الفصل السابع

السيطرة على المواد الكيماوية السامة ومكافحتها

سندرا بوستل

ترجمة

د. الياس صليبا

يتميز مسار العصر الكيماوي بصعوبة التوفيق بين منافع المواد الكيماوية ومخاطرها إذ أظهرت الأحداث مؤخراً أن لشعار «حياة أفضل عن طريق الكيمياء» أثماناً باهظة، فمبيدات الآفات التي كنا نظن أنها تتحلل في التربة تلوث آبار الشرب في المناطق الريفية كما تتسرب المواد السامة من المواقع المهجورة لتصريف النفايات لتصل إلى مياه الشرب في المدن فتلوثها. لقد أدى تسرب غاز من مصنع لإنتاج الكيماويات في بوبال في الهند إلى مقتل ما يزيد عن ألفي إنسان، كما تسببت مبيدات الآفات التي وصلت من أحد المستودعات إلى مياه نهر الراين في القضاء على نصف مليون سمكة وتلويث مصادر المياه والتسبب في وقوع أضرار بيئية جسيمة، ومن الواضح أن المواد الكيماوية قد لوثت البيئة بطريقة أو بأخرى بالرغم من إجراءات الوقاية والمكافحة التي تقوم بها المجتمعات الإنسانية.

يؤدي استخدام مبيدات الآفات الزراعية وتصريف المخلفات الكيماوية للصناعة إلى طرح مئات الأطنان من المواد التي قد تحمل معها أخطاراً للبيئة كل عام[1]، ومن هنا فإن الاستراتيجيات التي تؤدي إلى التقليل من استعمال مبيدات الآفات وتحد من كميات النفايات الصناعية توفر طرقاً غير مكلفة للحد من أخطار المواد الكيماوية، وتختلف هذه الطرق اختلافاً كبيراً عن الممارسات الحالية مما يستدعي إيجاد أساليب تفكير جديدة يستعاض من خلالها عن استخدام المبيدات وإجراءات مكافحة التلوث التي تتم عند نهاية خط الإنتاج بنظم إنتاج تهدف إلى التوفيق بين المكاسب الاقتصادية وحماية البيئة.

إن باستطاعة التقنيات والطرق الحديثة التقليل من استخدام المبيدات إلى النصف والحد من نفايات الصناعة بمقدار الثلث خلال العقد القادم، كما وتشير المحاولات الحالية الناجحة لاستخدام تلك التقينات إلى أن بإمكان المزارعين ورجال الصناعة تحقيق مكاسب اقتصادية وتوفير حماية أفضل للمواطنين والبيئة في نفس الوقت، وبالرغم من ذلك فإن السياسات المتبعة قد فشلت في تشجيع تلك التقنيات ودعمها بل إنها، وفي بعض الحالات، وقفت حجر عثرة في طريقها. وبشكل عام، فإن الالتزام الشعبي بدعم البحث والتطوير والتثقيف والتدريب على تلك الطرق ضعيف وغير كافٍ لتوسيع مجالات استعمال تلك التقنيات بشكل كبير.

ظلال العصر الكيماوي

تعرّف المركبات العضوية بأنها تلك التي تحتوي على عنصر الكربون الذي يتميز عن غيره من العناصر بسهولة اتحاد ذراته بعضها مع بعض لتتشكل عنها السلاسل والحلقات، أو بسهولة اتحادها، وبطرق مختلفة، مع عناصر أخرى شائعة كالهيدروجين والنيتروجين والكلور، ولقد تمكن العلماء والباحثون خلال العقود الأخيرة من الاستفادة من خصائص الكربون ليس فقط في تخليق مركبات كتلك الموجودة في الطبيعة بل وفي تصنيع ملايين المركبات الجديدة التي لم يكن لها نظير طبيعي، فمهدوا بذلك الطريق لظهور مجموعات كبيرة من المنتجات الصناعية والاستهلاكية التي غيرت ملامح المجتمع من المركبات البلاستيكية والمبيدات إلى حبوب تنظيم الحمل وألياف البولي استر[٢].

ومنذ الحرب العالمية الثانية، ازداد عدد المركبات الكيماوية المصنعة وكمياتها بشكل كبير جداً، ففي الولايات المتحدة الأمريكية ارتفع الإنتاج السنوي للمركبات الكيماوية المصنعة خمسة عشر ضعفاً ما بين عام ١٩٤٥ وعام ١٩٨٥، أي من ٦,٧ مليون طن إلى ١٠٢ مليون طن (انظر الشكل رقم ٧-١). وعلى الصعيد العالمي، هناك حوالي ٧٠٠٠٠ مركب كيماوي مستعمل في الوقت الحاضر، ويضاف إلى تلك القائمة كل عام ما بين ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ مركب جديد ولا تلوح في الأفق أية علامة تشير إلى عدد المركبات التي يمكن تصنيعها[٣].

لقد اعتمد المزارعون قبل الأربعينات على مجموعة من الطرق الميكانيكية والكيماوية والبيولوجية للحد من ضرر الآفات على مزروعاتهم، إلا أن اكتشاف مبيد الـ د.د.ت قد أدخلنا في عصر جديد يتميز بالاعتماد شبه الكامل على الكيماويات لمكافحة الآفات. لقد كان الـ د.د.ت أسلم وأشد فعالية سواء من مادة السيانيد التي تحتوي على الزرنيخ أو من مركبات النيكوتين والتي استعملت جميعها منذ أمد طويل في مكافحة تلك الآفات، كما كان أرخص نسبياً وذا أثر فعال يستمر طويلاً في التربة وهو في نفس الوقت سام لعدد كبير من الحشرات، وبذلك أدت المواد الكيماوية المصنعة إلى تخليص المزارعين من القلق الذي يُصيبهم نتيجة غزو الحشرات لمزروعاتهم ومن تعقيدات عمليات مكافحة الآفات مما جعل الطلب على تلك المبيدات يتعاظم بينما يتضاءل الاهتمام بالطرق غير الكيماوية لمكافحة الآفات[٤].

الشكل ٧-١. إنتاج المركبات العضوية المصنعة في الولايات المتحدة ما بين ١٩٤٥-١٩٨٥

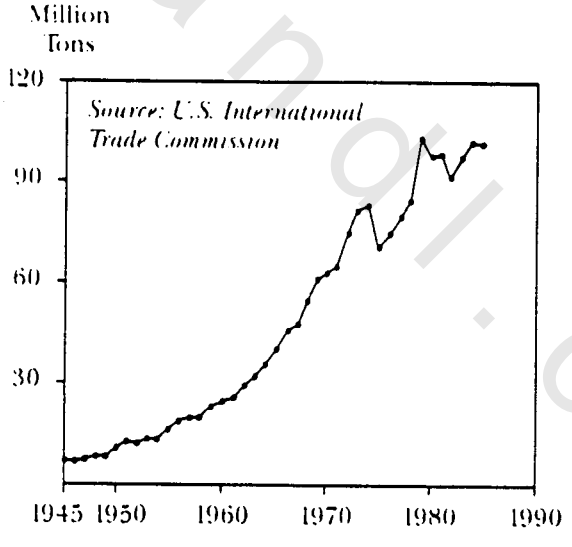

Figure 7-1. Synthetic Organic Chemicals Production, United States, 1945-85

وفي الولايات المتحدة الأمريكية ارتفع استخدام المبيدات في الزراعة ثلاثة أضعاف في الفترة ما بين ١٩٦٥ و١٩٨٥ (انظر الشكل ٧-٢)، فقد قام المزارعون

برش ٣٠٠,٠٠٠ طن من المبيدات على الأراضي الزراعية في عام ١٩٨٥، أي بمعدل ٢,٨ كيلو غرام (٦,٢ باوند) لكل هكتار من الأراضي المزروعة. وعلى وجه التقريب، فإن ٧٠٪ من الأراضي المخصصة لزراعة المحاصيل (عدا الأراضي المزروعة بالفصة وما شابه والمراعي والأحراج) ترش بمبيدٍ ما بما في ذلك ٩٥٪ من المناطق المخصصة لزراعة الذرة والقطن وفول الصويا[٥].

إن كمية المبيدات الكيماوية المستعملة في الدول النامية ومدى استخدامها بالمقارنة مع الدول الصناعية هما على الغالب أقل بكثير، ومع هذا فقد أخذ استعمال المبيدات في بعض الدول النامية يتزايد وبشكل سريع، وأصبحت تلك الكيماويات جزءاً من مجموعة المدخلات التي تم تشجيع استعمالها لتحسين إنتاج الغذاء في العالم الثالث خلال ما سمي بالثورة الخضراء، كما أن التحول نحو زيادة إنتاج محاصيل تصدر للخارج قد حفز أيضاً على زيادة استخدام المبيدات إذ غالباً ما يعني الاستثمار في المدخلات الكيماوية زيادة في مبيعات تلك المحاصيل، ففي الهند ارتفعت كمية المبيدات المستعملة من ألفي طن في العام خلال الخمسينات إلى أكثر من ٨٠٠٠٠ طن في أواسط الثمانينات ويتم حالياً رش حوالي ٨٠ مليون هكتار من الأراضي المخصصة لزراعة المحاصيل في الهند بالمبيدات بالمقارنة مع ستة ملايين في عام ١٩٦٠[٦].

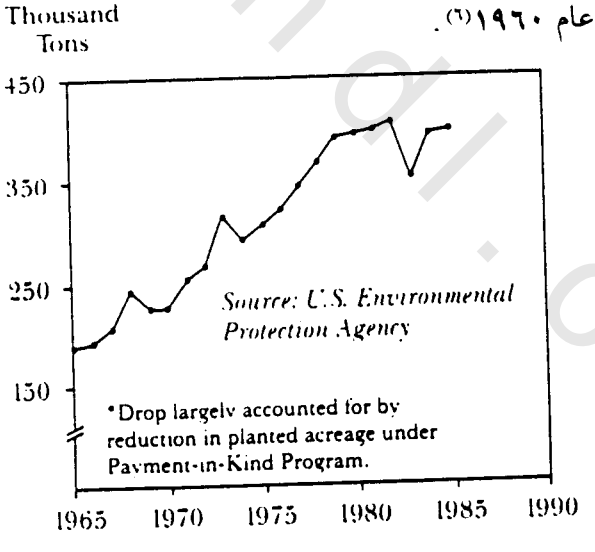

Figure 7-2. Pesticide Use in Agriculture, United States, 1965-85

الشكل ٧-٢ . استعمال مبيدات الآفات في الزراعة في الولايات المتحدة ما بين ١٩٦٥-١٩٨٥

إن المعلومات المتوفرة حول إنتاج الفضلات الصناعية وتصريفها هي، لسوء الحظ، شحيحة وأكثر إرباكاً من تلك المتوفرة حول المبيدات إذ تعطي الدول تعريفات مختلفة لما تسميه بالفضلات «الخطرة» أو «الخاصة» أو «الصناعية» مما يخلق صعوبات عند المقارنة بين الدول. إن الممارسات الحالية في معالجة الفضلات الصناعية تعكس، في كثير من الحالات، عقلية «بعيد عن العين بعيد عن البال» والتي سادت في الخمسينات والستينات. إن جزءاً كبيراً من النفايات يتم التخلص منه إما على سطح الأرض أو في باطنها عن طريق آبار الحقن والحفر والبرك والبحيرات الصغيرة وحفر الطمر، إلا أن أيًّا من هذه الممارسات يحمل في طياته خطر تلويث المياه الجوفية إذ يؤكد الخبراء بأن النفايات ترشح من حفر الطمر والبرك السطحية مهما كانت محكمة البناء[٧].

وفي العديد من الدول النامية التي تحاول الانتقال باقتصادها إلى مرحلة التصنيع تتزايد كميات النفايات الخطرة رغم أن مجموع ما تنتجه من نفايات ـ وإن كان يستحيل تقديره بدقة ـ ضئيل جداً بالمقارنة مع مثيله في الغرب. ويطبق عدد قليل من تلك الدول تعليمات تهدف الحد من كمية النفايات، كما تتوفر لعدد ضئيل منها فقط التقنية المتقدمة الضرورية للقيام بذلك بكفاءة، وعليه تقوم المؤسسات الصناعية بتصريف فضلاتها إما بطمرها في حفر الطمر المخصصة للفضلات المنزلية أو تقوم بخزنها في أماكن خاصة أو تطرحها في البيئة بطريقة اعتباطية غير مناسبة، ففي الصين مثلاً حيث تبلغ كمية الفضلات الصناعية وما شابه حوالي ٤٠٠ مليون طن سنوياً تغطي أكوام الفضلات الخطرة ما يقرب من ٦٠٠٠٠ هكتار من الأراضي في الوقت الحاضر[٨].

العواقب والمخاطر

يتوقف خطر أي مركب كيماوي على الصحة في حالة وصوله إلى البيئة على عاملين أساسيين: سُميَّة المركَّب، ومدى تعرض الإنسان له، ولسوء الحظ فإن معرفتنا بالنتائج الضارة للمركبات العضوية المصنعة جاءت بعد فترة طويلة من طرح تلك المركبات في الأسواق.

يقدر مجلس البحث العلمي الوطني في الولايات المتحدة الأمريكية بأنه لا تتوفر معلومات حول سميَّة ٧٩٪ من المواد الكيماوية المدرجة على القائمة التي أعدتها وكالة حماية البيئة والبالغة أكثر من ٤٨٥٠٠ مادة، فقد تمت دراسة أقل من خُمس تلك المواد لتحديد آثارها على المدى القريب في حين تمت دراسة ما لا يزيد عن عُشرها لمعرفة تأثيرها على المدى البعيد (كالتسبب في السرطان مثلاً) وعلى التكاثر أو التسبب في حدوث الطفرات. وأكثر المواد التي أجريت عليها الدراسات المستفيضة هي المبيدات، ومع هذا فلا تزال هناك بعض الثغرات. إن السماح بإنتاج تلك المركبات واستعمالها قبل معرفة تأثيراتها الضارة قد عرض المجتمع لمفاجئات غير سارة(٩).

وتشكل المبيدات جزءاً صغيراً من مجموع المواد الكيماوية الشائعة الاستعمال والبالغ عددها ٧٠٠٠٠ مادة لكن أخطارها المحتملة كبيرة جداً فهي تهدف ـ على عكس المركبات الصناعية الأخرى ـ إلى تغيير أو القضاء على كائنات حية علاوة على أن رشها على مناطق واسعة يشكل مصدر خطر ليس فقط على المزارعين بل على السكان عامة من خلال ما يتبقى منها على المحاصيل الغذائية وتلويثها لمياه الشرب.

تقع في العالم كل عام ما بين ٤٠٠,٠٠٠ إلى مليوني حالة تسمم بالمبيدات معظمها بين المزارعين في الدول النامية تنتهي ما بين ١٠٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠ حالة منها بالوفاة كل عام مما يجعل ـ بالمقارنة ـ وفاة ٢٠٠٠ من سكان مدينة بوبال في الهند نتيجة تسرب غاز سام أمراً بسيطاً بالرغم من فداحة الحادث ومأساويته، لكن لا تتوفر تقديرات مماثلة للوفيات والأمراض الناتجة عن التعرض المزمن لمستويات منخفضة من الكيماويات المستعملة في الزراعة مع أن الصورة لا تبعث على التفاؤل(١٠).

إن العديد من المواد الكيماوية التي حرم أو حدد استخدامها في الدول الصناعية ما يزال شائع الاستعمال من قبل المزارعين في العالم الثالث، فتشكل كمية مبيد الـ د.د.ت والبنزين هكسكلوريد ـ وقد حرم استخدامها في الولايات المتحدة ومعظم أقطار أوروبا ـ أكثر من ثلاثة أرباع كميات المبيدات المستعملة في

الهند، وقد وجدت بقايا من هذين المبيدين اللذين يشك بكونهما مادتين مسرطنتين في جميع عينات الحليب التي أخذت من ٧٥ امرأة مرضعة في منطقة البنجاب الهندية. هٰذا وتبلغ الكميات التي يأخذها الأطفال من هذين المبيدين مع حليب أمهاتهم ٢١ مرة الحد المسموح به، كذلك فقد احتوت عينات حليب أخذت من أمهات مرضعات في نيكاراغوا كميات من الـ د.د.ت تدعو للذعر إذ تفوق ٤٥ مرة الحدود التي تسمح بها منظمة الصحة العالمية[١١].

ومما يدعو للسخرية والعجب أن المستهلكين في الدول الصناعية التي حرمت أو حددت استعمال تلك الكيماويات يتعرضون لها من خلال تناولهم للأغذية المستوردة وفي ذلك يكتمل ما دعاه البعض «دائرة السم»، وبالإضافة إلى ذلك فقد أشارت دراسة أجراها مجلس البحوث القومي الأمريكي عام ١٩٨٧ إلى أن ما يتبقى من مبيدات في المنتوجات الغذائية التي تزرع في الولايات المتحدة يدعو أيضاً للقلق، كما تشير الدراسة إلى أنه، وفي أسوأ التقديرات، يحتمل أن يزداد عدد حالات السرطان بحوالي ٥٨٠٠ حالة لكل مليون نسمة من السكان إذا ما امتدت حياتهم لعامها السبعين؛ وهذا الرقم أعلى بكثير من الحد المقبول الذي تسمح به وكالة حماية البيئة لخطر تسبب المواد الكيماوية للسرطان والبالغ واحد لكل مليون. وإذا ما ترجمت تقديرات مجلس البحوث القومي إلى أرقام فعلية حسب عدد سكان الولايات المتحدة فذلك يعني ظهور ١,٤ مليون حالة جديدة أي ٢٠٠٠٠ إصابة سنوية إضافية ولمدة سبعين عاماً، ويتأتى ٨٠٪ من ذلك الخطر تقريباً جراء تناول السكان لخمسة عشر نوعاً من الأغذية التي تحتوي على بقايا المبيدات تأتي في مقدمتها البندورة ولحم البقر والبطاطا والبرتقال والخس[١٢].

والسبيل الثالث للتعرض لخطر المبيدات ـ وهو شرب المياه الملوثة بها ـ فيتنامى القلق بشأنه ويزداد. هذا، ولا يعرف أحد الحجم الحقيقي لمشكلة تلوث المياه إذ لم تقم أية دولة بمراقبة منتظمة لتلوث مصادر مياهها بالمبيدات لكن الدلائل تشير إلى أن الأمر وصل حداً ينذر بالخطر، ففي المملكة المتحدة تدل نتائج المسوحات الأولية إلى حدوث تلوث واسع لمياه الأنهار والجداول في المناطق الزراعية الواقعة في شرق إنجلترا، فقد وجد أن مبيد الأعشاب المعروف باسم اترازين (atrazine)

والـذي يشـك بكـونـه مادة مسرطنـة قد لوث معظم المياه السطحية في المنطقة وبمستويات تزيد تقريباً عن ثلاثة أضعاف الحد الأعلى لمبيدات الأعشاب المسموح بوجودها في مياه الشرب حسب مواصفات المجتمع الأوروبي(١٣).

أما في الولايات المتحدة، فقد أدت الممارسات الزراعية الاعتيادية إلى تلوث المياه الجوفية بما يزيد عن خمسين نوعاً من مبيدات الآفات في نحو ثلاثين ولاية وكان مبيدا الأعشاب الأكثر استعمالاً ـ وهما الالكلور (alachlor) والاترازين ـ من بين أكثر المبيدات التي تكرر الكشف عن وجودها في المياه. هذا، وقد دلت التجارب على تسبب مادة الألكلور للسرطان في الحيوانات المخبرية، الأمر الذي يشير إلى احتمال كونها مادة مسرطنة في الإنسان، كما تشير إجراءات المراقبة في ولاية ايوا التي تتمتع بأفضل برامج المراقبة في الولايات المتحدة حسب شهادة الجميع إلى أن ما يزيد عن ربع سكان تلك الولاية يتناولون مياه شرب ملوثة بالمبيدات(١٤).

إن ما يحمله التسمم بالمبيدات أو وجـود بقاياها في الأغذية أو تلويثها لمياه الشرب من تهديدات على صحـة الإنسان يختلف حسب طبيعة المبيد المستعمل والاحتياطـات المتخذة عند رشه، فالمبيدات العضوية المكلورة كالـ د. د. ت وما شابـه ليست مبيدات شديدة السميَّة لكن صعـوبة تحللها في البيئة وتجمعها في الأنسجة الدهنية قد أديا إلى تجمعها في السلسلة الغذائية وارتفاع نسبتها في حليب الأمهات المرضعات. أما المبيدات العضوية الفسفورية فمع أنها تتحلل بسرعة لكنها عالية السمية ولا يتوفر للعديد من المزارعين في العالم الثالث التدريب الكافي والأجهـزة المنـاسبـة لرشهـا دون التسبب بأضرار، أو أنهم لا يستـطيعون قراءة التعليمات الموجودة على العبوات الحاوية لتلك المبيدات. لقد أظهرت نتائج مسح أجري عام ١٩٨٥ في إحدى أقضية ولاية ريودي جانيرو البرازيلية بأن ٦ من كل ١٠ مزارعين ممن يستخدمون المبيدات قد عانوا من التسمم الحاد نتيجة تعرضهم لتلك المبيدات وبخاصة المبيدات العضوية الفسفورية والتي كانت سبب التسمم في حالتين من كل ثلاث حالات. وأخيراً، فقد ثبت أن لعدد كبير من المبيدات الحديثة القدرة على أن ترشح إلى المياه الجوفية كما أثبتت التجربة ذلك في الولايات المتحدة(١٥).

من المفترض أنه يمكن تبرير الاستعمال الواسع للمبيدات إذا ما فاقت منافعها أضرارها وأثمانها، وهي أمور بات تأكيدها أو إثباتها بالأمر الصعب، فالحشرات والأعشاب الضارة تخفض الآن إنتاج المحاصيل بحوالي ٣٠٪، والأمر الواضح هو أن هذه النسبة لا تقل عن تلك التي كانت قبل بزوغ فجر العصر الكيماوي هذا علاوة على الكلفة العالية للمبيدات، فإجراءات تسجيل المبيدات وترخيصها والتعقيدات الكبيرة أمام تصنيع الحديث منها تدفع بالصناعة الآن إلى إنفاق ما بين ٢٠-٤٥ مليون دولار لكل مبيد واحد يصل إلى الأسواق مقارنة بمبلغ ٢ , ١ مليون دولار عام ١٩٥٦[١٦].

والأهم من ذلك، لم تعد توفر المواد الكيماوية وسائل فعالة لحماية المحاصيل كما كان الحال عليه سابقاً، فنتيجة للاستعمال الكثيف للمبيدات ظهرت آفات قادرة على إزالة سمية المواد الكيماوية أو مقاومتها، وهي التي كان هدفها الأساسي القضاء على الآفات، ففي عام ١٩٣٨ عرف العلماء سبعة أنواع فقط من الحشرات والحلم التي تولدت عندها مقاومة للمبيدات وارتفع العدد في عام ١٩٨٤ إلى ٤٤٧ نوعاً بما فيها معظم الآفات الرئيسة في العالم، كذلك لم يكن لدى الأعشاب الضارة قبل العام ١٩٧٠ أي شكل من أشكال المقاومة للمبيدات، لكن منذ ذلك التاريخ ومع تزايد استعمال مبيدات الأعشاب أصبح ما لا يقل عن ٤٨ نوعاً من الأعشاب الضارة مقاوماً للمبيدات الكيماوية[١٧].

وهكذا وضع المزارعون والشركات المنتجة للمبيدات أنفسهم في سباق مع التطور السريع لآفات المحاصيل، فالكيماويات التي كان هدفها زيادة المحصول الزراعي وضبطه أدت في بعض الأحيان إلى نتائج عكسية كما حدث في نيكاراغوا بعد استعمال مكثف للمبيدات على القطن لمدة ١٥ عاماً إذ انخفض المحصول في السنوات الأربع التي تلت ذلك بمقدار ٣٠٪ بسبب اكتساب الآفات مناعة ضد المبيدات المستعملة كما قضت تلك المواد الكيماوية على الأعداء الطبيعيين للآفات، وظهرت أنواع جديدة من تلك الآفات، فكانت النتيجة أن ازداد الضرر اللاحق بالمحاصيل الزراعية مما حدا بالمزارعين بالتالي إلى زيادة استعمال المبيدات الأمر الذي زاد الطين بلة وأدى إلى تعاظم المشكلة. ويعد هذا الوضع مثالاً واضحاً على

الإشكالية المسماة «أحبولة المبيدات» والتي تشير إلى الآثار السلبية لاستخدام المبيدات إذ ارتفعت تكاليف مكافحة الحشرات على القطن لتصل إلى ثلث تكاليف الإنتاج[١٨].

كذلك الحال في مقاطعة سافولك (Suffolk) في لونغ ايلند والذي يعد القضاء الرئيس للزراعة في ولاية نيويورك حيث تخسر المبيدات الكيماوية المعركة لمصلحة خنفس كولورادو وهو حشرة تصيب البطاطا حيث يقوم المزارعون برش المبيدات عشر مرات في كل فصل بكلفة تبلغ ٧٠٠ دولار للهكتار الواحد. أما المزروعات الأخرى المهددة بالإصابة بحشرات مقاومة للمبيدات فتشمل الملفوف والأرز في منطقة جنوب شرق آسيا والذرة في الولايات المتحدة والبطاطا في أجزاء من أوروبا وشرق الولايات المتحدة والشمندر في المملكة المتحدة والقطن في مناطق مختلفة من العالم[١٩]. وفي حين تستمر شركات الكيماويات الزراعية المتنفذة في تبيان فوائد المبيدات وضرورة الاعتماد عليها تصرخ الحقائق في وجوهنا تدعونا إلى اعتماد حلول جديدة لمشاكل الآفات.

وكما هو الحال مع المبيدات، فإن مخاطر الاستعمال الواسع للكيماويات الصناعية وعواقب ذلك قد بدأت تظهر معالمها وتتضح، فقد مضى عقد تقريباً منذ أن سلطت الأضواء على المخاطر الكامنة في التصريف الاعتباطي للنفايات الكيماوية في الموقع المعروف باسم (Love Canal) في منطقة شلالات نياغارا في ولاية نيويورك، ومع هذا فالمعلومات المتوفرة في معظم الدول عن تلوث الهواء والماء والتربة بالكيماويات الصناعية هي معلومات أولية غير واضحة.

تنتشر عشرات الآلاف من المواقع المهجورة أو المستعملة لتصريف النفايات عبر أراضي الدول الصناعية وقد تجمعت فيها عبر العقود الأحماض المسببة للتآكل والمواد العضوية التي لا تتحلل إضافة إلى المعادن السامة ولم يدر ببال أحد ما إذا كانت تصل من تلك المواقع إلى البيئة أم لا. وتشير التقديرات الأولية للولايات الألمانية الغربية إلى وجود ما يقرب من ٣٥٠٠٠ موقع من هذه المواقع المسببة للمشاكل، وتستمر الجهود لتحديد أعداد المواقع التي تشكل مصدراً لمخاطر كبيرة، هذا ويقدر المسؤولون تكاليف الإجراءات التصحيحية لمعالجة أخطار تلك المواقع

بحـوالي ١٨ بليون مارك ألماني (١١ بليون دولار) على مدى العقد القادم. وفي الدنمارك التي تعتمد اعتماداً كبيراً على مياهها الجوفية كألمانيا الغربية، فيقدر عدد المـواقع الملوثة بحدود الألفين، ويتوقع المسؤولون أن تكلفة معالجة تلك المواقع بليون كروناً دنماركي (١٥٨ مليون دولار)[٢٠].

وفي الـولايات المتحـدة، وضعت وكالة حماية البيئة اعتباراً من تشرين أول ١٩٨٧ ما مجموعه ٩٥١ من أماكن طمر الفضلات وتجمعات المياه العادمة والمواقع الأخـرى المشابهة والمخصصة لتصريف النفايات على قائمة الأولويات الوطنية، وتشمل هذه القائمة المواقع التي تحتاج إلى اهتمام عاجل. هذا، وتتوقع الوكالة أن يرتفع عدد تلك المواقع إلى ٢٥٠٠ وأن تبلغ تكاليف تنظيفها ومعالجتها ما يقرب من ٢٣ بليون دولار إلا أن مركز تقييم التقنية التابع للكونجرس يتوقع ارتفاع عدد المواقع التي تستدعي الاهتمام العاجل إلى ١٠٠٠٠ موقع لترتفع بالتالي تكاليف تنظيفها إلى ١٠٠ بليون دولار أي حوالي ٤٠٠ دولار لكل مواطن أمريكي[٢١].

وفي نفس الـوقت، لم تتضح الصورة بعد عن مدى تلوث المياه الجوفية في الولايات المتحدة، ومع ذلك فإن أكثر من ٢٠٠ مادة قد تم الكشف عنها في مصادر المياه الجوفية، هناك ١٧٥ منها مواد عضوية، وثمة دلائل تشير إلى أن ثلثي تلك المواد العضوية (ومنها بعض المبيدات) إضافة إلى خمسة معادن هي مواد مسرطنة أو يشتبه بكونها كذلك، هذا علاوة على أن جزءاً أساسياً من الملوثات التي تتكرر للكشف عنه في المياه الجوفية لم تتم بعد دراسة آثاره الصحية على المدى البعيد، وعليه فلا تفـرض إجـراءات لضبط استعـمال معـظمـه أو حتى مراقبتـه، ففي المواصفات التي وضعتها وكالة حماية البيئة لمياه الشرب تم تحديد النسب المقبولة لحوالي دزينتين فقط من مئات المواد التي تم الكشف عن وجودها في المياه الجوفية[٢٢].

وبالرغم من عدم رش المواد الكيماوية فوق الأراضي الزراعية عمداً كما هو الحال مع مبيدات الآفات إلا أنها قد تصل إلى الغذاء فتلوثه، كما قد يحمل الهواء بعضها إلى البحيرات والمزارع مما يؤدي إلى تلوث الأسماك والمحاصيل وحيوانات الرعي. ففي بولندا، وجد الباحثون تركيزات عالية تنذر بالخطر لعدد من المعادن

الثقيلة في الخضراوات التي تزرع في منطقة سيلسيا العليا المكتظة بالمصانع، منها عدد من مصانع صهر المعادن وما شابه، كما تبين وجود عدد من العناصر كالكادميوم والزئبق والرصاص والزنك في عينات من التربة أخذت من حدائق لزراعة الخضراوات وتبين أن نسبتها تزيد ٣٠ إلى ٧٠٪ عن المستويات التي تسمح بها منظمة الصحة العالمية(٢٣).

حتى وإن توفرت المعلومات عن مدى تعرض الإنسان للملوثات فإن الجهل بالآثار السامة للجرع المختلفة لمعظم الكيماويات يقف عائقاً في وجه التقييم الدقيق لخطر تلك الملوثات على الإنسان، فلم يجر بعدُ دراسات كاملة لسُمِّيَّة الغالبية العظمى من المواد الكيماوية إذ يستدعي الأمر إجراء تجارب على الحيوانات لسنوات عديدة وتزيد تكلفة ذلك عن ٥٠٠,٠٠٠ دولار للمادة الكيماوية الواحدة. حتى وفي حال توفر المعلومات عن سميَّة المواد للحيوانات فقد يختلف تقييمنا للأخطار طبقاً للنموذج الرياضي الذي سنعتمده لتحليل المعلومات، فلقد وجد أحد الباحثين في جامعة ستانفورد بأن التقديرات لخطر حدوث السرطان نتيجة التعرض لمستويات منخفضة من مبيد اثلين دي بروميد تختلف بعامل قد يصل مقداره إلى المليون اعتماداً على النموذج الرياضي الذي استخدم(٢٤).

ويقدم لنا علم الوبائيات ـ وهو العلم الذي يدرس حدوث الأمراض في مجتمع ما ـ طريقة أخرى لتقييم المخاطر الصحية ومع هذا تمثل المواد السامة ـ وعلى أكثر من صعيد ـ كابوساً لمن يريد دراستها وبائياً، فقد يظهر السرطان المتسبب عن مادة كيماوية سامة بعد عدة عقود من التعرض لتلك المادة ولا يمكن تمييز ذاك السرطان عن آخر نَتَجَ عن أسباب أخرى، إضافة إلى أن الناس يتعرضون للعديد من الملوّثات في آن واحد مما يجعل البحث عن العلاقة بين نتيجة ما وسببها أمراً عقيماً ومخيباً للآمال(٢٥).

وبالرغم من هذه العوائق، فإن الدراسات الوبائية التي تجري على المجموعات السكانية الأكثر تعرضاً لمادة ما تدعو للقلق. ففي عام ١٩٨٦ وجد العلماء أن خطر الإصابة بسرطان الجهاز اللمفاوي عدا مرض هودجكن (non-Hodokin'slymphoma) قد ازدادوا عن المعدل بستة أضعاف وذلك بين مزارعي ولاية

كنساس الذين يستخدمون بعض المبيدات ـ وبخاصة المبيد المعروف باسم توفوردي (2,4-D) لفترة ٢٠ يوماً أو أكثر من كل عام، وأشار هؤلاء العلماء إلى أن زيادة خطر الإصابة بين المزارعين قد تعني زيادة الخطر على السكان عامة نتيجة تعرّضهم لمستويات منخفضة من تلك المبيدات(٢٦).

لقد قام تشارلز بنبروك، المدير التنفيذي للمجلس الزراعي في الأكاديمية الوطنية للعلوم بالتعليق على تلك النتائج بما يلي: «هناك وللمرة الأولى دليل واضح لا لبس فيه على أن التعرض لمستويات منخفضة من المبيدات الموجودة في البيئة يسبب السرطان للإنسان. لقد استغرق تبيان هذه النتيجة وقتاً طويلاً خاصةً أنها تتعلق بمبيد استعمل منذ زمن (ويقصد مبيد توفوردي) وكان واحداً من أكثر المبيدات الشائعة لا سيما أن قدرته على التسبب في حدوث الأورام ضعيفة كما تشير نتائج دراسة آثاره على الحيوان. . . إنني أعتقد بأن توفر هذه المعلومات الوبائية الجديدة سبب يدعو إلى القلق الشديد»(٢٧).

الإقلاع عن عادة استعمال المبيدات

لو كانت المواد الكيماوية هي السبيل الوحيد الفَعَّال للقضاء على الحشرات التي تفتك بالمحاصيل، أو لمكافحة الأعشاب الضارة، لما كان للمجتمع من خيار سوى أن يعيش مع الأخطار التي تلازم استعمال تلك الكيماويات. لكن البدائل التي ثبتت فعاليتها، ومن حسن الحظ، متوفرة كما تنتظر بدائل أخرى فرصة الكشف عنها. إن الالتزام بوقف اعتماد الزراعة الكلي وغير الملائم على المواد السامة هو الخطوة الأولى نحو الاستفادة من الإمكانيات التي توفرها طرق أخرى لمكافحة الآفات تكون ملائمة بيئياً واقتصادياً ويمكن الاعتماد عليها باستمرار.

وتعرف الفلسفة التي تسترشد بها معظم الاستراتيجيات التي تهدف إلى التقليل من استخدام المبيدات باسم المكافحة المتكاملة للآفات، وهي تعتبر أن أي حقل للمحاصيل هو بمثابة نظام بيئي تتفاعل فيه عدد من القوى الطبيعية التي تؤثر على الآفات والأعشاب الضارة. لذا تعتمد المكافحة المتكاملة على مزيج من طرق المكافحة البيولوجية (كالأعداء الطبيعيين للآفات) والممارسات الزراعية

(كـأنـماط الزراعة) واستغلال الصفات الوراثية (كاستعمال أنواع من المحاصيل المقاومة للآفات) إضافة إلى الاستخدام الحكيم للكيماويات للمحافظة على إنتاج ثابت ومستقر للمحاصيل، وفي نفس الوقت الحد من مخاطر تلك الكيماويات على الصحـة والبيئـة، وعليه فليس الهـدف من هذه الإجـراءات القضاء المبرم على الحشرات والأعشاب الضارة، بل إبقاؤها دون المستوى الذي يمكنها من إحداث الخسائر والأضرار الاقتصادية، فمن خلال هذا الأسلوب في المكافحة المتكاملة يستخدم المزارعون المادة الكيماوية بشكل انتقائي وعندما تدعو الحاجة فقط بدل استخدامها كسلاح أساسي في مهاجمة تلك الآفات.

تستدعي المكافحة المتكاملة للآفات معرفة دورة حياة الآفة وسلوكها وأعدائها الطبيعيين إضافة إلى الطرق التي تؤثر فيها أنماط الزراعة والكيماويات المستخدمة على أعداء الآفة والحيوانات التي تفترسها، كذلك معرفة الملامح الأخرى العديدة المتعلقـة بالنظام البيئي للمحصول. ومن هنا تختلف المكافحة المتكاملة اختلافاً كبـيراً عما تقـدمه الصناعة المتخصصة في إنتاج المواد الزراعية من طرق متعددة لمكافحة الآفات، ومع هذا فالحاجة ماسة إلى مزيد من الأبحاث والتوجيه والإرشاد لتخطيط وتنفيذ برنامج يتبنى المزارعون طريقة تفكير جديدة لمكافحة الآفات تعمل جنباً إلى جنب مع التقنيات الحديثة. إن مردود مثل هذا البرنامج سيكون كبيراً بلا شك، فالمكـافحة المتكاملة ستهيء لبعض المزارعين الفرصة المواتية والضرورية للإفـلات من «أحبـولة المبيدات» لكنها ستمثل لمعظم المزارعين الإجابة المناسبة لقلقهم المتـزايد من ارتفـاع تكـاليف المواد الكيماوية ومن خطر تعرض الإنسان للمبيدات وخطر تلويثها لمصادر مياه شربهم هم وعائلاتهم.

من المحتمل أن يكون ما قامت به الصين من عمل جاد دؤوب وما حققته في مجال مكافحة الآفات بطرق غير كيماوية قد فاق ما قامت به أي دولة أخرى، فهناك العـديد من الأمثلة التي تشهـد على النجـاح الـذي حققته تلك الأمة في مجالي المكـافحـة المتكـاملة للآفـات والمكافحة البيولوجية (انظر الجدول رقم ٧-١)، فخلال العقود الثلاثة الأخيرة ساعد نظام وطني لرصد الآفات ومتابعتها المزارعين على التعرف على الآفات وتتبعها ومكافحتها إذ تقوم مئات المحطات المنتشرة في أنحـاء البـلاد بجمـع المعلومات وإبلاغها إلى مراكز الرصد الإقليمية التي تقوم

بدورها بنقل المعلومات المتوفرة حول أنواع الآفات وأعدادها وحول أعدائها الطبيعيين وحالات الطقس إلى حوالي ٥٠٠ محطة للإنتاج الزراعي، كما قام العلماء الصينيون بين عام ١٩٧٩ وعام ١٩٨١ بالمسوحات للتعرف على كائنات يمكن أن تساعد المزارعين في حماية محاصيلهم فأوجدوا بذلك مصادر جديدة تساعدهم على التوسع في استخدام الطرق البيولوجية لمكافحة الآفات. هذا، ولا يعرف ما إذا كانت الصين ستستمر في التركيز على مكافحة الآفات بالاعتماد على الطرق البيئية في ظل توجهها الجديد لخلق حوافز للتسويق الزراعي[٢٨].

ومن خلال إنتاجها لفول الصويا والذي يعتبر أحد أهم صادراتها الزراعية تقدمت البرازيل خلال العقد الأخير تقدماً ملحوظاً على طرق المكافحة المتكاملة للآفات. فمن المعروف أن عدداً من الحشرات الضارة تهاجم فول الصويا لتتغذى على حباته أو أوراق نباته أو لتمتص المواد الغذائية المارة بالساق. لقد تم في أواسط السبعينات تطوير برامج للمكافحة المتكاملة في البرازيل بمساعدة علماء من الولايات المتحدة وتمت تجربته في عدد من الحقول المعدة لهذا الغرض في ولايتين من كبرى الولايات الزراعية هناك، ومع مطلع الثمانينات تبنى أسلوب المكافحة المتكاملة للآفات حوالي ٣٠٪ من منتجي فول الصويا في البرازيل مما أدى إلى انخفاض استخدام هؤلاء المنتجين للمبيدات في عام ١٩٨٢ ما بين ٨٠-٩٠٪ عن مستوى استخدامها في عام ١٩٧٥ وهو العام الذي سبق موعد بدء برنامج المكافحة المتكاملة[٢٩].

إن أسلوب المكافحة المتكاملة للآفات مفيد حتى للدول الصناعية، فبإمكان الحكومات التي تسعى إلى حماية مصادر مياهها من التلوث بالمبيدات ودعم اقتصادها المتدهور أن تقوم بهذين الأمرين معاً إذا ما استثمرت بعض جهودها في المكافحة المتكاملة، فما من شك في أن الفائض في الإنتاج الزراعي الذي يؤدي إلى خفض الأسعار وكذلك تراكم ديون المزارعين يزيدان من أهمية الاستراتيجيات الهادفة خفض تكاليف الإنتاج وتساوي بينها وبين تلك الاستراتيجيات التي تعمل على زيادة المردود، أضف إلى ذلك أن هناك دليلاً قوياً على أن المكافحة المتكاملة للآفات هي بحد ذاتها عمل اقتصادي مربح.

جدول ٧-١. مختارات لتطبيقات ناجحة لبرامج المكافحة المتكاملة للآفات والمكافحة البيولوجية

البلد/المنطقة	المحصول	الاستراتيجية	النتيجة
البرازيل	فول الصويا	مكافحة متكاملة	انخفض استخدام المبيدات ٨٠-٩٠٪ خلال سبعة أعوام
مقاطعة جيانسكو/ الصين	قطن	مكافحة متكاملة	انخفض استخدام المبيدات ٩٠٪ وانخفضت تكلفة مكافحة الآفات ٨٤٪، ارتفاع المنتوج الحيواني.
أوريسا/ الهند	أرز	مكافحة متكاملة	انخفض استخدام المبيدات ما بين الثلث والنصف.
جنوب تكساس/ الولايات المتحدة	قطن	مكافحة متكاملة	انخفض استخدام المبيدات ٨٨٪، ارتفاع صافي مدخول الهكتار ٧٧ دولاراً.
نيكاراغوا	قطن	مكافحة متكاملة	منذ بداية السبعينات وحتى أواسطها انخفض استخدام المبيدات بحوالي الثلث وازداد المردود
إفريقيا الإستوائية	نبات الكسافا	مكافحة بيولوجية	مكافحة آفة البق الدقيقي في منطقة تصل إلى ٦٥ مليون هكتار باستخدام الدبابير التي تتطفل عليها.

obeikandl.com

أركنسا/ الولايات المتحدة	أرز/ فول صويا	مكافحة بيولوجية	استخدام مبيدات الأعشاب البيولوجية ذات المنشأ الفطري والمتوفرة في الأسواق لمكافحة الأعشاب الضارة
مقاطعة كوانج دونج/ الصين	قصب السكر	مكافحة بيولوجية	استخدام الدبابير لمكافحة أنواع من الحشرات الثاقبة لساق النبات بتكلفة تصل إلى ١/٣ التكلفة الكيماوية
مقاطعة جيلن/ الصين	ذرة	مكافحة بيولوجية	استخدام الفطر والدبابير الطفيلية لمكافحة ٨٠-٩٠٪ من الآفات الرئيسة للذرة
كوستاريكا	موز	مكافحة بيولوجية	أوقف استخدام المبيدات مما مكن الأعداء الطبيعيين للظهور مرة أخرى لتقوم بمكافحة آفات الموز.
سري لانكا	جوز الهند	مكافحة بيولوجية	أدى استخدام أحد الطفيليات التي وجدت وكلف شحنها ٣٢٢٥٠ دولاراً في أوائل السبعينات إلى حماية المحاصيل من ضرر يعادل ما قيمته ١١,٣ مليون دولار سنوياً.

Source: World watch Institute, based on various sources.

obeikandl.com

ففي الولايات المتحدة ومنذ العام ١٩٨٤ شملت برامج المكافحة المتكاملة والتي يشرف عليها موظفو الإرشاد في وزارة الزراعة الأمريكية نحو ٤٠ محصولاً تغطي ما مساحته ١١ مليون هكتار أي ما يعادل ٨٪ من الأراضي التي تزرع بالمحاصيل في الولايات المتحدة[٣٠]، كما أظهر تقييم لبرامج المكافحة المتكاملة عام ١٩٨٧ نشر أن المزارعين الذين طبقوا استراتيجيات المكافحة المتكاملة قد استفادوا اقتصادياً. كذلك أظهرت نتائج المسوحات التي أجريت على تسع سلع في ١٥ ولاية أمريكية والتي أخذت بعين الاعتبار تطبيق المكافحة المتكاملة على نوع واحد فقط من المحاصيل في أي من تلك الولايات بأن المزارعين الذين لجؤوا إلى المكافحة المتكاملة قد حققوا أرباحاً تزيد بحدود ٥٧٩ مليون دولار أمريكي عما كانوا يستحقونه فيما لو استخدموا طرقاً أخرى (انظر الجدول رقم ٧-٢).

لم تحقق برامج المكافحة المتكاملة للآفات والهادفة الحد من استخدام المبيدات زيادة في الربح فقط، بل أدت أيضاً إلى نتائج أخرى باهرة، فعلى سبيل المثال تركزت نشاطات برامج المكافحة المتكاملة في الولايات المتحدة في أوائل السبعينات على القطن والذرة البيضاء والفستق، ومع حلول العام ١٩٨٢ انخفض استخدام المبيدات لرش هذه المحاصيل انخفاضاً كبيراً (انظر الجدول رقم ٧-٣)، وعلى العكس من ذلك ارتفع استهلاك المبيدات قليلاً في المناطق المزروعة بالذرة وفول الصويا ـ وهي محاصيل لم تنل إلا القليل من الاهتمام في برامج المكافحة المتكاملة ـ فكانت النتيجة أن حلت الذرة محل القطن كأكثر المحاصيل التي ترش بالمبيدات في الولايات المتحدة[٣١].

يمكن أن توفر المكافحة البيولوجية للآفات، سواء أكانت منفردة أو جزءاً من برنامج المكافحة المتكاملة حلولاً ناجعة ودائمة لمشكلة الآفات، ففي المكافحة البيولوجية يتم إدخال كائن نافع للمنطقة الموبوءة بالآفة على أمل أن يصبح ذلك الكائن جزءاً لا يتجزأ من النظام البيئي الزراعي بحيث يتحقق التوازن بين أعداد الآفة والكائن النافع، الأمر الذي سيؤدي إلى حصر ضرر الآفة ضمن الحد الاقتصادي المقبول، ومن خلال برامج المكافحة الكلاسيكية تلك أدخل العلماء منذ الستينات ما يزيد عن ٣٠٠ كائن في مختلف أنحاء العالم[٣٢].

جدول ٧-٢ : المعدل السنوي للفوائد الاقتصادية المقدرة نتيجة استخدام المكافحة المتكاملة للآفات. أمثلة مختارة في الولايات المتحدة، أوائل الثمانينات

الولاية	المحصول	الزيادة في العوائد الصافية لمستخدمي المكافحة المتكاملة على مستوى المزرعة (دولار/هكتار)	مستوى الولاية (آلاف الدولارات)
كاليفورنيا	اللوز	٧٦٩	٩٦,٣٨٠
جورجيا	الفستق	١٥٤	٦٢,٦٠٠
انديانا	الذرة	٧٢	١٣٤,٢٣٠
كينتاكي	الحبوب	أقل من واحد	٨٩٠
مساشوستس	التفاح	٢٢٢	٤٠٠
مسيسبي	القطن	١٢٢	٢٩,٦٨٠
نيويورك	التفاح	٥٢٨	٣٣,٠٠٠
كارولينا الشمالية	التبغ	٦	٧٨٠
ولايات الشمال الغربي[1]	حبوب الفصة	١٣٢	٢,٨٢٠
تكساس	القطن	٢٨٢	٢١٥,٨٣٠
فرجينيا	فول الصويا	١٠	٢,٥٧٠
المجموع			٥٧٨,٩٨٠

(١) ولايات ايداهو ونيفادا ومونتانا وأريجون وواشنطن.

Source: Virginia Cooperative Extension Service. Virginia Tech. and Virginia State Universities in cooperation with USDA Extension Service. The National Evaluation of Extension's Integrated Pest Management (IPM) Program (Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture. 1987).

إن الجهود التي تبذل الآن في إفريقيا لحماية نبات الكسافا ـ وهو المصدر

الغذائي لحوالي ٢٠٠ مليون إنسان ـ من الآثار المدمرة لحشرة البق الدقيقي ولحلم العنكبوت الأخضر تعتبر من أكثر طرق المكافحة البيولوجية إثارة، ففي بداية السبعينات تم اكتشاف هاتين الآفتين هناك، ولعدم وجود أعداء طبيعيين لهما تعمل على ضبط أعدادهما وبالتالي مكافحتهما فقد تمكنت هاتان الآفتان من التكاثر والانتشار بسرعة. ومع العام ١٩٨٢ تمكنت حشرة البق الدقيقي من الانتشار فوق أجزاء كبيرة من المنطقة المعروفة باسم حزام نبات الكسافا الممتد عبر ٣٤ بلداً إفريقياً فسببت هذه الحشرة إضافة إلى حلم العنكبوت الأخضر هبوطاً حاداً في محصول الكسافا تتراوح بين ١٠ إلى ٦٠٪ وخسائر قدرت ببليوني دولار سنوياً[٣٣].

لقد استبعد المسؤولون عن المكافحة الاستخدام المكثف للمبيدات بسبب عدم توفر البنية التحتية القادرة على توزيع المبيدات على المزارعين المحتاجين، وعليه قام المعهد الدولي للزراعة الاستوائية ومركزه نيجيريا بحملة واسعة لمكافحة هاتين الآفتين بيولوجياً بدعم مادي من عدة حكومات أجنبية، وبدعم فني من معهد الكومنولث للمكافحة البيولوجية، ومقره بريطانيا، ونتيجة للبحث المكثف في أمريكا اللاتينية، وهي موطن نبات الكسافا، تم اكتشاف نحو ثلاثين نوعاً من الأعداء الطبيعيين لحشرة البق الدقيقي، عزل بعض منها ثم أعيد إطلاقه في البيئة الإفريقية[٣٤].

لقد أدى استخدام دبور صغير اسمه العلمي Epexidianocarsis Lopezi والذي يتطفل على بيوض حشرة البق الدقيقي إلى نتائج باهرة حتى الآن، فهذا الدبور مكافح وبفعالية حشرة البق الدقيقي في منطقة تزيد مساحتها على ٦٥ مليون هكتار في ١٣ قطراً من أقطار حزام الكسافا، كما وعاد المزارعون الأفارقة إلى زراعة نبات الكسافا في المناطق التي كان قد قضى فيها البق الدقيقي عليه. هذا، وقد بلغت تكاليف ذلك الجهد حوالي ١٢ مليون دولار حتى الآن، أي بأقل من نصف تكاليف الإعلان والدعاية لتسويق مبيد كيماوي واحد. وعلى افتراض أن حشرة E. Lopeze ستوفر مكافحة ذات صفة استمرارية لحشرة البق الدقيقي، كما يرتجى في أي مشروع ناجح للمكافحة البيولوجية فإن ذلك سيعني أرباحاً سنوية للمزارعين الأفارقة تفوق بكثير تكاليف المشروع[٣٥].

جدول ٧-٣ : تأثيرات المكافحة المتكاملة للآفات على استخدام المبيدات الحشرية في الولايات المتحدة، ١٩٧١-١٩٨٢

المحصول	مدى استخدام المكافحة المتكاملة	استخدام المبيدات (كيلوغرام/هكتار) ١٩٧١	١٩٨٢	التغير (النسبة المئوية)
الذرة	محدود	٠,٣٨	٠,٤١	+ ٨
فول الصويا	محدود	٠,١٥	٠,١٧	+ ١٣
الذرة البيضاء	مكثف	٠,٣٠	٠,١٨	- ٤١
القطن	مكثف	٦,٦٣	١,٦٨	- ٧٥
الفستق	مكثف	٤,٤٨	٠,٨٦	- ٨١

Source: R.E. Frishie and P.I. Adkisson, "IPM: Definitions and Current Status in U.S.Agriculture" in Marjone A. Hov and Donald C. Herzog, eds., Biological Control in Agricultural IPM Systems (Orlando, Fla: Academic Press, Inc., 1985)

وهناك نموذج آخر لاستراتيجية المكافحة البيولوجية يشتمل على إطلاق أعداد كبيرة من أحد الأعداء الطبيعيين للآفة المنوي مكافحتها خلال أوقات حرجة أثناء موسم نمو النبات من أجل وقف تزايد أعداد الآفة مؤقتاً كما يحدث عادة عند استخدام المبيدات الكيماوية. ولعل الدبور الصغير المعروف باسم Trichogramma والذي يهاجم بعض أنواع الحشرات كالفراش وما شابه ويمنعها من التحول إلى يرقات ضارة بالنبات هو الأكثر استعمالاً في مجال المكافحة تلك. ويمكن استخدام حشرة Trichogramma في المناطق المعتدلة والاستوائية، لذا تستخدم هذه الحشرة الآن في مكافحة بعض أنواع الفراش الضار في مناطق واسعة تقدر مساحتها بسبعة عشر مليون هكتار من الأراضي الزراعية في مختلف أنحاء العالم[٣٦].

لقد تركزت جهود برامج المكافحة المتكاملة والمكافحة البيولوجية باتجاه الحشرات الضارة حتى الآن مما أدى بالتالي إلى الحد من استخدام المبيدات

الحشرية، لكن يزداد الاهتمام حالياً بالطرق غير الكيماوية لمكافحة الأعشاب أيضاً وهي المجموعة الأخرى من الآفات الضارة بالمحاصيل، ويشير استخدام الفطريات والبكتريا وغيرها «كمبيدات بيولوجية للأعشاب» إلى إمكانية التخلص من الكيماويات في مكافحة الأعشاب الضارة قريباً. فلقد طرح في أسواق الولايات المتحدة مؤخراً اثنان من «المبيدات البيولوجية للأعشاب» يعتمدان في تأثيرهما الرئيس على أحد أنواع الفطريات. هذا ويستخدم المبيد الأول ويدعى دي فين (De Vine) وتنتجه مختبرات شركة ابوت في مكافحة نبات اللبين الذي يتسلق أشجار بساتين البرتقال في فلوريدا، أما المبيد الثاني وهو كوليجو (Collego) والذي تسوِّقه شركة ابجون (Upjohn) فقد حقَّق نجاحاً في مكافحة حوالي ٩٠٪ من جلبان يدعى (northern jointvetch) وهو عشب ضار ينمو في حقول الأرز وفول الصويا في ولاية اركنسا (اركنساس) الأمريكية(٣٧).

ويمكن أن يساعد تغيير العادات والأنماط الزراعية في مكافحة الأعشاب الضارة مثلما يساهم ذلك التغيير في مكافحة الآفات الحشرية، وتشمل نشاطات الأبحاث الجارية الآن الزراعة المختلطة إذ تزرع البقوليات التي تقوم بتثبيت النيتروجين بين صفوف القمح فتتنافس هذه البقوليات مع الأعشاب الضارة فتوقف نموها علاوة على أنها تضيف إلى التربة عنصر النيتروجين لتستفيد منه المزروعات في الموسم الزراعي التالي. إن زراعة المحاصيل التي تغطي التربة فتوقف الإنبات والنمو في الأعشاب الضارة تبشر أيضاً بالنجاح، وتستخدم مثل هذه الأنماط الزراعية ظاهرة تدعى الأثر المثبط الكيماوي (allelopathy) بحيث يوقف نبات ما من خلال إفرازه لسموم طبيعية نمو نبات آخر، وقد وجد علماء في جامعة ولاية ميشغان على سبيل المثال أن ترك بقايا الشوفان والذرة البيضاء والقمح والشعير في الحقول يؤدي إلى مكافحة ما نسبته ٩٥٪ من الأعشاب الضارة وذلك خلال شهر أو شهرين(٣٨).

ومع أن مستقبل المكافحة المتكاملة للآفات والمكافحة البيولوجية إضافةً إلى الممارسات الأخرى التي تهدف إلى الحد من استخدام المبيدات، يبشر بالنجاح، إلا أن بعض العوامل تلقي ظلالاً من الشك حول ذلك المستقبل. فالطرق الجديدة في مجال التقنية البيولوجية يمكن إما أن تشجع على نجاح الطرق غير

الكيماوية لمكافحة الآفات، أو أن تضعفها وتقوض أسسها، فعلى سبيل المثال يمكن عن طريق استخدام طرق اقتران الجينات إيجاد أصناف من المحاصيل المقاومة للآفات بشكل أفضل وأسرع، ويؤدي إنتاج المحاصيل الأكثر مقاومة للآفات والأمراض إلى التقليل من عمليات رشها بالمبيدات. لكن، وفي المقابل تجري حوالي عشرون شركة كيماوية وبيوتقنية بحوثاً للتوصل إلى أنواع من المحاصيل تكون أكثر مقاومة كمبيدات الأعشاب الأمر الذي يؤدي في حال نجاحه إلى تمهيد الطريق أمام الاستعمال الواسع للكيماويات[٣٩].

وفي السنوات القليلة الماضية طور عدد من الشركات الكيماوية الأمريكية مبيدات اللآفات تشكل خطراً لا يذكر على الناس والأسماك والحيوانات الأخرى كما أنها تتحلل بسرعة في البيئة، أو أنها لا ترشح، أو تتسرب للمياه الجوفية. وحتى هذه الكيماويات التي تبدو في الظاهر أسلم من سابقاتها يمكنها أن تضعف أو تؤثر سلباً على طرق المكافحة البيولوجية وغير الكيماوية إذ توفر وسيلة مكافحة جديدة سريعة التأثير وتجذب اهتمام الناس. وفي الحقيقة، فإن غالبية الأبحاث وجهود التنمية والتطوير في مجال مقاومة مبيدات الآفات موجهة حالياً صوب تلك الكيماويات الجديدة[٤٠].

وعلى ضوء الآثار السلبية العديدة للكيماويات والتي ظهرت في المجتمع على حين غرة، فليس من الحكمة وضع الثقة وتوظيف الإمكانات في المنتوجات الجديدة فقط. ومع أن وجود كيماويات غير ضارة هو بلا شك تطور مشجع يستدعي التأييد والترحيب إلا أن استفادة المزارعين والمجتمع من تلك الكيماويات ستكون أعم وأشمل فيما لو تكاملت مع الطرق الأخرى التي تشير الدلائل إلى نجاحها في مكافحة الحشرات.

إعادة التفكير والنظر في طرق معالجة الفضلات الصناعية

لقد أخذت العديد من الدول على عاتقها مسؤولية مواجهة مشكلة الفضلات الصناعية، لذا سيكون من أهم البنود على جدول الاهتمامات البيئية لتلك الدول

أمـر تحديد مواقع طمر الفضلات والبرك السطحية المستخدمة في تصريف تلك الفضـلات والمنتشرة في المناطق الصناعية ثم العمل على تنظيفها أو إزالتها. إن معالجة ما تراكم سابقاً نتيجة سوء الإدارة هي بداية الطريق للتعامل مع معضلة المواد السامة. كذلك، فإذا لم تتم معالجة الفضلات التي ننتجها بطريقة أفضل، فإن مخاطر جديدة ستحل محل القديم منها الأمر الذي سيضع على كاهل المجتمع مسؤولية القيام بمهمة مكلفة ومستمرة لإزالة الملوثات الكيماوية. وعلاوة على ذلك فإنـه بدون تنسيق الجهـود للحـد من الفضـلات الصنـاعية أو تدويرها وإعادة استخدام جزء كبير منها فستتراكم كميات كبيرة منها، الأمر الذي لن تقوى على مواجهتـه أفضـل السبـل في معالجة النفايات والتخلص منها، وسيصبح الهدف المتمثل في إيجاد معالجة ذات صفة استمرارية، وتستطيع الحد من خطر الفضلات أمراً بعيد المنال.

من الواضح أن العديد من الأقطار ستستمر في الاعتماد بشكل رئيس على طرق التصريف الأرضي كاستعـمال حفـر الـطمـر والبرك السطحية وآبار الحقن للتخلص من نفاياتها الخطرة، ومع هذا فالوضع في أنحاء عدة من أوروبا مختلف ويدعـو للتفاؤل حيث يبدو أن التقنية المتقدمة بالإضافة إلى إجراءات وترتيبات تنـظيمية فعالة قد أوجدت أنظمة لمعالجة الفضلات تؤمن عدم طرحها في البيئة بأشكالها الخطرة. ومن الأمثلة على ذلك برنامجان نفذا منذ فترة طويلة نسبياً في كل من الدنمارك وولاية بافاريا الألمانية[٤١]. إن محطات المعالجة المتكاملة للفضلات من محارق ومراكز معالجة المواد الكيماوية غير العضوية وحُفَر الطمر جيدة التحصين تشكل في هذين البرنامجين العمود الفقري التقني لمعالجة الفضلات الخطرة، إذ تقوم شبكة من المراكز بجمع الفضلات وشحنها إلى محطات إقليمية لمعالجتها، وفيما عدا حالات استثنـائية محددة فإن على الشركـات الصناعية في كل من الدنمارك وبافاريا أن ترسل فضلاتها إلى شركة يديرها القطاع الخاص وتنحصر فيها عمليات معالجة الفضلات[٤٢].

وعـلى النقيض من هذا الأسلوب الـذي يعتمـد في معالجة الفضلات على مؤسسـات من القـطاع العام يتميز نظام معالجة الفضلات الخطرة في الولايات المتحدة الأمريكية باعتماده على وسائل تنافسية يملكها القطاع الخاص وتعمل دون

مساهمة مالية حكومية تذكر. إن التخلص من حوالي ٩٥٪ من الفضلات الخطرة للصناعة الأمريكية يتم في نفس المواقع التي تنتج فيها تلك الفضلات بينما تتصرف بالباقي عدة مؤسسات تجارية موزعة هنا وهناك، أما دور الحكومة الأمريكية فينحصر في التشريع فقط، فهي تضع المعايير والمواصفات التي لا بد من الالتزام بها ومراعاتها عند بناء وتشغيل محطات معالجة الفضلات(٤٣).

لا يمكن لأي من الأسلوبين (الأمريكي والدنماركي-البافاري) أن ينجح في جميع الأحوال إذ لا بد من أن تنسجم الإجراءات التنظيمية مع الأفكار والايديولوجيات السائدة والنظام السياسي المتبع. لقد مر ما يزيد عن عقد من السنين منذ أن سن قانون الفضلات السامة في الولايات المتحدة ومع هذا فلم يتم تنفيذه بشكل طبيعي دون أية عقبات. وفي نفس الأثناء تبنت عدة دول برامج اقتنت فيها آثار الأسلوب الدنماركي - البافاري في مساهمة القطاع العام في معالجة الفضلات، وتشير الدلائل المتوفرة من تجارب تلك الدول إلى أن البرامج التي يكون فيها للقطاع العام دور تنفيذي قوي تقترب كثيراً من تحقيق هدفها في الحد من مخاطر الفضلات الكيماوية التي تلقى في البيئة(٤٤).

ومع هذا، وبغض النظر عن الأسلوب المتبع في معالجة الفضلات، فلا بد من زيادة الجهود وتكثيفها للحد من كميات الفضلات التي يتم إنتاجها لأن ارتفاع التكاليف وضعف الإمكانيات المتوفرة للمعالجة والتصريف علاوة على الرفض الشعبي لإقامة مراكز جديدة مخصصة للتخلص من الفضلات تعمل جميعها على شل برامج معالجة الفضلات الخطرة أينما كان. ففي الولايات المتحدة ارتفعت تكلفة طمر النفايات ارتفاعاً حاداً، وبلغت ٢٥٠ إلى ١٢٠٠ دولار للطن الواحد. إن التكلفة السنوية التي تتكبدها شركة دوبونت (Du Pont)، وهي أكبر الشركات المنتجة للمواد الكيماوية، لمعالجة الفضلات تصل الآن إلى ١٠٠ مليون دولار ويقول السيد بول تشب، نائب رئيس لجنة التصنيع في تلك الشركة، بأن «نجاح أو فشل العديد من أعمالنا التجارية متوقف على توفر خطة لمعالجة الفضلات تكون اقتصادية ومقبولة من الوجهة البيئية»(٤٥).

إن توقُّف الصناعة عن إنتاج أية فضلات يعني بوضوح تجنب الصناعة لجميع

التكاليف والمخاطر التي ترافق عمليات معالجة الفضلات وخزنها ونقلها وتصريفها كذلك فإن تقليص حجم الفضلات يعني خفض تكاليف معالجتها وتصريفها . هذا وتختلف الاستراتيجيات الهادفة الحد من كميات الفضلات اختلافاً شاسعاً عما يعرف بإجراءات المعالجة التي تتم عند نهاية خط الإنتاج والتي اعتادت القيام بها معظم الصناعات إذ تركز تلك الاستراتيجيات على عملية الإنتاج نفسها فتتفحص المواقع التي يتم عندها إنتاج الفضلات وتستكشف السبل الكفيلة بالحد منها. إن القيام بإجراءات إدارية بسيطة كفصل مكونات الفضلات بعضها عن بعض بحيث يمكن إعادة استعمال جزء منها، قد يؤدي أحياناً، إلى تخفيض كبير على حجم تلك الفضلات. أما البدائل الأخرى فتشتمل على إدخال تعديلات في عمليات التصنيع واستخدام مواد خام جديدة والاستعاضة عن المركبات الخطرة ببدائل تحول دون التسبب بأية أخطار(٤٦).

لقد أثبت العديد من الدراسات التي أجريت على شركات قامت ببذل جهودها الذاتية للحد من الفضلات التي تنتجها أن تقليل حجم الفضلات أمر ممكن ومجدٍ اقتصادياً (انظر الجدول رقم ٧-٤). لقد التزمت شركة مينسوتا للتعدين والتصنيع والتي تعرف اختصاراً باسم (3M) بالحد من الفضلات التي تنتجها ويعتبر ذلك الالتزام أطول التزام تعهدت به أية مؤسسة كبرى. وتدعي الشركة أنها تمكنت من خلال برنامجها الذي أطلق عليه شعار «إن لمنع التلوث مردوداً» والذي بدأته عام ١٩٧٥ من خفض حجم فضلاتها إلى النصف، فوفرت ما يقرب من ٣٠٠ مليون دولار(٤٧).

وتمثل المحاولة الذكية الجارية الآن للحد من إنتاج الفضلات طريقة جديدة للتفكير عن طريق الربط بين حجم الفضلات وكفاءة وفعالية الجهات التي تنتجها. ويتوقف نجاح هذا المسعى على وجود إدارة متميزة تضعه ضمن أولوياتها وتستفيد من الأفكار النابعة من طبيعة مراحل الإنتاج المختلفة، فلقد أنتجت شركة ثري إم (3M) شريط فيديو وكراسة تشرحان لموظفي الشركة أهداف برنامجها لمنع التلوث كما تقيم الشركة احتفالات تكافىء فيها أولئك الموظفين الذين يطورون مشاريع ريادة اعترافاً منها بجهودهم. أما شركة يو. اس. للكيماويات USS Chemicals فتمنح موظفيها الذين يطورون أفكاراً جديدة للحد من الفضلات جزءاً

من الأموال التي تتوفر نتيجة لذلك، ومنذ عام ١٩٨٦ وزعت الشركة على موظفيها مبلغ ٧٠,٠٠٠ دولار كمكافئات على ما قدموه من مشاريع أدى تنفيذها إلى توفير ما مجموعه ٥٠٠,٠٠٠ دولار[٤٨].

وبالرغم من بوادر التحول نحو تقليص حجم الفضلات فإن ما تم تحقيقه حتى الآن يمثل جزءاً ضئيلاً مما يمكن تحقيقه، فقد تبين من دراسة أجريت على ٢٩ مؤسسة أمريكية لإنتاج المواد العضوية قامت بها مجموعة إنفورم (INFORM) في نيويورك وهي مجموعة تقوم ببحوث بيئية أن ما حققته الشركات بوضع الدراسة في مجال خفض حجم الفضلات لا يشكل، بالرغم من أهميته، إلا جزءاً ضئيلاً من مجموع الكميات التي أنتجتها تلك المؤسسات. وتقدر الوكالة الأمريكية لحماية البيئة بأن التوسع في استخدام التقنيات المتوفرة يمكن أن يقلل من مجموع ما تنتجه الصناعات الأمريكية من فضلات بمقدار يتراوح ما بين ١٥-٣٠٪. كذلك يشير البرنامج الواسع لشركة ثري إم إلى أنه يمكن أن تحقق الجهود الحثيثة في مجال تخفيض حجم الفضلات الكثير الكثير[٤٩].

وبالإضافة إلى الجهود المبذولة لتقليص حجم الفضلات عند مصدرها، فإن تدوير الفضلات وإعادة استعمالها يمكن أن يقللا من حجم الكيماويات التي تحتاج إلى معالجة أو تصريف كما يساعدان في منع وصول المواد السامة إلى البيئة. وتلجأ عدة صناعات إلى تدوير جزء من فضلاتها محلياً دون أن تظهر كمية تلك الكيماويات في إحصائياتها الأمر الذي لا يساعد على تبيان المعدلات الحقيقية للتدوير. ومع هذا، فإن كميَّات الفضلات التي يتم تدويرها في معظم الدول لا تشكل في الغالب إلا جزءاً يسيراً من حجم الفضلات التي تتم معالجتها والتخلص منها.

من الواضح أن اليابان هي أكثر الدول الصناعية الرئيسة تقدماً في مجال تدوير فضلاتها الصناعية وإعادة استعمالها، ففي عام ١٩٨٣ قدرت كمية الفضلات بحوالي ٢٢٠ مليون طن، تم تدوير أكثر من نصفها (انظر الجدول رقم٧-٥)، كما تم عن طريق الحرق وإزالة المياه وطرق المعالجة الأخرى التخلص من ٣١٪ من الفضلات مما خفض حجم الفضلات التي تحتاج إلى تصريف نهائي ١٨٪ من

جدول رقم ٧-٤: أمثلة مختارة من الجهود الناجحة للتقليل من الفضلات الصناعية

الشركة/المكان	المنتجات	الاستراتيجية والأثر
استر، السويد	(سودرتليه) مستحضرات صيدلانية	أدى تدوير المواد في الموقع واستبدال المذيبات بالماء إلى خفض حجم الفضلات السامة إلى النصف
بوردن كميكلز، كاليفورنيا، الولايات المتحدة	مواد صمغية ولاصقة	تسببت التعديلات التي أدخلت على عمليات الغسل وما شابه إلى خفض كمية الكيماويات العضوية في المياه العادمة بحوالي ٩٣٪، كما انخفضت تكلفة تصريف الحمأة بقيمة ٤٩,٠٠٠ دولار سنوياً
كليوراب، تنيسي، الولايات المتحدة	ورق تغليف الهدايا	أدى استبدال حبر أساسه مذيب عضوي بآخر أساسه الماء إلى التخلص من الفضلات الخطرة وتوفير ٣٥,٠٠٠ دولار سنوياً
دوفار، امستردام، هولندا	مبيدات	خفضت طرق تصنيع جديدة حجم الفضلات السامة لكل وحدة منتجة لأية مبيد من عشرين كيلوغرام إلى كيلو غرام واحد

دوبونت، برانكويلا، كولومبيا	مبيدات	أدى إدخال جهاز يساعد على استعادة مواد كيماوية تستخدم في تصنيع أحد مبيدات الفطريات إلى توفير كميات كل عام تقدر قيمتها بخمسين ألف دولار وإلى خفض كمية الفضلات بحوالي ٩٥ بالمئة
دوبونت، فالنسيا، فنزويلا	دهانات وتوابعها	مكنت وحدة جديدة مخصصة لاستخلاص المواد المذيبة من إزالة تلك المواد من المياه العادمة فوفرت ٢٠٠,٠٠٠ دولار سنوياً
ثري إم، منيسوتا، الولايات المتحدة	متنوعات	أدت جهود منع التلوث التي بذلتها أقسام الشركة لمدة ١٢ عاماً إلى خفض كميات الفضلات الناتجة إلى النصف وتوفير مبلغ ٥٠٠ مليون دولار
بيونير ميثل فينشنج، نيوجرسي، الولايات المتحدة	معادن مطلية	خفَّض تصميم جديد لنظام المعالجة كمية المياه المستعملة بحوالي ٩٦٪ وخفض إنتاج الحمأة بعشرين بالمئة، وبلغت قيمة التوفير السنوي ٥٢,٥٠٠ دولار فتمت تغطية تكاليف التصميم الجديد لثلاث سنوات

Source: Worldwatch Institute, based on various Sources.

الحجم الكلي، وحيث إن تلك الأرقام تشمل جميع الفضلات الصناعية ولا تمثل فقط تلك السامة أو الخطرة فلا يمكن بالتالي مقارنتها مع أرقام الدول الأخرى، ومع هذا فما من شك في أن تلك الأرقام تمثل إنجازاً يثير الإعجاب.

لقد نجح أسلوب مقايضة الفضلات في العمل على تدوير الفضلات الصناعية وإعادة استعمالها في كل من اليابان وأمريكا الشمالية وغرب أوروبا والمقولة التي تقوم عليها عمليات المقايضة هي أن فضلات صناعة ما يمكن أن تشكل المواد الخام لصناعة أخرى، ومن هنا يتم باستمرار نشر المعلومات حول «الفضلات المتوفرة» و«الفضلات المطلوبة» بغية تسهيل فرص المقايضة بين المؤسسات الصناعية ذات العلاقة. ففي اليابان، ساهمت عمليات المقايضة تلك في إيجاد أسواق لمواد لم تكن سابقاً تدور أو يعاد استعمالها، كالحمأة ومخلفات المعادن المصهورة (الخبث) ونفايات المواد البلاستيكية، أما في أمريكا الشمالية فهناك الآن ١٦ برنامجاً تطوعياً للمقايضة وقد شهدت نشاطاتها توسعاً كبيراً في السنوات الأخيرة(٥٠).

جدول رقم ٧-٥. معالجة الفضلات الصناعية في اليابان للعام ١٩٨٣

طريقة التخلص من الفضلات	الكمية (مليون طن)	النسبة من المجموع (نسبة مئوية)
مجموع الفضلات الناتجة	٢٢٠,٥	١٠٠
ما يدور أو يعاد استعماله	١١٢,٧	٥١
يعاد استعماله خارج الموقع	(٧٨,٥)	(٣٦)
يعاد استعماله داخل الموقع	(٣٤,٢)	(١٥)
ما يحرق أو يعالج بطرق أخرى	٦٨,٩	٣١
ما يحتاج إلى تصريف	٣٨,٩	١٨

Source: Clean Japan Center. Recycling '86: Turning Waste into RESOURCES (Tokyo: 1986)

إزالة المواد السامة من البيئة

تشير الجهود الحالية، سواء المتعلقة منها في المكافحة المتكاملة للآفات أو في التقليل والحد من حجم الفضلات الصناعية، إلى ما يمكن أن تحققه هاتان الاستراتيجيتان من نجاح على صعيد إزالة المواد السامة على المدى البعيد، فمن المعقول والممكن تخفيض كمية المبيدات المستخدمة في معظم الأقطار إلى النصف وتقليص حجم الفضلات الصناعية بمقدار الثلث خلال العقد القادم، لكن لا بد لكي يتمكن مجتمع ما من تحقيق هذه الأهداف من أن يلجأ إلى سياسات جديدة ويعيد ترتيب أوليات الدعم الذي يقدمه بحيث يشجع الطرق الجديدة للإنتاج الزراعي والصناعي التي ذكرت آنفاً لا أن يعيقها ويفشلها.

يحتاج قيام المزارعين بالحد من اعتمادهم شبه الكامل على المبيدات إلى جهود كبيرة من العاملين في حقل الإرشاد الزراعي والباحثين الزراعيين لتشجيعهم على اللجوء إلى الطرق غير الكيماوية في مكافحة الحشرات والأعشاب الضارة. ففي الولايات المتحدة أنفقت مصلحة الإرشاد الزراعي التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية على وسائل المكافحة المتكاملة للآفات ما قيمته ٤٨ مليون دولار ما بينَ عام ١٩٧٣ وعام ١٩٨٣، فأدى ذلك الاستثمار الحكومي المتواضع إلى زيادة أرباح المزارعين، لكنه لم يحقق كما يظهر الفوائد الاجتماعية التي كان يمكن له أن يحققها أو أن يؤدي إلى الحد من استخدام المبيدات. إن توسيع استخدام الدورات الزراعية وزراعة أكثر من محصول واحد في ذات الوقت والمكافحة البيولوجية يتطلب أن يعمل المرشدون الزراعيون جنباً إلى جنب مع المزارعين لإرشادهم وتدريبهم وتبيان كيف يمكن لهذه الطرق غير المألوفة للمزارعين أن تعمل وتحقق النتائج المرجوة منها. لكن كيف يمكن أن يحدث ذلك بشكله الكامل والمخصصات التي رصدتها مصلحة الإرشاد الزراعي في وزارة الزراعة الأمريكية والبالغة ٧,٥ مليون دولار قد بقيت منذ عام ١٩٨١ على حالها ولم تتعد ٢٪ من الميزانية العامة لتلك المصلحة[٥١].

وعلاوة على ذلك، يتطلب الأمر التزاماً شعبياً وحكومياً أكبر لدعم نشاطات البحث والتطوير في طرق المكافحة البيولوجية والزراعية والوراثية للآفات. إن

حافز القطاع الخاص ليقوم بتطوير استراتيجيات تعتمد على سبيل المثال التناوب في زراعة المحاصيل (الدورات الزراعية) وعلى المكافحة البيولوجية المستمرة ضعيف للغاية لأن تلك الاستراتيجيات لا تحتاج، كي تنجح، إلى سلع ومنتوجات يسوقها القطاع الخاص. لكن مع الأسف لم يقم القطاع العام بسد تلك الثغرة لدعم نشاطات البحث والتطوير بالرغم من الدلائل التي تشير إلى ما يمكن أن يجنيه المجتمع من فوائد، فلم يتعد الدعم الحكومي الحالي المقدم للبحوث التي تجري في مجالات المكافحة المتكاملة للآفات في الولايات المتحدة عن ٢٠ مليون دولار في العام أي أقل من المبالغ التي تنفق للإعلان والدعاية لمبيد واحد وتعادل ١,٠٪ من المبلغ الذي دفعته الحكومة تعويضاً للمزارعين في العام ١٩٨٦[٥٢].

إن فرض ضريبة متواضعة على مبيعات المواد يمكن أن يوفر مداخيل تمكن من التوسع في البحث والإرشاد الزراعي، ففرض ضريبة بقيمة ٢٪ على مبيعات المبيدات في الولايات المتحدة والتي تجاوزت عام ١٩٨٥ مبلغ ٦,٦ بليون دولار تقريباً يمكن أن يؤمن مداخيل ترتفع معها ميزانية الإرشاد الزراعي المخصصة حالياً للمكافحة المتكاملة سبعة عشر ضعفاً أو تؤدي إلى مضاعفة الميزانية المخصصة للبحث ست مرات أو أن تؤدي تلك المداخيل إلى زيادة الميزانية المخصصة للاستراتيجيتين معاً لتصل إلى خمسة أضعاف الميزانية الحالية[٥٣]، وستمكن مثل هذه الزيادة في المصادر المالية المعنيين من السير قدماً نحو تحقيق الهدف المطلوب والمتمثل في خفض كمية المبيدات المستعملة إلى النصف.

أما في الدول النامية، فتبعث النشاطات المتعلقة بالمكافحة المتكاملة للآفات والمكافحة البيولوجية على الأمل في أن تؤدي إلى التقليل من حالات التسمم والوفيات الناتجة عن المبيدات السامة، وأن تساعد في نفس الوقت على إقامة أنظمة لإنتاج المحاصيل يمكن المحافظة على ديمومتها واستمراريتها. هذا وتعمل الآن عدة مؤسسات على تشجيع المزارعين في العالم الثالث على استخدام الطرق غير الكيماوية في مكافحة الآفات، إلا أن تطبيق تلك الاستراتيجيات يسير ببطء شديد كما أشار إلى ذلك دافيد جريتهد مدير معهد الكومنولث للمكافحة البيولوجية ومركزه المملكة المتحدة، إذ أشار إلى أن اللجوء إلى بدائل للمبيدات لا يتحقق إلا

إذا كانت تلك البـدائل هي السبيل الأخير المتاح، أي: إذا أصبحت المبيدات غالية الثمن أو غير فعالة في مكافحة الآفات التي اكتسبت مناعة ضدها بدل أن تكون تلك الوسائل جزءاً لا يتجزأ من برامج التخطيط الزراعي والتطوير[٥٤].

إن الخطوة الأولى الهامة التي على دول العالم الثالث الإقدام عليها هي التوقف عن الممارسات الشائعة في تقديم دعم حكومي كبير لأسعار المبيدات الكيماوية مما يشجـع المزارعين على استخدامها حتى وإن لم تدع الضرورة الاقتصادية لذلك الأمر الذي يمنع أو يحد من تطوير وسائل غير كيماوية للمكافحة ويزيد في نهاية المطاف من الأخطار المتأتية عن استخدام الكيماويات الزراعية السامة. ففي دراسة أجريت على تسع دول نامية ـ ثلاث في كل من إفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية ـ وجد معهد المصادر العالمية في واشنطن (دي. سي) أن دعم المبيدات يتراوح ما بين ١٩٪ من سعر البيع بالمفرق كما يحدث في الصين إلى ٨٩٪ كما هو الحال عليه في السنغـال. إن الإلغـاء التدريجي لهٰذا الدعم وتخصيص المبالغ المتوفرة عن ذلك للبحث والإرشاد في مجال المكافحة المتكاملة والمكافحة البيولوجية يهيء للحكومات فرصـة العمـل على تطوير وسائل لمكافحة الآفات تتميز بالقدرة على الاستمرار وتكون أكثر ملاءمـة من الوجهة البيئية[٥٥].

لقد قامت بعض الحكومات بالحد من استخدام عدد من المبيدات بسبب ما أصابها من قلق ناجم عن ظهور آفات مقاومة لتلك المبيدات أو لارتفاع ثمنها أو لتلويثهـا المياه الجـوفية علاوة على مخاطـرها الصحية، ففي عام ١٩٨٤ حققت أنـدونيسيا اكتفاءها الذاتي من الأرز لكنها تجد نفسها اليوم مهددة بفقدان ذلك الإنجاز نتيجـة ظهور نوع من الجنادب التي اكتسبت مقاومة للمبيدات الرئيسة المستخدمة في رش الأرز مما حمل الرئيس سوهارتو في عام ١٩٨٦ على منع استخدام ٥٧ نوعـاً من المبيدات لرش الأرز وجعل بالتالي من المكافحة المتكاملة للآفات سياسـة عامـة يجب الالتـزام بها. ومـع حلول شهر تموز من عام ١٩٨٧ أنجز المـرشـدون الزراعيون تدريب ٣١,٠٠٠ مزارع على تقنيات المكافحة المتكاملة فكـانت أنـدونيسيا البلد الأول الـذي يقدم مثل هذا الدعم القوي وعلى أعلى المستـويات الـرسمية للمكافحة المتكاملة للآفات، ويمكن لدول أخرى وقعت فريسة لأحبولة المبيدات أن تحذو حذو أندونيسيا في هذا المجال.

أما في السويد، فقد تبنت الحكومة في عام ١٩٨٧ برنامجاً يهدف إلى التقليل من مخاطر المبيدات بمقدار النصف خلال السنوات الخمس القادمة، كما يهدف برنامج مماثل في الدنمارك إلى تخفيض استخدام المبيدات بنسبة ٢٥٪ بحلول العام ١٩٩٠ وبتخفيض مماثل إضافي مقداره ٢٥٪ مع العام ١٩٩٧، كما فرضت الحكومة الدنماركية رسوماً على المبيدات قيمتها ٣٪ وذلك للمساعدة في تغطية نفقات البحث والتطوير والتثقيف المتعلقة بالطرق غير الكيماوية لمكافحة الآفات(٥٧).

وفي الولايات المتحدة، تبذل عدة ولايات من بينها ايوا ونبراسكا وفيرمونت جهوداً للحد من أخطار المبيدات بتشجيع استخدام الطرق غير الكيماوية في المكافحة، ومع هذا فلن يشيع استعمال المكافحة المتكاملة للآفات بين المزارعين الأمريكيين ما لم تتوقف سياسات الحكومة الاتحادية عن تشجيع المزارعين بطريق غير مباشر لاستخدام المبيدات إذ تضمن البرامج الحكومية الحالية للمزارعين سعراً محدداً لمحاصيل معينة كما تقوم الحكومة بتشجيع المزارعين على زراعة أجزاء من أراضيهم وترك الباقي دون زراعة وذلك لضبط الكميات المنتجة والحد من الفائض. وتشير كاترين رتشلديرفر الخبيرة الاقتصادية في وزارة الزراعة الأمريكية إلى أن تلك السياسة تدفع بالمزارعين، في محاولة لضمان الدخل المطلوب، للعمل على زيادة إنتاجية الأراضي التي قاموا بزراعتها إلى الحد الأقصى. ولتحقيق ذلك يلجأ المزارعون إلى زيادة استعمال المدخلات الزراعية بما فيها المبيدات فيفسدون بهذه الطريقة، إما جزئياً أو كلياً، ما كان يمكن تحقيقه من خفض في استخدام المبيدات نتيجة عدم زراعة الأجزاء الأخرى من أراضيهم(٥٨).

لقد وفر قانون الأمن الغذائي لعام ١٩٨٥ فرصة نادرة لمعالجة الآثار السلبية للممارسات الزراعية في الولايات المتحدة عندما ربط بين أولويات الحماية والبرامج الزراعية، فهذا القانون الذي قد يعتبر أحد المبادرات الهامة لحماية الطبيعة منذ عقود قد نص على إنشاء «محمية» ستشمل في عام ١٩٩٠ على ما يزيد عن ١٦ مليون هكتار من الأراضي الزراعية المعرضة للتعرية الشديدة. هذا وسيؤدي تشريع قُدِّم إلى مجلس الشيوخ في تموز ١٩٨٧ إلى توسيع رقعة هذه المحمية لتشمل

الأراضي الزراعية ذات الصلة بتلوث مصادر المياه. إن ربط جهود الحكومة الاتحادية للحد من الفائض الزراعي بجهود الولايات والإدارات المحلية لحماية مصادر المياه سيزيد من الفوائد التي يجنيها المجتمع من البرامج الزراعية الحكومية والتي تكلف عدة بلايين من الدولارات[٥٩].

أما بالنسبة إلى الفضلات الكيماوية للصناعة، فلم ينجح بلد واحد بعد في وضع استراتيجية فعالة على المدى البعيد. إن تنشيط الجهود في مجال البحث وتطوير التقنيات التي تساعد على الحد من كميات الفضلات وتقديم الدعم المالي والتقني لتشجيع الاستثمار في تلك التقنيات وفرض رسوم في بعض الحالات على الفضلات الناتجة يمكن أن تؤدي إلى التقليل والحد من مشكلة الفضلات بمقدار الثلث في معظم الأقطار خلال العقد القادم.

هذا وتظهر عدة دول أوروبية غربية التزاماً قوياً بتطوير «تقنيات نظيفة» ووسائل أخرى للحد من التلوث بالمواد الكيماوية السامة، فعلى سبيل المثال تقوم الحكومة الفرنسية بدفع نصف تكاليف البحوث المتعلقة بتطوير تقنيات تقلل من حجم الفضلات ويمكن استخدامها على نطاق واسع وتقدم دعماً مالياً مقداره ١٠٪ من المبالغ المستثمرة في تطوير تقنيات لمنع التلوث تكون قد أثبتت جدارتها عملياً. وتدل التقديرات الرسمية على أن مقدار ما أنفقته الحكومة عام ١٩٨٤ لتطوير «تقنيات نظيفة» قد بلغ ١٩٢ مليون فرنك (٣٥ مليون دولار) مما حدا بالشركات الخاصة إلى أن تستثمر أموالاً تزيد عن ذلك المبلغ بعدة أضعاف[٦٠].

وفي هولندا، قدمت لجنة خاصة بالبيئة والصناعة دعماً مالياً لحوالي ٢٠٠ بحث ومشروع بغية تطوير «تقنيات نظيفة» لا تلوث البيئة، أو مشاريع عملية ناجحة، كما تنفق الحكومة الهولندية سنوياً ما يقرب من ٨ ملايين دولار لدعم تلك النشاطات، ويعتبر هذا المبلغ كبيراً بالنسبة لدولة لا يزيد عدد سكانها عن ١٤,٥ مليون نسمة. أما الدنمارك وألمانيا الغربية، وهما قطران تحظى أنظمة معالجة الفضلات فيهما بتقدير خارجي واسع، فقد زادا من جهودهما للحد من الفضلات أيضاً وباشرا كذلك في إقامة مشاريع ريادية لتطوير «تقنيات نظيفة»[٦١].

وبالمقارنة مع المبادرات الأوروبية تلك، تبدو الجهود التي تبذل في الولايات

المتحدة الأمريكية ضعيفة وغير مؤثرة، فقد طلبت وكالة حماية البيئة تخصيص مبلغ ٣٨٨,٠٠٠ دولار في عام ١٩٨٨ لدعم النشاطات الهادفة الحد من الفضلات، ويمثل هذا المبلغ ٠,٠٣٪ من ميزانية التشغيل، والبالغة ١,٥ بليون دولار، ويقل حتى عن المبلغ الـذي أنفق عام ١٩٨٦[٦٢]. وفي الوقت الذي تواجه فيه الأمة الأمـريكية مشكلة توفـير الأمـوال لتغـطية نفقات إزالة وتنظيف المواقع القديمة المخصصة للتخلص من الفضلات السامة والبالغة ما بين ٢٠-١٠٠ بليون دولار، فمن الغبـاء نسيان أو تنـاسي المثل الواقعي القديم: درهم وقاية خير من قنطار علاج. إن استثـمار الحكـومـة لمبالغ متواضعة بغية الحد من كميات الفضلات سيمكنها مستقبلاً من تجنب المشاكل وهدر الأموال نتيجة سوء الإدارة أو ضعف الإمكانيات والقدرات لمعالجة الفضلات أو معارضة الناس لإقامة مواقع جديدة لمعالجة تلك الفضلات.

إن التشريعـات التي قدمت في مجلس الشيوخ الأمـريكي في تموز ١٩٨٧ تشتمـل على معـظم العناصر لإيجاد برنامج وطني ناجح. فهي تدعو إلى إنشاء مكتب خاص ضمن وكالة حماية البيئة هدفه الحد من إنتاج الفضلات مما سيعني وجود كيان مؤسسي رفيع المستوى يعنى بهذاالنشاط كما سيكون مؤشراً قوياً على التزام الحكومة الاتحادية به. هذا وتشتمل تلك التشريعات على تخصيص مبلغ يصل إلى ١٨ مليون دولار لدعم النشاطات الهادفة التقليل من حجم الفضلات منها ٨ ملايين دولار لإدارة المكتب و١٠ ملايين ستقدم كمنح للولايات. ومع أن تلك الأموال ستوفر النواة اللازمة لبدء العمل وانطلاقه، لكنها ستحتاج بدون شك إلى مزيد من الـدعم المـالي إذا كان لجهـود الـولايات في مجال خفض كميات الفضلات أن تنطلق بزخم وتسير الأمور على النحو الذي نتواخاه فعالة وقوية[٦٣].

لقـد بدأت بعض الـولايات في تطبيق برامجهـا الخـاصـة بتقليص حجم الفضـلات التي تنتجها، ومع هذا فإن أي دعم حكومي يصب في هذا المجال سيكون عظيم الفائدة. ويشير محللون من مركز تقييم التقنية التابع للكونجرس إلى أن إنفـاق مبلغ ٢٠٠ مليون دولار خلال الأعـوام الخمسـة القادمة لدعم تلك البرامج يمكن أن يوفر على الصناعة بلايين الدولارات التي كانت ستنفقها لمعالجة

تلك الفضلات. كذلك فإن الضرائب التي ستفرض على أرباح الشركات الصناعية المستفيدة ستفوق قيمتها المبالغ التي ستدفعها الحكومة الاتحادية لدعم البرامج التي تطبقها الولايات لتقليص حجم فضلاتها[٦٤]، وإذا كان من الصعب إعادة النظر في ميزانية وكالة حماية البيئة بغية تخصيص جزء صغير من ميزانيتها لتغطية تكاليف الدعم المطلوب فإن فرض رسم متدنٍ على الفضلات ـ أقل من دولار للطن الواحد ـ سيوفر مبالغ تكفي للقيام بمبادرة فعالة للتقليل من حجم الفضلات.

إن عدداً قليلاً من الدول النامية قد قام بوضع الركائز الأساسية لأنظمة معالجة الفضلات الخطرة لكن تفتقر غالبية الدول النامية إلى وجود تشريعات تتعلق بالفضلات السامة ولا تتوفر لها الإمكانات اللازمة لمعالجة تلك المواد وتصريفها بكفاءة باستثناء كوريا الجنوبية على ما يبدو. لقد وضعت تلك الدولة تشريعات شاملة في هذا المجال وأقامت محطتين للمعالجة المتقدمة للفضلات من المقرر أن يكون قد بُدىء في تشغيلهما في عام ١٩٨٧. إن التبادل الفعال للمعلومات والخبرات بين الحكومات ورجال الصناعة في الدول الصناعية من جهة وصانعي القرار في الدول النامية من جهة أخرى سيكون له الأثر الكبير في زيادة قدرات دول العالم الثالث على معالجة المواد الكيماوية السامة. وفي هذا المجال أعلنت ثلاث مؤسسات أمريكية ـ داو للكيماويات واكسون وموبيل ـ في آب ١٩٨٦ عن برنَامَج مشترك يهدف المساعدة في تدريب مسؤولين عن حماية البيئة في أندونيسيا على طرق التصريف البيئي للفضلات الصناعية بما في ذلك معالجة الفضلات الخطرة[٦٥].

إن الجهود المبذولة لحمل الصناعات على القيام بمسؤولياتها تجاه ما يتحمله المجتمع من تكاليف وما يتعرض له من أخطار ذات صلة بالمواد الخطرة ضرورية لتعزيز الإسراع في عملية الانتقال إلى مرحلة يتم فيها إنتاج مركبات كيماوية تكون أقل خطراً على الإنسان والبيئة. فمن المعروف أن المشرعين الحكوميين غالباً ما يتحملون عبء إثبات ضرر مادة ما قبل أن يتمكنوا من العمل على منعها أو تحديد استعمالاتها. لكن لو كان على الشركات الصناعية أن تثبت بأن المواد موضوع

الشك والتساؤل لا تشكل أي خطر ولو ألزمت تلك الشركات بدفع تعويضات أكبر عن الأضرار الناجمة عن تصنيع تلك المواد وعن استعمالها والتخلص منها، فما من شك في أن أخطار المواد الكيماوية ستقل أو ستضمحل وسيتم التوقف عن استعمال المواد الخطرة في المختبرات الصناعية بدل الاستمرار في استعمالها لعدة سنوات بانتظار أن تقوم مؤسسة أو وكالة ما بسن القوانين ووضع التشريعات التي تضبط استعمالها(٦٦).

وفي استفتاء جرى في كاليفورنيا وافقت الأغلبية الساحقة من المقترعين على مشروع قانون ينص على أن تتحمل الصناعة جزءاً من مسؤولية التأكد من سلامة المواد الكيماوية التي تنتجها، كما يمنعها من التخلص من مواد مدرجة على قائمة وضعتها الولاية للكيماويات التي قد تسبب السرطان والتشوهات الخلقية بطريقة قد تسمح بوصولها إلى مياه الشرب، كما يلزم القانون الشركات الصناعية بوضع لاصق على المنتجات التي تحتوي على أي من تلك الكيماويات لإعلام المواطنين بذلك حتى ولو كانت بكميات ضئيلة جداً. كذلك يدعو القانون الشركات التي تمثل أمام القضاء للنظر في الدعاوي المقامة عليها بسبب الأخطار المحتملة للتعرض للكيماويات التي أشار إليها القانون والتي تنتجها تلك الشركات أن تثبت بأن التعرض لها لا يشكل أي خطر على صحة الإنسان. وعليه، فإن تطبيق هذا القانون في كاليفورنيا بكل دقة وصرامة سيشكل حافزاً قوياً للشركات لتصنيع منتجات ومواد كيماوية غير خطرة أو أقل خطراً من المستعمل حالياً.

وبسبب التقارب غير العادي بين مصالح القطاعين العام والخاص فإن الوقت الآن مناسب لتطوير وتشجيع استعمال طرق بديلة لمكافحة الآفات ومعالجة أفضل للمواد الكيماوية الصناعية. إن المزارعين الذين يعتمدون على المبيدات وأولئك الذين يقومون بإنتاج الفضلات الخطرة يواجهون الآن مشكلة ارتفاع تكلفة ممارساتهم وما يترتب عليها من أخطار. كذلك تواجه الحكومات مهمة معقدة ومكلفة في سعيها لحماية مواطنيها من التلوث الناتج عن الكيماويات الصناعية والزراعية في الوقت الذي يطالب فيه الجمهور الواعي لأخطار ذلك التلوث بضمانات تؤكد سلامة مائه وغذائه وبيئته. إن التقنيات والوسائل الكفيلة بالحد من استخدام المبيدات والفضلات الصناعية وما يترتب عنها من هموم متوفرة حالياً ولمصلحة الجميع أن يعملوا على دعمها والنهوض بها.

Chapter 7. Controlling Toxic Chemicals

1. In this chapter, the terms hazardous, toxic, chemical, and industrial waste are used loosely and interchangeably, in part because of varying national definitions, to connote wastes containing substances potentially threatening to health. This usage does not conform to the official U.S. definition, under which toxic is a subset of hazardous waste, which also includes wastes that are explosive, flammable, or corrosive.

2. For a brief sketch of the organic chemicals industry, see David J. Sarokin et al., *Cutting Chemical Wastes* (New York: INFORM, Inc., 1985); James O. Schreck, *Organic Chemistry: Concepts and Applications* (Saint Louis, Mo.: The C.V. Mosby Company, 1975).

3. U.S. International Trade Commission, *Synthetic Organic Chemicals: United States Production and Sales 1985* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1986); number of chemicals in use from "The Quest for Chemical Safety," *International Register of Potentially Toxic Chemicals Bulletin*, May 1985; number added annually from Michael Shodell, "Risky Business," *Science '85*, October 1985.

4. Michael J. Dover, *A Better Mousetrap: Improving Pest Management in Agriculture* (Washington, D.C.: World Resources Institute, 1985).

5. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), "Pesticide Industry Sales and Usage: 1985 Market Estimates," Washington, D.C., September 1986; "Major Changes Coming in Pesticide Law," *Agricultural Outlook*, October 1986; 70 percent figure from Herman Delvo, agricultural economist, U.S. Department of Agriculture (USDA), Washington, D.C., private communication, August 6, 1987.

6. Winand D.E. Staring, *Pesticides: Data Collection Systems and Supply, Distribution and Use in Selected Countries of the Asia-Pacific Region* (Bangkok: United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 1984); Indian data from Y.P. Gupta, "Pesticide Misuse in India," *The Ecologist*, Vol. 16, No. 1, 1986;

7. See, for example, U.S. Congressional Budget Office, *Hazardous Waste Management: Recent Changes and Policy Alternatives* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

8. H. Yakowitz, "Some Background Information Concerning Hazardous Waste Management in Non-OECD Countries," paper prepared for Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, 1985; H. Jeffrey Leonard, "Confronting Industrial Pollution in Rapidly Industrializing Countries: Myths, Pitfalls, and Opportunities," *Ecology Law Quarterly*, Vol. 12, No. 14, 1985; "China Plans Curbs on Solid Wastes," *China Daily*, May 1, 1985.

9. National Research Council (NRC), *Toxicity Testing: Strategies to Determine Needs and Priorities* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1984); Charles Benbrook, Executive Director, Board on Agriculture, National Academy of Sciences, Washington, D.C., private communication, May 1986.

10. Foo Gaik Sim, *The Pesticide Poisoning Report* (Penang, Malaysia: International Organization of Consumers Unions, 1985); Dover, *A Better Mousetrap*.

11. Gupta, "Pesticide Misuse in India"; Centre for Science and Environment, *The State of India's Environment 1984–85* (New Delhi: 1985); Sean L. Swezey et al., "Nicaragua's Revolution in Pesticide Policy," *Environment*, January/February 1986.

12. David Weir and Mark Schapiro, *Circle of Poison: Pesticides and People in a Hungry World* (San Francisco: Institute for Food and Development Policy, 1981); NRC, *Regulating Pesticides in Food: The Delaney Paradox* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1987).

13. A. Lees et al., "The Effects of Pesticides on Human Health," Minutes of Evidence presented to the Agriculture Committee, House of Commons, London, May 15, 1986.

14. Contamination figures from Office and Pesticide Programs, EPA, Washington, D.C., private communication, December 4, 1987; Office of Ground-Water Protection, "EPA Ground-Water Protection Strategy: FY 1985 Status Report," EPA, Washington, D.C., undated; George R. Hallberg, "From Hoes to Herbicides: Agriculture and Groundwater Quality," *Journal of Soil and Water Conservation*, November/December 1986; Charles M. Benbrook and Phyllis B. Moses, "Engineering Crops to Resist Herbicides," *Technology Review*, November/December 1986.

15. George W. Ware, *Fundamentals of Pesticides* (Fresno, Calif.: Thomson Publications, 1986); David Bull, *A Growing Problem: Pesticides and the Third World Poor* (Oxford: OXFAM, 1982); Perseu Fernando dos Santos, EM-

BRAPA, Jaguariúna, Brazil, private communication, April 9, 1987; Elizabeth G. Nielsen and Linda K. Lee, *The Magnitude and Costs of Groundwater Contamination from Agricultural Chemicals: A National Perspective* (Washington, D.C.: USDA, 1987).

16. Robert L. Metcalf, "Changing Role of Insecticides in Crop Protection," *Annual Review of Entomology*, Vol. 25, 1980; Michael Dover, "Getting Off the Pesticide Treadmill," *Technology Review*, November/December 1985; W.C. Shaw, "Integrated Weed Management Systems Technology for Pest Management," *Weed Science*, Supplement to Vol. 30, 1982; Michael J. Dover and Brian A. Croft, "Pesticide Resistance and Public Policy," *BioScience*, February 1986.

17. George P. Georghiou, "The Magnitude of the Resistance Problem," in NRC, Board on Agriculture, *Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1986).

18. Swezey et al., "Nicaragua's Revolution in Pesticide Policy."

19. Patrick W. Holden, *Pesticides and Groundwater Quality: Issues and Problems in Four States* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1986); Dover and Croft, "Pesticide Resistance and Public Policy."

20. West German Ministry for Research and Technology, *The Japanese-German Panel for Research and Development on Environment Protection Technology (Bonn: 1986)*; Kim Christiansen, Technological Institute of Copenhagen, Taastrup, Denmark, private communication, February 2, 1987. Exchange rates as of December 1, 1987.

21. RCRA/CERCLA Hotline, EPA, Washington, D.C., July 31, 1987; World Resources Institute/International Institute for Environment and Development, "Managing Hazardous Wastes: The Unmet Challenge," in *World Resources 1987* (New York: Basic Books, 1987); U.S. Congress, Office of Technology Assessment (OTA), *Superfund Strategy* (Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

22. Veronica I. Pye and Ruth Patrick, "Ground Water Contamination in the United States," *Science*, August 19, 1983; OTA, *Protecting the Nation's Groundwater from Contamination*, Vol. 1 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1984); "Congress Passes Bill for Renewal of Safe Drinking Water Act with Groundwater Protection Provisions," *The Groundwater Newsletter* (Plainview, N.Y.), May 30, 1986.

23. Eugeniusz Pudlis, "Poland: Heavy Metals Pose Serious Health Problems," *Ambio*, Vol. 11, 1982; Jean Pierre Lasota, "Darkness at Noon," *The Sciences*, July/August 1987.

24. NRC, *Toxicity Testing*; Stanford researcher cited in Dale Hattis and David Kennedy, "Assessing Risks from Health Hazards: An Imperfect Science," *Technology Review*, May/June 1986.

25. NRC, *Drinking Water and Health*, Vol. 6 (Washington D.C.: National Academy Press, 1986); Hattis and Kennedy, "Assessing Risks."

26. Aaron Blair et al., "Cancer and Pesticides Among Farmers," in The Freshwater Foundation, *Pesticides and Groundwater: A Health Concern for the Midwest* (Navarre, Minn.: 1987).

27. Charles M. Benbrook, Reactor Panel statement, in Freshwater Foundation, *Pesticides and Groundwater: Health Concern for Midwest*.

28. L. Brader, "Integrated Pest Control in the Developing World," *Annual Review of Entomology*, Vol. 24, 1979; Qu Geping, "Biological Control of Pests in China," *Mazingira*, Vol. 7, No. 2, 1983; Marcos Kogan, University of Illinois, Champaign-Urbana, Ill., private communication, May 20, 1987.

29. Michael Hansen, "Escape from the Pesticide Treadmill: Alternatives to Pesticides in Developing Countries," preliminary report, Institute for Consumer Policy Research, Consumers Union, Mount Vernon, N.Y., 1986; Décio L. Gazzoni and Edilson B. de Oliveira, "Soybean Insect Pest Management in Brazil-II. Program Implementation," in P. Matteson, ed., *Proceedings of the International Workshop on Integrated Pest Control for Grain Legumes* (Brazilia: EMBRAPA, 1984).

30. Virginia Cooperative Extension Service, Virginia Tech and Virginia State, and USDA Extension Service, *The National Evaluation of Extension's Integrated Pest Management (IPM) Programs* (Washington, D.C.: USDA, 1987).

31. R.E. Frisbie and P.L. Adkisson, "IPM: Definitions and Current Status in U.S. Agriculture," in Marjorie A. Hoy and Donald C. Herzog, eds., *Biological Control in Agricultural IPM Systems* (Orlando, Fla.: Academic Press, Inc., 1985).

32. Suzanne W.T. Batra, "Biological Control in Agroecosystems," *Science*, January 8, 1982.

33. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), *Root and Tuber Improvement Program: Research Highlights 1981–1984* (Ibadan, Nigeria: 1985); Hansen, "Alternatives to Pesticides in Developing Countries."

34. IITA, *Research Highlights;* Hansen, "Alternatives to Pesticides in Developing Countries."

35. IITA, *Annual Report and Research Highlights 1985* (Ibadan, Nigeria: 1986); Hansen, "Alternatives to Pesticides in Developing Countries"; Jeffrey K. Waage, Research Director, Commonwealth Institute of Biological Control, Silwood Park, United Kingdom, private communication, January 20, 1987.

36. D.J. Greathead and J.K. Waage, *Opportunities for Biological Control of Agricultural Pests in Developing Countries* (Washington, D.C.: World Bank, 1983).

37. Sara S. Rosenthal et al., *Biological Methods of Weed Control* (Fresno, Calif.: Thomson Publications, 1984); P.C. Quimby, Jr., and H.L. Walker, "Pathogens as Mechanisms for Integrated Weed Management," *Weed Science*, Supplement to Vol. 30, 1982; Donald S. Kenney, "DeVine—The Way It Was Developed—An Industrialist's View," and R.C. Bowers, "Commercialization of Collego—An Industrialist's View," *Weed Science*, Vol. 34, Supplement 1, 1986.

38. R.J. Aldrich, *Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management* (North Scituate, Mass.: Breton Publishers, 1984); Alan R. Putnam et al., "Exploitation of Allelopathy for Weed Control in Annual and Perennial Cropping Systems," *Journal of Chemical Ecology*, May 1983.

39. Benbrook and Moses, "Engineering Crops to Resist Herbicides."

40. Ibid.

41. Author's meetings with various officials and hazardous waste specialists in several European countries, January-February 1987; see also Bruce Piasecki and Gary A. Davis, *America's Hazardous Waste Management Future: Lessons from Europe* (Westport, Conn.: Greenwood Press, in press).

42. Per Riemann, Kommunekemi a/s, Nyborg, Denmark, private communication, January 30, 1987; GSB, "Disposal of Special Refuse in Bavaria," Munich, West Germany, October 1983; Herr Ulrich Materne and Helga Retsch-Preuss, Gesellschaft zur Beseitigung von Sondermüll in Bavern MbH (GSB), Munich, West Germany, private communication, January 22, 1987.

43. Mark Crawford, "Hazardous Waste: Where to Put It?" *Science*, January 9, 1987; Steve R. Drew, Regional Community Relations Manager, Chemical Waste Management, Inc., Newark, Calif., private communication, May 4, 1987.

44. Piasecki and Davis, *Lessons from Europe;* Rochelle L. Stanfield, "Drowning in Waste," *National Journal*, May 10, 1986; Chemcontrol a/s, "3rd International Symposium on Operating European Hazardous Waste Management Facilities—Final Program," Odense, Denmark, September 16–19, 1986; George Garland, "Report on Consultancy to the Republic of Korea for the World Health Organization," April 16, 1987, provided by Garland, Office of Solid Waste, EPA, Washington, D.C.

45. EPA, *Report to Congress: Minimization of Hazardous Waste*, Vol. 1 (Washington, D.C.: 1986); Paul A. Chubb, "Managing Waste: Critical to Competitiveness," *Wasteline* (Du Pont Company), Spring 1986.

46. See OTA, *Serious Reduction of Hazardous Waste* (Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1986); Sarokin et al., *Cutting Chemical Wastes;* Donald Huisingh et al., *Proven Profits from Pollution Prevention: Case Studies in Resource Conservation and Waste Reduction* (Washington, D.C.: Institute for Local Self-Reliance, 1986).

47. Kirsten U. Oldenburg and Joel S. Hirschhorn, "Waste Reduction: A New Strategy to Avoid Pollution," *Environment*, March 1987; Kenneth Geiser et al., *Foreign Practices in Hazardous Waste Minimization* (Medford, Mass.: Tufts University Center for Environmental Management, 1986); "How Sites Are Tackling Hazardous Waste," *Wasteline* (Du Pont Company), Spring 1986.

48. Donald Huisingh and John Aberth, "Hazardous Wastes: Some Simple Solutions," *Management Review*, June 1986.

49. Oldenburg and Hirschhorn, "Waste Reduction: A New Strategy"; Sarokin et al., *Cutting Chemical Wastes;* EPA, "Waste Minimization Findings and Activities," *Fact Sheet*, Washington, D.C., October 1986.

50. Geiser et al., *Foreign Practices in Hazardous Waste Minimization;* Walker Banning et al.,

"North American Waste Exchanges: A History of Change and Evolution," in Center for Environmental Studies, Arizona State University, *Proceedings of the Third National Conference on Waste Exchange* (Tempe, Ariz.: 1986).

51. Virginia Cooperative Extension Service, *National Evaluation of Extension's IPM Programs;* budget figures from C. David McNeal, Jr., IPM Program Leader, Extension Service, USDA, Washington, D.C., private communication, May 28, 1987.

52. Hansen, "Alternatives to Pesticides in Developing Countries"; G.W. Bird, "Alternative Futures of Agricultural Pest Management," paper presented at the IAA Symposium; federal research funding from estimates by Howard Waterworth, USDA Agricultural Research Service, Washington, D.C., and by Robert C. Riley, USDA Cooperative State Research Service, Washington, D.C., private communications, May 28, 1987.

53. Pesticide sales figure from E.P.A., "Pesticide Industry; 1985 Market Estimates."

54. Banpot Napompeth, "Biological Control and Integrated Pest Control in the Tropics—An Overview," paper presented at the symposium Towards a Second Green Revolution: From Chemicals to New Biological Technologies in Agriculture in the Tropics, Rome, September 1986; David Greathead, Director, Commonwealth Institute of Biological Control, Silwood Park, United Kingdom, private communication, January 20, 1987.

55. Robert Repetto, *Paying the Price: Pesticide Subsidies in Developing Countries* (Washington, D.C.: World Resources Institute, 1985); Dover, *A Better Mousetrap.*

56. The President of the Republic of Indonesia, Presidential Instruction No. 3, "Improvement of Control of Brown Planthopper (Wereng Coklat), An Insect Pest of Rice," Jakarta, Indonesia, November 5, 1986; "Against the Grain in Indonesia," *Ivanwerk,* March 22, 1987; training figure from Michael Hansen, Institute for Consumer Policy Research, Consumers Union, Mount Vernon, N.Y., private communication, November 19, 1987.

57. Vibeke Bernson, National Chemicals Inspectorate, Solna, Sweden, private communication, February 5, 1987; Jesper Kjølholt, Centre for Terrestrial Ecology, National Agency of Environment Protection, Copenhagen, Denmark, private written communication, August 6, 1987.

58. Bernard Hover, Iowa Department of Natural Resources, Geological Survey Bureau, Iowa City, Iowa, private communication, June 10, 1987; Dave Jensen, Nebraska Department of Environmental Control, Lincoln, Nebr., private communication, May 27, 1987; Governor Madeline Kunin, "Pesticide Policy Statement," May 14, 1986 (made available by Vermont Public Interest Research Group, Montpelier, Vt.); Katherine Reichelderfer, Associate Director, Resources and Technology Division, Economic Research Service, USDA, Washington, D.C., private written communication, July 8, 1987.

59. Subtitle D, "Conservation Reserve," of the U.S. Food Security Act, *Congressional Record—House,* December 17, 1985; Michael R. Dicks and Katherine Reichelderfer, "Choices for Implementing the Conservation Reserve," Agriculture Information Bulletin No. 507, USDA Economic Research Service, Washington, D.C., March 1987; Michael Dicks, "More Benefits with Fewer Acres Please!" *Journal of Soil and Water Conservation,* May/June 1987; bill to amend the Food Security Act of 1985, introduced into the U.S. Senate, July 1987.

60. Florence Petillot, "The Policies and Methods Established for Promoting the Development of Clean Technologies in French Industry," *Industry and Environment,* October/November/December 1986. Exchange rate as of December 1, 1987.

61. Piasecki and Davis, *Lessons from Europe;* Klaus Müller, Ministry of the Environment, National Agency of Environmental Protection, Copenhagen, Denmark, private communication, February 2, 1987; Dr. Stolz, Ministry of the Interior, Bonn, West Germany, private communication, January 27, 1987.

62. OTA, *From Pollution to Prevention: A Progress Report on Waste Reduction* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1987).

63. Description of legislation from U.S. Representative Howard Wolpe, "The Hazardous Waste Reduction Act," *Congressional Record,* Washington, D.C., June 26, 1987.

64. OTA, *From Pollution to Prevention.*

65. U.N. Environment Programme, *International Symposium on Clean Technologies: Synopses of the Country Reports* (Paris: 1986); Whitman Bassow, "Major Corporations to Train Indonesian Officials in Industrial Environ-

mental Management." *Environmental Conservation*. Summer 1986.

66. See J. Clarence Davies, "Coping with Toxic Substances," *Issues in Science and Technology*, Winter 1985; Carl Pope, "An Immodest Proposal," *Sierra*, September/October 1985.

67. "Restrictions on Toxic Discharges into Drinking Water: Requirement of Notice of Persons' Exposure to 'Toxics'," Proposition 65 description in literature distributed to California voters, 1986.

obeikandl.com