الفصل السابع

مبيدات الحشائش والبيئة

لمبيدات الحشائش، كما أوردنا، استخداماتها الرئيسية فى الإنتاج الزراعى، وتستخدم - جنبًا إلى جنب مع مبيدات الآفات الأخرى كالمبيدات الحشرية والفطرية والأكاروسية - لمكافحة الآفات الرئيسية التى تضر بالمحصول وتدنى من إنتاجيته، إلى جانب الاستخدامات الأخرى غير الزراعية. ويمتد استعمال المبيدات الحشرية أيضًا إلى أغراض غير زراعية، كمبيدات الذباب والبعوض المعروفة. وشأنها شأن أية مركبات كيميائية، يلعب تركيب جزيئاتها دورًا أساسيًا فى سميتها على الإنسان وعلى مختلف عناصر البيئة.

وقد أصبح استخدام المبيدات - بصفة عامة - قضية شاغلة للرأى العام فى كثير من الدول فى العقود الأخيرة. ونتج هذا عن تزايد الإحساس بالآثار والمخاطر التى قد تنجم عنها على الإنسان ومكونات البيئة. وقد تزامن ذلك مع بداية الاهتمام بالبيئة ونقائها، بعد أن واكب تقدم الإنسان التكنولوجى وتطلعاته وحروبه متغيرات دولية وإقليمية خاصة فى النصف الثانى من القرن الماضى، والتى أدت إلى مشاكل تلوث عديدة فى الماء والأرض والهواء والفضاء الخارجى، بل وفى الضمير الإنسانى ذاته.

ولا خلاف الآن أن تداعيات مشاكل التلوث - فى مجملها - قد باتت تشكل مكامن خطر على عمر الإنسان وصحته وسلامة بيئته. وأضحت مشاكل التلوث كثيرة ومعقدة ومتشابكة إلى الدرجة التى يصعب معها فى كثير من الأحيان تقييم دور كل مسبب منفردًا فى خلق وتراكم وتفاقم حدة هذه المشكلات (٣).

وقد يتراءى لدى البعض الخطورة المطلقة للمبيدات الحشرية على الإنسان مقارنة بمبيدات الحشائش أو مبيدات الآفات الأخرى، إلى درجة شيوع استخدام

تعبير «سمية المبيدات الحشرية» بدلاً من «سمية مبيدات الآفات» أو تغافل مبيدات الحشائش فى سميتها على الإنسان. وربما يرجع ذلك إلى انخفاض الأثر السام المباشر لمعظم مبيدات الحشائش مقارنة بمثيله للمبيدات الحشرية، على رغم أن لبعض مبيدات الحشائش من السمية المباشرة على الإنسان ما يفوق مثيلتها فى بعض المبيدات الحشرية. ويقصد بالسمية المباشرة هنا السمية الحادة acute toxicity وهى التى تحدث نتيجة التعرض الوقتى لجرعة من المبيد قد تفضى إلى الموت، وهذه يمكن تجنبها فى معظم مبيدات الحشائش للكبر النسبى للكمية اللازمة لإحداث التسمم.

أما أخطر ما فى الأمر، فى حالة مبيدات الحشائش، فهو عدم التنبه فى كثير من الأحوال إلى مخاطر السمية المزمنة chronic toxicity وهى الناشئة عن التعرض المتكرر لجرعات ضئيلة تؤدى فى النهاية إلى الإضرار ببعض أعضاء الجسم الحيوية وأهمها الرئة والقلب والكبد والكلية، وذلك شأنها شأن مبيدات الآفات الأخرى.

ويمكن التعرف على درجة السمية الحادة لمبيد ما على الإنسان، من جداول أو نظم عالمية، أهمها نظام منظمة الصحة العالمية (جدول ١) (١٨٤)، أو محلية مثل نظام المملكة المتحدة لاحتياطات أمان المبيدات The United Kingdom Pesticide Safety Precautions Scheme (جدول ٢) (١٥١). وتتقارب هذه الجداول والنظم فى مدلولها بتقسيمها لأنواع المبيدات إلى مستويات من درجات السمية على الإنسان طبقًا لدرجة تأثيرها على الفئران فيما يعرف بالجرعة النصفية القاتلة - أو الجرعة القاتلة لنصف مجموعة الفئران المغذاة معمليًا acute oral lethal dose for 50% (LD50) أو المعاملة بالمبيد عن طريق الجلد acute percutaneous LD50. وبالتالى فإنه عند معرفة قيم هذه الجرعة للمبيد على الفئران – وذلك متاح فى الكتب والمراجع العلمية المتخصصة – يمكن عن طريق هذه الجداول معرفة مستوى سميته الحادة على الإنسان.

جدول ١: تقسيم منظمة الصحة العالمية لخطر السمية الحادة لمبيدات الآفات:

التصنيف	الجرعة النصفية القاتلة على الفئران (ملليجرام مبيد/ كيلوجرام من وزن الجسم)			
	عن طريق الفم		عن طريق الجلد	
	مبيدات صلبة	مبيدات سائلة	مبيدات صلبة	مبيدات سائلة
١ – (أ) خطير للغاية Extremely hazardous	٥ أو أقل	٢٠ أو أقل	١٠ أو أقل	٤٠ أو أقل
(ب) عالى الخطورة Highly hazardous	٥ – ٥٠	٢٠ – ٢٠٠	١٠ – ١٠٠	٤٠ – ٤٠٠
٢ – متوسط الخطورة Moderately Hazardous	٥٠ – ٥٠٠	٢٠٠ – ٢٠٠٠	١٠٠ – ١٠٠٠	٤٠٠ – ٤٠٠٠
٣ – قليل الخطورة Slightly hazardous	أكبر من ٥٠٠	أكبر من ٢٠٠٠	أكبر من ١٠٠٠	أكبر من ٤٠٠٠

جدول ٢: نظام المملكة المتحدة لاحتياطات أمان المبيدات:

التصنيف	الدرجة	الجرعة النصفية القاتلة على الفئران (ملليجرام مبيد/ كيلوجرام من وزن الجسم)			
		عن طريق الفم		عن طريق الجلد	
		مبيدات صلبة	مبيدات سائلة	مبيدات صلبة	مبيدات سائلة
سام جدا Very Toxic	xxxx	أقل من ٥	أقل من ٢٥	أقل من ١٠	أقل من ٥٠
سام Toxic	xxx	٥ – ٥٠	٢٥ – ٢٠٠	١٠ – ١٠٠	٥٠ – ٤٠٠
ضار Harmful	xx	٥٠ – ٥٠٠	٢٠٠ – ٢٠٠٠	١٠٠ – ١٠٠٠	٤٠٠ – ٤٠٠٠
– –	x	أكبر من ٥٠٠	أكبر من ٢٠٠٠	أكبر من ١٠٠٠	أكبر من ٤٠٠٠

هذا بالإضافة إلى وجود بعض العلامات التحذيرية على عبوات المستحضرات التجارية تشير إلى درجة سميتها، مثل كلمة خطر Danger أو إنذار Warning أو احتراس Caution والتى تعنى درجة سميتها ما يلى:

درجة السمية		الكمية التقريبية اللازمة لقتل شخص فى المتوسط
Danger	خطر «عالى السمية»	من مجرد التذوق إلى ملعقة شاى.
Warning	إنذار «متوسط السمية»	ملعقة شاى إلى ملعقة طعام.
Caution	احتراس «منخفض أو خال نسبيًا من الخطر».	١ أوقية إلى أكثر من ٨/١ جالون.

أو لصق شرائط بلون معين على العبوة تدل على درجة سمية محتواها كاللون الأحمر للمبيد عالى السمية واللون الأخضر للمبيد منخفض الخطورة.

الإنسان ومخاطر السمية

لاشك أن الإنسان – وهو المستخدم للسلاح الكيميائى ضد الآفات المستهدفة – عرضه لمخاطر التسمم بهذه الكيمائيات، سواء بالتسمم الحاد أم المزمن (٦٩، ١٠٠، ١٠٩). ويتوقف هذا بالطبع على درجة الحرص فى منع التعرض للمبيد أثناء المعاملة أو بعدها. وتتفاوت هذه الدرجة بالطبع طبقًا لمدى الوعى والالتزام، والذى يختلف بدوره فى الدول المتقدمة عن النامية. وعلى رغم ندرة حالات التسمم الحاد فى حالة مبيدات الحشائش، مقارنة بمبيدات الآفات الأخرى، إلا أن خطر التسمم المزمن قائم لا محالة، ما برح استخدام المبيد وضعف الاهتمام بمنع التعرض له.

ورغم قيام الشركات المنتجة للمبيد – قبل طرحه تجاريًا – بدراسة السمية المزمنة على حيوانات التجارب، بتعريض تلك الحيوانات لجرعات ضئيلة من المبيد لفترة زمنية قد تصل إلى عامين أو أكثر، إلا أن كثيرًا من المبيدات يتم إنتاجها وطرحها فى الأسواق قبل الانتهاء من الدراسات الوافية للتعرف على سميتها المزمنة (٤٩).

المواجهة المتأخرة

فضلاً عما ذكر، فإن بعض الخصائص قد تكون مجهولة فى المبيد وقت بداية إنتاجه ثم تظهر هذه الخصائص فجأة بعد سنوات من الاستعمال التطبيقى للمبيد.

فمبيد الحشائش 2,4-D الذى استخدام لسنوات طويلة فى أنحاء العالم، وذاع صيته كمبيد متخصص لمكافحة الحشائش الحولية عريضة الأوراق فى محاصيل الحبوب ومكافحة الحشائش المائية فى دول العالم المتقدم والنامى على السواء، وُوجِه منذ أواخر الثمانينات بمعارضة قوية ضد استخدامه. ولعل التقرير المدنى الكندى المسمى «الوجه الآخر لمركب 2,4-D» (١٧٦)، كان هو الأكثر شمولاً فى سرد آثاره الخطيرة على الإنسان والثدييات والأسماك والحياة البرية.

ويُذكِّر هذا بالمبيد الحشرى الشهير .D.D.T الذى أحدث ضجة هائلة عند اكتشاف مفعوله كمبيد حشرى فتاك عام ١٩٣٩ م، ثم تبين بعد طول استخدام وتوسع فى التطبيق، أن جزيئات هذا المركب ذات درجة ثبات عالية فى البيئة، وتتراكم وتظل فى الخلايا الدهنية فى جسم الإنسان والحيوان لسنوات طويلة، بل وتصل إلى الطفل الرضيع عبر لبن الأمهات. وعلى رغم مرور سنوات عديدة على حظر استخدامه فى كثير من دول العالم، فإنه مازال باقيًا فى البيئة، وأثبتت الدراسات وجوده فى لبن الأبقار فى بعض دول أفريقيا على الرغم من عدم تعرضها المباشر للمبيد وبعد سنوات من إيقاف استخدامه (١٢٥).

كذلك المبيدات الفطرية من مجموعة الدايثيوكباميت dithiocarbamates التى شاع استخدامها فى المجال الزراعى والمتميزة بدرجات متفاوتة منخفضة من السمية الحادة «قيم جرعاتها النصفية القاتلة بالفم ما بين عدة مئات من المليجرامات إلى عدة جرامات لكل كيلو جرام» والتى لم تكن هناك أدلة قوية على حدوث أضرار منها على الإنسان نتيجة تعرضه لها، تبين بالدراسات الحديثة أن لبعضها القدرة على إحداث تشوهات بالأجنة teratogenic أو إحداث تأثيرات مسرطنة carcinogenic. وقد نُشرت تقارير عن التأثيرات الضارة لتلك

المبيدات على أجنة الحيوان وإمكانية تحولها إلى مركبات النيتروزأمين nitrosamines الخطرة. كما ظهرت أيضًا أبعادٌ أخرى لمخاطرها على الإنسان، بثبوت تحول بعضها إلى مركب الإيثيلين ثيويوريا ethylene thiourea فى البيئة وخلال طهى الطعام المحتوى على بقاياها، والمركب الأخير معروف كمركب مُسرطن ومُطفر mutagenic ومشوه للأجنة بخلاف أثره المثبط لوظيفة الغدة الدرقية (١١٢).

ومن النتائج الخطيرة الأخرى الناجمة عن استخدام مبيدات الحشائش، ما ثبت عن تحول بعض أفرادها من مجموعة الكراميت فى التربة إلى مركبات أكثر خطرًا فى تلويثها للبيئة، كتحول مبيد الكلوروبروفام chloropropham بفعل بعض كائنات التربة الدقيقة إلى مركب تتراكلورو آزوبنزين tetrachloroazobenzene (TCAB) الذى يعتبر ملوِّثًا غير مرغوب، نظرًا لأن مجموعة الآزوبنزين معروفة بثباتها الشديد فى البيئة، كما أن بعضها مثل دايميثيل أمينو آزوبنزين dimethylaminoazobenzene مركبات مسرطنة (٥٦).

ومن التأثيرات البيئية الخطيرة المسجلة لمبيدات الحشائش، ما تسبب عن استخدام بعضها فى الحرب الفيتنامية «١٩٦٢ – ١٩٧٢ م» كمُسْقِطات للأوراق، بغرض كشف مواقع الثوار فى الغابات وبين الأشجار الكثيفة، بقيام القوات الأمريكية فى فيتنام الشمالية، برشّ الأشجار بالطائرات الحربية بمخلوط من مبيدى 2,4-D و 2,4,5-T (١ : ١) «العامل البرتقالى» بمعدل ٢٥ رطلا لكل إيكر. أو بمخلوط من مبيدى 2,4-D و picloram (١ : ٤) «العامل الأبيض» بمعدل ٧,٥ أرطال لكل إيكر. والذى تر تب عليه عواقب وخيمة على البيئة ظهر بعضها متمثلاً فى حالات كثيرة من التأثيرات القاتلة وولادة أطفال معوَّقين خِلقيًا، الأمر الذى فُسر بعد ذلك بقدرة مبيد 2,4,5-T على إحداث تشوهات بالأجنة فى حيوانات التجارب نتيجة احتوائه على الملوث عالى الخطورة التتراكلورو دايبنزو دايوكسين "TCDD" tetrachlorodibenzodioxine والذى له من السمية الحادة ما يثير الفزع «جرعته النصفية القاتلة تتراوح ما بين ٠,٠٢٢ – ٠,٠٤٥ ملليجرام لكل

كيلو جرام على ذكور وإناث الفئران على التوالى و ٠,٠٠٠٦ ملليجرام لكل كيلو جرام لأنثى حيوانات التجارب الصغيرة المسماة بخنازير غينيا». ويعتبر تركيز الدايوكسين كملوث فى مبيد 2,4,5-T، هو العامل الرئيسى فى قدرة المبيد على إحداث التشوهات الجنينية، حيث ثبت بالفعل قدرة هذا الملوث على حَثّ حدوث الأورام فى حيوانات التجارب المغذاة على تركيزات منخفضة جدا منه «٥ أجزاء فى التريليون إلى ٥ أجزاء فى البليون» (١١٢).

وتسجل التأثيرات غير المباشرة لاستخدام المبيدات على الحشائش المائية تدميرًا للبيئة المائية نتيجة لتحلل نباتات الحشائش بعد موتها بفعل المبيد، مما يتسبب فى إثراء البيئة المائية بدرجة عالية بالعناصر المعدنية التى تختزنها أوراق النبات بخلاف انطلاق العناصر الثقيلة السامة التى تختزنها الجذور عند وجود تلك العناصر فى البيئة المائية ولو بتركيزات ضئيلة، كما يحدث فى حالة تحلل نبات ياسنت الماء (٢٣، ٣٥، ٣٦)، كما قد تحوى أنسجة الحشيشة المتحللة موادَّ ضارة لإنبات أو لنمو المحاصيل عند استخدام الماء فى رى تلك المحاصيل (٣٧).

البيئة النباتية

عومل فى فيتنام فى المثال سابق الذكر أكثر من ١١,٠٠٠ كيلو متر مربع من الغابات مرتين فى أغلب الأحوال. وتسببت المعاملة الواحدة - جزئيًا - والمعاملتان - كليًا - فى تدمير الغابات المعاملة والعودة بها إلى المرحلة العشبية من مراحل تطور الغابة. ومن رحمة القدر، ظلت بعض بذور الأشجار حية لتنبت وتنمو إلى مرحلة الغابات الثانوية، ولم يؤثر فى نمو بادراتها الغزو الكاسح لأنواع نبات البامبو بعد قتل الأشجار الأم. وقد عومل حوالى ١١٠٠ كيلو متر مربع من مستنقعات أشجار المَنجروف mangrove وهى تمثل ثلث مساحة غابات المنجروف فى فيتنام الشمالية، ولم تلاحظ النموات الجديدة من المَنجروف إلا بعد ٦ سنوات من المعاملة. وقد أجمع المتخصصون من بعثة الأكاديمية القومية الأمريكية للعلوم التى زارت المنطقة عقب الحرب بأنه قد يستلزم الأمر أكثر من مائة عام لمنطقة

المنجروف لكى تعود إلى سابق عهدها (٥٦). كما ثبت، من ناحية أخرى، أن مكافحة الحشائش الحولية فى الأرض الموبوءة بالحشائش النجيلية يؤدى إلى سيادة الأخيرة مسببة مشاكل كبرى خاصة عند تعاقب استخدام المبيد (١٥٣) كما ذكر فى الفصل الخاص بأخطر حشائش العالم.

المحصول المنزرع واللاحق

عند معاملة مبيد حشائش فى محصول منزرع، فإن الهدف بالطبع هو التخلص من الحشائش الضارة وتحرير نباتات المحصول من تنافس نباتات الحشائش معها، أى اتخاذ خطوة فى السعى نحو إنتاج محصول وفير باستخدام مبيد متخصص. إلا أنه كثيرًا ما يحدث للمحصول المعامل أضرارٌ مؤثرة (١٣٥)، خاصة مع عدم الدقة فى التطبيق كزيادة جرعة الاستخدام بطريقة مقصودة، أملاً فى رفع درجة الفاعلية، أو بطريقة غير مقصودة، أو استخدام المبيد فى توقيت غير ملائم، حيث يلعب توقيت الاستخدام دورًا فى إنجاز الانتقائية والتأثير على الحشيشة وحدها دون المحصول. فقد يحدث مثلاً تأخيرٌ لإنبات بادرات المحصول أو إضرارها، أو خفضٌ لأعداد العُقَد الجذرية المفيدة لتثبيت النيتروجين الجوى وتحويله إلى غذاء لنباتات محاصيل البقول.

كما تبين أن المعاملة المتكررة للمحاصيل بمبيدات الحشائش، قد تكون مصدرًا لتغيرات وراثية تؤدى إلى عدم ثبات صفات الصنف النباتى المنزرع. فقد يحدث حفزٌ لتغيرات صبغية وجينية. وقد ظهر فى عديد من البحوث قدرة كثير من مبيدات الحشائش على حث تكوين طرز متباينة من التشوهات الميوزية والميتوزية خلال عمليات الانقسام والنمو فى النبات. وقد تبين هذا الأمر فى محاصيل عديدة تشمل الفول والعدس والقمح والشعير والذرة الشامية والرفيعة (١٨، ٢٠، ٢٩، ٣٠، ٣١، ١٠٢، ١٢٠، ١٢٢)، ومحاصيل الخضر كالبصل والبسلة والبطاطس والثوم (١٩، ٢٦، ٢٧، ٢٨) نتيجة المعاملة بالمبيدات الموصى باستخدامها فى مكافحة الحشائش فى تلك المحاصيل. ومثل هذه التأثيرات عادة لا تظهر نتائجها المباشرة على غلة المحصول المعامل فى زمن يسير كعام أو بضعة أعوام.

وتبدو أهمية هذه الدراسات فى إبراز الدور المحتمل لاستخدام المبيدات فى تأثر الأصناف النباتية الاقتصادية المنزرعة، خاصة عند تعاقب استخدام المبيد على محصول ما لسنوات طوال. وقد ثبت مؤخرًا فى بعض الدراسات المستفيضة بالولايات المتحدة تورط تعاقب استخدام بعض مبيدات الحشائش فى تدهور محصول القطن فى بعض الولايات والذى بدأ أواسط الستينات (١٣٢، ١٣٤، ١٦٠).

ومن ناحية أخرى فقد يتأثر المحصول اللاحق - أو المنزرع عقب المحصول المعامل - بوجود متبقيات من المبيد فى التربة كافية لضرره. وكثيرًا ما يحدث هذا الأمر فى حالة مبيدات الحشائش من مجموعة الترايازين، نظرًا لدرجة بقائها الطويل فى التربة والذى قد يصل إلى عام أو أكثر خاصة فى التربة الطينية، حيث يتأثر المحصول اللاحق، ويلحق به الضرر وقد يقضى عليه تمامًا (٧٢).

مقاومة الحشائش لفعل المبيدات

بالإضافة إلى ما سبق، فإن الحشائش نفسها قد تبدى نوعًا من المقاومة إزاء فاعلية المبيد المعامل عليها، وبخاصة عند استخدام تركيزات غير قاتلة من المبيد على مجتمع الحشيشة بصفة متكررة (١١٧، ١١٩)، حيث تمثل المعاملة المتكررة - كما ذكر من قبل - وبخاصة للجرعات غير القاتلة، نوعًا من الضغط الانتخابى الذى يجرى فيه بقاء وتكاثر الأفراد النباتية التى استطاعت أن تفلت من أثر المبيد الضار، والتى تحور نفسها جيلاً بعد جيل لتصل بالمجتمع العشبى إلى حالة المقاومة الكاملة.

كما يساعد على ظهور صفة المقاومة للمبيد، عدم التخلص من بذور العشب المعامل الذى لم يتأثر بالمبيد، واتباع دورة زراعية لا تسمح بزراعة محاصيل الرعى مثل البرسيم بما لا يسمح بحش العشب فى بعض أجياله قبل إزهاره وإثماره، وترك بذوره لتعود إلى التربة عامًا بعد عام.

وخلال عقد الخمسينات كانت هناك توقعات بحتمية حدوث ظاهرة المقاومة لفعل مبيدات الحشائش. وفى ذلك الوقت كان قد بدأ بالفعل ظهور مقاومة لبعض الآفات الأخرى لفعل المبيدات متمثلة فى الحشرات ومسببات الأمراض. وعلى رغم ذلك، لم يظهر شيء تجاه مبيدات الحشائش حتى عام ١٩٦٨م حين تم اكتشاف أول حشيشة مقاومة لتلك المبيدات وهى طراز حيوى biotype من نبات المُرار *Senecio vulgaris* (آتى ذكره تفصيلاً فى الفصل العاشر) لم يؤثر فيه مبيد السيمازين (المثبط للنظام الضوئى ٢ photosystem II). وخلال العقدين التاليين كان هناك عديد من التقارير عن طرز حيوية من الحشائش أظهرت مقاومة لهذه النوعية من مبيدات الحشائش (مجموعة التريازين).

وحتى منتصف الثمانينات، تم تسجيل ما لا يقل عن ٣٧ نوعًا من الحشائش أصبحت لا تتأثر بفعل مجموعة مبيدات التريازين وحدها بعد أن كانت حساسة لها. كما دل حصر عالمى تم عام ١٩٨٩م على وجود ٥٧ نوعًا من الحشائش (٤٠ نوعا من ذوات الفلقتين و١٧ نوعًا من ذوات الفلقة الواحدة) بها طرز حيوية أظهرت مقاومة للتريازينات. وعلى مستوى العالم قدر أنه يوجد نحو ٣ ملايين هكتار موبوءة بحشائش مقاومة لفعل مجموعة التريازين. ومعظم الطرز الحيوية المقاومة توجد فى حقول بأمريكا الشمالية وكندا وأوروبا وخاصة فى حقول ذرة تمت معاملتها بتلك المبيدات لعديد من الأعوام المتتالية. وفى الوقت الحالى مسجل ما يزيد عن ٢٧٠ من الطرز الحيوية لأنواع الحشائش مقاومة لفعل بعض مبيدات الحشائش.

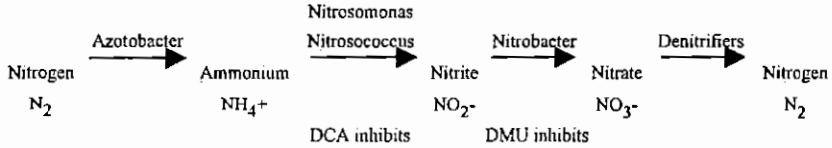
حيوانات الرعى

قد تتسبب المعاملة بمبيدات الحشائش فى حدوث أخطار غير محسوبة على الماشية التى تتغذى بحشائش معاملة بتركيزات غير قاتلة لتلك الحشائش (١٤٤). فقد ترتفع مثلاً نسبة السكريات فى الحشائش السامة – التى تحتوى أصلاً على مواد طاردة للماشية – إلى الدرجة التى تصبح فيها مقبولة للماشية فتؤذيها (١٧٩). كما أن زيادة نسبة حمض الهيدروسيانيك من الأمور غير المتوقعة التى حدثت فى بعض الحالات (١٥٩). وفى حالات أخرى ارتفعت نسبة النيترات

بحدة فى الحشائش عقب معاملتها بتركيزات غير قاتلة من بعض مبيدات الحشائش، والتى تتحول بدورها إلى النيتريت السام فى المعدة الأولى للحيوانات المجترة (٨٧).

كائنات التربة الدقيقة

على رغم أن كثيرًا من كائنات التربة الدقيقة لها دورها فى تكسير وتحلل مبيدات الحشائش، وأنها سرعان ما تنتج أجيالاً مقاومة لأثر المبيدات عليها، يساعدها فى ذلك قصر دورة جيلها الواحد، والتى قد تكون دقائق معدودة، فإن لبعض مبيدات الحشائش آثارًا قوية على بكتيريا التربة النافعة مثل بكتيريا النيترة وبكتيريا العقد الجذرية (٤٣، ٥٢، ٧٥، ١٤١). ومن الأمور الغريبة أن نواتج تحلل بعض المبيدات كالدايرون مثل (DCA, DMU) قد تتسبب فى تراكم مركبات النيتريت السامة فى التربة خلال تأثيرها على بعض الكائنات الدقيقة الموجودة (٥٦) كالتالى:



وبعض هذه المبيدات أيضًا يعد سامًا لعدد من فطر التربة المفيد مثل *Trichoderma viridis* التى تهاجم الفطريات الضارة (١٧٨). كما قد يشجع بعضها هجوم الفطر الضار على المحاصيل مسببة لها أمراضًا خطيرة كمرض لفحة الطماطم ومرض الذبول (٤٠). وعجبًا حينما نعلم ازدهار بعض الأمراض الفيروسية فى بعض المحاصيل كالخيار عقب معاملة بعض مبيدات الحشائش (٦٤، ١١٣). ومن ناحية أخرى، ثبت تأثير بعض مبيدات الحشائش – المستخدمة بعد الانبثاق – على بكتيريا *Bacillus thuringiensis* التى تستخدم لمكافحة بعض الآفات الرئيسية مثل دودة ورق القطن (١٣٧).

اللافقريات

يؤثر عدد غير قليل من مبيدات الحشائش على نحل العسل حال سروحه على النباتات المعاملة (١٣٦). كذلك فإن تراكم الجرعات الضئيلة - غير القاتلة للنحل - فى العسل الناتج خلال الرحيق المجموع أمر محتمل الحدوث فى حالات عديدة. وحتى ديدان الأرض - النافعة لتهوية التربة - لا تسلم من أثر بعض مبيدات الحشائش عليها، حيث وجد خفضًا لكثافة أعدادها فى حالات كثيرة (١٢٧). كما تبين أن عديدًا من مبيدات الحشائش تؤثر على بعض الأعداء الطبيعية من مفترسات الآفات الحشرية وطفيلياتها (٢١، ٣٢، ٣٣)، مما يتسبب فى زيادة أعداد تلك الآفات كالمنّ (٢٢). كما وجدت أيضًا تأثيرات عريضة من مبيدات الحشائش على الحياة الحيوانية بالتربة من حشرات وديدان نافعة وذلك لغياب الغطاء النباتى على سطح التربة نتيجة المعاملة (٨٦).

الأسماك والحياة البرية

تقاس درجة سمية المبيدات عمومًا على الأسماك، بقيم التركيز القاتل لنصف مجتمع الأسماك lethal concentration for 50% (LC50) المعرض للمبيد لمدة زمنية محددة «٢٤ أو ٤٨ أو ٧٢ ساعة». وتتفاوت المبيدات فى درجة سميتها على الأسماك، كما تتفاوت أنواع الأسماك فى درجة تحملها لمبيد معين. فقد يكون التركيز النصفى القاتل لبعض أنواع الأسماك بضعة أو عشرات الأجزاء فى المليون «مثل بعض مبيدات الحشائش من مشتقات اليوريا وبعض المبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية»، وقد تصل قيمة ذلك التركيز إلى مئات من الأجزاء فى المليون لبعض المبيدات الأخرى من مبيدات الحشائش والمبيدات الحشرية (٥٦).

ولا يعنى الأمر أيضًا بالضرورة أن يكون المركب مبيدًا حشريًا مثلاً لكى يهدد حياة الأسماك، فهناك بعض مبيدات الحشائش وعلى قمتها مبيد الأكرولين، الذى يتقارب فى سميته الحادة على الإنسان مع المبيد الحشرى التمارون ويزيد فى سميته عن بعض المبيدات الحشرية الأخرى كالبولستار والكوراكرون والسوميسيدين. ولهذا المبيد تأثير قاتل لكل صور الحياة المائية، ويستطيع أن

ينسف الثروة السمكية عند وجوده بتركيز يقل عن جزء واحد فى المليون (٤٩)، لذلك فإنه من غير المسموح به أصلاً معاملته فى مياه بها أسماك قبل انقضاء أسبوع على الأقل من وقت المعاملة. وقد استخدم هذا المبيد فى مصر لعدة سنوات لمكافحة الحشائش المائية المغمورة فى القنوات المائية، ثم أوقف استخدامه منذ أوائل التسعينات بصدور قرار حظر استخدام المبيدات فى مكافحة الحشائش المائية، وبعد وضعه - فى تقرير منظمة الصحة العالمية لعام ١٩٩٠/ ١٩٩١ م - على قائمة المبيدات التى بدأ الحد من استخدامها دوليًا (١٨٤).

وقد لا يكون المبيد فى حد ذاته سامًا على الأسماك، ولكن بتحلله فى الماء قد تنتج مركبات سامة، مثل مبيد البروبانيل، المتخصص فى مكافحة حشائش الأرز، حيث يتحول إلى مركب دايكلورو أنيلين dichloroaniline الضار بالأسماك الأمر الذى يهدد وجودها فى مزارع الأرز (٥٦). وحتى الجرعات غير القاتلة للأسماك من بعض المبيدات قد تتراكم فيها لبضعة أسابيع عقب وصول المبيد للبيئة المائية «خلال مياه الصرف مثلاً»، وتصل الجرعات المتراكمة فى تلك الأسماك إلى الإنسان باستهلاكه لها.

وعلى ضوء الاحتمالات القائمة من تسمم الأسماك، والحياة البرية فى مجملها، فقد أمكن تفسير - جزئيًا على الأقل - دور المبيدات فى تدهور الثروة السمكية فى القنوات المائية فى مصر، والانخفاض الحاد فى بعض أنواع الطيور البرية كالعصافير، والاندثار المحسوس لبعض الأنواع الأخرى كالغراب والحدأة فى كثير من المناطق (٣).

التعامل اليقظ

نظرًا للآثار الجانبية للعديد من المبيدات - بصفة عامة - على الإنسان ومكونات البيئة والتى ذكر منها أمثلة محدودة، بدأت كثير من الدول ومنذ وقت بعيد فى التنبه لمخاطر المبيدات كسلاح ذى حدين (١١٠)، حيث تتعامل معها بحذر شديد بدءًا من معاملتها حقليًا وحتى وصول متبقياتها إلى الغذاء عبر نباتات المحاصيل والخضر والفاكهة والمزروعات غير التقليدية التى يستهلكها الإنسان كنباتات الزينة والدخان.

كما تقوم الدول المتقدمة – والتى تولى نوعية الغذاء قدر الاهتمام بالكم من الإنتاج – بعمل مسح دورى لأراضيها ومياهها السطحية والجوفية، لتَقَفِّى أثر متبقيات المبيدات فى البيئة، وعند تجاوز أى مبيد لحد الأمان الموضوع له، تتخذ كافة الإجراءات التى تصل إلى حد الحظر الكامل للاستخدام. ومن أمثلة ذلك ما اتخذ بالسويد عام ١٩٨٩ م (١١٦)، وبألمانيا الغربية عام ١٩٩٠ م نحو حظر استخدام أحد مبيدات الحشائش من مجموعة الترايازين وهو مبيد الأترازين، وذلك عقب وصول تركيزه فى المياه الجوفية إلى ٦ ميكروجرام فى اللتر «أى ٠,٠٠٠,٠٠٦ جرام فى اللتر»، نظرًا لأن أقصى تركيز مسموح به فى مياه الشرب هو ٠,١ ميكروجرام فى اللتر وهو الحد الذى وضعته دول السوق المشركة لهذا المبيد (١١٥). وعلى رغم وقف استخدام هذا المبيد، إلا أنه ما فتئت بقاياه تهبط مع مياه الرشح ملوثة للمياه الجوفية فى الأراضى الألمانية لسنوات طوال (١٠٨). وجدير بالذكر أن هذا المبيد استخدم فى مصر بتوسع فى مكافحة حشائش الذرة الشامية لسنوات طويلة لفاعليته العالية فى القضاء على أنواع الحشائش السائدة.

ولو نظرنا – من جهة أخرى – إلى استخدام المبيدات فى معظم الدول النامية، نجد أن هناك عديداً من أوجه القصور فى التعامل مع المبيدات (٢٤)، والتى تتمثل فى ضعف تطبيق الاحتياطات الضرورية لمنع وتقليل أخطار المبيدات عند التداول والمعاملة والتخزين وشيوع اتباع الوسائل اليدوية فى المعاملة وقلة اتباع النظم الميكانيكية الحديثة، وضعف متابعة متبقيات المبيدات فى البيئة بعد المعاملة لتحديد مستواها، وافتقار وجود برامج للتقييم الدورى لدور المبيد فى مكافحة الآفة المستهدفة وأثار المبيد الجانبية، وعدم الدقة فى استخدام الجرعات المقررة الموصى بها، إلى جانب هزال مستوى المعلومات لدى المزارعين والمستخدمين فيما يتعلق بسمية المبيدات ومدى بقائها فى التربة والماء وعلى المحصول المعامل ومنتجاته. وبهذا فإنه يمكن القول: إن التطبيق الواقعى لاستخدام مبيدات الآفات فى هذه الدول يمثل نقلاً منقوصاً لتكنولوجيا المكافحة الكيميائية المنقولة عن الدول المتقدمة.

وبزيادة عمق القصور فى تلك الأوجه، تزداد احتمالات السميات الحادة والمزمنة للمبيدات المستخدمة. ويزيد الأمر خطورة، أنه عند عدم خضوع تجارة المبيدات للرقابة والسيطرة كسموم، تزيد احتمالات الاستخدام الخاطئ فى الزراعة، أو الاستعمال غير المسئول، كالذى يلجأ إليه بعض الصيادين فى استخدام المبيدات الحشرية فى الصيد السهل للسمك من القنوات المائية بما يحمله من مخاطر التسمم.

مواجهة الخطر

على رغم أن تطبيق كافة الاحتياطات الضرورية لدرء أخطار المبيدات أثناء المعاملة وبعدها يلازمه عادة تحجيمًا للأثار الجانبية الضارة على الإنسان ومكونات البيئة، فإن البعض ينادى بالتوقف عن استخدامها وبخاصة فى الدول النامية. وقد يتساءل البعض، هل السبل البديلة للمبيدات كافية للتعامل مع الحشائش والآفات المؤذية الأخرى والحد من أضرارها ؟

وفى هذا المضمار، لا خلاف أن استخدام أى سلاح، لابد أن يزامنه حماية كاملة لمستخدميه. فلو كان ظهر السكين الذى نستخدمه فى إعداد الطعام حادًا لما استخدمناه بمثل ما نستخدمه به من سهولة وأمان. والمبيدات الفاعلة سلاح فتاك على الآفة، لكنها كمواد كيميائية، لكثير منها أضرارها على الإنسان والبيئة، واستخدامها لابد أن يواكبه اتباع كل سبل الحيطة والوقاية والحماية التى تطبقها الدول المنتجة لها فى أراضيها، ذلك إذا ما وضع فى عين الاعتبار مضمون البيئة وعناصرها، والتى تنعكس فى النهاية بإيجابياتها وسلبياتها على الإنسان. وهذه السبل تتبع وتنفذ بوجود الوعى الكافى لدى الأفراد، خاصة عند مصاحبته بالإعلام المستنير والإرشاد الجاد والتقنين الملزم، خلال مراحل استخدام المبيد وتداوله ومتابعة متبقياته فى البيئة. وهنا يبرز تساؤل حول إمكانية تنفيذ ذلك، والشك فى سهولة إتمام السيطرة على هذه الأمور واقعيًا تحت ظروف مجتمعات الدول النامية.

لهذا، يظهر بوضوح أهمية استنفاد كل سبل المكافحة الأخرى أولاً، قبل الشروع فى استخدام الكيميائيات، إذا ما وضعت صحة الإنسان وبيئته فى المقام

الأول. وتتنوع السبل الفاعلة للمكافحة غير الكيميائية للحشائش من مكافحة ميكانيكية متطورة، ومكافحة حيوية متخصصة باستخدام الأعداء الطبيعية، وغمر التربة وتشميسها بوسائل فاعلة وغيرها.

وقد بات الاتجاه إلى الوسائل غير الكيميائية فى مكافحة الآفات أمرًا مطلوبًا فى الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، خاصة بعد أن بدأت هيئات حماية البيئة فى كثير من دول العالم فى تكثيف جهودها إزاء الوضع المتدهور للبيئة، هذا الوضع الذى لم يحدث سوى خلال بضعة عقود خلت والذى ينبئ بكوارث بيئية بعد عدة عقود أخرى، قد تهدد بالفعل بقاء الإنسان ذاته وما سخره الله له من كائنات نافعة، نتيجة زيادة الملوثات بأنواعها والتى تمثل المبيدات ركنًا أساسيًا فيها، كما ازدادت أعداد المؤتمرات والندوات المهتمة بالبيئة والتى توجت بقمة الأرض عام ١٩٩٢ م ومؤتمر جوهانسبرج عام ٢٠٠٢م، وزاد عدد أحزاب ومؤيدو صون البيئة على مستوى العالم باضطراد، والتى تسعى ضمن أهدافها إلى إظهار مخاطر المبيدات بأنواعها والحد من استخدامها. هذا إلى جانب دور التطوع الإيجابى الناجم عن درجة الوعى العالية، كالذى يقوم به الأفراد من مختلف الأعمار فى بعض الدول كالولايات المتحدة للمحافظة على سلامة بيئتهم بجمع عينات المياه من البحيرات وإجراء التحليلات البسيطة عليها ثم إرسالها للمعامل المتخصصة لاستكمال التحليلات الأخرى (٤٢).

وقد أسهم هذا الاهتمام فى تكثيف البحوث والدراسات على البدائل الأكثر أمانًا، والتى أثمرت فى مجال مكافحة الآفات الحشرية مثلاً – التى طال فيها استخدام المبيدات – عن الإمكانات الهائلة للوسائل المأمونة لتعقيم ذكور الآفات الحشرية وإطلاقها، وكذلك استخدام المُشتِّتات الجنسية أو الجاذبات والفِرْمُونات لصيدها بكميات عظيمة أو التأثير على تلقيحها للإناث. هذا إلى جانب تركيز الاهتمام بسبل الوقاية من تلك الآفات، كتبكير موعد زراعة القطن لتفادى الإصابة الشديدة بديدان اللوز بخطرها الداهم على المحصول، والعناية بنقاوة الحشائش التى تساعد على انتشار الآفات الحشرية والفطرية وغيرها. ومثل هذه الطرق لا تقل فى أهميتها عن المبيدات الكيميائية، بل تفوقها فاعلية فى كثير من الأحيان

خاصة عند تطبيقها فى تناسق وتكامل خلال جهد منظم موجه. ولكل الأسباب السابقة، لجأت كثير من شركات المبيدات العالمية إلى الاندماج معًا بعد تقلص مبيعاتها وإنتاجها، خاصة بعد انخفاض استهلاك المبيدات عالميًا.

ولعل للدول النامية أسوة طيبة، فى الزراعة اللاكيميائية، بعديد من الدول التى تهتم بنوعية البيئة،والتى قد يمكن أن تحذو حذوها يومًا، بعد الاستغناء التدريجى عن استخدام المبيدات، خلال مراحل من استعمال البدائل فى تضافر وتكامل. ولا شك أنه حينما تزدهر الأعداء الطبيعية للآفات، بعد الحد من استخدام المبيدات التى عادة ما تؤثر سلبًا عليها، فإن هذا سوف يساهم قدمًا فى السيطرة على أية آفة مهلكة.

ويجدر القول بأنه قد تم ومنذ بداية التسعينات التنبه فى مصر لتلك المخاطر، وتم الحد من استهلاك المبيدات تدريجيا، والذى وصل فى متوسطه فى مصر فى الفترة من أوائل الستينات إلى أواخر الثمانينات إلى حوالى ٣٠ ألف طن سنويًا، وقد وصل الاستهلاك حاليًا إلى أقل من ٣ آلاف طن سنويًا، وبدأ تطبيق مفهوم المكافحة المتكاملة بصورة عريضة، إلى جانب التوقف التام عن استخدام مبيدات الحشائش المائية منذ مطلع التسعينات.