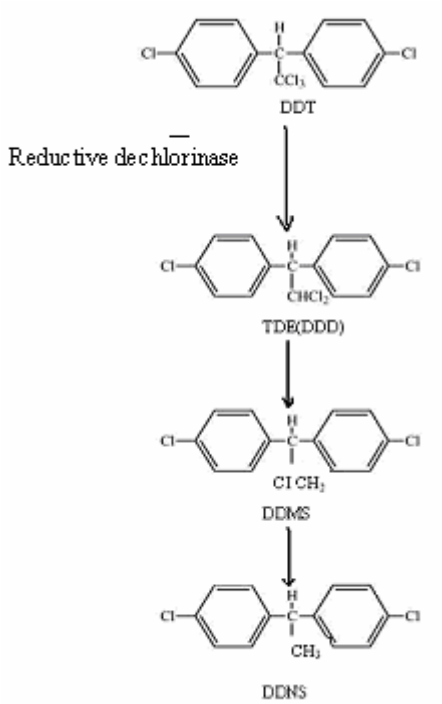
4- افتقار الأحياء الدقيقة إلى منظومة الإنزيمات مختلطة الوظيفية Mixed Function Oxidase (MFO) رغم أن تفاعلات مشابهة من الأكسدة والتحلل المائي بواسطة Cytochrome P450 تحدث في الأحياء الدقيقة الراقية.

الايض المايكروبي لبعض مجاميع المبيدات Microbial Metabolism of Some Pesticides

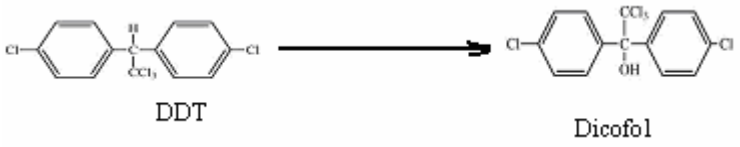
مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية Chlorinated Hydrocarbon Insecticides

1- المبيد د.د.ت : تعمل الكائنات الدقيقة في التربة على هدم وتحليل المبيد DDT إلى العديد من المركبات بواسطة العديد من التفاعلات منها :

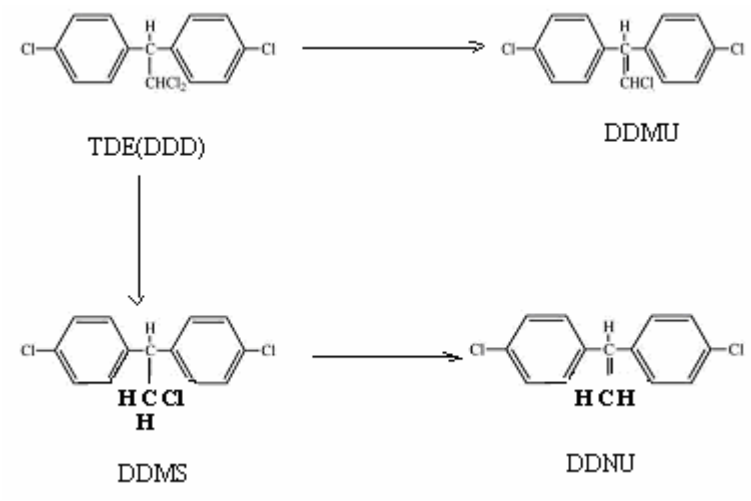
أ - تفاعل إزالة ذرة كلور Reductive Dechlorination Reaction : وفي هذا التفاعل يتم تحويل المبيد DDT إلى عدة مركبات نتيجة الاختزال وإزالة ذرة الكلور ، ومن هذه المركبات Tichloro Diphenyl Ethane (TDE) و Dichloro Diphenyl Mono Chlorinated Saturated Ethan (DDMS) و Dichloro Diphenyl Non Chlorinated Saturated Ethane (DDNS). وكما في المعادلات الآتية :



ب- تفاعل الأكسدة Oxidative Reaction : وفيه يتم تحول المبيد DDT إلى مبيد Dicofol.



ت- تفاعل إزالة الكلور والهيدروجين Dehydrochlorination Reaction : وفي هذا التفاعل يتم إزالة ذرة هيدروجين وكلور لبعض المركبات الناتجة من التفاعل الأول حيث يتم تحويل المركب TDE إلى DDMU والـ DDMS إلى DDNU.



2- **المبيد Benzene Hexachloride (BHC)** : من المعروف أن المبيد BHC يختفي من التربة بسرعة مقارنة ببقية المبيدات التابعة لمجموعة الكلور العضوية حيث تلعب الكائنات الدقيقة وقلوية التربة دوراً مهماً في تحلله عن طريق إزالة الهيدروجين والكلور Dehydrochlorination ومن أهم نواتج هذا التفاعل هو Gamma-Pentachlorocyclohexene (PCCH) كما قد تتكون مركبات أخرى مثل Tetrachlorobenzen كنتيجة لفعل الكائنات الدقيقة على المركب PCCH. كذلك أظهرت بعض الدراسات أن عملية هدم وتحلل المبيد BHC تكون أسرع في الظروف اللاهوائية. لذلك فهي تختفي بسرعة في الأراضي والترب الغدقة أو المغمورة بالماء.

3- مجموعة السايكلوداين Cyclodiene Insecticides

تضم هذه المجموعة العديد من مبيدات الحشرات مثل Aldrin و Chlordane و Dieldrin وغيرها. هذه المبيدات تمتاز بدرجة ثبات عالية إضافة إلى أن الكائنات الدقيقة التي تقوم بهدمها قليلة نوعاً ما. فقد أظهرت نتائج إحدى الدراسات وجود 10 عزلات فقط من أصل 600 عزلة لميكروبات التربة استطاعت أن تعمل على المبيد Dieldrin وقد وجد أن الحلقة الحاوية على الكلور هي الأكثر ثباتاً من بقية أجزاء المركب وان فعل الكائنات الدقيقة لا يظهر في الغالب إلا على الحلقات عديمة الكلور ومن أهم التفاعلات التي تحدث لهذه المجموعة هي :

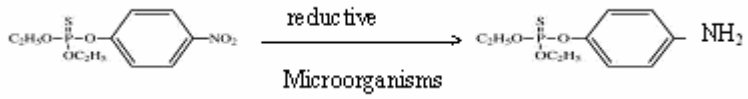
أ - تفاعل الايبوكسدة Epoxidation Reaction : حيث يعمل هذا التفاعل على تحويل المبيد Aldrin إلى Dieldrin والمبيد Heptachlor إلى Heptachlor epoxide . كذلك تستطيع الكائنات الدقيقة تحويل المبيد Dieldrin إلى Aldrin عن طريق الاختزال.

ب- إعادة التركيب أو التنظيم Rearrangement Process : وهي عملية مرتبطة بهدم مبيدات السايكلوداين مثال ذلك تكوين جسر بين جزيئات المبيد. إن أهمية هذه العملية غير معروفة لحد الآن ، ولكن من المحتمل أنها تعمل على إعطاء الفرصة المناسبة للكائنات الدقيقة لهدم هذه المركبات وفي اغلب الحالات فان مثل هذا التفاعل يؤدي إلى تكوين مركبات قطبية أكثر من المركب الأصلي.

مبيدات الحشرات من مجموعة الفسفور والكارباميت العضوية

Organophosphorus & Carbamate Insecticides

إن أغلب تفاعلات الهدم التي تحدث في الكائنات الدقيقة لهذه المجموعة من مبيدات الحشرات تتم من خلال عملية التحلل المائي Hydrolysis خلال مجاميع الاستر بينما تعد عمليات الأكسدة مهمة جداً في الحيوانات الراقية لعملية هدم هذه المبيدات. إن وجود أنظمة الهدم الاختزالية في الكائنات الدقيقة تلعب دوراً مهماً في عملية الهدم مثل ذلك تحويل الباراثيون إلى Aminoparathion.



Parathion Amino Parathion

مبيدات الأدغال Herbicides

تتوفر الكثير من المعلومات حول عمليات هدم وتحليل مبيدات الأدغال في التربة مقارنة ببقية مجاميع المبيدات وسبب ذلك يرجع إلى الأهمية الاقتصادية لمتبقيات مبيدات الأدغال في التربة ، وبشكل عام تبقى مبيدات الأدغال من مجموعتي اليوريا و Atrazine مدة تتراوح بين 10–18 شهراً بينما تبقى المجموعة Toluidine لمدة 6 أشهر. أما المجموعة Phenoxy Alkanoic Acids ومنها المبيد 2,4D فتتراوح فترة بقائها بين 1–5 أشهر وثلاثة أشهر لمبيدات الأدغال الاليفاتية والكارباماتية وهي فترات قصيرة إذا ما قورنت بفترة بقاء مبيدات الحشرات مثل الالدرين والكلوردين.

1- المجموعة Halogenated Aliphatic Acids : إن الخط العام لهدم هذه المجموعة من مبيدات الأدغال من قبل الكائنات الدقيقة يتم بواسطة إزالة الهالوجين Dehalogenation فيما تعمل أنزيمات التحلل المائي Hydrolytic Enzymes على الإسراع من هذه العملية لإطلاق ايون الهاليد وذلك بوجود مستلم الهاليد Halide acceptor، كذلك قد تتم عملية الهدم دون تحرير لايون الهاليد مثال ذلك الحامض Chlorinated – & Propionic حيث يكون جاهزاً لعملية إزالة الهالوجين Dehalogenation. وفي هذا التفاعل يتم إبدال ذرة الهالوجين بمجموعة هيدروكسي هذا التفاعل ينتج عنه في الغالب كحول وكيتونات.

2- المجموعة Phenyl Ureas and Phenyl Carbamates : إن مبيدات الأدغال من مجموعة الفينايل يوريا تكون جاهزة للهدم من قبل الكائنات الدقيقة في التربة وان نسبة الهدم تزداد في الترب الفقيرة بالمواد العضوية والتي لا تدمص المبيدات لذلك تكون متوفرة بصورة اكبر لفعل الكائنات الدقيقة. إن الطريقة الرئيسة لتحلل الفينايل يوريا يتم بواسطة سلسلة من تفاعلات Hydrolytic N – Demethylations ينتج عنها تكوين مشابهات الانيلين Aniline. انظر المثال والذي يشكل طريقة تحلل المبيد دايرون Duiron من قبل أحياء التربة المجهرية. أما المبيدات التابعة للفينايل كارباميت فإنها لا تبقى لفترة طويلة في التربة حيث وجد مثلاً أن المبيد Chlorpropam يمكن أن يتحلل إلى Co_2 بواسطة الكائنات الدقيقة حيث تم عزل بعض الإنزيمات من بكتريا *Pseudomonas striata* التي استطاعت خلال عمليات التحلل المائي Hydrolyses من تحطيم عدد من مبيدات المجموعة Phenyl Carbamates.

3- المجموعة Triazine : هذه المجموعة تضم عدداً من مبيدات الأدغال المهمة مثل المبيدات Simazine و Atrazine و Propazine وغيرها كثير. وهي مبيدات متوسطة البقاء في التربة والنبات حيث يتم تحطيم المبيد Simazine إلى Hydroxysimazine بدون إنزيمات وكذلك الحال بالنسبة لمبيد Atrazine الذي يتحول في التربة إلى Hydroxyatrazine. كما يعمل الفطر *Aspergillus fumigatus* على هدم المبيد Simazine إلى 2,4 Dihydroxy – 6 – amino triazine –s– ammelide.

العنصر الثالث : الضوء Light

يلعب ضوء الشمس وخاصة الضوء فوق البنفسجي دوراً مهماً في عملية الايض الضوئي للمبيدات وان المركبات التي لا تمتص الضوء في أي مدى من الطول الموجي يفترض أنها لا تتعرض لتفاعلات كيمو ضوئية Photochemical Reaction ومع ذلك فان بعض هذه المبيدات كالديلدرين Dieldrin يتأثر بضوء الشمس.

العوامل المؤثرة في الايض الضوئي للمبيدات

Factors Affecting Pesticides Photochemical Metabolism

1- إن احد أهم العوامل المؤثرة في معدل التحلل الضوئي للمبيدات هو توفر حساسات الضوء Photosensitizer وهي مركبات تسهل عملية نقل طاقة الضوء إلى مركبات مستقبلة وأصبح معروفاً أن

حساسات الضوء تسهل عملية التحلل الضوئي Photolysis لمبيدات الآفات وقد وجد أن مركبات Benzophenon و Riboflavin -5- Phosphate يمكن أن تعمل كحساسات للضوء.

2- البيئة أو الوسط الذي تذوب فيه المواد المتفاعلة حيث أن الوسط أو المذيب يؤثر على ناتج التفاعل بطريقتين :

أ – قد تلعب دور حساسات الضوء.

ب– تلعب دور الشريك في التفاعل.

الايض الضوئي لبعض مجاميع المبيدات

Photochemical Metabolism of Some Pesticides

1- مبيدات الحشرات الكلورينية العضوية Organochlorine Insecticides :من الواضح اليوم أن هناك نوعين من التفاعلات التي تنشط بوجود الأشعة فوق البنفسجية والتي تؤثر على مركبات الكلور العضوية هما :

أ – عملية إعادة تنظيم جزئ المبيد Intermolecular Rearrangement Process : حيث أن هذه العملية تساعد على تكوين مشابهات للمركب الأصلي عن طريق إعادة ترتيب مواقع الذرات الداخلة في تركيب المبيد وتتم هذه العملية بواسطة التفاعل الضوئي الكيميائي Photochemical.

Aldrin Dieldrin Heptachlor Endrin

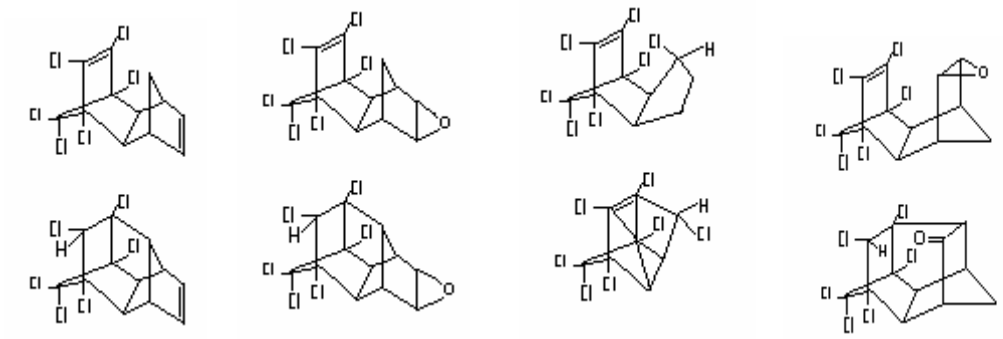


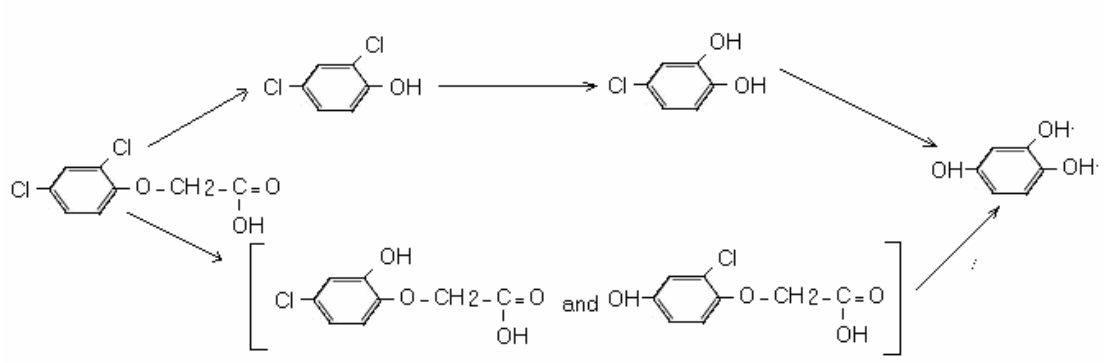
Photo aldrin Photo dieldrin Photo heptachlor Ketoedrin

إن نواتج هذا التفاعل توجد في الطبيعة وقد استطاع عدد من الباحثين استخلاص الديليدرين الضوئي Photo Dieldrin من على أوراق النباتات المعاملة بالمبيد Dieldrin فيما وجد باحثون آخرون المبيد Photo Dieldrin في عينات من التربة التي سبق معاملتها بالمبيد Aldrin.

ب– تفاعل إزالة الكلور بالضوء Photodechlorination : حيث وجد أن تعريض المبيد Dieldrin لأشعة فوق بنفسجية ذات موجات قصيرة أدى إلى إزالة ذرة كلور وتحويل المبيد Dieldrin إلى ديلدرين مزال الكلور Dechloro Dieldrin.

2- المبيدات الاروماتية Aromatic Pesticides : هناك أربعة تفاعلات كيميائية ضوئية Photochemical يمكن أن تأخذ طريقها عند تعرض المبيدات الاروماتية للأشعة فوق البنفسجية وهي :

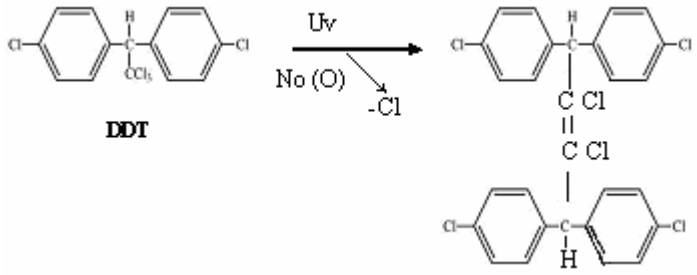
أ – تفاعل استبدال الحلقة Ring - Substitution : ومن أكثر الأمثلة شيوعاً على هذا التفاعل هو إبدال حلقة الكلورين Chlorine بمجموعة الهيدروكسيل مثال ذلك المبيد 2,4D.



ب- تفاعل التحلل المائي الضوئي Hydrolytic photodecomposition : هذا التفاعل شائع الحدوث في المحاليل مثال ذلك تحول المبيد N-Methyl Phenyl-Carbamate إلى فينول. كذلك لوحظ تحلل المبيد Carbaryl ضوئياً إلى Methyl Isocyanate و Naphthol .

ت- تفاعل الأكسدة الكيموضوئي Oxidative Photo Chemical Reaction : وهو من التفاعلات المهمة في هدم المبيدات مثال ذلك المبيد Chlorobenzoic Acid يعطي Benzaldehyde بوجود الأشعة فوق البنفسجية. كذلك عند تعرض Parathion للأشعة فوق البنفسجية يتحول إلى باراكسون Paraxon وعدد من المشابهات الأخرى.

ث- تفاعل البلمرة Polymerization Reaction : يحدث هذا التفاعل أيضا بوجود الأشعة فوق البنفسجية مثال فقدان المبيد D.D.T لذرتي كلور بغياب الأوكسجين.



من خلال ما سبق عرضه يتضح أن متبقيات المبيدات تتعرض للعديد من العوامل والتفاعلات التي تعمل على خفض كمية تلك المتبقيات، إلا انه يجب عدم الركون إلى ذلك بصورة كبيرة حيث أن بعض نواتج الهدم والتحلل للمبيدات قد تكون مركبات أكثر سمية من المركب الأصلي.

الفصل الرابع عشر

مقاومة الآفات للمبيدات

المفهوم والأساليب والحلول

Pests Resistance To Pesticides
Definition, Methods And Solutions

- مقدمة
- التاريخ التطوري للمقاومة
- مفهوم المقاومة وأنواعها
- تطور المقاومة
- العوامل المؤثرة في تطور المقاومة
- انعكاس المقاومة
- آليات مقاومة الآفات للمبيدات
- المقاومة والانبعاث والإحلال
- أمثلة في المقاومة
- حلول مشكلة المقاومة

مقدمة Introduction

إن مقاومة الآفات لفعل المبيدات تعد اليوم من المشاكل الكبيرة والمهمة في مجال مكافحة الآفات وذلك لتأثيرها المباشر على المزارعين الذين غالباً ما تتعرض محاصيلهم لمهاجمة الآفات المختلفة والتي لا ينفع معها استخدام المبيدات التي اكتسبت مقاومة لها مما يترتب عليه خسائر كبيرة في المحاصيل الزراعية ، فيما يشكل اكتساب مفصليات الأرجل الطبية الناقلة للأمراض صفة المقاومة للمبيدات خطراً جديداً يهدد الإنسان والحيوان على السواء وذلك للدور المهم الذي تلعبه الآفات الحشرية والاكاروسية في نقل العديد من المسببات المرضية الخطيرة ، كذلك نجد أن العاملين في مجال صناعة المبيدات يبدون اهتماماً كبيراً بهذه المسألة للبحث عن إمكانية تلافي صناعة مبيد من المحتمل أن تتكون له سلالة مقاومة بسرعة مما يضطرهم إلى التغيير المستمر بالتركيب الكيميائي للمبيدات ، ولعل ما يزيد هذا الجانب تعقيداً هو ظهور ما يعرف بالمقاومة المشتركة والمقاومة المتعددة ، لذلك فإن مجابهة مثل هذه المشكلة يتطلب تضافر الجهود للبحث عن مبيدات جديدة يمكن استخدامها لمكافحة الآفات المقاومة.

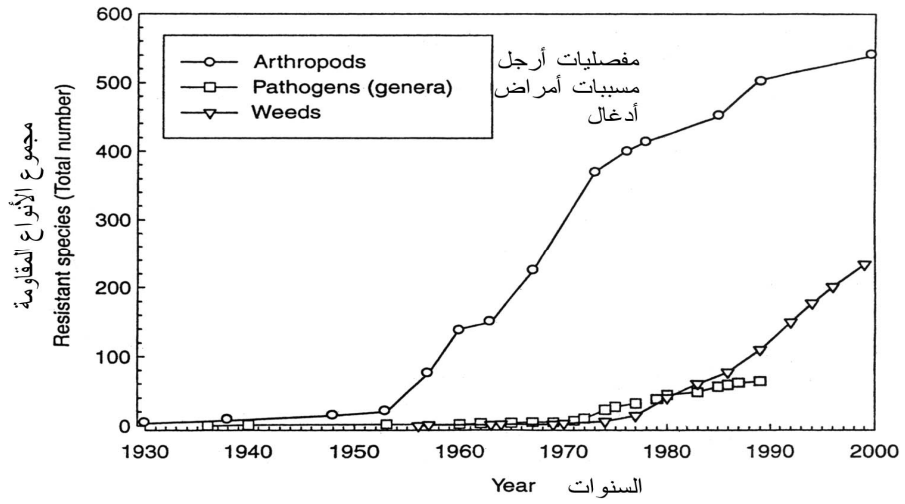
التاريخ التطوري للمقاومة Resistant Historical Development

في عام 1914 تم تسجيل أول ظاهرة للمقاومة في واشنطن من قبل الباحث Melander الذي لاحظ وجود أفراد حية من حشرة سان خوزيه القشرية *Aspidiotus perniciosus* Com. تحت طبقة من الكبريت الجيري ، بعدها لوحظ في كاليفورنيا أن الحشرة القشرية السوداء *Saissetia oleae* (Bern.) قد اكتسبت هي الأخرى صفة المقاومة لغاز حامض الهيدروسيانيك. ثم توالت ومع بدء ظهور المبيدات العضوية المصنعة واستخدامها في بدايات الأربعينات حالات تسجيل الأنواع المقاومة من الآفات الحشرية وبشكل متسارع جداً وهناك اليوم فعلاً ما يزيد عن 500 نوع حشري مقاوم على الأقل لنوع واحد من المبيدات. أما مقاومة الفطريات لمبيدات الفطريات فقد سجلت لأول مرة عام 1940 عندما أصبح الفطر *Penicillium* spp مقاوماً للمركب Biphenyl ومع ظهور مبيدات الفطريات الجهازية بداية السبعينات ، بدأت حالات المقاومة في الفطريات الممرضة للنبات بالزيادة بشكل متسارع (الشكل 24) ، مما أدى إلى خسارة العديد من مبيدات الفطريات الجيدة وتم سحبها من الأسواق لظهور صفة المقاومة لها ، أما مقاومة الأدغال لمبيدات الأدغال فقد ظهرت متأخرة نسبياً ومع نهاية الستينات حيث سجلت بعض الأدغال المقاومة لمبيد Triazine ومع بداية الثمانينات بدأت الزيادة في حالات المقاومة لمبيدات الأدغال وتشير الدراسات اليوم إلى وجود أكثر من 200 نوع من الأدغال المقاومة لواحد أو أكثر من مبيدات الأدغال مما أدى إلى توقف استخدام العديد من مبيدات الأدغال أيضاً. أما بالنسبة للديدان الثعبانية والآفات الفقرية فلم تسجل حالات مقاومة فيها للمبيدات ، ما عدا مثالاً واحداً سجل في مقاومة القوارض لمبيد الوارفارين المانع لتخثر الدم.

إن تطور مشكلة مقاومة الآفات للمبيدات دفع الشركات المنتجة للآفات إلى التعاون مع العلماء والباحثين من أجل مراقبة وإدارة مشكلة المقاومة وقد تم فعلاً تأسيس العديد من الجمعيات واللجان التي تعنى بهذا الموضوع منها على سبيل المثال لا الحصر :

1- Insecticides Resistance Action Committee (IRAC)
2- Herbicides Resistance Action Committee (HRAC)
3- Fungicides Resistance Action Committee (FRAC)

وتصدر هذه اللجان العديد من النشرات والدوريات التي تعنى بنشر حالات المقاومة التي يتم تسجيلها كما تقوم بعقد الندوات والمؤتمرات الخاصة بموضوع مقاومة الآفات للمبيدات ووسائل علاجها وإدارتها.



الشكل (24) تطور مقاومة الآفات لمبيدات الحشرات والفطريات والأدغال مع مرور الوقت (مأخوذ عن Norris وآخرون ، 2003)

المقاومة مفهومها وأنواعها Resistance Definition And Kinds

إن الآفة المقاومة لمبيد ما معناه أنها لا تقتل بالتركيزات التي كانت تقتلها في بداية استخدام ذلك المبيد في المكافحة وإنما يتطلب القضاء عليها استخدام جرعات أعلى ورشات متعاقبة، لذلك يمكن القول أن عملية استخدام المبيدات يشكل عامل ضغط انتخابي يعمل على تجميع الأفراد الحاملة لصفة المقاومة واستبعاد الأفراد الحساسة بما يؤدي في النهاية إلى أن يصبح أغلب أفراد ذلك النوع مقاوماً ، ومن المعروف أن هناك العديد من العوامل المؤثرة في ظهور صفة المقاومة منها عوامل خاصة بالمبيد وطريقة استخدامه وأخرى خاصة بالآفة من حيث الاختلاف في شكلها الظاهري والحالة الفسيولوجية والبيولوجية لها ، لذلك نجد أن الباحثين اختلفوا في إعطاء تعريف محدد للمقاومة إلا أن لجنة خبراء مبيدات الحشرات في منظمة الصحة العالمية (WHO) أعطت التعريف الآتي (إن مقاومة مبيدات الحشرات تعني تطوير قدرة سلالة من الحشرات على تحمل جرعات أو تراكيز من المواد السامة تكون قاتلة لمعظم أفراد المجموعة الطبيعية من النوع نفسه). والمقاومة تختلف عن المناعة في كون المناعة إما أن تكون وراثية أو مكتسبة بينما المقاومة تورث فقط عن طريق انتقال الجين أو الجينات الخاصة بها من الآباء إلى الأبناء ولا يمكن للآفة الحساسة أن تكتسب هذه الصفة بل تبقى حساسة باستمرار والآفة المقاومة تبقى مقاومة والتغيير الذي يحدث في سكان الآفة عبارة عن تغيير في نسبة الأفراد المقاومة إلى المجموع الكلي للأفراد.

أنواع المقاومة Kinds of Resistance

أشارت العديد من الدراسات الخاصة بظاهرة مقاومة الآفات للمبيدات أن هناك عدة أنواع من المقاومة هي :

1- **المقاومة المشتركة أو الضمنية Cross – Resistance** :وهي مقاومة نوع أو سلالة ما لمبيد لم تتعرض له الأجيال السابقة وإنما تعرضت لمبيد آخر مشابه للمبيد الأول أو مختلف عنه كيميائياً وفي هذه المقاومة يكون السلوك الوراثي والكيميائي الحيوي داخل الآفة المقاومة واحداً. إن المقاومة المشتركة أدت إلى تعقيد مسألة المكافحة الكيميائية وأصبح قياس كفاءة المبيد الجديد على أساس قدرته على إبادة السلالات المقاومة لمبيدات أخرى وعدم تشجيعه لظهور المقاومة المشتركة ومن الأمثلة على المقاومة المشتركة ما يأتي :

أ – أظهرت العديد من الدراسات أن سلالات الذباب المنزلي المقاومة للمبيد د.د.ت أظهرت أيضاً مقاومة للمبيد Methoxychlore وحساسية لمبيد اللندين.

ب- إن سلالات الذباب المنزلي المقاومة للمبيدات الهيدروكاربونية المكلورة لا تكون في الغالب مقاومة مشتركة للمبيدات الفسفورية حيث وجد أن السلالات الحشرية المقاومة لمبيدي Lindan و Methoxychlor كانت أكثر حساسية للمبيد Parathion من السلالة الحساسة العادية للمبيدات.

ت- أظهرت الدراسات أن بعوض الانوفليس المقاوم للمبيدات الهيدروكاربونية المكلورة لم يكتسب مقاومة لمبيد السيفين.

ث- إن العديد من الحشرات المقاومة لأحد المبيدات الكارباماتية استطاعت أن تكون مقاومة مشتركة لبعض المبيدات الفسفورية العضوية.

2- **المقاومة المتعددة Multiple Resistance :** ويقصد بها قدرة النوع أو السلالة على مقاومة نوعين على الأقل من المبيدات التابعة لمجاميع كيميائية مختلفة ويرجع ذلك إلى امتلاك النوع أو السلالة المقاومة أجهزة دفاعية متباينة تمكنها من مقاومة أكثر من مبيد حيث أمكن فعلاً في سلالة من الذباب المنزلي المقاومة للمبيدين DDT و Dieldrin من فصل نوعي المقاومة وإنتاج سلالتين إحداهما مقاومة للمبيد DDT وأخرى مقاومة للمبيد Dieldrin.

3- **المقاومة المشتركة ذات الارتباط السلبي Negative Correlated Cross Resistance :**يطلق هذا التعبير عندما تؤدي مقاومة الآفة لأحد المبيدات إلى زيادة حساسيتها لمبيد آخر وهي صفة مهمة في مجال المكافحة المتكاملة ويستخدم التعبير (RIES) لوصف هذه الظاهرة وهو مختصر Resistance Induced Enhanced Susceptility. وهي زيادة الحساسية للمبيد والناشئة عن المقاومة للمبيد الآخر.

4- المقاومة الناتجة عن التأقلم الطبيعي Pre-Adaptation Resistance :وفي هذه الحالة تظهر السلالة المقاومة للمبيد بعد تعرض أفراد الآفة للمبيد بتركيزات قاتلة تستبعد الأفراد الحساسة وتبقى على الأفراد المقاومة للمبيد ويلاحظ أن الأفراد المقاومة تحمل جيناً أو جينات مقاومة نتيجة طفرات حدثت قبل استعمال المبيد.

5- المقاومة الناتجة عن التأقلم الطفري Post Adaptation Resistance :وهي اكتساب النوع أو السلالة صفة المقاومة للمبيد كنتيجة مباشرة لاستعمال المبيد وبما يؤدي إلى تكوين طفرة في الآفة. إلا أن اغلب الدراسات تشير إلى أن مقاومة الآفات للمبيدات كانت في الغالب نتيجة التأقلم الطبيعي.

6- **المقاومة السلوكية Behavioristic Resistance :** وهي المقاومة الناتجة عن حدوث تغيير في سلوك أفراد النوع أو السلالة. وهي مقاومة لا ترتبط بالعوامل الكيميائية الحيوية وإنما ترجع إلى سلوك الآفة الذي يمكنها من تفادي التعرض للمبيد وقد وجد أن بعض أنواع الحشرات تبتعد عن أماكن الرش ولكنها تقتل عندما يتم استخدام نفس المبيد وبنفس التركيز ولكن بطريقة تعفير الجدران.

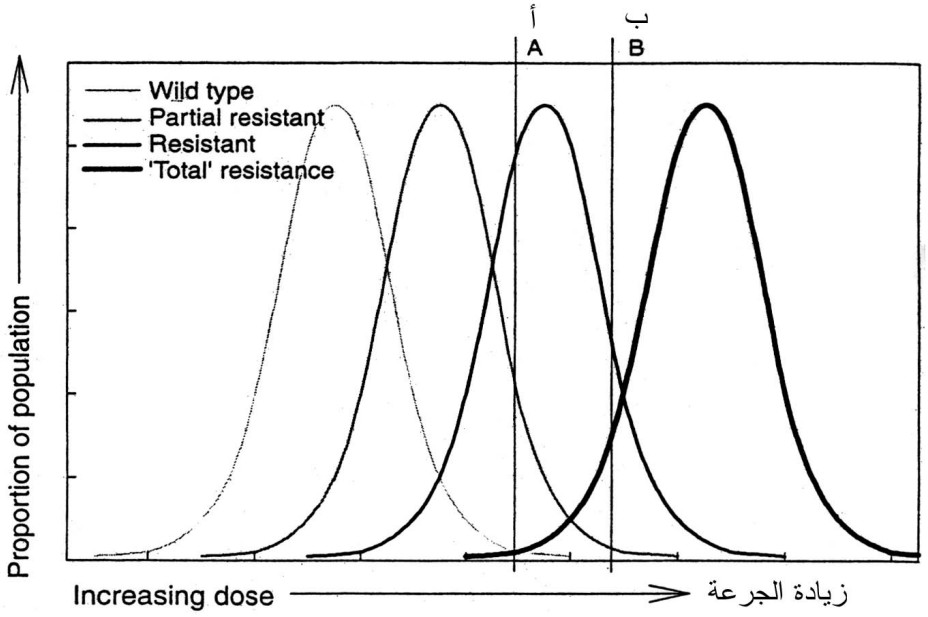
تطور المقاومة Development of Resistance

إن تطور المقاومة لمبيدات الآفات في الكائنات يمكن أن ترجع إلى التباين الوراثي بين أفراد أي نوع من الكائنات مقترنة بعملية الانتخاب الطبيعي Natural Selection فعند تسليط أي ضغط خارجي على سكان نوع معين فإن الأفراد القادرة على تحمل هذا الضغط ستستمر بالتكاثر بشكل طبيعي بينما الأفراد التي لا تتحمل هذا الضغط تبدأ أعدادها بالنقصان وبذلك فإن أعداد الكائن الحي تبدأ بالنقصان ولكن مع استمرار تكاثر الأفراد المتحملة للضغط تبدأ أعداد الكائن الحي بالزيادة ثانية وبذلك يقل تكرار الأفراد الحساسة أو غير المتحملة لعامل الضغط والذي يمكن أن يكون أحد المبيدات المستخدمة في مكافحة ذلك الكائن.

إن الأفراد في مجتمع أي نوع والتي لا تتحمل المبيدات تسمى الأفراد الحساسة والتي يمكن تعريفها وراثياً بأنها الأفراد التي تحمل الجين الحساس Susceptible (S) أما الأفراد المتحملة للمبيدات فيطلق عليها الأفراد المقاومة Resistant (R) أي أنها تحمل جين أو جينات المقاومة ومن المعروف أن الأفراد التي تحمل الجينات الحساسة والمقاومة توجد طبيعياً في أي مجتمع عند غياب أو عدم استخدام المبيدات ، وأن نسبة الأفراد التي تحمل جين الحساسية للمبيدات تكون أعلى بكثير من نسبة الأفراد المقاومة التي تكون أعدادها بين أفراد النوع منخفضة بسبب عدم كفاءتها في منافسة الأفراد الحساسة للمبيدات عند غياب عوامل الانتخاب الطبيعي وقد أظهرت الدراسات أن تكرار جين المقاومة يتباين في مجتمعات الأنواع المختلفة ففي الفطريات وجد أن نسبة جين المقاومة إلى الجين الحساس يصل إلى 1 : بليون أي أمام كل جين مقاومة هناك بليون جين حساس.

إن استخدام المبيدات في مكافحة آفة معينة سيولد عامل ضغط انتخابي يعمل على خفض أعداد الأفراد الحساسة للمبيد وبذلك يزداد تكرار الأفراد الحاملة لجين المقاومة (الشكل 25). وعليه فإن الاستمرار في استخدام المبيد على عدة أجيال من الآفة ، فإن سكان كل جيل من الأجيال المتعاقبة سيحوي نسبة أعلى من

الأفراد المقاومة مقارنة بالجيل السابق. ومن الشكل (25) يتبين أن الجرعة (أ) من المبيد لم تعد مؤثرة في أفراد الجيل الثالث وعليه لابد من استخدام جرعة أعلى (ب) أو زيادة تكرار عملية الرش وأن زيادة الجرعة أو تكرار عملية الرش سيؤدي إلى زيادة الضغط وبالتالي زيادة نسبة الأفراد المقاومة في مجتمع الآفة ليصبح مقاوماً للمبيد.



الشكل (25) التأثير المفترض لتكرار استخدام المبيد في نسبة أفراد الآفة التي تظهر مقاومة للمبيد (مأخوذ عن Norris وآخرون ، 2003)

انعكاس المقاومة Reversion of Resistance

ويقصد بها رجوع النوع أو السلالة إلى الحالة الحساسة أو بالقرب منها حيث تظهر هذه الحالة بعد توقف استعمال المبيد في الحقل لفترة معينة إذ يؤدي ذلك إلى زيادة نسبة الأفراد الحساسة في مجتمع الآفة مما يؤدي إلى انخفاض مقاومة الآفة عموماً وتستمر هذه العملية إذا لم تُعَرّضْ الآفة للمبيد مرة ثانية حتى تصبح حساسة ، ولكن هذا لا يعني اختفاء جين المقاومة حيث يظل موجوداً في بعض الأفراد بنسبة ضئيلة وهذه النسبة قد تكون أكثر ارتفاعاً من النسبة التي كان موجوداً بها قبل تعرض أفراد الآفة لهذا المبيد لذلك إذا حصل أن تعرضت الآفة مرة أخرى بعد انعكاس المقاومة وتحولها لسلالة حساسة نجد أن تطور السلالة المقاومة يتم بصورة أسرع. ففي كاليفورنيا مثلاً وجد أن التوقف عن استعمال المبيد د.د.ت لمكافحة الذباب المنزلي أدى إلى انعكاس مقاومته. وقد يحصل أيضا أن تنعكس المقاومة لمبيد معين أثناء تعرض السلالة لمبيد آخر خاصة إذا اختلف الجينان المتحكمان في وراثة المقاومة لهذين المبيدين وكانا مرتبطين ببعضهما ولا توجد مقاومة مشتركة بينهما ومثال ذلك انخفاض مقاومة سلالة الذبابة *Chrysomia putoria* (Weid) للديازينون بعد استبداله بالملاثيون الذي أظهرت فيما بعد مقاومتها له وحصل نفس الشيء عندما استبدل مبيد التوكسافين بالسيفين والدبتركس لمكافحة دودة ورق القطن والتي أظهرت مقاومة للتوكسافين انعكست مقاومتها له من اثني عشر ضعفاً إلى ضعفين ونصف فقط. أما بالنسبة لسرعة حصول عملية انعكاس المقاومة فإنها تتوقف على العوامل الآتية :

1- درجة أو شدة المقاومة Degree of Resistance : تتناسب سرعة انعكاس المقاومة عكسياً مع درجة أو شدة المقاومة حيث كلما ازدادت شدة المقاومة أصبح انعكاس المقاومة بطيئاً والعكس صحيح ويقصد بدرجة أو شدة المقاومة هو نسبة الأفراد المقاومة في العشيرة والتي بزيادتها تزداد شدة المقاومة.

2- التركيب الجيني للأفراد Individuals Gene Constituents : مما لاشك فيه أن إزالة جميع الأفراد الحساسة والأفراد ذات التركيب الوراثي المختلط بالنسبة لجين الحساسية يؤدي إلى عدم حدوث انعكاس للمقاومة إلا إذا حدثت طفرة عكسية تعيد ظهور الجين العادي وعلى هذا الأساس فان سرعة انعكاس المقاومة تعتمد على درجة نقاوة السلالة المقاومة.

3- نوع المبيد Kind of Pesticide : لوحظ أن سرعة انعكاس المقاومة تزداد عند استخدام المبيد بتراكيز منخفضة وكذلك كون المبيد من المجاميع الكيميائية التي تتحلل سريعاً في البيئة مما يساعد على بقاء وتكاثر الأفراد غير المقاومة في المجموعة لتزداد نسبتها بعد ذلك وتنعكس مقاومة السلالة للمبيد بسرعة.

العوامل المؤثرة في تطور المقاومة Factors Affecting The Resistance

ترتبط عملية تكوين السلالة المقاومة لمبيد ما بالعديد من العوامل التي قد تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في هذه العملية والتي يمكن إجمالها في النقاط التالية :

1- العوامل الوراثية Genetic Factors : تلعب العوامل الوراثية دوراً حيوياً في عملية تكوين السلالة المقاومة وذلك من خلال:

أ - القدرة التنافسية بين الأفراد الحساسة والمقاومة :

Competition Between Resistant and Susceptible Individuals

من المعروف أن جين المقاومة يوجد بنسبة ضئيلة جداً حين يبدأ استخدام المبيد ويزداد تدريجياً مع الاستمرار في عملية استخدام نفس المبيد ولكن الملاحظ أن لجين المقاومة في بعض الأحيان تأثيراً سلبياً على الكفاءة التناسلية للنوع المقاوم فمثلاً وجد أن سلالة الحلم *Tetranychus urtica* Koch. المقاومة لمبيد Dimetan كانت اقل حيوية من السلالة الحساسة وتمثل ذلك بانخفاض عدد البيض الموضوع من قبل الأنثى والحاجة إلى فترة أطول لإتمام النمو. إن هذا الوضع سيؤدي بلا شك إلى التأخير في سرعة تطور السلالة المقاومة لان نسبة الأفراد المقاومة في المجموعة ستبقى منخفضة نسبياً لفترة طويلة. وبالرغم مما سبق فان هناك حالات أخرى لم يظهر فيها أي فرق واضح في الكفاءة التناسلية والحيوية بين الأفراد المقاومة والحساسة لذلك فإن تطور السلالة المقاومة في هذه الحالة سيتم بصورة أسرع.

ب- عدد جينات المقاومة ودرجة السيادة Number of Resistance Genes And Dominance Degree

إن ارتباط صفة المقاومة بعدد من الجينات وليس بجين واحد يؤدي إلى التأخير في سرعة ظهور المقاومة وذلك للحاجة إلى فترة طويلة نسبياً لتجميع هذا العدد من الجينات، وكذلك لوحظ انه كلما زادت درجة سيادة جين المقاومة كان الوصول إلى انتخاب السلالة المقاومة أسرع لان الكثير من الأفراد تنجو من تركيزات المبيد المستخدمة في الحقل. أما إذا كان جين المقاومة متنحياً فان الفرد الذي يحمله يكون حساساً للمبيد. وفي حالة كون الجين تام السيادة فان نسبة قليلة من الأفراد تنجو من التراكيز المستخدمة من المبيد.

ت- تكرار جين المقاومة Frequency of Gene Resistance : تزداد سرعة تكوين السلالة المقاومة كلما زاد تكرار جين المقاومة في أفراد الآفة لأن معنى ذلك هو زيادة نسبة الأفراد التي تحمل جين المقاومة.

2- نوع المبيد Kind of Pesticides : في معظم الأحيان كان ظهور سلالة الذباب المنزلي المقاوم للـ د.د.ت يستغرق سنتين من تاريخ استخدام المبيد بينما في حالة المبيدات الفسفورية العضوية استغرق ظهور سلالة مقاومة لها من الذباب المنزلي فترة لا تقل عن خمس سنوات بينما أظهرت مبيدات الكارباميت اختلافاً في سرعة ظهور السلالات المقاومة من الذباب المنزلي.

3- نوع الآفة Pest Kind : تختلف سرعة ظهور السلالة المقاومة باختلاف نوع الآفة حيث أن للكفاءة التناسلية وعدد الأجيال دوراً مهماً في عملية تكوين السلالة المقاومة فكلما زادت الكفاءة التناسلية وعدد الأجيال أدى ذلك إلى زيادة نسبة الأفراد المقاومة في المجموعة أو العشيرة وبما يؤدي إلى سرعة تكوين السلالة المقاومة. فضلاً عن ذلك فإن نسبة تكرار جين المقاومة تتباين لنوع المجموعة التصنيفية التي تنتمي إليها الآفة.

4- حجم العشيرة Population Size : تزداد سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد بزيادة حجم العشيرة التي يجري عليها الانتخاب وذلك لزيادة احتمال وجود جين أو جينات المقاومة في الأعداد الكبيرة. وهذا يفسر سبب الفشل في تكوين مقاومة للمبيد عند بدء الانتخاب بعدد قليل من الأفراد نظراً لغياب أو احتمال فقد جين المقاومة أثناء الانتخاب.

5- شدة الانتخاب Selection Severity : تزداد سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد كلما زادت شدة الانتخاب ولكن إلى حد معين وقد يفشل الانتخاب إذا زادت عن حد معين حيث قد يحصل عند استخدام تركيز عال من المبيد فقدان جين المقاومة وقد لوحظ أن انتخاب الدروسوفلا المقاومة للمبيد د.د.ت باستخدام LD_{95} أدى إلى الإسراع بعملية الانتخاب بشكل اكبر مقارنة باستخدام تركيز LD_{50}.

6- الطور المستخدم في عملية الانتخاب Pest Stage Used in Selectivity : تختلف سرعة تكوين السلالة المقاومة بواسطة الانتخاب لمبيد معين باختلاف طور الحشرة الذي تم تعريضه للمبيد وقد وجد أن المبيد د.د.ت أكثر قدرة على انتخاب السلالة المقاومة من الذباب المنزلي عندما وضع في غذاء اليرقات مما لو تم تعريض الحشرات الكاملة لمتبقيات د.د.ت على الأسطح التي تقف عليها.

آلية مقاومة الآفات للمبيدات Mechanisms of Resistance : تعد الأسباب المؤدية لدراسة تمثيل أو أيض المبيدات Metabolism إحدى العوامل الهامة في فهم آليات المقاومة لذلك فإنه لكي نفهم كيف تصبح الآفة مقاومة لمبيد ما لابد من معرفة طريقة تأثير المبيد Mode of Action ، والنظم الكيميائية الحيوية المتأثرة بالمبيد وكذلك التفاعلات التي تحدث للمبيد بمجرد دخوله جسم الكائن الحي كل هذه العوامل تساهم بلا شك مساهمة جادة في فهم مشكلة المقاومة كذلك فان هذا الفهم يمكننا بلا شك من تنظيم وتنسيق عملية تصنيع المبيدات الجديدة وإعادة النظر في مجمل القوانين والتشريعات الخاصة بعملية استخدام وتداول المبيدات.

من المعروف أن المبيد لكي يحدث تأثيره القاتل لابد أن يجتاز العديد من الحواجز لكي يصل الموقع الحساس الذي يتأثر بالمبيد والذي يؤدي في النهاية إلى موت الكائن الحي، ويمكن إجمال هذه الحواجز في النقاط التالية :

1- الطبقة الشمعية المغلفة للكيوتكل الخارجي وطبقة البشرة الخارجية التي تحجز كمية من المبيد فيها فضلاً عن فقدان جزء من المبيد نتيجة التبخر أو عوامل أخرى.
2- الجليد في الحشرات والجلد في اللبائن والحيوانات الأخرى.
3- التخزين في الأجسام أو الأنسجة الدهنية.
4- الانتقال إلى موقع التأثير السام وهنا قد يتعرض المبيد لعملية أيض تنشيطي أو تحطيمي.
5- طرح النواتج الأولية لعملية الأيض إلى الخارج.
6- الحواجز المحيطة بالأعضاء الداخلية ومنها الأغلفة العصبية.
7- المنافسة مع الإنزيمات الاعتيادية إذا كان المبيد المستخدم يعمل على تنشيط الإنزيمات.
8- نسبة كمية المبيد التي ستصل إلى الموقع الحساس ودرجة تقبل الموقع الحساس للمبيد هي التي ستحدد درجة سمية المبيد.

جميع هذه الحواجز والمعوقات تعمل على منع وصول المبيد إلى المواقع الحساسة والتي عند تأثرها بالمبيد تؤدي إلى موت ذلك الكائن. وعلى ضوء ما سبق فإن المقاومة يمكن أن تتحقق من خلال الآليات التالية :

1- عدم وصول المبيد بالتركيز القاتل إلى الجهاز أو الموقع الحساس

ولكي يتحقق ذلك ينبغي أن يعترض طريق المبيد عدد من العوامل أو الأجهزة أو التفاعلات والتي يمكن تقسيمها إلى ما يأتي :

أ - انخفاض سرعة نفاذ المبيد داخل جسم الكائن Decrease The Speed of Pesticide Penetration

إن بطء عملية نفاذ المبيد داخل جسم الكائن تعطي فرصة جيدة لذلك الكائن للتخلص من المبيد أولاً وقبل وصوله إلى المواقع الحساسة في الجسم وذلك إما بتحويله إلى مركبات غير سامة أو بطرحه خارج الجسم ففي الحشرات مثلاً نجد إن نفاذ المبيد داخل الجسم يحدث إما عن طريق الكيوتكل أو عن طريق القناة الهضمية فإذا حدث تغيير في سمك أو تركيب الجدار أو القناة الهضمية فقد يكون له تأثير في نفاذ المبيد ، وقد أظهرت بعض الدراسات وجود فروق في سمك الكيوتكل وسرعة نفاذ المبيد بين السلالات المقاومة والحساسة فيما أشارت دراسات أخرى إلى عدم وجود فروق بين أفراد السلالات الحساسة والمقاومة ، وعليه يمكن القول بأنه لابد من وجود عامل آخر أو أكثر له اثر مباشر على مقاومة الحشرات للمبيدات.

ب- سرعة إفراز المبيد أو نواتج تمثيله من الجسم Speed of Pesticides Excretion

كثيراً ما تعمد الكائنات الحية إلى محاولة التخلص من المواد الغريبة ومنها السموم وذلك بطرحها مع البراز لمنع وصولها بالتركيزات القاتلة إلى الأجهزة والمواقع الحساسة. ففي الحشرات مثلاً وجد أن الصرصر الأمريكي يطرح المبيد Dimetan إلى خارج جسمه كما هو ، أما في سلالة البعوض المصري المقاوم للمبيد د.د.ت فقد وجد أن اليرقات عند تعريضها للمبيد د.د.ت أفرزت الغشاء حول الغذائي وكان

طوله 3ملم بالنسبة لليرقات المقاومة فيما كان طول الغشاء المفرز من قبل اليرقات الحساسة لمبيد د.د.ت أقل من 0.5ملم، وإفراز هذا الغشاء يمثل حماية لليرقات المقاومة من هذا المبيد وذلك لحرمان الجسم من كمية من المبيد ، وعلى هذا الأساس فإن إفراز المبيد أو احد نواتج تمثيله قد يساعد إلى حد ما في زيادة درجة تحمل الكائن الحي للمبيد.

ت- التخزين في أنسجة غير حساسة للمبيد Pesticides Storage In Unsusceptible Tissues

من الواضح أن قدرة الكائن الحي على تحمل المبيد تزداد مع قدرة ذلك الكائن على تخزين كمية من المبيد أو احد نواتج تحلله السامة في أنسجة غير حساسة وبذلك يمنع وصول المبيد بالتركيز القاتل إلى المواقع الحساسة في الجسم. ففي الحشرات مثلاً وجد أن نسبة كبيرة من المبيد د.د.ت كانت تخزن في جدار الجسم في الذباب المنزلي المقاوم لمبيد د.د.ت ولعل خير مثال يذكر في هذا المجال ما قام به وايزمان حيث تمكن من رفع تحمل الذباب المنزلي للمبيد د.د.ت بحقنه بزيت الزيتون فزاد من قدرته على التخزين واستطاع أيضاً أن يرفع حساسيتها لنفس المبيد عن طريق حقنها بإنزيم Lipase الذي يحلل الدهون فيخفض من كمية المبيد د.د.ت الذائب والمخزن بها. لذلك يمكن القول أن التخزين يلعب دوراً مهماً في مجال زيادة تحمل الكائن الحي للمبيدات ولكنه لا يمكن أن يكون العامل الوحيد الذي يعول عليه في هذا المجال.

2- انخفاض حساسية الجهاز أو الموقع الحساس Susceptibility Depression of Site of Effect

من الواضح أنه لكي يحدث المبيد تأثيره القاتل في الكائن الحي لابد له من الوصول إلى الموقع أو الجهاز الذي يؤثر فيه والذي ينبغي أن يكون حساساً لتأثير المبيد وذلك في السلالات أو الأنواع الحساسة للمبيد أما في السلالات المقاومة فقد لوحظ انه في بعض حالات المقاومة يكون الجهاز الحساس أقل حساسية أو تأثراً بالمبيد. ففي الحشرات مثلاً وجد انه عند معاملة العقدة العصبية للذباب المنزلي المقاومة للمبيد د.د.ت كانت اقل حساسية من العقدة العصبية للذباب الحساس. كذلك أشارت بعض الدراسات إلى أن سلالة الحلم المقاومة للمبيدات الفسفورية العضوية كان الإنزيم Cholinestrase فيها أقل حساسية للمبيد من السلالة الحساسة.

3- التفاعلات الكيميائية الحيوية الثانوية Secondary Biochemical Reaction

لبعض الأنواع أو السلالات المقاومة القدرة على القيام بالعديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية والتي تساعدها في التغلب على الأعراض الثانوية للتسمم وذلك مثلاً عن طريق قدرتها على استيعاب الأوكسجين لوجود زيادة في الإنزيم Cytochrome Oxidase مما يجعل الحشرات قادرة على مواجهة الزيادة العالية للأوكسجين نتيجة الانقباضات العنيفة للعضلات ولذلك تصبح الحشرة أكثر مقاومة للتسمم بالمبيدات.

4- وجود أجهزة بديلة للأجهزة الحساسة Existence of Substitutional Site of Effect

لبعض السلالات المقاومة أجهزة بديلة تمكنها من القيام بعمل الجهاز الحساس المتأثر بالمبيد. فمثلاً وجد في الحشرات المقاومة لغاز حامض الهيدروسيانيك أنها تحوي إنزيما يسمى Flavoprotein Oxidase علاوة على الإنزيم Cytochrom Oxidase الذي يعمل غاز حامض الهيدروسيانيك على تثبيطه ولكن يحل محله الإنزيم Flavoprotein Oxidase وبذلك تستطيع الحشرة مقاومة تأثير الغاز.

المقاومة والانبعاث والإحلال Resistance, Resurgence And Replacement

هذه المصطلحات الثلاثة تعرف بالراءات الثلاثة (Three Rs) وهي ظاهرة مرتبطة بمشكلة المقاومة لأنها إحدى إفرازاتها المهمة ، لذلك سنحاول بيان مفهومها وأهميتها :

أولاً : الانبعاث Resurgence

وهي ظاهرة تحدث بعد استخدام المبيدات لمكافحة آفة معينة (الشكل 26) إذ تعمل المبيدات على خفض أعداد الآفة ، إلا أنه بمجرد التوقف عن استخدام المبيد تعمد الآفة إلى الانبعاث وزيادة أعدادها من جديد وبشكل يفوق كثافتها العددية السابقة. عند استخدام المبيد هذا الانبعاث وهذه الزيادة السريعة ترجع إلى ما يلي :

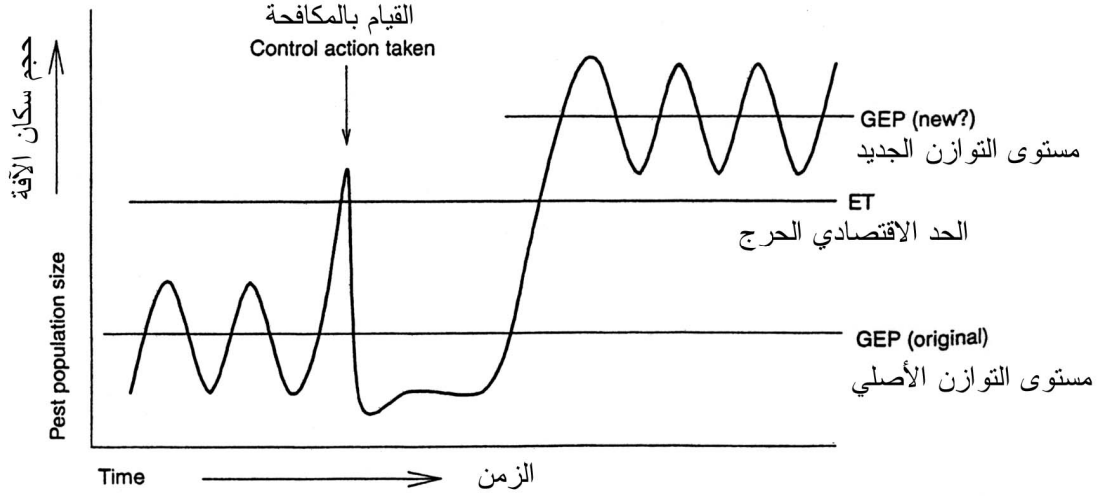
1- إن استخدام المبيدات أدى إلى خفض الكثافة السكانية للأعداء الحيوية التي كانت تحد من زيادة أعداد الآفة وبغياب هذه الأعداء أصبح بإمكان الأفراد المتبقية من الآفة من زيادة أعدادها بسرعة.

2- انخفاض المنافسة : تعمل المبيدات على خفض أعداد الآفة وبالتالي تقليل المنافسة بين أفراد الآفة وعليه فإن إيقاف استخدام المبيد سيعطي الفرصة للأفراد المتبقية من الآفة على التغذية على العائل دون حدوث منافسة بينها مما يساعدها على التكاثر السريع.

3- إن انخفاض أعداد الآفة بعد استخدام المبيد يدفع الآفة إلى زيادة أنشطتها الحيوية والفسيولوجية لتصبح أكثر ملاءمة للبيئة التي تعيش فيها مما ينعكس على زيادة إنتاجيتها وتكاثرها.

4- إن خفض أعداد الآفة نتيجة استخدام المبيد يؤدي إلى تحسين نمو النبات كماً ونوعاً وعليه فإن الأفراد المتبقية من الآفة ستتناول كمية ونوعية جيدة من الغذاء يساعدها في النمو والتطور السريع.

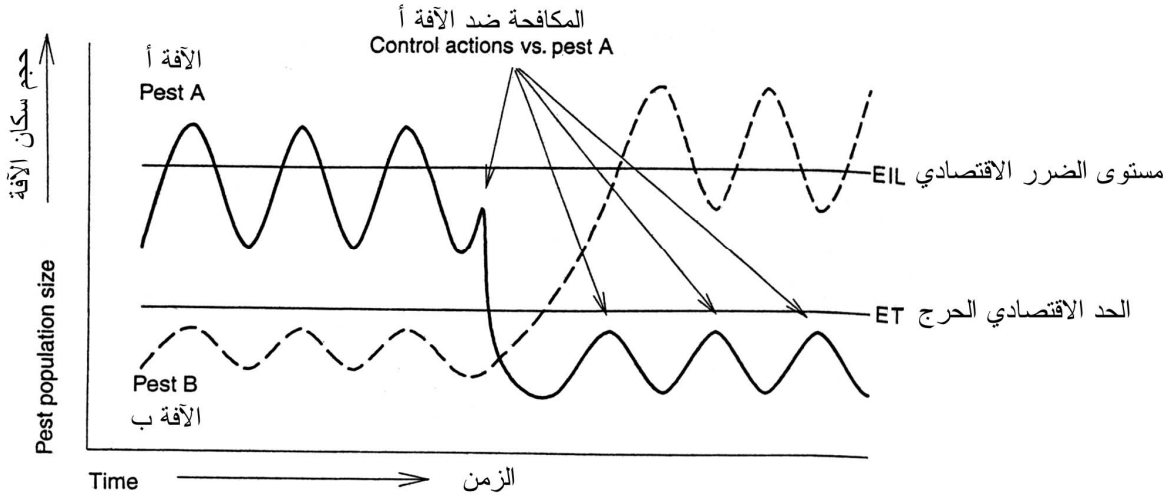
إن ظاهرة الانبعاث تعد مشكلة حقيقية في مكافحة الآفات السريعة التكاثر مثل العنكبوت الأحمر ذو البقعتين.



الشكل (26) الانبعاث الافتراضي لسكان الآفة بعد استخدام المبيد وموت الأعداء الطبيعية للآفة (مأخوذ عن Norris وآخرون ، 2003)

ثانياً : الإحلال Replacement or Upsurge

ويقصد بالإحلال هو حلول آفة ثانوية كانت موجودة مع الآفة المستهدفة بالمكافحة لتصبح آفة رئيسة بعد استخدام المبيدات لمكافحة الآفة المستهدفة ، إذ يتبين من الشكل (27) أن مجتمع الآفة (أ) المستهدفة بالمكافحة بدأ بالانخفاض بعد استخدام المبيدات ، إلا أن أعداد الآفة (ب) بدأ بالزيادة نتيجة استخدام الآفة (ب) المصادر المتاحة للآفة (أ) التي تم إزاحتها بالمكافحة والنتيجة النهائية لهذه العملية أن أصبحت الآفة (ب) هي الآفة الرئيسة. إن أعداد الآفة (ب) لم تكن قادرة على الزيادة بوجود الآفة (أ) قبل استخدام المبيد بسبب المنافسة وبسبب وجود الأعداء الحيوية.



الشكل (27) الكثافة السكانية الافتراضية لنوعين من الآفات والإحلال الحاصل نتيجة مكافحة النوع (أ) وحلول النوع (ب) محله (مأخوذ عن Norris وآخرون ، 2003)

أمثلة في المقاومة Examples of Resistance

أولاً : مفصليات الأرجل Arthropods

والأمثلة في هذه المجموعة عديدة جداً منها :

1- مقاومة فعل مبيدات الهيدروكاربونات المكلورة Resistance To Chlorinated Hydrocarbon Pesticides : إن التغيرات التي تحدث لجزئ المبيد المستخدم تتوقف وبشكل رئيس على التركيب الكيميائي للمبيد ونوع الحشرة والطريقة المستخدمة في تعريض الحشرات وكذلك الظروف البيئية المحيطة وقد قام العديد من الباحثين بدراسة موسعة حول تمثيل المبيد د.د.ت وكانت أولى الدراسات من قبل Ferguson & Kearns عام 1949 لكنهما لم يتمكنا من التعرف على نواتج تمثيل هذا المبيد ولكن في عام 1950 استطاع Sternburg وآخرون الكشف عن المبيد د.د.ت الذي يتحول داخل جسم الحشرة إلى مركب DDE وفي عام 1953 استطاع الباحثين من عزل الإنزيم الخاص بتحويل مبيد د.د.ت إلى DDE في السلالات الحشرية المقاومة لهذا المبيد حيث وجد أن الإنزيم DDT-dehydrochlorinase هو المسؤول عن مقاومة الحشرات لفعل المبيد د.د.ت وفي دراسة مقارنة بين السلالات الحشرية المقاومة من الذباب المنزلي والحساسة وجد بأن نشاط هذا الإنزيم كان أكثر بكثير مما هو في السلالات الحساسة. وفي دراسات لاحقة حول ذبابة الدرسوفلا المقاومة لمبيد د.د.ت وجد أنها لم تحوله إلى DDT وإنما أثبتت نتائج التحليل الكروماتوغرافي أن ناتج مبيد د.د.ت قد تحول إلى كلثين والذي يعد من المبيدات التي تستخدم لمكافحة الحلم. كما لوحظ ومن خلال الدراسة بأن نوع الحشرة وطورها يلعبان دوراً رئيساً في طريقة تمثيل المبيد د.د.ت.

2- مقاومة فعل مبيدات الفسفور العضوية Resistance To Organophosphours Pesticides : لقد تم تسجيل 17 نوعاً من الحشرات عام 1969 مقاومة لفعل مبيدات الفسفور العضوية وتعد ميكانيكية مقاومة الحشرات لفعل مبيدات هذه المجموعة من الميكانيكيات المعقدة حيث تحدث لهذه المبيدات داخل جسم الحشرة عمليتان مختلفتان احدهما تنشط المبيد Activative Metabolism وأخرى تعمل على إزالة سمية المبيد Detoxification وتعتمد كلتا العمليتين على درجة نشاط الإنزيمات الخاصة بهما علاوة على عوامل أخرى منها سرعة نفاذ المبيد داخل جسم الحشرة حيث وجد مثلاً أن نفاذ مبيد الديازينون كان ضعيفاً في سلالة الذباب المنزلي المقاومة مقارنة بالسلالة الحساسة. كذلك فإن قدرة بعض الحشرات على تخزين كمية كبيرة من المبيد في الأنسجة الدهنية مما يجعلها أكثر تحملاً من تلك الحشرات التي ليس لها القدرة على التخزين. أما بالنسبة لفعل الإنزيمات الخاصة بهدم وتحليل المبيد فإن ذلك يرجع أساسا إلى التركيب الكيميائي للمبيد. فمثلاً وجد بأن مبيد الملاثيون يتحطم بسرعة في السلالات الحشرية المقاومة والتي يكون فيها الإنزيم Carboxylesterase ذا نشاط عال حيث يعمل على تحطيم مبيد الملاثيون إلى مركبات غير سامة ، وكذلك تلعب بعض إنزيمات Microsomal Mixed – Function Oxidases (MFO) دوراً كبيراً في تحطيم العديد من مركبات الفسفور العضوية خاصة في الحشرات المقاومة ، من هنا يمكن القول بأن مقاومة الحشرات لفعل مبيدات الفسفور العضوية تتوقف على عدد من الإنزيمات وارتباط ذلك بنوع المبيد ونوع الحشرة إذ انه لم يسجل لحد الآن أي حالة توضح بأن حشرة ما أصبحت مقاومة لجميع مبيدات الفسفور العضوية.

3- مقاومة فعل مبيدات الكارباميت Resistance To Carbamate Pesticides : أشارت العديد من الدراسات الكيميائية الحيوية الخاصة بدراسة مقاومة الحشرات لفعل مبيدات الكارباميت إلى أن عمليات ميتابولزم المبيد Sevin هي الأساس في قدرة الحشرات على مقاومة هذا المبيد حيث وجد بأن إنزيمات Esterases تعمل على هدم مبيد السيفين إلى1-naphthol و Methylamine وحامض الكاربامك وجميع هذه النواتج غير سامة. وفي نفس الوقت لم تظهر بعض أنواع الحشرات مقاومة لفعل هذا المبيد مما يدل على أن نوع الحشرة يلعب دوراً مهماً في القدرة على تمثيل المبيد وسرعة إفرازه.

4- المقاومة لفعل مبيدات البايروثريد Resistance To Pyrethroid Pesticides : لقد لوحظ من خلال الدراسات بأن المكافحة باستخدام مبيدات هذه المجموعة من المبيدات لها جانب كبير من الخطورة

فيما إذا استخدمت بشكل غير مدروس إذ أن حصول مقاومة لأي نوع من مبيدات هذه المجموعة ستتكون لدى الحشرة مقاومة لجميع مبيدات هذه المجموعة وقد يرجع ذلك إلى أن عملية هدم مركبات هذه المجموعة تتم عند آصرة الاستر ويتحول المركب إلى جزء حامضي وآخر كحولي وان التغير الذي يحصل يكون في الجزء الكحولي فقط وان جميع نواتج عملية الهدم غير سامة ، أما إنزيمات الأكسدة فتمتاز بضعف تأثيرها على هذه المركبات ، كذلك تلعب عملية نفاذ هذه المركبات من خلال كيوتكل الحشرة دوراً في عملية إزالة السمية.

5- في تايلاند أظهرت العثة ذات الظهر الماسي *Plutella xyllestella* التي تهاجم اللهانة والقرنابيط مقاومة لجميع مبيدات الحشرات العضوية.

6- إن الذباب الأبيض التابع للجنس *Bemisia* spp أصبح مقاوماً للعديد من مبيدات الحشرات التابعة لمجموعة الكلور العضوية والى العديد من مبيدات الفسفور العضوية وبعض مبيدات البايروثرويد المحضرة صناعياً.

7- مَنّ الخوخ الأخضر أصبح مقاوماً للعديد من مبيدات الحشرات التابعة للعديد من المجاميع الكيميائية.

إضافة لما سبق فإن العديد من الآفات الحشرية التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة وخاصة ديدان أوراق وجوز القطن والعديد من ناخرات الأوراق والاكاروسات قد أظهرت مقاومة للعديد من مبيدات الحشرات والاكاروسات.

ثانياً : مسببات الأمراض Pathogens

ومن الأمثلة في هذا المجال :

1- سجلت العديد من حالات المقاومة في فطريات الجنس *Botrytis* spp و *Venturia* spp للمبيدات التابعة لمجموعة Aminopyrimidines.

2- ظهور صفة المقاومة في الفطريات المسببة لأمراض البياض الزغبي على الخيار والعنب وكذلك في الفطريات المسببة لمرض اللفحة المتأخرة على البطاطالمبيدات الفطريات التابعة لمجموعة Phenylamides ومنها المبيد Metalaxyl.

كذلك سجلت العديد من حالات المقاومة في الفطريات للعديد من المبيدات التابعة لمجموعة Benzimidazoles و Dicarboximides فيما لم تسجل لحد الآن أي حالة مقاومة في الفطريات لمركبات النحاس والكبريت ومركبات Dithiocarbamates.

ثالثاً : الأدغال Weeds

ومن الأمثلة في هذا المجال ما يلي :

1- المقاومة للاترازين Atrazine : وهو من أوائل المبيدات الذي أظهرت الأدغال مقاومة له ويوجد اليوم أكثر من 60 نوع من الأدغال المقاومة للاترازين.

2- يوجد اليوم أكثر من 63 نوع من الأدغال المقاومة للمبيدات التي تنتمي لمجموعتي Sulfonyl Urea و Imidazolinone حيث تثبط مبيدات هاتين المجموعتين تصنيع الأحماض الأمينية متفرعة السلسلة.

3- ظهور العديد من الأدغال المقاومة للمبيد Glyphosate في استراليا وهو مبيد جهازي غير متخصص.

حلول مشكلة المقاومة Avoidance The Resistance Problem

إن ظهور مشكلة مقاومة الآفات لفعل المبيدات كان النتيجة الطبيعية والحتمية لاستمرار استخدام المبيدات غير المتخصصة ذات التأثير الواسع Broad Spectrum بشكل كبير وغير مدروس لعدة عقود من الزمن ، لذلك يمكن القول أن جميع الحلول المقترحة للتغلب على هذه المشكلة ينبغي أن تأخذ بنظر الاعتبار محاولة إيجاد البدائل المناسبة لعملية استخدام المبيدات في المكافحة أو أن تركز على الأقل في كيفية استخدام المبيدات بشكل لا يؤدي إلى ظهور سلالات مقاومة جديدة. لذلك فان جميع الحلول المقترحة لمشكلة المقاومة يمكن أن تقع في إحدى المجاميع الآتية :

المجموعة الأولى : مكافحة الآفات دون استخدام المبيدات Pest Control Without Pesticides

وتضم مجموعة كبيرة من الطرائق والوسائل التي يمكن استخدمها لمكافحة الآفات وهي كما يأتي :

1- المكافحة باستخدام الوسائل الزراعية Agricultural Methods

2- المكافحة بالوسائل الميكانيكية والفيزيائية Mechanical & Physical Methods

3- المكافحة التشريعية Legislative Methods

4- استخدام المواد المثبطة لتكاثر الآفات Inhibitors of Pest Production ومنها :

أ - المواد الطاردة Repellants

ب- الجاذبات Attractants

ت- مانعات التغذية Antifeedants

ث- الهرمونات Hormones

ج- العاقمات الكيميائية Chemosterilants

5- المكافحة الحيوية Biological Control

6- المكافحة الميكروبية Microbial Control

7- المكافحة بالطرائق الوراثية Genetic Control

المجموعة الثانية : الاختيار الأمثل للمبيدات المستخدمة في المكافحة

Choosing The Proper Pesticides

إن الاختيار السليم للمبيد والطريقة المثلى للتطبيق يعملان على خفض مستوى مقاومة الآفات للمبيدات. إن مثل هذه الستراتيجية تحتاج إلى معلومات أكثر عن العوامل الوراثية والفسيولوجية والكيموحيوية المرتبطة بالمقاومة المتعددة ودراسة ارتباط وعبور العوامل الجينية لأنواع المقاومة والعلاقة بين المقاومة والسلوك ، وفيما يلي نموذج مقترح لهذا التطبيق:

1- استخدام وسيلة تحذيرية لتعداد الآفة ، بحيث يمكن معرفة مستوى الحساسية واكتشاف أي احتمال لظهور المقاومة ويمكن تحقيق ذلك باستخدام طرائق كشف المقاومة التي أقرتها منظمة الأغذية والزراعة FAO عام 1977.

2- تجنب استخدام مخاليط المبيدات وذلك لان نتائج الأبحاث تشير إلى التطور الذاتي لمقاومة الآفة لمكونات المخلوط.

3- إطالة فترة فاعلية المبيد الجيد قدر الإمكان وذلك باستخدام وسائل التحذير لمعرفة درجة الحساسية ودرجة إحلال مبيد جديد قبل فشل المبيد الأول في المكافحة.

4- اختيار المبيدات البديلة وكيفية تتابعها بناءاً على اعتبارات وراثية للمقاومة المشتركة أو المقاومة المتعددة.

وقد أوضحت الدراسات المستفيضة على مقاومة الذباب المنزلي في الدانمارك أن الاختيار غير السليم للبديل من المبيدات قد يؤدي إلى فشل عملية المكافحة في المستقبل ، ومثال ذلك وجد أن الذباب المقاوم للمبيد د.د.ت يتميز بالمقاومة المتعددة للبابروثرويدات ، لذا لا يسمح الآن باستخدام المبيدات من مجموعة البايروثرويد في الدانمارك لمكافحة الذباب لكي تبقى هناك فرصة لإمكانية استخدام هذه المركبات مستقبلاً وتتضمن المقاييس الواجب مراعاتها ما يلي :

1- استخدام المبيدات التي لها عامل بسيط للمقاومة وتتميز بمقاومة مشتركة ضعيفة أو مقاومة محدودة مثل الملاثيون.

2- تجنب استخدام المبيدات ذات المقاومة المتعددة المعقدة مثل الديازينون.

3- تجنب استخدام المبيدات المؤثرة على نفس النظام المستهدف مثل البايروثرويدات.

4- استخدام معاملات بديلة للمبيد الذي اكتسبت الآفة مقاومة له وتغييرها قبل ظهور مقاومة له.

مما سبق يتبين أن هناك ضرورة ملحة لوضع إستراتيجية شاملة لتنظيم استخدام المبيدات لإطالة فترة استخدام المبيدات المتاحة والتي قد تفيد في برامج الإدارة المتكاملة وتتطلب هذه الإستراتيجية تفهماً أكثر للنظم الحيوية للآفة وتعاون كافة القائمين بالمكافحة بالإضافة إلى إجراء المزيد من الدراسات الاقتصادية والاجتماعية والنفسية ويصبح من الضروري كذلك أن تتطور طرائق مكافحة الآفات على المحاصيل التي تعامل بكثافة شديدة بالمبيدات وعموماً فانه إذا لم يتم تنظيم استخدام المبيدات بشكل نموذجي فان مشكلة المقاومة ستبقى من اكبر الصعوبات التي تقف حائلاً في سبيل تحقيق المكافحة الفعالة للآفات لصالح الإنسان والبيئة التي يعيش فيها.

المجوعة الثالثة : إدارة المقاومة Resistance Management

يعتبر خفض الضغط الانتخابي للمبيدات وسيلة لتأخير أو تجنب تطور المقاومة ، وتقدم برامج إدارة الآفات الفرصة لخفض الضغط الانتخابي الكيميائي وذلك عن طريق إدخال الطرائق البديلة للمكافحة الكيميائية ويعتمد التطبيق الأمثل لبرامج إدارة الآفات على إستراتيجية واضحة لاستخدام المبيدات التي تظهر الآفة تجاهها اقل مستوى من المقاومة ويمكن تحقيق التحكم في المقاومة من خلال ثلاث وسائل هي :

1- التحكم بالاعتدال Management By Moderation : أساس هذه الطريقة أن جينات الحساسية للمبيدات هي مواد هامة يجب الحفاظ عليها ويمكن التوصل إلى ذلك من خلال خفض الضغط الانتخابي ، وذلك لان استخدام المبيدات بتراكيز عالية مميتة للأفراد الحساسة ستؤدي إلى أن تصبح جميع أفراد العشيرة مقاومة للمبيد وعليه فان خفض الضغط الانتخابي بالاعتدال يمكن تحقيقه من خلال ما يلي :

أ – خفض الجرعة أو التركيز المستخدم.

ب- تقليل عدد مرات الرش.

ت- استخدام المبيدات سريعة التدهور أو التحلل.

ث- توجيه الانتخاب إلى طور الآفة الكامل.

ج- المعاملة الموقعية وتخفيف مستوى التطبيق على نطاق واسع.

ح- ترك عدد من الأجيال دون معاملة.

خ- زيادة مستوى الحد الاقتصادي الحرج.

2- **التحكم بالتشبع Management by Saturation :** والمقصود بها تشبع نظم المقاومة داخل الآفة بجرعات من المبيد بحيث يبطل مفعولها ويمكن تحقيق ذلك بالوسائل التالية :

أ – الإبقاء على جين المقاومة بشكل متنح: من المعروف أن المقاومة تنمو وتتطور بسرعة في حالة سيادة جين المقاومة ، بينما تنمو ببطء إذا كان جين المقاومة متنحياً وعليه فان التحكم بالتشبع يهدف إلى الإبقاء على جين المقاومة بشكل متنح وذلك باستخدام تراكيز عالية من المبيد مميتة لكل من الأفراد الحساسة والأفراد المقاومة غير المتماثلة ، وبذلك تقل جينات المقاومة ولا تظهر المقاومة ، ومن المعروف عدم وجود الأفراد المقاومة التي تحتوي على جينوتايب متماثل في العشائر غير المعاملة ويرجع ذلك إلى الانخفاض المتناهي في تكرار جين المقاومة قبل استخدام المبيد، وعليه تعتبر هذه الوسيلة فعالة ضد العشائر غير المنتخبة ولا ينصح باستخدامها بعد تمام الانتخاب، كما تعتبر هذه الوسيلة عملية عندما تستخدم بتراكيز عالية من المبيد وتتميز بقدرتها على التحلل السريع أو قلة سميتها للثدييات مثل مشابهات هرمون الشباب ، ولعل الحاجة قد أصبحت ماسة الآن لاستحداث وسائل أخرى للتطبيق يمكن من خلالها استخدام تركيزات عالية من المبيد تصل إلى الآفة المستهدفة فقط مثل استخدام المبيدات الجهازية أو الجاذبات أو استخدام المبيد في كبسولات صغيرة.

ب- تثبيط عمليات إزالة السمية بالمنشطات : تعمل المنشطات على تثبيط فعل الإنزيمات المسببة لفقد السمية في المبيدات وبالتالي تعمل على خفض الميزة التخصصية للأفراد في إنتاج مثل هذه الإنزيمات. وقد عرفت هذه الميزة الحيوية للمنشطات عند استخدام المركب Chlorfenthol كمنشط مع المبيد د.د.ت حيث يعمل كمثبط منافس لإنزيم Dehydrochlorinase بينما أدى الانتخاب تحت ظروف المختبر باستخدام المبيد Carbaryl مع Piperonyl butoxide إلى النمو المرتفع للمقاومة تجاه المخلوط وقد ظهرت حديثاً بعض مثبطات نظم المقاومة مثل Kitazin وهو عبارة عن مبيد فطريات يستخدم في مكافحة مرض ذبول الرز وله القدرة على تنشيط مبيد الملايثون في السلالات المقاومة لهذا المبيد وذلك

من خلال قدرته على تثبيط إنزيم Carboxyl esterase ويوضح ذلك أن هذا المنشط قد يثبط طرائق فقد السمية الأخرى مثل إنزيم نقل الكلوتاثيون.

3- التحكم بالهجوم المتعدد Management by Multiple Attack : وتهدف هذه المجموعة من الوسائل الكيميائية إلى الوصول للمكافحة من خلال الفعل المتعدد المستقل وقد يكون أي ضغط انتخابي لإحدى هذه الوسائل أقل من الحد اللازم لتطور ونمو المقاومة وقد نشأت هذه الفكرة من التأثير على أهداف متعددة Multi-site Action بواسطة المبيدات التي استخدمت قديماً ضد الآفات مثل الزرنيخات ، وبالرغم من أن هذه المركبات الكيميائية ليست منيعة تماماً ضد إظهار المقاومة ، إلا أن استمرار استخدامها لفترة طويلة يرجع إلى تأثيرها على أكثر من نظام كيموحيوي ، وبالطبع لا يمكن الرجوع مرة ثانية إلى استخدام الزرنيخات في المكافحة ولكن يعتبر استخدام مخاليط المبيدات ودورة التطبيق من وسائل التأثير على أهداف متعددة كما تعتبر المخاليط والدورات من الوسائل التي تعمل على خفض الضغط الانتخابي.

أ - مخاليط المبيدات Pesticides Mixture : يعتمد استخدام مخاليط المبيدات كوسيلة مضادة للمقاومة على أساس أن ميكانيكية المقاومة تختلف باختلاف المجاميع الكيميائية ووجود جينات المقاومة بمعدل تكراري منخفض فضلاً عن عدم وجودها مجتمعة في أي فرد من أفراد العشيرة وعليه فان الفعل التنشيطي بين مكونات المخلوط يقلل من ميزة الاختلاف بين الأفراد التي تظهر المقاومة وتسرع بالتالي من درجة نجاح المخلوط، لقد عرف استخدام المخاليط ضد أكثر من آفة منذ فترة طويلة كما تتوفر اليوم العديد من المبيدات المخلوطة المجهزة من قبل الشركات المنتجة للمبيدات ، إلا انه لم يدرس مدى تأثير هذه المخاليط على تأخير ظهور المقاومة بالقدر الكافي ويجب أن يكون واضحاً أن فكرة المخاليط كمثبطات أو مانعات للمقاومة تحتاج إلى دراسات واسعة عن كيفية اختيار المركبات والمستحضرات وطريقة المعاملة وقد يكون للمخاليط تأثيراً ايجابياً أو سلبياً أو عدم تأثير في المقاومة ، علماً أنه قد ظهر في حالات قليلة أن استخدام مكونات مخلوط مختلفة في طريقة فعلها أو نظم فقدها للسمية قد أدى إلى تأخر واضح لمستوى نمو وتطور المقاومة.

ب- دورات المبيدات Pesticides Rotation : تقوم فكرة دورة المبيدات كوسيلة مضادة للمقاومة على أن للأفراد المقاومة لمبيد معين كفاءة حيوية منخفضة عن الأفراد الحساسة وعليه ينخفض تكرارها خلال الفترات بين تطبيق أو استخدام هذا المبيد ، وهناك الكثير من الدراسات التي توضح انخفاض الكفاءة الحيوية في الكثير من مفصليات الأرجل المقاومة للمبيدات ولكنها حالة غير ثابتة إذ قد يتحسن مستوى الكفاءة باستمرار الانتخاب من خلال ما يسمى بالتأقلم المشترك Co-adaptation. وكما في حالة المخاليط فإن فكرة دورات المبيدات تحتاج إلى عدد من المبيدات لا تظهر مقاومة مشتركة لبعضها.

الفصل الخامس عشر

وثيقة السلوك الدولية لاستخدام وتداول المبيدات

International Document of Pesticides Handling And Application

- مقدمة
- أهداف الوثيقة
- تعاريف
- إدارة المبيدات
- اختبار المبيدات
- تقليل المخاطر الصحية
- المتطلبات التنظيمية والفنية
- توافر المبيدات واستعمالاتها
- تبادل المعلومات
- وضع البيانات على العبوات
- الإعلان
- رصد مراعاة الوثيقة

مقدمة Introduction

لاشك أن الفصول الثلاثة الأخيرة التي احتواها الباب الرابع من هذا الكتاب استطاعت أن تعطي القارئ الصورة الحقيقة عن طبيعة المخاطر والكوارث المتوقع حدوثها في البيئة إذا ما استمر الإنسان في سلوكه المدمر للبيئة والمتمثل في سعيه المستمر لزيادة الإنتاج الزراعي والصناعي من أجل تحقيق الرفاهية لبني جنسه ، كما يعتقد وبالرغم من مشروعية هذا الهدف وأهميته عليه أن لا ينسى أيضاً حق البيئة في أن تبقى حية فعالة معطاء للأجيال اللاحقة وأن فساد البيئة ومرضها يعني مشاكل ومعاناة للبشرية جمعاء. ولعل ما يعانيه البشر اليوم من حالات التلوث ومشاكل الاحتباس الحراري نتيجة الخلل الحاصل في طبقة الأوزون وحالات التسمم والسرطان وتشوه الأجنة وغيرها من الأمراض والعاهات التي لم تعرفها البشرية من قبل أصبحت اليوم من الظواهر المرافقة لعمليات تلوث البيئة بالمبيدات والمخلفات الصناعية والكيميائية المختلفة وغيرها كثير ، لذلك فإن التصدي لهذه المشكلة أصبح اليوم أحد ضرورات الحفاظ على هذا الكوكب الذي يضم مليارات البشر وهي مسؤولية هذه المليارات دون استثناء ، لذلك فقد بدأت العديد من المنظمات الدولية والجمعيات المعنية بحماية البيئة بالعمل الجاد من أجل وضع القوانين والتشريعات التي تهدف إلى حماية البيئة ، لذا سنسعى في هذا الفصل إلى بيان أهم ما احتوته وثيقة السلوك الدولية لاستخدام وتداول المبيدات من أجل نشر الوعي في مجال استخدام المبيدات في وطننا العربي ولتكون هذه الوثيقة مرشداً للعاملين في هذا المجال.

وثيقة السلوك الدولية لاستخدام وتداول المبيدات

International Document of Pesticides Handling And Application

المادة الأولى : أهداف الوثيقة

1-1 تحديد مسؤوليات وإرساء قواعد سلوك طوعية لجميع المؤسسات العامة والخاصة العاملة بشكل أو بآخر ، أو التي تؤثر بشكل أو بآخر ، في توزيع جميع أنواع المبيدات واستعمالها ، خصوصا إذا لم يكن هناك تشريع محلي ينظم المبيدات أو إذا كان هذا التشريع غير كافي.

2-1 تحديد المسؤولية التي يشترك فيها العديد من فئات المجتمع بما في ذلك الحكومات ، منفردة أو في تجمعات إقليمية ، والمنشآت الصناعية والتجارية والمؤسسات الدولية ، بحيث يؤدي عملها المشترك إلى تحقيق المزايا المرجوة من استعمال المبيدات على نحو مقبول ، دون أن تترتب على ذلك آثار ضارة بالسكان والبيئة ، ولهذا فان الإشارة إلى الحكومة أو الحكومات في هذه الوثيقة إنما تنطبق على التجمعات الإقليمية للدول في المسائل التي تدخل في نطاق اختصاصها.

3-1 ضرورة أن تبذل حكومات كل من البلدان المصدرة والمستوردة ، جهودا مشتركة لتشجيع الأساليب التي تضمن استعمال المبيدات بأمان وفعالية مع الحد إلى أدنى درجة ممكنة من المخاطر الصحية والبيئية التي تحدث نتيجة لتداول المبيدات أو استعمالها على نحو غير سليم.

4-1 إن المؤسسات المعنية في هذه الوثيقة هي المنظمات الدولية وحكومات البلدان المصدرة والمستوردة والمؤسسات الصناعية بما في ذلك مصانع المبيدات والرابطات التجارية والمنشآت العاملة في تركيب المبيدات وتوزيعها ، ومستعملي هذه المواد ومنظمات القطاع العام كالمجموعات المعنية بالبيئة وبحماية المستهلك واتحادات العمال.

5-1 وتسعى هذه الأهداف إلى تحقيق ما يلي :

1-5-1 أن تشجع على إتباع الممارسات التجارية المقبولة عموما والقائمة على المسؤولية.

2-5-1 أن تساعد البلدان التي لم تضع حتى الآن معايير لمراقبة نوعية المبيدات اللازمة للبلد ومدى ملائمتها ، وان تضمن تداول هذه المنتجات واستعمالها على نحو سليم.

3-5-1 أن تروج الأساليب التي تشجع على استعمال المبيدات بأمان وفعالية ، بما في ذلك الحد من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة إلى أدنى درجة ممكنة، والوقاية من حوادث التسمم العرضي بسبب سوء استعمال المبيدات.

4-5-1 أن تضمن استعمال المبيدات بصورة فعالة لتحسين الإنتاج الزراعي وتحسين صحة الإنسان والحيوان والنبات.

6-1 الغرض من هذه الوثيقة أن تكون أساسا يستخدم في حدود التشريع الوطني ، من جانب السلطات الحكومية ومصانع المبيدات والعاملين بتجارتها كل المواطنين أصحاب الشأن، في الحكم على سلامة الاجراءت التي تتخذها هذه الجهات نفسها أو جهات أخرى.

المادة الثانية : تعاريف

في تطبيق هذه الوثيقة يقصد بالعبارات التالية ما هو مبين أمام كل منها :

المادة الفعالة : هي جزء ذو الفعالية الحيوية في تركيب المبيد.

الإعلان : هو الترويج لبيع المبيد واستعماله ، بواسطة المطبوعات أو الوسائل الالكترونية واللافتات والعرض والهدايا والبيان العملي أو الحديث الشفهي.

المحظور : هو المبيد الذي منع استخدامه في جميع الأغراض التي سجل من اجلها وذلك بقرار حكومي نهائي من جهة التسجيل ، أو الذي رفض إجراء تسجيله أو أي إجراء مشابه لأسباب صحية أو بيئية.

الاسم الشائع : هو الاسم الذي تضعه المنظمة الدولية للتوحيد القياسي للمادة الفعالة في المبيد أو الذي تأخذ به الهيئات الوطنية للتوحيد القياسي ، ويستخدم كاسم معروف لهذه المادة الفعالة بالذات دون أن يدل على خواصها.

الاسم التجاري : هو الاسم الذي يضعه المصنع على المبيد ليسجله ويعلن عنه به فإذا كان هذا الاسم محميا بموجب التشريع المحلي فلا يستطيع إلا المصنع وحده أن يستخدمه لتمييز إنتاجه عن غيره من المبيدات التي تحتوي على نفس المواد الفعالة.

التوزيع : هو عملية عرض المبيدات في الأسواق المحلية أو الدولية من خلال القنوات التجارية.

البيئة : هي العناصر الطبيعية المحيطة ، كالماء والهواء والتربة والعلاقة فيما بينهم كذلك العلاقة بينها وبين أي كائنات حية.

إدارات الإرشاد : هي الوحدات الحكومية المسؤولة عن نقل المعلومات المنشورة إلى المزارعين بشأن الأساليب التي تحسن الإنتاج الزراعي وعمليات تداوله وتخزينه وتسويقه.

التركيب : مزج مختلف المكونات بهدف جعل المنتجات مفيدة وفعالة في تحقيق الغرض المرجو منها ، وإعطاء الشكل النهائي للمبيدات عند بيعها.

الخطر : هو احتمال أن يسبب المبيد آثارا عكسية (إصابات) في الظروف التي يستعمل فيها.

الإدارة المتكاملة للآفات : هي نظام لمكافحة الآفات يجمع بين كل الطرائق والأساليب المناسبة على أفضل نحو ممكن في إطار البيئة المحيطة وحركة الآفات ، لإبقاء أعدادها دون المستوى الذي تنجم عنه أضرار أو خسائر اقتصادية غير مقبولة.

بيانات العبوة : هي كل ما هو مكتوب أو مطبوع أو مرسوم على مبيدات الحشرات أو ملصق عليها أو على عبواتها الداخلية أو الخارجية أو على غلاف عبوات البيع بالتجزئة.

المصانع : أي مؤسسة أو هيئة أخرى في القطاعين العام أو الخاص أو أي فرد يعمل (سواء بصورة مباشرة أو بواسطة وكيل أو هيئة يشرف عليها أو يتعاقد معها) في صناعة المواد الفعالة المبيدة أو في تركيب هذه المواد أو منتجاتها.

التسويق : هو العملية الكاملة التي تشمل ترويج المنتجات بما في ذلك الإعلان والعلاقات العامة والخدمات الإعلامية والتوزيع والبيع في الأسواق المحلية أو الدولية.

الحد الأقصى من المخلفات : هو الحد الأقصى من تركيز مخلفات المبيد المسموح به قانونا أو الذي يمكن قبوله في الأغذية أو المنتجات الزراعية أو الأعلاف ، أو قبوله عليها.

العبوة : هي الوعاء مع الغلاف الواقي المستخدم لتوصيل المبيدات إلى مستخدميها عبر قنوات التوزيع بالجملة أو التجزئة.

المبيد : هو أي مادة أو خليط من المواد يكون الغرض منه الوقاية من أية آفة أو القضاء عليها أو مكافحتها ، بما في ذلك ناقلات الأمراض للإنسان أو الحيوان ، وأنواع النبات أو الحيوان غير المرغوبة والتي تحدث ضررا أو تتدخل بأي شكل أثناء إنتاج الأغذية أو المنتجات الزراعية أو الأخشاب ، أو المصنوعات الخشبية أو الأعلاف أو أثناء تصنيعها وخزنها ونقلها وتسويقها. وكذلك أي مادة تعطى للحيوانات لمكافحة الحشرات أو العنكبوتيات أو غيرها من الآفات الموجودة في الحيوانات أو على أجسامها. ويشمل هذا التعبير المواد التي تستخدم لتنظيم نمو النبات أو إسقاط أوراقه أو تجفيفه أو تخفيف أشجار الفاكهة أو لوقاية الفاكهة من السقوط قبل أوانها ، وكذلك المواد التي تستعمل في المحاصيل ، سواء قبل حصادها أو بعده ، لوقاية المحصول من التدهور أثناء التخزين أو النقل.

صناعة المبيدات : هي جميع المنظمات والأفراد العاملين في صناعة المبيدات وتركيبها أو تسويقها أو تسويق مشتقاتها

قوانين المبيدات : هي التشريعات التي تسن لتنظيم الجوانب الكمية والنوعية والبيئية لصنع المبيدات وتسويقها وخزنها ووضع بيانات عبواتها وتعبئتها واستعمالها.

السموم : هي المواد التي يؤدي امتصاصها بكمية بسيطة نسبيا إلى اضطراب في التكوين أو في أداء الوظائف لدى الإنسان أو النبات أو الحيوان مما يحدث ضررا أو يسبب الموت.

التأثير السام : اثر المواد السامة في إحداث تلف أو اضطرابات بما في ذلك التسمم.

" **الموافقة المسبقة عن علم** " **:** تشير إلى مبدأ يقضي بعدم السير في إجراءات شحن مبيدات، يكون استعمالها محظورا أو فرضت عليه قيود مشددة حماية لصحة الإنسان أو المحافظة على البيئة ، إلى دول أخرى دون موافقة من جانب الجهات القطرية المعنية – إذا كان هناك ضرورة لهذه الموافقة أو بما يتناقض مع قرار السلطات القطرية المعنية في البلدان المستوردة المشاركة.

إجراءات تطبيق مبدأ الموافقة المسبقة عن علم : هي الإجراءات اللازمة للحصول رسميا على قرار البلدان المستوردة بشأن مدى استعداد هذه البلدان لأن تتلقى في المستقبل شحنات من المبيدات المحظورة أو تلك التي فرضت قيود مشددة على استعمالها ، وتأمين هذه القرارات. وقد وضعت إجراءات معينة لاختبار المبيدات التي طبق عليها في بداية الأمر مبدأ الموافقة المسبقة عن علم. وهي تشكل المبيدات المحظورة أو تلك التي فرضت قيود مشددة على استعمالها ، وكذلك المبيدات شديدة السمية. وترد تفاصيل هذه الإجراءات في " الخطوط التوجيهية لتنفيذ مبدأ الموافقة المسبقة عن علم.

المنتجات : هي المبيدات المعبئة في الشكل الذي تباع به وهي تحتوي عادة على عنصر حيوي فعال إلى جانب إضافات أخرى وقد يلزم تخفيفها قبل استعمالها.

الملابس الواقية : هي الملابس أو المواد أو الأجهزة التي يكون الغرض منها توخي الحماية أثناء ملامسة المبيدات أو استعمالها.

تنظيمات القطاع العام : تشير إلى (ولا تقتصر على) الرابطات العلمية ومجموعات المزارعين وتنظيمات المواطنين والتنظيمات المعنية بوقاية البيئة وحماية المستهلك والصحة العامة وكذلك الاتحادات العمالية.

التسجيل : هو العملية التي توافق بها الجهة الحكومية المسؤولة على بيع المبيد واستعماله بعد تقييم البيانات العلمية الشاملة التي تبين فاعلية المنتجات للغرض المقصود وانعدام خطورتها على صحة الإنسان أو الحيوان أو على البيئة.

إعادة التعبئة : هي نقل المبيد من أي عبوة تجارية إلى وعاء آخر يكون اصغر في غالب الأحيان لغرض البيع.

المخلفات : هي ما تبقى من المواد في الأغذية أو السلع الزراعية أو الأعلاف نتيجة استخدام المبيدات. ويشمل اللفظ أي مشتق من المبيدات مثل المنتجات التي تساعد على حدوث تحويل أو تمثيل أو تفاعل ومثل الشوائب التي قد يكون لها تأثير سام. وتشمل مخلفات المبيد ما تبقى منه سواء كان راجعا إلى استخدام المواد الكيميائية أو إلى مصدر لا يمكن معرفته أو لا يمكن تجنبه (احد عناصر البيئة مثلا).

الجهة المسؤولة : هي الجهة أو الجهات الحكومية المسؤولة عن تنظيم صناعات المبيدات وتوزيعها أو استعمالها ، وعلى وجه العموم عن تنفيذ تشريعات الخاصة بالمبيدات.

المخاطر : هي تعني التكرار المتوقع في ظهور آثار غير مرغوب فيها بسبب التعرض للمبيد.

الحذر الشديد : الاستخدام المحدود – يعني أن معظم الاستعمالات التي سجل المبيد من اجلها أصبحت محظورة بقرار حكومي نهائي ولكن ما زال هناك ترخيص باستخدامه في بعض الأغراض التي سجل من اجلها.

السمية : هي خاصية فسيولوجية أو بيولوجية تحدد قدرة المركب الكيميائي على إحداث ضرر أو تلف في الكائن الحي بغير الطرق الميكانيكية.

التاجر : هو كل من يعمل في التجارة سواء في التصدير أو الاستيراد أو الترتيب أو التوزيع المحلي.

طريقة الاستعمال : هي كل الجوانب المتعلقة باستعمال المبيد ، مثل درجة تركيز المادة الفعالة في التركيب المستعمل ومعدل استعماله وتوقيته وعدد مراته ، وإضافة مواد أخرى إليه وطرق الاستعمال وأماكنه مع بيان الكمية اللازمة ووقت استعمالها والفترة الواجب انقضائها قبل حصاد المحصول وغير ذلك.

المادة الثالثة : إدارة المبيدات

3-1 تتحمل الحكومات المسؤولية العامة عن تنظيم توزيع المبيدات واستعمالها في بلدانهم ويجب أن تكون لها السلطات اللازمة لذلك.

3-2 يجب على صناعة المبيدات أن تتقيد بإحكام هذه الوثيقة كمعيار في صنع المبيدات وتوزيعها والإعلان عنها ولاسيما في البلدان التي تفتقر إلى التشريعات والخدمات الاستشارية الملائمة.

3-3 على حكومات البلدان المصدرة أن تساعد إلى أقصى حد ممكن بصورة مباشرة أو بواسطة صناعاتها الخاصة بالمبيدات على تحقيق ما يلي :

3-3-1 تقديم المعونة الفنية لمساعدة البلدان الأخرى ولاسيما التي تفتقر إلى الخبرات الفنية في تقييم البيانات الخاصة بالمبيدات بما في ذلك البيانات التي تقدمها الصناعة (انظر أيضا المادة الرابعة).

3-3-2 التأكد من إتباع الأساليب التجارية السليمة في تصدير المبيدات ولاسيما إلى البلدان التي ليس لديهم تنظيم للمبيدات أو لديهم تنظيم محدود (انظر أيضا المادتين الثامنة والتاسعة).

3-4 على المصانع والتجار أن يراعوا الأساليب التالية في إدارة المبيدات لاسيما في البلدان التي تفتقر إلى القوانين والوسائل اللازمة لتنفيذ التشريعات.

3-4-1 أن لا يقدموا إلا المبيدات من النوعية الملائمة معبئة في أكياس مكتوب عليها بيانات العبوات وفقاً لما يلائم كل سوق على حدا.

3-4-2 أن يهتموا اهتماما خاصا بتركيب المبيدات وطريقة عرضها وتعبئتها وكتابة البيانات عليها من اجل تقليل الأخطار التي قد يتعرض لها مستعملو المبيدات، وذلك إلى أقصى حد ممكن بما يتمشى مع الاستعمال الفعال للمبيدات وفق الظروف الخاصة التي تستعمل فيها.

3-4-3 أن يتتبعوا منتجاتهم حتى المستهلك النهائي وان يلاحظوا استعمالاتها الرئيسة وحدوث أي مشكلات تنشأ نتيجة الاستعمال الفعلي لهذه المنتجات حتى تكون هذه الملاحظات أساسا في تحديد مدى الحاجة إلى إحداث تغيرات في البيانات المكتوبة على العبوات وفي تعليمات الاستعمال أو في التعبئة والتركيب أو في مدى توافر المنتجات.

3-5 يراعى تجنب المبيدات التي يقتضي لمسها واستعمالها ارتداء ملابس واقية أو استعمال معدات تكون باهظة التكاليف وغير مريحة لاسيما من جانب صغار المستعملين في المناخ الاستوائي.

3-6 على المنظمات القطرية والدولية والحكومات وصناعات المبيدات أن تتخذ الإجراءات اللازمة لتنسيق جهودها لنشر مواد التوعية بجميع أشكالها على مستعملي المبيدات والمزارعين ومنظمات المزارعين والعمال الزراعيين والاتحادات والأطراف المعنية الأخرى. كما يتعين على الأطراف التي تتأثر من استعمال المبيدات أن تسعى إلى الحصول على مواد التوعية واستيعابها قبل استعمال المبيدات وان تتبع الإجراءات السليمة في هذا الاستعمال.

3-7 يتعين على الحكومات أن تعطي أولوية متقدمة وتوفر مواد كافية من اجل التحكم بطريقة فعالة في عرض المبيدات وتوزيعها واستعمالها في بلدانها.

3-8 على الحكومات وصناعات المبيدات تنسيق جهودها لوضع نظم متكاملة لمكافحة الآفات ولاستخدام المبيدات بطريقة سليمة وفعالة وتتناسب مع التكاليف ، والتشجيع على تطبيق هذه النظم وينبغي على مجموعات القطاع العام والمنظمات الدولية تقديم الدعم الفعال لهذه النشاطات.

3-9 يتعين على المنظمات الدولية أن تقدم المعلومات اللازمة عن المبيدات المتخصصة ، والتوجيهات بشان طرق تحليلها وذلك بتوفير الوثائق المعيارية وصحائف المعلومات وعقد الدورات التدريبية وغير ذلك.

3-10 لما كان اكتساب الآفات المقاومة ضد المبيدات قد يصبح من المشكلات الكبرى ، ينبغي للحكومات والصناعة والمؤسسات القطرية والمنظمات الدولية ومجموعات القطاع العام أن تتعاون في وضع استراتيجيات تطيل من صلاحية المبيدات القديمة ، وتقلل من الآثار الضارة عن تطور المقاومة لدى الآفات.

المادة الرابعة : اختبار المبيدات

4-1 على مصانع المبيدات اتخاذ التدابير اللازمة لضمان :

4-1-1 اختبار كل مبيد ومشتقاته اختبارا كافيا وفعالا بإتباع الإجراءات والأساليب الاختبارية المعتمدة للتأكد من مدى توافر الأمان في هذا المبيد ومدى كفاءته في الأقاليم والبلدان التي سيستعمل فيها ومصيره بمراعاة الظروف المتوقعة لاستعماله.

4-1-2 أن تجرى هذه الاختبارات بطريقة علمية سليمة وفق الأسلوب ألمختبري الصحيح وينبغي أن توضح البيانات التي تسفر عنها هذه الاختبارات عند تقييم الخبراء المختصين لها ، إن تداول المنتجات واستعمالها لا يعرض صحة الإنسان والنبات والحيوانات والحياة البرية والبيئة لمخاطر غير مقبولة.

4-1-3 أن تتوافر نسخ كاملة أو ملخصات من التقارير الأصلية عن هذه الاختبارات للسلطات الحكومية المسؤولة في جميع البلدان المقرر بيع المبيد فيها لكي تجري تقييما لها ، وينبغي أن يحال تقييم هذه البيانات إلى الخبراء المؤهلين.

4-1-4 أن تكون نتائج هذه الاختبارات والتقديرات العلمية هي أساس نمط الاستعمال المقترح وأساس البيانات والتعليمات والعبوات والمطبوعات الفنية والإعلانات.

4-1-5 أن تقدم النصح بناءا على طلب أي بلد مستورد بشأن طرائق تحليل أي مادة فعالة أو أي تركيب تصنعه مع توفير المعايير التحليلية اللازمة.

4-1-6 أن تقدم النصح والمساعدة لتدريب الموظفين الفنيين على الأعمال التحليلية اللازمة ، وعلى العاملين في تركيب هذه المبيدات تقدير الدعم الفعال لهذه الجهود.

4-1-7 أن تجرى تجارب على المخلفات قبل التسويق وفقا للخطوط التوجيهية بشأن الأساليب التحليلية السليمة أو بيانات المخلفات المحصولية التي تضعها منظمة الأغذية والزراعة حتى يمكن وضع أساس لتقرير الحد الأقصى المناسب من المخلفات.

4-2 يتعين أن يكون لدى كل بلد أو في متناوله مرافق تتيح له التحقق من جودة المبيدات المعروضة للبيع ،والرقابة عليها ، وتحديد كمية المادة الفعالة فيها وصلاحية تركيبها.

4-3 ينبغي أن تنظر المنظمات الدولية وغيرها من الهيئات المعنية في أن تساهم في حدود الموارد المتاحة لها في إنشاء مختبرات تحليلية في البلدان المستوردة للمبيدات سواء لكل بلد على حدة أو على أساس إقليمي متعدد الأطراف ،وتكون هذه المختبرات قادرة على تحليل المنتجات أو المخلفات ، وتتوافر لها كميات كافية من المعايير التحليلية والمذيبات والمواد الكيميائية الكاشفة اللازمة.

4-4 يجب أن تضطلع الحكومات المصدرة والمنظمات الدولية بدور فعال في مساعدة البلدان النامية على ترتيب العاملين في مجالات تفسير بيانات الاختبارات وتقييمها.

4-5 تتعاون الحكومات مع صناعة المبيدات في إجراء دراسات المراقبة والمتابعة بعد التسجيل لتحديد مصير المبيدات وأثرها البيئي في الظروف الحقلية.

المادة الخامسة : تقليل المخاطر الصحية

5-1 على الحكومات التي لم تفعل ذلك حتى الآن :

5-1-1 أن تنفذ خطة لتسجيل المبيدات والرقابة عليها وفقا للأسس المنصوص عليها في المادة السادسة.

5-1-2 أن تقرر وتستعرض من حين لآخر ، ما هي المبيدات التي يمكن تسويقها في البلد واستخداماتها المقبولة وتوافرها لكل قطاع من قطاعات الجمهور.

5-1-3 أن تقدم للعاملين في مجال الصحة العامة وللأطباء ولموظفي المستشفيات المشورة والإرشادات عن معالجة حالات الاشتباه بالتسمم من المبيدات.

5-1-4 أن تنشئ مراكز قطرية ومحلية للإعلام عن التسمم ومكافحته ، وذلك لتقديم المشورة العاجلة عن الإسعافات الأولية والعلاج الطبي ، على أن تكون هذه المراكز في مواقع إستراتيجية وان يسهل الالتجاء إليها في جميع الأوقات عن طريق الهاتف أو الراديو وان تجمع الحكومات معلومات موثوق بها عن الجوانب الصحية للمبيدات مع توفير العاملين المدربين والموارد الكافية من اجل ضمان تجميع المعلومات الدقيقة.

5-1-5 أن توفر المعلومات لخدمات الإرشاد والأجهزة الاستشارية إلى جانب منظمات المزارعين ، عن قائمة منتجات المبيدات المتاحة للاستعمال في كل منطقة.

5-1-6 أن تتعاون مع الصناعة لضمان فصل المبيدات فصلا ماديا عن غيرها من السلع الأخرى في المنافذ التجارية التي تباع فيها مع الأغذية أو الأدوية والمنتجات الأخرى ، التي تبتلع أو تستخدم موضعيا ، أو مع الملابس تنطوي على مخاطر إذا ما اقتضى الأمر ، وان تبذل كافة الجهود للإعلام على نطاق واسع عن مخاطر تخزين الأغذية والمبيدات معاً.

5-2 على الصناعة ، حتى في حالات تطبيق خطة للمراقبة.

5-2-1 أن تتعاون في عمليات إعادة التقييم الدورية للمبيدات المطروحة في الأسواق وفي تزويد مراكز علاج التسمم والعاملين في الطب بالمعلومات عن مخاطرها.

5-2-2 أن تبذل كل جهد معقول لتقليل المخاطر

5-2-2-1 بوضع تركيبات للمبيدات تقلل درجة سميتها.

5-2-2-2 بتقديم المنتجات في عبوات جاهزة للاستعمال وبتطوير الأمن والكفاءة في أساليب الاستعمال.

5-2-2-3 باستخدام عبوات غير جذابة حتى لا يعاد استخدامها مع تنفيذ البرامج التي تشجع على عدم استخدامها.

5-2-2-4 باستخدام عبوات مأمونة (غير جذابة أو يصعب على الأطفال فتحها مثلا) ولاسيما للمنتجات ذات السمية العالية المعدة للاستعمال المنزلي.

5-2-2-5 بكتابة بيانات واضحة ودقيقة على العبوات.

5-2-3 وقف بيع المنتجات واستعادتها من السوق إذا تبين أن استعمالها بطريقة مأمونة غير ممكن رغم إرشادات الاستعمال وقيوده.

5-3 على الحكومات والصناعات مواصلة تقليل المخاطر عن طريق وضع أحكام خاصة بتخزين المبيدات والعبوات والتخلص منها بطريقة مأمونة سواء في المخازن أو على مستوى المزرعة وعن طريق اختيار المواقع الملائمة لمخلفات مصانع تركيب المبيدات والرقابة على هذه المخلفات.

5-4 على مجموعات القطاع العام تلافيا لانتشار الاضطراب والفزع وسط الجمهور بلا مبرر، أن تستفيد من جميع المعلومات المتاحة وان تعمل على توضيح الفروق الكبرى في درجات خطورة المبيدات واستعمالاتها.

5-5 تتعاون الحكومات والمصانع عند إنشاء وحدات إنتاجية في البلدان النامية على :

5-5-1 تطبيق المعايير الهندسية والأساليب التشغيلية المأمونة والملائمة لطبيعة العمليات التصنيعية والمخاطر الناجمة عنها.

5-5-2 اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لحماية الصحة والسلامة سواء لدى الأشخاص العاملين أو الأشخاص القريبين من أماكن الخطر ، وحماية البيئة.

5-5-3 المحافظة على إجراءات ضمان الجودة للتأكد من مطابقة المنتجات لمعايير النقاوة والأداء والثبات والتركيب والأمان.

المادة السادسة : المتطلبات التنظيمية والفنية

6-1 يجب على الحكومات :

6-1-1 أن تعمل على إصدار التشريعات الضرورية لتنظيم استعمال المبيدات بما في ذلك تسجيلها وان تتخذ التدابير التي تضمن تنفيذ هذه التشريعات تنفيذا فعليا على أن يشمل هذا إنشاء الخدمات الملائمة المعنية بتوخي النوعية والمشورة والإرشاد والرعاية الصحية وينبغي أن تتبع الخطوط التوجيهية التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة حول تسجيل المبيدات ومراقبتها قدر الإمكان مع المراعاة الكاملة للاحتياجات المحلية والظروف الاجتماعية والاقتصادية والمستويات العلمية والظروف المناخية ومدى توافر معدات استعمال المبيدات.

6-1-2 أن تعمل بكل جهدها لوضع خطط لتسجيل المبيدات ، وإقامة المرافق اللازمة لتسجيلها قبل استخدامها محليا ، وان تتأكد من تسجيل كل المبيدات وفقا للقوانين والأنظمة السارية في أراضيها قبل طرحها للاستعمال.

6-1-3 أن تصون حقوق الملكية المتعلقة باستخدام البيانات.

6-1-4 أن تجمع البيانات عن الواردات الفعلية من المبيدات وتركيبها واستعمالها وان تسجل هذه البيانات في كل بلد لتقييم الأضرار المحتملة على الصحة البشرية أو البيئة ولمتابعة اتجاهات مستوى استعمال المبيدات في الأغراض الاقتصادية وغيرها.

6-2 ينبغي لصناعة المبيدات :

6-2-1 أن تقدم تقييماً موضوعياً لكل مستحضر مع دعمه بالبيانات الضرورية.

6-2-2 أن تضمن أن تكون العناصر الفعالة ، وغيرها من عناصر المبيدات التجارية، من حيث الماهية والنوعية والنقاوة والتركيب للمواد التي خضعت للفحص والتقييم ، واعتبرت مقبولة من ناحية تأثيرها السام والبيئي.

6-2-3 أن تضمن أن تكون العناصر الفعالة والمنتجات المركبة الخاصة بالمبيدات التي وضعت بشأنها مواصفات دولية مطابقة للمواصفات المعتمدة في منظمة الأغذية والزراعة عندما يكون الهدف استعمالها في الزراعة ومع المواصفات المعتمدة في منظمة الصحة العالمية عندما يكون الهدف استعمالها في شؤون الصحة العامة.

6-2-4 أن تتحقق من نوعية المبيدات المعروضة للبيع ومن نقاوتها.

6-2-5 أن تبادر عند نشوء أي مشكلة إلى اتخاذ التدابير التصحيحية بصورة طوعية وان تساهم في إيجاد الحلول للمصاعب القائمة إذا ما طلبت منها الحكومات ذلك.

المادة السابعة : توافر المبيدات واستعمالاتها

7-1 ينبغي للسلطات المسؤولة أن تولي اهتماما خاصا لمسألة صياغة القواعد والأنظمة المتعلقة بطرح المبيدات للاستعمال ويجب أن تتمشى هذه القواعد والأنظمة مع مستوى الخبرة والتدريب لدى مستعملي المبيدات وتختلف أسس هذه القرارات اختلافا كبيرا ، ومن الواجب أن يترك الأمر لتقدير كل حكومة على حدة مع مراعاة الوضع السائد في البلد المعني.

7-2 وبالإضافة إلى ذلك يجب أن تكون الحكومات على علم بتصنيف المبيدات حسب درجة الخطر الذي أوصت به منظمة الصحة العالمية وان تطبق هذا التصنيف إذا كان ذلك مناسبا ، وان تعتمد رموزا يسهل تمييزها لكل درجة من درجات الخطر كأساس للتدابير التنظيمية التي تطبقها. وعلى أي حال فان من الواجب أن يؤخذ نوع التركيب وطريقة الاستعمال في الاعتبار عند تحديد مدى المخاطر ومستوى قيود الاستعمال التي تناسب كل مبيد.

7-3 ويمكن للسلطة المسؤولة أن تستخدم طريقتين في الحد من توافر المستحضرات وهما : رفض تسجيل المستحضر أو ربط هذا التسجيل بشرط الحد من توافر المستحضر لبعض فئات المستهلكين وذلك طبقا للتقديرات المحلية للمخاطر التي تنشأ عن استعمال المستحضرات في بلد معين.

7-4 يجب أن تكون جميع المبيدات المتاحة للجمهور العام معبأة وتحمل عبواتها البيانات الضرورية بصورة تتماشى مع الخطوط التوجيهية التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة عن التعبئة ووضع البيانات على العبوات ومع الأنظمة المحلية.

7-5 وربما كان من الأفضل حظر استيراد المواد شديدة السمية وبيعها وشرائها إذا ما كانت تدابير المراقبة أو أساليب التسويق غير كافية لضمان استعمال المواد المذكورة بصورة سليمة ، وعلى أي حال فأن القرارات في هذا الصدد تخضع لظروف كل بلد.

المادة الثامنة : التوزيع والتجارة

8-1 على صناعة المبيدات :

8-1-1 أن تختبر جميع المبيدات حسبما هو منصوص عليه في المادة الرابعة لتقييم مدى سلامتها بالنسبة للصحة البشرية والبيئة قبل تسويقها ، وان تضمن كذلك اختبار جميع المبيدات اختبارا

كافيا قبل عرضها للبيع من حيث فعاليتها وثباتها وتحمل المحاصيل لها في ظل تدابير تتيح التكهن بمستوى الأداء في الظروف السائدة في الإقليم الذي ستستعمل فيه.

8-1-2 أن تقدم نتائج جميع الاختبارات إلى السلطة المحلية المسؤولة لتقييمها بصفة مستقلة وإقرارها قبل أن تطرح المنتجات في القنوات التجارية داخل البلد.

8-1-3 أن تتخذ جميع الخطوات الضرورية لضمان مطابقة المبيدات المطروحة في التجارة الدولية للمواصفات المعتمدة في منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية أو لمواصفات مماثلة بشأن تركيبها وجودتها (إذا ما كانت هناك مثل هذه المواصفات) وللمبادئ المدرجة في الخطوط التوجيهية التي اعتمدتها منظمة الأغذية والزراعة وللقواعد والأنظمة التي حددتها المنظمات الدولية المعنية بوسائل النقل (منظمة الطيران المدني الدولي ، والمنظمة الدولية للملاحة البحرية ، والاتحاد الدولي للنقل الجوي والقواعد الدولية لنقل الشحنات الخطرة بالسكك الحديدية) فيما يخص التصنيف والتعبئة والتسويق ووضع البيانات على العبوات وإصدار الوثائق.

8-1-4 أن تتعهد بإخضاع المبيدات التي تنتج للتصدير لنفس المتطلبات والمعايير المتعلقة بالجودة التي يطبقها المصنع على المنتجات المماثلة المخصصة للاستهلاك المحلي.

8-1-5 أن تضمن خضوع المبيدات التي تصنعها أو تركبها شركة فرعية لمتطلبات الجودة ومعاييرها المناسبة التي تكون متفقة مع متطلبات بلد الشركة الفرعية ومتطلبات الشركة الأصلية

8-1-6 أن تشجع وكالات الاستيراد والمشتغلين بتركيب هذه المبيدات على المستوى القطري والإقليمي والمنظمات التجارية التابعة لها على التعاون من اجل تحقيق الممارسات السليمة وأساليب التسويق والتوزيع المأمونة ، وعلى التعاون مع السلطات للقضاء على الممارسات السيئة داخل الصناعة.

8-1-7 أن تقر بأن من الأفضل أن تسحب مصانع المبيدات والموزعون على الفور أي مبيد يكون فيه خطر غير مقبول على صحة الإنسان أو الحيوان أو البيئة عند استعماله حسب التعليمات وان تبدي تعاونها في هذا الشأن.

8-1-8 أن تسعى لضمان تولي تجار معروفين لعملية الاتجار بالمبيدات وبيعها ومن الأفضل أن يكونوا أعضاء في هيئات تجارية معترف بها.

8-1-9 أن تضمن تدريب الأشخاص المشتغلين ببيع المبيدات تدريبا كافيا بحيث يستطيعون تقديم المشورة للمشترين بشأن استعمال المبيدات بطريقة مأمونة وفعالة.

8-1-10 أن تطرح مجموعة من العبوات ذات الأحجام والأنواع المختلفة التي تتلاءم مع احتياجات صغار المزارعين وغيرهم من المستعملين المحليين ، تجنبا للأخطار الناجمة عن تداول المبيدات ولتلافي ما ينشأ من مخاطر عندما يقوم بعض التجار بإعادة تعبئة المبيدات في عبوات غير ملائمة أو غير مصحوبة بالبيانات.

8-2 ينبغي للحكومات والسلطات المسؤولة أن تتخذ التدابير التنظيمية الضرورية لحظر إعادة تعبئة المبيدات أو إعادة صبها وتوزيعها في أوعية للطعام أو الشراب ، وفرض عقوبات صارمة تردع مثل هذه الممارسات ردعا فعالا.

8-3 ينبغي لحكومات البلدان التي تستورد سلعا غذائية وزراعية أن تعترف بالممارسات الزراعية السليمة في البلدان التي تقيم معها علاقات تجارية ، وان تضع سندا قانونيا لقبول مخلفات المبيدات الناتجة عن هذه الممارسات الزراعية السليمة طبقا لتوصيات هيئة الدستور الغذائي.

المادة التاسعة : تبادل المعلومات والموافقة المسبقة عن علم

9-1 على حكومات البلدان التي تتخذ إجراءات تهدف إلى منع استعمال احد المبيدات أو فرض قيود مشددة على استعماله حماية لصحة الإنسان أو البيئة أن تبلغ منظمة الأغذية والزراعة بما اتخذته من إجراءات وستتولى المنظمة إبلاغ السلطات القطرية المعنية في البلدان الأخرى بالإجراء الذي اتخذته الحكومة المبلغة.

9-2 والغرض من الإبلاغ عن الإجراءات التقييدية المتخذة هو إتاحة الفرصة للسلطات المعنية في البلدان الأخرى لتقدير حجم الأخطار التي تسببها المبيدات ، واتخاذ الإجراءات اللازمة في الوقت المناسب في ضوء المعلومات الخاصة باستيراد هذه المبيدات واستعمالها ، مع مراعاة الظروف المحلية والصحية العامة والاقتصادية والبيئية والإدارية ، وينبغي أن يشمل الحد الأدنى من المعلومات المقدمة لهذا الغرض ما يلي :

9-2-1 تحديد نوع المبيد (الاسم الشائع والاسم التجاري والاسم الكيمائي).

9-2-2 موجز عن الإجراء ألتقييدي الذي اتخذه البلد المصدر وأسبابه ، فإذا كان هذا الإجراء يمنع بعض الاستعمالات أو يقيدها ويسمح باستعمالات أخرى ، يجب أن يشمل الموجز هذه المعلومات أيضا.

9-2-3 إمكانية الحصول على معلومات إضافية واسم جهة الاتصال التي يوجه إليها طلب المعلومات الإضافية وعنوانها في البلد المصدر.

تبادل المعلومات فيما بين الدول

9-3 يتعين على البلد المصدر عند تصدير المبيد الذي منع استعماله أو فرضت عليه قيود مشددة أن يتأكد من اتخاذ الخطوات اللازمة لتوفير المعلومات الضرورية المذكورة لجهة الاتصال في البلد المستورد.

9-4 الغرض من تقدير المعلومات عن الصادرات هو تذكير البلد المستورد بالإشعار الأصلي عن الإجراء ألتقييدي الذي سبق اتخاذه وتنبيهه إلى أن هناك عملية تصدير متوقعة أو على وشك الحدوث. وينبغي أن يشمل الحد الأدنى من المعلومات المقدمة ما يلي :

9-4-1 نسخة من المعلومات التي ذكرت عند الإبلاغ عن الإجراء ألتقييدي ، أو الإشارة إلى هذه المعلومات.

9-4-2 الإشارة إلى أن من المتوقع إجراء عملية تصدير المادة الكيميائية ، أو أن هذه العملية على وشك أن تتم.

9-5 يجب أن تقدم المعلومات عن الصادرات عند القيام بأول عملية تصدير تعقب الإجراء ألتقييدي مع تقديم هذه المعلومات من جديد في حالة حدوث تطورات مهمة في المعلومات السابقة ، أو في الظروف المتعلقة بالإجراء ألتقييدي ومن المفهوم أن تقدم هذه المعلومات المطلوبة قبل تصدير المبيد.

9-6 يجب أن يراعى عند تقديم أي معلومات إضافية إلى بلد ما عن أسباب الإجراءات التقييدية التي اتخذها أي بلد من البلدان حماية البيانات الخاصة بالمبيد المسجل من الاستخدام بطريقة غير مرخص بها.

الموافقة المسبقة عن علم

9-7 تخضع المبيدات التي فرض عليها حظر أو قيود شديدة على استعمالها لأسباب تتعلق بالصحة أو البيئة للإجراءات الخاصة بمبدأ الموافقة المسبقة عن علم ولا يجوز تصدير أي مبيد من هذا النوع إلى أي بلد مستورد يشترك في تطبيق إجراءات الموافقة المسبقة بما يخالف القرار الذي اتخذه هذا البلد طبقا للإجراءات التنفيذية التي تحددها منظمة الأغذية والزراعة لتطبيق مبدأ الموافقة المسبقة عن علم.

9-8 على منظمة الأغذية والزراعة أن :

9-8-1 تراجع البلاغات الخاصة بالإجراءات التقييدية للتأكد من مطابقتها للتعاريف الموجودة في المادة الثانية من الوثيقة وتضع الوثائق الإرشادية المتعلقة بهذا الموضوع.

9-8-2 تنشأ بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة قاعدة بيانات عن الإجراءات التقييدية والقرارات التي تتخذها جميع الحكومات الأعضاء وتحتفظ بهذه القاعدة.

9-8-3 تخطر جميع الجهات القطرية المختصة ، والمنظمات الدولية ذات العلاقة ، بالبلاغات التي تتلقاها بمقتضى المادة التاسعة الفقرة واحد. والقرارات التي تصلها عن استعمال واستيراد أي مبيد ينطبق عليه مبدأ الموافقة المسبقة عن علم ، وتنشر هذه البلاغات بالطريقة المناسبة.

9-8-4 تسعى إلى الحصول على المشورة على فترات منتظمة مع إعادة نظر في المعايير الخاصة بتطبيق إجراءات الموافقة المسبقة عن علم على المبيدات وتنفيذ هذه الإجراءات وإبلاغ النتائج التي تتوصل إليها الحكومات الأعضاء.

9-9 على حكومات البلدان المستوردة أن تضع الإجراءات الداخلية وان تحدد السلطات المختصة التي تتلقى المعلومات وتعالجها.

10-9 يتعين على حكومات البلدان المستوردة التي وافقت على إجراءات الموافقة المسبقة عن علم أن تقوم بما يلي عندما تبلغها المنظمة بالتدابير التقييدية المنصوص عليها في هذه الإجراءات :

1-10-9 البت فيما إذا كانت ستسمح بدخول هذا المبيد لبلدها مستقبلا ، وتبلغ المنظمة بمجرد اتخاذ قرار بهذا الشأن.

2-10-9 ضمان أن لا تكون الإجراءات أو التدابير التي تتخذ بشأن المبيد المستورد الذي حصلت على معلومات عنه أكثر صرامة من تلك التي تطبق على نفس المبيد المنتج محليا أو المستورد من بلد آخر غير البلد الذي قدم المعلومات.

3-10-9 ضمان عدم تعرض مثل هذا القرار مع أحكام الاتفاقية العامة للتعريف والتجارة (الجات).

11-9 يتعين على حكومات البلدان المصدرة للمبيد أن تقوم بما يلي :

1-11-9 تبلغ مصدري المبيد ومنتجيه في بلدانها بالقرارات التي تتخذها البلدان المستوردة الموافقة على الوثيقة.

2-11-9 تتخذ الإجراءات المناسبة بحدود سلطاتها واختصاصاتها التشريعية لتضمن عدم إتمام عمليات التصدير بما يتنافى مع قرارات البلدان المستوردة الموافقة على الوثيقة.

المادة العاشرة : وضع البيانات على العبوات والتعبئة والتخزين والتصريف

1-10 يجب أن توضع على جميع عبوات المبيدات بيانات واضحة بما يتفق مع الخطوط التوجيهية الدولية السارية مثل الخطوط التوجيهية التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة عن أساليب وضع البيانات السليمة.

2-10 يجب على شركات صناعات المبيدات أن تضع على العبوات بيانات تتضمن :

1-2-10 تعليمات للاستعمال لا تختلف عن التعليمات التي تطبقها أجهزة البحوث أو الإرشاد المعتمدة في البلد البائع.

2-2-10 رموزاً ومصورات توضيحية حيثما أمكن بالإضافة إلى كتابة التعليمات والتنبيهات والتحذيرات.

3-2-10 تحذيرات مناسبة توضح في حالة التجارة الدولية درجة الخطر وفقا لتصنيفات منظمة الصحة العالمية أما إذا تعذر ذلك أو تناقض مع الأنظمة الوطنية فيجب توضيح درجة الخطر وفقا للتصنيف المناسب.

4-2-10 تحذيرات باللغة أو اللغات المناسبة تنبه إلى عدم إعادة استخدام العبوة وكذلك تعليمات بشأن التخلص المأمون من العبوات الفارغة أو تطهيرها من التلوث.

5-2-10 تحديد عملية الإنتاج بالأرقام أو بالحروف بحيث يستطيع كل شخص قراءتها وتسجيلها وإبلاغها دون حاجة لنظام لفك الرموز أو إلى أي وسيلة لحل الشفرة.

6-2-10 بيان تاريخ عملية الإنتاج (بالشهر والسنة) فضلاً عن المعلومات المتعلقة بثبات المبيدات أثناء التخزين.

3-10 ويجب على صناعة المبيدات ما يلي :

1-3-10 أن تتأكد من أن شروط تعبئة المبيدات وتخزينها وتصريفها تتطابق من حيث المبدأ مع الخطوط التوجيهية التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة عن تعبئة المبيدات وخزنها وعن تصريف المبيدات الفائضة والعبوات ومع المواصفات التي وضعتها منظمة الصحة العالمية للمبيدات المستخدمة في شؤون الصحة العامة.

2-3-10 أن تتأكد بالتعاون مع الحكومات من أن عملية التعبئة أو إعادة التعبئة تقتصر على الأماكن المرخص لها في ذلك حيث تتأكد السلطات المسؤولة من توافر الأسباب وحماية الموظفين من المخاطر الصحية ومن سلامة تعبئة المنتجات ووضع البيانات عليها على نحو دقيق وان العبوات تتفق مع المعايير النوعية المقررة.

10-4 على الحكومة أن تتخذ الإجراءات القانونية الضرورية لمنع إعادة تعبئة أي مبيدات أو صبها أو التخلص منها في أي عبوة من عبوات الأطعمة أو المشروبات التجارية و أن تتشدد في تطبيق الإجراءات العقابية التي تمنع مثل هذه الممارسات.

المادة الحادية عشر : الإعلان

11-1 على الصناعة أن تتخذ الخطوات اللازمة لضمان ما يأتي :

11-1-1 أن يتوافر البرهان التقني على ما يتضمنه الإعلان.

11-1-2 أن لا تتضمن الإعلانات أي بيان أو عرض مرئي يمكن أن يؤدي ، سواء صراحة أو ضمناً أو بالحذف أو الغموض أو المبالغة في الادعاء ، إلى تضليل المشتري و بوجه خاص فيما يتعلق بسلامة المنتجات و طبيعتها و تركيبها و صلاحيتها للاستعمال، أو فيما يتعلق بالاعتراف الرسمي بها أو الموافقة عليها.

11-1-3 إذا كان استعمال المبيدات محصوراً قانوناً في الفنيين المدربين أو المسجلين فيجب أن يقتصر الإعلان عنها على المطبوعات المخصصة لمثل هؤلاء ، إلا إذا كان هذا الحصر القانوني موضحا بشكل بارز.

11-1-4 أن يحضر على أي منشاة أو شخص أن يستخدم اسماً تجارياً واحدا في تسويق أنواع مختلفة من مكونات المبيدات الفعالة أو تركيبات من المكونات في وقت واحد في بلد من البلاد.

11-1-5 ألا يشجع الإعلان على استعمال المبيدات في أغراض أخرى بخلاف ما يرد في بيانات العبوة المعتمدة.

11-1-6 ألا تتضمن المواد الترويجية توصيات للاستعمال تغاير ما توصي به وكالات البحوث والاستشارة.

11-1-7 ألا تسيء الإعلانات استغلال نتائج البحوث أو المقتطفات من المطبوعات الفنية و العلمية ، و أن لا تستخدم الألفاظ العلمية أو الإشارات التي لا علاقة لها بالموضوع، بغرض إعطاء صيغة علمية لما تدعيه الإعلانات.

11-1-8 ألا توصف المنتجات في الإعلان بأنها ،، مأمونة ،، أو ،، غير سامة ،، أو ،، غير ضارة،، أو ،، لا تحتوي على سموم ،، حتى إذا تضمن الإعلان تحفظاً مثل ،، بشرط إتباع الإرشادات المذكورة ،،

11-1-9 ألا يشمل الإعلان مقارنة بين سلامة مختلف المنتجات الأخرى.

11-1-10 ألا تستخدم العبارات المضللة فيما يتعلق بفعالية المنتجات.

11-1-11 ألا يقدم ضمان صريح أو ضمني كالإشارة إلى ،، مزيد من الأرباح مع...،، أو ،، لضمان الغلة العالية ،، ما لم يتوافر برهان لإثبات صحة هذا الادعاء.

11-1-12 ألا تتضمن الإعلانات أي مشهد يهون من أخطار المبيدات مثل القيام بعمليات خلط المبيدات أو استعمالها بدون ملابس واقية ، أو استعمالها بمقربة من الأغذية ، أو بواسطة الأطفال أو بالقرب منهم.

11-1-13 يجب أن توجه المواد الإعلانية أو الترويجية الانتباه إلى الألفاظ والرموز التحذيرية الملائمة طبقا للخطوط التوجيهية بشأن وضع البيانات على العبوة.

11-1-14 أن تقدم المطبوعات الفنية المعلومات الكافية عن أساليب الاستعمال السليمة ، ويشمل ذلك المعدلات المقترحة للاستعمال وعدد مرات الاستعمال المأمون قبل الحصاد والفترات الفاصلة بينها.

11-1-15 عدم اللجوء إلى مقارنات مع المبيدات الأخرى بطريقة خاطئة أو مضللة.

11-1-16 يجب أن يكون جميع العاملين في ترويج المبيعات حاصلين على التدريب الكافي ولديهم المعرفة الفنية الكافية من اجل تقديم معلومات كاملة ودقيقة وصحيحة عن المنتجات المعروضة للبيع.

11-1-17 على الإعلانات أن تشجع المشترين والمستعملين على أن يقرءوا بعناية البيانات الموضحة على العبوات ، أو أن يطلبوا من غيرهم أن يقرءوها لهم بعناية إن كانوا لا يحسنون القراءة.

11-2 ينبغي للمنظمات الدولية ومجموعات القطاع العام أن توجه الانتباه إلى حالات الخروج على أحكام هذه المادة.

11-3 ينبغي حث الحكومات على العمل مع المصانع للاستفادة من مهاراتها التسويقية ومرافقها الأساسية في إنتاج المواد الإعلانية ذات المنفعة العامة بشأن استخدام المبيدات بالطرق المأمونة والفعالة ، ويمكن لهذه المواد الإعلانية أن تركز على بعض العوامل مثل استخدام المعدات وصيانتها بالطرائق السليمة واتخاذ الاحتياطات الخاصة بالأطفال والحوامل وخطر إعادة استعمال العبوات وأهمية الالتزام بالبيانات الموضحة على العبوات.

المادة الثانية عشر : رصد مراعاة الوثيقة

12-1 يجب تعميم هذه الوثيقة ومراعاتها بطريق العمل التعاوني بين الحكومات ، منفردة أو كمجموعات إقليمية والمنظمات والأجهزة المختصة ضمن أسرة الأمم المتحدة والمنظمات الحكومية الدولية والمنظمات غير الحكومية والصناعية.

12-2 ينبغي تعميم نصوص هذه الوثيقة بين جميع المعنيين في مجال صناعة المبيدات وتسويقها واستعمالها والمختصين بمراقبة هذه الأعمال لكي تدرك الحكومات ، منفردة أو كمجموعات إقليمية والصناعة والمؤسسات الدولية مسؤولياتها المشتركة للتعاون من اجل ضمان تحقيق أغراض الوثيقة.

12-3 على جميع الأطراف المعنية بهذه الوثيقة أن تراعي أحكامها وان تشجع المبادئ والقواعد المهنية المذكورة فيها بصرف النظر عن قدرة أي طرف آخر على مراعاة هذه الأحكام ، وعلى الصناعة أن تتعاون تعاونا كاملا من اجل مراعاة أحكام هذه الوثيقة وان تدعم مبادئ الوثيقة وقواعدها المهنية بغض النظر عن قدرة أي حكومة على مراعاة هذه المبادئ.

12-4 إلى جانب ما يتخذ من خطوات مراعاة هذه الوثيقة يجب أن تطبق بالكامل جميع الأحكام القانونية المتعلقة بالمسؤولية وحماية المستهلك وصيانة الموارد ومكافحة التلوث وغيرها من المجالات الأخرى ذات الصلة سواء كانت هذه الأحكام تشريعية أو إدارية أو قضائية أو عرفية.

12-5 على منظمة الأغذية والزراعة وغيرها من المنظمات الدولية المختصة تقديم الدعم الكامل من اجل مراعاة هذه الوثيقة بنصها الذي وافق عليه.

12-6 على الحكومات رصد مراعاة الوثيقة وتقديم التقارير عما يتحقق من تقدم إلى المدير العام لمنظمة الأغذية والزراعة.

12-7 على الأجهزة الرئاسية في منظمة الأغذية والزراعة أن تستعرض بصفة دورية فعالية الوثيقة وصلتها بالموضوع الذي تنظمه ، ويجب أن تعتبر الوثيقة نصاً متطوراً ينبغي تحديثه كلما اقتضت الحاجة مع مراعاة التقدم الفني والاقتصادي والاجتماعي.

المراجع العربية

أمين ، عادل حسن ، نزار مصطفى الملاح ، سهل كوكب الجميل (1988). حصر لأنواع البزاقات في منطقة الموصل مع دراسة حياتية للبزاق المخطط. مجلة زراعة الرافدين ، 20(3) : 355–362.

أمين ، عادل حسن ، نزار مصطفى الملاح وسهل كوكب الجميل (1987). دراسة حياتية مع المكافحة للبزاق البني المرقط. مجلة وقاية النيات العربية 5 : 31–34.

بهجت ، إحسان محمد و عزيزة موسى شعبان (1985). الكيمياء السريرية. مطبعة مؤسسة المعاهد الفنية / بغداد.

الجابري ، إبراهيم عبد الرسول (1987). أسس مكافحة الآفات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – جامعة الموصل.

داؤد ، عواد شعبان ، حمزة كاظم عبيس ونزار مصطفى الملاح (1986). دراسات على تأثير بعض مبيدات البيريثرويدات المحضرة صناعياً ضد حشرة الأرضة مع إشارة إلى حساسية بعض الأصناف الخشبية. مجلة زراعة الرافدين 18(1) : 161–170.

داؤد ، عواد شعبان ، نزار مصطفى الملاح وسهل كوكب الجميل (1988). استخدام طعوم السكر الجافة لمكافحة الذباب المنزلي. مجلة زراعة الرافدين ، 20(1) : 255–262.

زعزوع ، حسين ، عبد المنعم ماهر ومحمد أبو الغار (1972). أسس مكافحة الآفات. دار المعارف بمصر.

زيد ، محمود (1963). مقاومة الآفات. دار المعارف بمصر.

زيني ، محسن علي (1981). المبيدات الحشرية ومكافحة الحشرات. مطبعة سلمان الاعظمي – بغداد ، العراق.

السباعي ، عبد الخالق (1966). كيمياء وسمية مبيدات الآفات واختباراتها معملياً وحقلياً. دار المعارف بمصر.

السباعي ، عبد الخالق ، جمال الدين طنطاوي ونبيلة بكري (1974). أسس مكافحة الآفات. دار المطبوعات الجديدة ، القاهرة.

سليم ، عبد الفتاح عبد الحفيظ وعادل حسن أمين (1975). القوارض في العراق نشرة فنية. قسم وقاية النبات ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل ، العراق.

شعبان ، عواد ونزار مصطفى الملاح (1993). المبيدات. دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، العراق.

طبوزادة ، أميرة حسن (1966). مقاومة الحشرات والقراد والحلم لمبيدات الآفات. دار المعارف ، القاهرة ، مصر.

طه ، خالد حسن ، نبيل عزيز قاسم ، نضال يونس محمد (1988). المقاومة الكيمياوية لمرض موت بادرات واعفان جذور الطماطة. مجلة زراعة الرافدين 20(1) : 275–287.

طه ، خالد حسن ، نزار مصطفى الملاح ، علي كريم الطائي (1986). دراسة تأثير مبيدي الباساميد وبروميد المثيل في مقاومة مرض موت بادرات التبغ المتسبب عن الفيوزاريوم والرايزكتونيا والماكروفيمينا. زانكو ، 4 : 211–218.

العادل ، خالد محمد (2006). المبيدات. كلية الزراعة ، جامعة بغداد .

العادل ، خالد محمد ومولود كامل عبد (1979). المبيدات الكيمياوية في وقاية النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، العراق.

عبد الحميد ، زيدان هندي (2000). السمية البيئية والتفاعلات الحيوية للكيميائيات والمبيدات. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة.

عبد الحميد ، زيدان هندي ومحمد إبراهيم عبد المجيد (1988). الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات. الدار العربية للنشر والتوزيع ، جمهورية مصر العربية.

عبد الخالق ، علاء الدين بيومي (2002). سمية المبيدات والمعادن. دار النشر للجامعات – مصر.

عبدالرحمن ، ابو شبانة مصطفى (2005) مبيدات الافات . الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية .

عبيس ، حمزة كاظم ، عواد شعبان داؤد ، سعاد اردیني عبد الله ، نزار مصطفى الملاح (1987). دراسات على دودة ثمار الفستق مع طرق مكافحتها باستخدام مبيدات البايروثرويد. مجلة زراعة الرافدين 19(1) : 221–232.

عفيفي ، فتحي عبد العزيز (1998). ديناميكية السموم والملوثات البيئية. دار الفجر للنشر والتوزيع ، جمهورية مصر العربية.

عفيفي ، فتحي عبد العزيز (2000). أسس علم السموم. دار الفجر للنشر والتوزيع – القاهرة.

عفيفي ، فتحي عبد العزيز (2002). كيمياء مبيدات الآفات. مكتبة الثقافة الدينية ، جمهورية مصر العربية.

عفيفي ، فتحي عبد العزيز ، محمد السيد عطي (2002). المستخلصات النباتية والفاعلية البيولوجية. مصر – بورسعيد – مكتبة الثقافة الدينية.

عواد ، هاشم إبراهيم وإبراهيم جدوع الجبوري وصلاح مجيد كسل (2002). المبيدات المسجلة والمستخدمة في الزراعة والصحة العامة في العراق. اللجنة الوطنية لتسجيل واعتماد المبيدات ، وزارة الزراعة ، جمهورية العراق.

عويس ، محمد عطية وعادل حسن أمين (1984). الآفات الحيوانية غير الحشرية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل ، العراق.

فلتشروكيرك دود (1988). المبيدات ومنظمات النمو النباتية. ترجمة الدكتور دارا محمد أمين وعبد الغني عمر ، مطبعة التعليم العالي ، جامعة صلاح الدين ، العراق.

فولار ، هـ ، كاروناس ، د. ، باين ، و. ، بالباخ ، م.(1977) عالم النبات . ترجمه إلى العربية قيصر نجيب وعبدالهادي السلطان وعبدالمطلب سيد محمد . مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، العراق .

محمد ، عبد الكريم محمد وعواد شعبان ونزار مصطفى الملاح (1989). دراسات حياتية وسمية لبعض المبيدات على حشرة من اللهانة. مجلة زراعة الرافدين ، 21(4) : 293–304.

الملاح ، نزار مصطفى ، وجهينة إدريس (2007) التكامل بين مثبط النمو الحشري تريكارد والدعسوقة ذات السبع نقاط في مكافحة من الباقلاء الأسود . مجلة زراعة الرافدين ، 35 (3) :117–121 .

الملاح ، نزار مصطفى ورنا رياض السبع (2003). التأثير الحيوي لنوع العائل الغذائي ومعاملة عذارى حشرتي عثة التين وعثة الزبيب بالتركيز تحت القاتل من بعض مثبطات النمو الحشرية في بعض الصفات الحياتية للحشرتين. مجلة التربية والعلم ، 15(1) : 71–82.

الملاح ، نزار مصطفى ورنا رياض السبع (2005). تأثير العائل في بعض مثبطات النمو في يرقات حشرتي عثة التين والزبيب. مجلة الزراعة العراقية ، 10(2) : 77–88.

الملاح ، نزار مصطفى ورنا رياض السبع (2005). تأثير نوع العائل الغذائي وبعض مثبطات النمو الحشرية في معدل الفقد في الغذاء ومعدل الزيادة لحشرتي عثة التين وعثة الزبيب. مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، 10(1) : 25–29.

الملاح ، نزار مصطفى ورنا رياض السبع (2005). تأثير نوع العائل الغذائي ومعاملة البيض بالتركيز تحت القاتل من بعض مثبطات النمو الحشرية في بعض الصفات الحياتية لحشرتي عثة التين وعثة الزبيب. مجلة علوم الرافدين ، 16(6) : 135–149.

الملاح ، نزار مصطفى ورنا رياض السبع (2007) تأثير نوع الوسط الغذائي في استجابة الأدوار المختلفة لعثة التين وعثة الزبيب لبعض مثبطات النمو الحشرية . مجلة التربية والعلم ، 20(1) : 86–95 .

الملاح ، نزار مصطفى وشاهين عباس مصطفى ووليد عبودي القصير (2008) التأثير الجاذب والطارد لمركبات الخشب العصاري والصميمي لبعض أشجار الغابات في حشرة الأرضة . مجلة البصرة للعلوم الزراعية ، 21(1) :87-105 .

الملاح ، نزار مصطفى وشاهين عباس مصطفى ووليد عبودي القصير(2009) تقييم كفاءة بعض المبيدات الحشرية في وقاية خشب الجنار من الإصابة بالأرضة . مجلة جامعة كركوك ، 4 (1) : 72-80 .

الملاح ، نزار مصطفى وعبدالجبار خليل ابراهيم (2006) التأثير الحيوي للتركيز تحت القاتل لبعض المبيدات في يرقات وكاملات الذباب المنزلي ، مجلة التقني : 19 (3): 94-102 .

الملاح ، نزار مصطفى و فائز عبدالشهيد (2009) التأثير السام لبعض المبيدات الكيميائية والمايكروبية ومخاليطها في يرقات العمر الثالث لعثة درنات البطاطا . مجلة تكريت للعلوم الزراعية ، 9(2): 392- 404 .

الملاح ، نزار مصطفى و فائز عبدالشهيد (2009) تأثير معاملة عذارى عثة درنات البطاطا بالتراكيز تحت المميتة لبعض المبيدات الكيميائية والميكروبية وخلائطها في حياتية البالغات . مجلة وقاية النبات العربية ، 27 (1) : 52-59 .

الملاح ، نزار مصطفى وفهد عبده احمد المخلافي (2002). تأثير تراكيز مختلفة من مثبط النمو الحشري تريكارد وطريقة المعاملة ودرجة الحرارة في النشاط الحيوي لحشرة خنفساء اللوبيا الجنوبية. مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، 8(2) : 40-53.

الملاح ، نزار مصطفى وفهد عبده احمد المخلافي (2002). تأثير مثبط النمو الحشري تريكارد وطريقة المعاملة ودرجة الحرارة في النشاط الحيوي لخنفساء اللوبيا الجنوبية المرباة على الماش. مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، 8(2) : 27-39.

الملاح ، نزار مصطفى وفهد عبده احمد المخلافي (2003). تأثير التريكارد وطريقة المعاملة ودرجة الحرارة في النشاط الحيوي لخنفساء اللوبيا الجنوبية المرباة على البزاليا. المجلة العراقية للعلوم الزراعية ، 4(4) : 159-167.

الملاح ، نزار مصطفى وفهد عبده احمد المخلافي (2003). تأثير ثلاث تراكيز من مثبط النمو الحشري تريكارد وطريقة معاملة الدرنات في بعض الصفات الحياتية لعثة درنات البطاطا. المجلة العراقية للعلوم الزراعية ، 4(2) : 124-131.

الملاح ، نزار مصطفى وفهد عبده المخلافي (2005). تأثير التراكيز المختلفة من تريكارد وطريقة المعاملة ودرجة حرارة التربية في النشاط الحيوي لخنفساء اللوبيا الجنوبية. مجلة زراعة الرافدين ، 33(3) : 118-125.

الملاح ، نزار مصطفى ومحمد عبد الكريم محمد ونبيل مصطفى الملاح (1997). تأثير بعض المواد الحاملة والحرارة في كفاءة مبيدي الفيكام والسيفين في وقاية تقاوي الحنطة من الإصابة ببعض حشرات المخازن. مجلة زراعة الرافدين ، 29(1) : 109-114.

الملاح ، نزار مصطفى ومحمد عبد الكريم محمد ونبيل مصطفى الملاح (1998). دراسة تأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية وبعض الزيوت العضوية في ديناميكية حلم الفستق الكاذب. مجلة التربية والعلم 38 : 12-19.

الملاح ، نزار مصطفى وهيثم محي الدين البدراني (2000). الحد الاقتصادي الحرج والمكافحة الكيميائية لدودة ثمار العنب. مجلة الزراعة العراقية 5(1) : 15-20.

الملاح ، نزار مصطفى ووليد عبودي قصير وشاهين عباس مصطفى (2005). التأثير السام لمستخلصات الخشب العصاري والصميمي لبعض أنواع الأشجار العراقية في حشرة الأرضة. مجلة زراعة الرافدين ، 33(3) : 112-117.

الموسوي ، عبد الصاحب حسين (1982). القوارض وطرق مكافحتها. شركة التايمس للطبع والنشر ، بغداد ، العراق.

الناظر ، إبراهيم ، بركات أبو رميلة (2003). مبيدات الآفات. عمادة البحث العلمي – الجامعة الأردنية.

النواوي ، احمد سيد (1972). أسس وقاية المزروعات. دار المعارف بمصر.

المراجع الأجنبية

Abbott DC. Colliding and R. Tatton JOG (1968). Organochlorine pesticide residues in human fat in Great Britain .

Albert A (1987). Xenohiosis, Food, Drugs and Poisons in the human body. London: Chapman and Hall, pp 113-116.

Albertson TE and Cross CE (1993). Pesticides in the workplace: a worldwide issue. Arch Environ Health 48: 364-365.

Aldridge WN and Reiner E. (1972). Enzyme Inhibitors as Substrates. Amsterdam and New York: North-Holland/American Elsevier.

Anastas . T., Warner , J.C. (1998) Green chemistry , Theory and practice ,Oxford University press , New York .

Anderson, W.P. (1977). Weed Science Principles ; West Publ. Company. Los Angeles, pp. 598.

Anonymous (2007) Thiacloprid , Pest Management Regulatory Agency , Health Canada.

Anonymous (2007) Imidaccloprid , Pest Management Regulatory Agency , Health Canada.

Anonymous (2007) Canadian Water Quality Guidelines Imidacloprid , Council of Ministers of The Environment .

Anonymous (2007) Fipronil , technical fact sheet . National Pesticides Information Center.

Arena JM (1974). Poisoning. 3rd ed. Charles C. Thomas Publ. Springfield, III.

Ascher, K. R. S., Schumtterer, H. Zebitz, C. P. and Naqvi, S. N. H. (1995). The ersian lilac or chinaberry tree: *Melia azedarach* L., in The Neem Tree (Schumtterer, H., ed.), VCH, Weinheim, pp. 605-642.

Atkins, E.L. (1975). Injury to honey bees by poisoning. In the hive and the honey bee. Rev, Ed. Hamilton. 111, Dadant and Sons. Pp. 740.

Atkins, E.L. , Macdenal, R.L., McGevern , T.P., Berwa M., Hale G.W. (1975). Repellent additives to reduce Pesticides hazards to honey bees: laboratory tests. Jour. Apic. Res. 14(2) : 85-97.

Bakir F. Damluji SF. Amin-Zaki I. et al (1973). Methylmercury poisoning in Iraq. Science. 181: 230-241.

Barnes JM and Verschoyle RD (1974). Toxicity of new pyrethroid insecticides. Nature 248:711.

Batchelor GS and Walker KC (1954). Health hazards involved in use of parathion in fruit orchards of north central Washinglon. JAMA Arch Ind. Hyg. Occup. Health. 10: 522-529.

Berwick P (1970). Dichlorophenoxyacetic acid poisoning in man. Some interesting clinical and laboratory findings. JAMA 214: 1114-1114.

Bidstrup PL, Bonner JA and Beckelt AG (1953). Paralysis following poisoning by a new organic phosphorus insecticide (Mipafox). Br. Med. J. 1: 1068-1072.

Boon-Long J. Glinsukon T (1986). Toxicological problems in Thailand, in Ruchirawal M. Shank RC (eds) Environmental Toxicity and Carcinogenesis. Bangkok: Text and Journal Corp., 283-293.

Brooks GT (1974). Chlorinated Insecticides. Technology and Application. Cleveland, Ohio: CRC, pp 12-13.

Buchel KH (ed) (1983). Chemistry of Pesticides. New York: Wiley.

Carson R (1962). Silent Spring . Boston: Houghton Mifflin.

Casida J.E. Gammon DW , (1983). Mechanisms of selective action of pyrethiroid insecticides. Annu Rev Pharmacol. Toxicol. 23: 413-438.

Casida, J.E. (1973). Pyrethrum : The natural insecticides. Academic Press, London, pp. 323.

Cepleanu, F., Hamburger, M. O., Sordat, B., Msonthi, J. D., Gupta, M. P., Saadou, M. and Hostettman, K. (1994). Screening of tropical medicinal plants for molluscicidal, lavicidal, fungicidal and cytotoxic activies and brine shrimp toxicity. Int. J. Pharmacol. 32: 294-307.

Chambers J.E. And Levi PE (1992). Organophosphates. Chemistry, Fate and Effects. New York: Academic Press.

Champagne ,D. E. , Isman .M.B., and Towers , G.H.N. (1989) .Insecticides of plant origin .Amer . Chem .Soc. , Washington ,Dc , pp. 95-109 .

Clark JM and, Matsumura F (1982). Two different types of inhibitory effects of pyrethroids on nerve Ca and Ca-Mg-ATPase activity in the squid, *Loligo pealei*. Pestic Biochem Physiol. 18: 180-190.

Corbett JR (1974). The Biochemical Mode of Action of Pesticides. New York Academic Press.

Cremlyn, R. (1978). Pesticides Preparation and Mode of Action. John Wiley and Sons. New York, pp 239.

Curley A, Sedlak VA, Girling EF, (1971). Organic mercury identified as the cause of poisoning in humans and hogs. Science 172: 65-67.

Daniel JW and, Gage JC (1966). Absorption and excretion of diquat and paraquat in rats. Br. J. Ind Med 23: 133-136.

DeAmicis, C. V., Dripps, J. E., Hatton, C. J. and Karr, L. L. (1997). Physical and Biological properties of the spinosyns: novel macrolide pest control agents from fermentation, in Phytochemical for Pest Control (Hedin, P. A., Hollingworth, R., Masler, E. P., Miyamoto, J. and Thompson, D., eds.), American Chemical Society, Washington, DC. Pp. 144-154.

Dethier, V.G. (1947). Chemical Insect Attractants and Repellents. Philadelphia : Blackstone Co. 289 pp.

Dost, F. N., Wagner ,S. L., Witt , J. M., and Heumann , M. (1985). Toxicological Evaluation of Dimilin (Diflubenzuron). Oregon State University, Extension Service Toxicology Information Program, Department of Agricultural Chemistry, Corvallis, OR.

Dreisbach, R.H. (1980). Handbook of Poisoning. 19th edition Lange Medical Publications, California, pp. 578.

DuBois KP. Doull J. Salerno P.R. and Coon JM (1949). Studies on the toxicity and mechanisms of action of p- nitro-phenyl-diethyl-thionophosohate (Parathion): J. Pharmacol Exp. Ther. 95: 75-91.

Dull DL (1972). Metabolism of organophosphorus insecticides in animals and plants. Residue Rev 43: 1-22.

Durham WF. Wolle H.R. Elliott JW (1972). Absorption and excretion of parathion by spraymen. Arch Environ Health 24: 381-387.

Eckberg, T. B., Cranshaw, W. and Sclar, D. C. (1994). Evaluation of neem insecticides and persistence for control of forest tent caterpillar, Ft. Collins, CO. Arthropod Manage. Tests: 1995, 20, 327.

Ecobichon D. I. (1979). Hydrolytic mechanisms of pesticide degradation, in Geisshuhler II (ed): Advances in Pesticide Science. Biochemistry of Pest and Mode of Action of Pesticides, Pesticide Degradation, Pesticide Residues and Formulation Chemistry. New York: Pergamon, part 3. pp 516-524.

Ecobichon DJ (1994 a). Organophosphorus ester insecticides, in Ecobichon DJ, Joy RM: Pesticides and Neurological Diseases. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC, pp 171-249.

Ecobichon DJ (1994 b). Carbamic acid ester insecticides, in Ecobichon DJ. Joy RM: Pesticides and Neurological Diseases, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC. Pp2. 51-289.

Ecobichon DJ (1994 c). Fungicides, in Ecobichon DJ, Joy RM: Pesticides and Neurological Diseases. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC, pp 313-351.

Ecobichon DJ, Joy RM (1994). Pesticides and Neurological Diseases, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC, 1994.

Ecobichon, D. J. (1996). Toxic Effects of Pesticides, In: Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons, 5th edition (C. D. Klaassen, ed.), McGraw Hill, New York, USA.

Edward, C.A. (1973). Environmental pollution by pesticides. Plenum Press, London, pp. 542.

Edward, C.A. (1981). Persistent pesticides in the environment 4th.ed, Boca Raton, Florida CRC. Press, Inc. pp. 165.

Edwards R. Ferry DC and Temple WA (1991). Fungicides and related compounds, in Hayes W.J. Laws J.R, (ed.): Handbook of Pesticide Toxicology. Classes of Pesticides. New York: Academic, Vol. 3, pp 1409-1470.

Eisler R (1989). Pentachlorophenol Hazards to Fish, Wildlife and. Invertebrates: A Synoptic Review. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Biological Report 85 .

Ellenhorn MJ and Barceloux DG (1988). Pesticides in Medical Toxicology. Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. New York: Elsevier. Pp 1081-1108.

Ellioll M. Janes NF. Kimmel EC. And Casida JE (1972). Metabolic fate of pyrethrin I. pyrethrin II and. Allethrin orally to rats. J. Agric. Food Chem. 20: 300-313.

Elliott M (1976). Future use of natural and synthetic pyrethroids, in Melcalf RL, McKelvey JJ Jr (eds): The Future For Insecticides: Needs and Prospects. New York: Wiley, pp 163-193.

Escoubas, P., Lajide, L. and Mizutani, J. (1994). Insecticidal and antifeedant activities of plant compounds: potential leads for novel pesticides, in Natural and Engineered Pest Management Agents (Hedin, P.A., Menn, J.J. and Hollingworth, R. M., eds.), American Chemical Society, Washington, DC, pp. 162-171.

Eto M. (1974). Organophosphorus Pesticides: Organic and Biological Chemistry. Cleveland. OH: CRC.

Fest C. and Sclimidt K. (1973). The Chemistrv of Organo-phosphorus Insecticides. New York: Springer-Verlag.

Forget G, Goodman T and deVilliers A (eds) (1993). Impact of Pesticide Use on Health in Developing Countries. Ottawa, Canda: International Development Research Center.

Fukuto T.R. (1972). Metabolism of carbamate insecticides. Drug Metab Rev. 1: 117-147.

Gains, T.B. (1969). Acute toxicity of pesticides. Toxico. Appl. Pharmacol, 14 : 515-534.

Gammon DW, Brown MA and Casida JE (1981). Two classes action in the cockroach. Pestic. Biochem. Physiol. 15: 181-191.

Glenn, C. Klingman (1973). Weed Control as a Science, Wiley Eastern Private limited New Delhi.

Glotfelty, D.E. (1978). The atmosphere as a sink for applied pesticides, J. of Air Pollution Control Association, Vol. 28, No. 9 : 977.

Gough M (1986). Dioxin, Agent Orange. The Facts. New York: Plenum. Goyer RA (1971 a). Lead and the hideny. Curr. Top Pathol. 55: 147-176.

Green ,M.B. , Hartley ,G.S. , and West , T.F. (1985) Chemical for crop protection and pest control . Pergamon Press , London .

Gunther, F.A., Westlake, W.E., Barkley, J.H., Winterlin, W. and Langbehn, L. (1973). Establishing dislodgeable pesticides residues on leaf surfaces. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9 : 243-249.

Hamnock, B.D. and Quistad, G.B. (1980). Juvenile Hormone Analogs : Mode of Action and Metabolism , John Wiley and Sons, Chichester, England.

Harris, G.R. (1966). Influence of Soil type on the activity of insecticides in soil , J. Ec. Ent. 59(5) : 1221-1224.

Hartley, G.S. and West., T.F. (1969). Chemicals For Pest Control. Pergamon Press, London, pp. 316.

Hassall, K.A. (1969). World Crop Protection. Vol. 2 Pesticides Life Books LTD, London, pp. 249.

Hassall .K.A. (1990) The Biochemistry and uses of Pesticides . Book Society , Macmillan Co.

Hayes RL (1988). Handbook on Toxicity of Inorganic Compounds. Marcel Dekker, New York, pp. 297-300.

Hayes W. I. (1971). Insecticides, rodenticides and other economic poisons, in DiPalma. J.R (ed): Drill's Pharmacology in Medicine 4th ed. New York: McGraw-Hill. pp 1256-1276.

Health DF (1961). Organophosphorus Poisons. Anticholinesterases and Related Compounds. London: Pergamon Press .

Irvine, D.E.G., Knights, B. (1974). Pollution and the use of chemicals in agriculture. Butter Worth's, London, pp. 136.

Isman, M. B. (1995). Leads and prospectes for the development of new botanical insecticides. Rev. Pestic. Toxicol. 3: 1-20.

Isman, M. B. (1997). Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. Phytoparasitica 25: 339-344.

Jacobson , M .(1988) Focus on Phytochemical Pesticides .Vol . 1 . The Neem Tree .CRC Press , London.

Joel , R.C., (1982) Insecticides Mode of Action , Academic Press , New York , London.

Karen , E.S. , Thomas , M .B . (1996) Principles of Toxicology . Lewis Publishers .

Katona IS and Wason (1986). Anticoagulant rodenticides. Clin Toxicol Rev 8: 1-2.

Khamay, B. P. S. and O' Connor, N.B. (1993). Progress in developing insecticides from natural compounds, in Phytochemistry and Agriculture (Van Beek, T. A. and Breteler, H., eds.), Clarendon, Oxford, pp. 40-61.

Kirst, H. A., Michel, K. H., Mynderse, J. S., Chio, E. H., Yao, R. C., Nakatsukasa, W. M. et al. (1992). Discovery, isolation and structure elucidation of a family of structurally unique, fermentation derived tetracyclic macrolides, in Synthesis and Chemistry of Agrochemicals III (Backer, D. R., Fenyes, J. G. and Steffens, J. J., eds.), American Chemical Society, Washington, DC, pp. 214-225.

Klaassen ,C.D., Amdur ,M.O., Doull , J .(1986) .Toxicology , The base science of poisons . Macmillan Publishing Co, New York .

Kolmodin-Hedman B, Hoglund S, Akerhlom M (1983). Studies on phenoxy acid herbicides. I. Field Study. Occupational exposure to phenoxy acid herbicides (MCPA, dichlorprop and 2.4-D) in agriculture. Arch Toxicol 54: 257-275.

Kuhr R.I and Dorough HW (1976). Carbamate Insecticides Chemistry Biochemistry and Toxicology. Boca Raton, FL.; CRC.

Kulkarni AP and Hodgson E (1984). The metabolism of insecticides: the role of monooxygenase enztmes. Annu Rev Pharmmacol 24: 19-42.

Larew, H. G., Knodel, J, J. and Marion, D. F. (1987). Use of foliar-applied neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed extract for the control of the birch leafminer, *Fenusa pusilla* (Lepeletier). J. Environ. Hort. 5: 17-19.

Leach JP (1985). The Pyrethroid Insecticides. London: Taylor and Francis.

Lichtenstein, E.P. (1959). Absorption of some chlorinates hydrocarbon insecticides from soils into crops. Jour. Agr. Food Chemistry 7 : 430.

Lichtenstein, E.P. and Schulz, K.R. (1959). Persistence of some chlorinated hydrocarbon insecticides as influenced by soil types, temperature and rate of application. J. Ec. Ent. 52 : 124.

Lichtenstein, E.P., Schulz, K.R. (1964). The effects of moisture and microorganisms on the persistence and metabolism of some organophosphorus insecticides in soils, with special emphasis on parathion. J. Ec. Ent. 57 : 618.

Lowery, D. T. and Isman, M. B. (1994). Insect growth regulating effects of neem extract and azadirachtin on aphids. Entomol. Exp. Appl. 72: 77-84.

Lukens RJ (1971). Chemistry of Fungicidal Action. New York ; Springer-Verlag.

Matsumura, F. (1975). Toxicology of Insecticides, Plenum Press. New York. Pp. 503.

Melnikov NN (1971). Chemistry of pesticides. Residues Rev. 36: 1-480.

Menzie, C.M. (1969). Metabolism of pesticides, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. Special Scientific Report Wild Life No.127.

Menzie ,C.M. (1980) Metabolism of pesticides . U.S.Dept. Interior . Fish and Wildlife Service , Washington , D.C.

Mertz, F. P. and Yao, R. C. (1990). *Saccharoplyspora spinosa* sp. Nov. isolated from soil collected in a sugar mill rum still. Int. J. Bacteriol. 40: 34-39.

Metcalf, B.L. (1967). Mode of Action of Insecticides Synergist. Ann, Rev. Entom. 12 : 229-256.

Metcalf, R.L. and Luckman, W.H. (1975). Introduction to insect pest management. Wiley-Inter-Science New York. Pp.587.

Morgan, E. D., Van der Esch, S. A. Jarvis, A P., Maccioni, O., Giagnacovo, G. and Vitale, F. (1996). Production of natural insecticides from *Azadirachta* species by tissue culture. Abstract, International Neem Conference, Lawes, Australia.

Mrak, E. (1969). Report of The Secretary's Commission on Pesticides and Their Relationship to Environmental Health. Part II, U.S. Dept. of Health Education and Welfare.

Murray, K. D., Alford, A. R., Groden, E., Drummond, F. A., Storch, R. H., Bentley, M. D. and Sugathapala, P. M. (1993). Interactive effects of antifeedant used with *Bacillus thuringiensis* var. san diego endotoxin on Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 86: 1793-1801.

Naumann, K. and Isman, M. B. (1996). Toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed extract to larval honeybees and estimation of dangers from field applications. Am. Bee J. 136: 518-520.

Negi, N.S., Funderburk, H.H. and Davis, D.E. (1964). Metabolism of atrazine by susceptible and resistant plants. Weeds 12:53-57.

Norris, R. F., Caswell-Chen. E. P., and Kogan, M. (2003). Concepts In Integrated Pest Management. Prentice Hall , New Jerscy.

O Brien, B.D. (1970). Biochemical Toxicology of Insecticides. Academic Press, London pp. 218.

O'Brien RD (1960). Toxic Phosphorus Esters. Chemistry , Metabolism and Biological Effects. New York: Academic Press.

Parrella, M. and Morshita, P. (1985). Snails and slugs in ornamentals. California Agriculture, Vol. 39 No. 1 and 2p-6-7.

Penner, D. and Ashton, F.M. (1968). Biochemical and metabolic changes in plants induced by chlorophenoxy herbicides. Residue Reviews, 14:39-113.

Ragsdale .N.N. , Hylin , J. W. , Sisler , H.D. , and Witt ,J.M. (1991) Agricultural Pesticides Impact Assessment Project , U.S.Dept .Agric ,Washington ,Dc.

Raizada, R. B., Srivastava, M. K., Kaushal, R. A. and Singh, R. P. (2001). Azadirachtin, a neem biopesticide: subchronic toxicity assessment in rats. Food Chem. Toxicol. 39(5): 477-83.

Rajasekaran, T., Pereira, J., Ravishankar, G. A. and Venkataraman, L. V. (1996). Repellency of callus derived pyrethrins to mosquito *Culex quinquefsciatus* Say and Red flour *Tribolium castaneum* Herbst. Int. Pest Control 38: 155-159.

Rembold, H. and Mwangi, R. W. (1995). Melia volkensii Gurke, in The Neem Tree (Schumtterer, H., ed.), VCH, Weinheim, Germany pp. 647-652.

Rozman, K. K. and Klaassen, C. D. (1996). Absorption, distribution and excertion of toxicants, In: Casarett & Doull's Toxicology, The Masic Science of Poisons, 5th edition (C. D. Klassen, ed.), McGraw Hill, New York, USA.

Shimkin MB and Anderson , N.N. (1936). Acute toxicities of rotenone and mixed pyrethrins in mammals. Proc Soc Exp Biol Med 34: 135-138.

Sime, M. (1981). Liquid carbon dioxide extraction of pyrethrins . US Patent No. 4, 28, 171.

Smith, E.H. (1978). Pest Control Strategies, Academic. Press, New York, pp. 329.

Sparks, T. C., Kirst, H. A., Mynmderse, J. S., Thompson, G. D., Turner, J. R., Jantz, O. K. (1996). Chemistry and biology of spinosyns: components of spinosad (Tracer®), the first entry into DowElanco's Naturalyte class of insect control products . In Proceedings of the 1996 Beltwide Cotton Production Conference, National Cotton Council Memphis, TN, pp. 692-696.

Sparks, T. C., Thompson, G. D., Kirst, H. A., Hertlein, M. B., Mynderse, J. S., Turner, J. R. and Worden, V. (1999). Fermentation-derived insect control agents, In: Biopesticides, Use and Delivary (F. R. Hall and J. J. Menn, eds), Humana Press, New Jersey, pp: 171-188.

Sparks, T. C., Thompson, G. D., Larson, L. L. kirst, H. A., Jantz, O. K. and Worden, T. V. (1995). Biological characteristics of the spinosyns . Beltwide Cotton Production Conference, National Cotton Council, Memphis, TN, pp. 903-907.

Spear, R.C., Lee, Y.S., Leffing Well, J.T. and Jenkins, D. (1978). Conversion of parathion to paraxon in foliar residues. J. Agric. Food Chm. 26(2) : 434-436.

Thomson ,W.T. (1995) Agriculture Chemicals , Book (I) Insecticides ,Thomson Publications , Fresno , CA.

Thomson ,W.T. (1995) Agriculture Chemicals , Book (II) Miscellaneous ,Thomson Publications , Fresno , CA.

Thomson ,W.T. (1997) Agriculture Chemicals , Book (III) Herbicides ,Thomson Publications , Fresno , CA.

Thomson ,W.T. (1977) Agriculture Chemicals , Book (IV) Fungicides ,Thomson Publications , Fresno , CA.

Thompson, C.R., Olszyk, D.M., Kats, G., Bytnerowicz, A., Dawson, PJ., Wolf. J. (1984). Air pollutant injury on plants of the Mojave desert. Air Pollution Research Center, UCR, South California, Edison Company pp. 31.

Vincent, C. Dethier, A.M. (1984). Chemical Insect Attractants and Repellents. H.K. Lewis Co. Ltd London, pp. 271.

Wafford KA, Sattelle D.B. Gant D.B. (1989). Non competitive inhibition of GABA receptors in insect and vertebrate CNS by endrin and lindane. Pestic Biochem Physiol 33: 213-219.

Ware , W.G. (1988) Complete Guide to Pest Control ,Thomson Publications , Fresno , CA.

Ware , W.G. (1994) The Pesticides Book ,Thomson Publications , Fresno , CA.

Wecker L Kiauta T and Dettbarn WD (1978). Relationship between acetylcholinesterase inhibition and the development of a myopathy. J. Pharmacol Exp Ther 206: 97-104.

Wink, M. (1993). Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective, In Phytochemicals and Agriculture (Van Beek, T. A. and Breteler, H., eds.), Clarendon, Oxford, pp. 171-213.

Wislocki, P. G., et al. (1989). Environmental aspects of abamectin use in crop protection in W. C. Campbell (ed.). Ivermectin and Abamectin . Springer-Verlag, NY.

Wood, D.L., Siverstein, R.M. and Nakajima, M. (1970). Control of Insect Behavior By Natural Products; Academic Press, New York, pp. 331.

Woodrow, A.W., Green, N., Tucker, H., Schonhorst, M.H. and Hamilton, K.C. (1965). Olfactometer studies : attractants and repellents of bees. J. Econ. Ent. 58 : 1094.