

خامساً: التأثيرات الصحية والبيئية للمحاصيل المحورة وراثياً

وهي تقييمات كانت متوافرة أثناء إعداد تقرير المجلس الدولي للعلم. وهناك درجة كبيرة من توافق الرأي في المجتمع العلمي على كثير من قضايا السلامة الرئيسية المتعلقة بالمنتجات المحورة وراثياً، ولكن العلماء يختلفون على بعض القضايا، ولا تزال هناك ثغرات في المعارف.

الانعكاسات على سلامة الأغذية

تعتبر المحاصيل المحورة وراثياً المتوافرة الآن، والأغذية المشتقة منها، مأمونة كطعام في الوقت الحاضر، كما أن أساليب اختبار سلامتها تعتبر مناسبة. وهذه الاستنتاجات تمثل توافق الآراء الذي انتهت إليه الدلائل العلمية التي استقصاها المجلس الدولي للعلم (٢٠٠٣) وهي تتفق مع آراء منظمة الصحة العالمية (٢٠٠٢). وقد أجري تقييم لهذه الأغذية لمعرفة خطرهما الزائد على صحة الإنسان من جانب عدد كبير من سلطات التنظيم في مختلف البلدان (ومنها مثلاً الأرجنتين والبرازيل وكندا والصين والولايات المتحدة والمملكة المتحدة) بتطبيق إجراءات سلامة الأغذية القطرية في تلك البلدان. وحتى الآن لم تكتشف أي آثار سامة أو غير سليمة من الناحية الغذائية من استهلاك الأغذية المشتقة من محاصيل محورة وراثياً في أي مكان في العالم (GMSRP). وقد استهلك ملايين من الناس أغذية مشتقة من نباتات محورة وراثياً - وهي أساساً الذرة والصويا واللفت - دون أن تلاحظ عليهم أي آثار سلبية (ICSU).

ولكن عدم ملاحظة أي آثار سلبية لا يعني أن هذه الأغذية لا تنطوي على أخطار (ICSU) (GMSRP)، فيعترف العلماء بأن الآثار طويلة الأجل للأغذية المحورة وراثياً (ومعظم الأغذية التقليدية) ليست معروفة بما فيه الكفاية. ومن الصعب كشف الآثار طويلة الأجل بسبب عوامل خلط كثيرة مثل التباين الوراثي الكامن في الأغذية ومشكلات تأثيرات الأغذية بأكملها. يُضاف إلى ذلك أن الأغذية المعقدة المحورة وراثياً قد يكون من الصعب تقييمها وربما تؤدي إلى زيادة إمكانية ظهور آثار

لا تزال الدلائل العلمية عن التأثيرات البيئية والصحية الناشئة عن الهندسة الوراثية موضع بحث. ويلخص هذا الفصل ما هو موجود الآن من المعارف العلمية عن الأخطار الصحية والبيئية الممكنة (الإطار ١٧) عند استعمال الهندسة الوراثية في الأغذية والزراعة، ثم يبحث دور أجهزة وضع القواعد الدولية في توحيد إجراءات تحليل أخطار تلك المنتجات (الإطار ١٨). وتعتمد المعلومات العلمية المقدمة في هذا الفصل اعتماداً كبيراً على تقرير حديث من المجلس الدولي للعلم (ICSU، 2003)^(٤). ويستفيد هذا التقرير من خمسين تقييماً علمياً مستقلاً نفذتها مجموعات موثوق بها في أنحاء مختلفة من العالم، ومنها هيئة الدستور الغذائي التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، والمفوضية الأوروبية، ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، إلى جانب الأكاديميات العلمية القطرية في كثير من البلدان مثل أستراليا والبرازيل والصين وفرنسا والهند والولايات المتحدة والمملكة المتحدة. وفضلاً عن ذلك يستفيد هذا الفصل من التقييمات العلمية الأخيرة التي أجراها مجلس نافلد للأخلاقيات الحيوية (NCB، 2003)^(٥)، وفريق المملكة المتحدة العلمي لاستعراض الكائنات المحورة وراثياً (GMSRP، 2003)^(٦)، والجمعية الملكية (Royal Society، 2003)^(٧).

(٤) المجلس الدولي للعلم (ICSU) هو منظمة غير حكومية تمثل المجتمع العلمي الدولي. وتشمل عضويته كلا من أكاديميات العلوم القطرية (١٠١ أعضاء) والاتحادات العلمية الدولية (٢٧ عضواً). ونظراً لأن المجلس له صلات مع مئات الآلاف من العلماء في العالم، فإنه كثيراً ما يكون مدعواً إلى تمثيل المجتمع العلمي العالمي.

(٥) مجلس نافلد للأخلاقيات الحيوية (NCB) هو منظمة بريطانية لا تسعى إلى الربح يمولها مجلس البحوث الطبية ومؤسسة Wellcome Trust و Nuffield.

(٦) فريق المملكة المتحدة العلمي لاستعراض الكائنات المحورة وراثياً (GMSRP) هو فريق أنشأته حكومة المملكة المتحدة لعمل استعراض متعمق وموضوعي للدلائل العلمية الخاصة بالمحاصيل المحورة وراثياً.

(٧) الجمعية الملكية (Royal Society) هي أكاديمية علمية مستقلة في المملكة المتحدة، تعمل على تعزيز التفوق العلمي.

الإطار ١٧

طبيعة المخاطر وتحليلها

والمفهوم الذي يبدو بسيطاً لتقدير المخاطر، هو في الحقيقة معقد للغاية، ويعتمد على تقدير الأمور إلى جانب العلم. فالمخاطر قد تجد من يقلل من قيمتها إذا كانت هناك بعض الأخطار التي لم يتم تحديدها وتشخيصها بصورة سليمة، أو إذا كان احتمال حدوث الخطر أكبر مما كان متوقعا، أو إذا كانت النتائج أكثر حدة مما كان متوقعا. كما أن احتمال حدوث خطر يتوقف أيضا، بقدر ما، على استراتيجية الإدارة المستخدمة في مكافحة هذا الخطر.

وفي الحياة اليومية، فإن المخاطر تتفاوت في معناها بالنسبة للأشخاص، بحسب خلفيتهم الاجتماعية والثقافية والاقتصادية. فالذين يكافحون من أجل البقاء على قيد الحياة ربما كانوا على استعداد لقبول مخاطر أكثر من هؤلاء الذين يعيشون في رغد من العيش، لو أنهم اعتقدوا أن هذه المخاطر تحمل في طياتها فرصة لحياة أفضل. ومن ناحية أخرى، فإن الكثير من المزارعين الفقراء لا يختارون سوى تكنولوجيات قليلة المخاطر لأنهم يعملون على هامش الحياة ولا قدرة لهم على المغامرة. كما أن المخاطر تعنى أمورا مختلفة للشخص الواحد بين أن وآخر، اعتمادا على قضية بعينها أو موقف بعينه. فالناس أكثر استعدادا لقبول المخاطر المرتبطة بالأنشطة المعتادة وتلك التي يتم اختيارها بحرية، حتى لو كانت هذه المخاطر كبيرة. وعند تحليل المخاطر، ينبغي أن تؤخذ الأسئلة التالية في الاعتبار: من الذي يتحمل المخاطر، ومن المستفيد منها؟ ومن الذي يقدر حجم الضرر أو يحدد المخاطر التي يمكن قبولها؟

المخاطر جزء لا يتجزأ من الحياة اليومية. فليس هناك أي نشاط دون مخاطر، بل إن عدم ممارسة أي نشاط في بعض الحالات ينطوي أيضا على مخاطر. والزراعة في أي شكل من أشكالها تنطوي على مخاطر بالنسبة للمزارعين والمستهلكين والبيئة. ويتكون تحليل المخاطر من ثلاث خطوات: تقدير المخاطر، ومكافحتها، والإعلام عنها. فتقدير المخاطر يعني تقييم الشواهد العلمية بشأن المخاطر المرتبطة بالأنشطة البديلة، ومقارنة هذه الشواهد. أما مكافحة المخاطر – أي وضع استراتيجيات للوقاية منها ومكافحتها في حدود مقبولة – فتعتمد على تقدير المخاطر، وتراعي مختلف العوامل مثل القيم الاجتماعية والأمور الاقتصادية. وبالنسبة للإعلام عن المخاطر، فهو الحوار الدائر بين واضعي الأنظمة وبين الجماهير حول المخاطر والخيارات المتاحة لمكافحتها، بحيث يمكن اتخاذ القرارات المناسبة لذلك.

وتعرف المخاطر في أغلب الأحيان بأنها "إمكانية وقوع الضرر". أما الخطر، فإنه، على النقيض، أي شيء يمكن تصور حدوث خطأ فيه. والخطر لا يشكل مخاطر في حد ذاته. وبناء على ذلك، فإن تقدير المخاطر ينطوي على الإجابة على الأسئلة الثلاثة التالية: ما الذي يمكن حدوث خطأ فيه؟ ما مدى احتمال حدوث الخطأ؟ وما هي الآثار المترتبة عليه؟ وتتوقف المخاطر المرتبطة بأي عمل على جميع العناصر الثلاثة في المعادلة التالية:

المخاطر = الخطر x الاحتمال x النتائج.

تزرع بموجب ممارسات الزراعة التقليدية (ICSU). وبالإضافة إلى هذه الشواغل هناك منافع صحية مباشرة وغير مباشرة من الأغذية المحورة وراثياً وهذه يجب تقييمها تقيماً كاملاً.

مسببات الحساسية والمواد السامة

ربما تؤدي تقانة الجينات – وأيضاً التربية التقليدية – إلى زيادة أو نقصان في مستويات البروتينات والمواد السامة وغيرها من المركبات الضارة التي تكون موجودة في الأغذية بصورة طبيعية. والأغذية التي كانت تستنبط تقليدياً لا تمر باختبار لمعرفة وجود هذه المواد حتى وإن كانت هذه المواد تظهر في أغلب الأحوال بصورة

غير مقصودة. وربما تكون هناك أدوات جديدة لأخذ سمات تلك الأغذية أو "بصماتها" بحيث تكون مفيدة في اختبار أغذية بأكملها لمعرفة التغيرات غير المقصودة في تركيبها (ICSU). وأهم الشواغل في مجال سلامة الأغذية والمنتجات المحورة وراثياً المشتقة منها ترجع إلى إمكانية تزايد وجود مسببات الحساسية، أو المواد السامة أو غيرها من المركبات الضارة، والنقل الأفقي للجينات وخصوصاً الجينات المقاومة للمضادات الحيوية، وغير ذلك من الآثار غير المقصودة (FAO/WHO, 2000). وكثير من هذه الشواغل ينطبق أيضاً على أصناف المحاصيل التي تستنبط باستخدام أساليب التربية التقليدية والتي



الإطار ١٨ المعايير الدولية لتيسير التجارة

صحته من المخاطر الناجمة عن الأمراض التي تنقلها الحيوانات أو النباتات أو منتجاتهما، أو من دخول أو انتشار الآفات، والوقاية أو الحد من الأضرار الأخرى التي قد تنجم عن دخول أو انتشار الآفات.

وتنص اتفاقية تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية على ضرورة أن تستخدم البلدان المعايير المتفق عليها دولياً في إقامة ما يلزمها من إجراءات الصحة والصحة النباتية. ولبلوغ هذا الهدف، تم تحديد ثلاثة أجهزة دولية تضع مثل هذه المعايير، وهي: هيئة الدستور الغذائي بالنسبة لسلامة الأغذية، والمكتب الدولي للأوبئة الحيوانية^(١) بالنسبة للصحة البيطرية، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات بالنسبة للصحة النباتية. وبإمكان البلدان، باستخدام معايير معينة، أن تصل إلى مستوى الحماية اللازم لحماية حياة أو صحة الإنسان والحيوان والنبات. وبإمكان البلدان أيضاً أن تتخذ تدابير تختلف عن هذه المعايير، وإن كان يتعين في مثل هذه الحالات تبرير هذه الإجراءات من الناحية الفنية، واستنادها إلى تقدير المخاطر.

(١) أصبح اسمه الآن المنظمة العالمية للصحة البيطرية.

زادت فرص التجارة الزراعية زيادة هائلة خلال السنوات القليلة الماضية نتيجة الإصلاحات التي أدخلت على التجارة الدولية في ظل منظمة التجارة العالمية. وقد ركزت هذه الإصلاحات إلى حد كبير على تخفيض التعريفات الجمركية والدعم في قطاعات عديدة. كما تم التصديق على اتفاقية تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية في ظل منظمة التجارة العالمية في عام ١٩٩٤، ودخلت حيز التنفيذ في عام ١٩٩٥. وتنص هذه الاتفاقية على أن تحتفظ البلدان بحقها في ضمان سلامة الأغذية والمنتجات الحيوانية والنباتية التي تستوردها، مع عدم جواز استخدام البلدان لتدابير متشددة لا داعي لها كحواجز تجارية مصطنعة. وتهتم اتفاقية تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية بصورة خاصة بما يلي: حماية حياة الحيوان أو النبات وصحته من دخول أو انتشار الآفات أو الأمراض أو الكائنات الحاملة للأمراض أو الكائنات المسببة لها، وحماية حياة الإنسان والحيوان أو صحته من المخاطر الناجمة عن المواد المضافة إلى الأغذية أو الملوثات أو السموم أو الكائنات المسببة للأمراض في الأطعمة أو المشروبات أو الأغذية، وحماية حياة الإنسان أو

باستخدام واسمات جينية مقاومة لمضادات الحيوية. فإذا تحولت هذه الجينات من منتج غذائي إلى خلايا الجسم أو إلى بكتيريا في القنوات العظمية والمعوية يمكن أن يؤدي ذلك إلى ظهور سلالات بكتيرية مقاومة لمضادات الحيوية ذات آثار صحية سلبية. ورغم أن العلماء يعتقدون أن احتمال هذا الانتقال منخفض للغاية (GMSRP) فإن فريق الخبراء المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية (٢٠٠٠) وغيره من الأجهزة أوصوا بعدم استخدام جينات مقاومة لمضادات الحيوية. وقد وضع الباحثون أساليب لاستبعاد الواسمات المقاومة لمضادات الحيوية من النباتات التي خضعت للهندسة الوراثية (الإطار ٢٠).

تغيرات أخرى غير مقصودة

يمكن أن تحدث تغيرات أخرى غير مقصودة في تركيب الأغذية أثناء التحسين الوراثي بالتربية التقليدية أو بتقانة الجينات، أو بهما معاً.

طبيعية ويمكن أن تتأثر بأساليب التربية التقليدية. والمفروض عدم استخدام جينات لإجراء تجارب النقل، إذا كان مصدرها معروفاً بأنه يسبب الحساسية، وإذا تبين أن المنتج بعد التحويل يثير خطراً متزايداً في إحداث الحساسية، عندئذ يجب وقف التجارب. وقد اختبرت الأغذية المحورة وراثياً الموجودة الآن في الأسواق لمعرفة مدى زيادة مستويات مسببات الحساسية والمواد السامة فيها ولم يتبين وجود أي شيء من هذا (ICSU). ويتفق العلماء على أن هذه الاختبارات القياسية يجب تقييمها باستمرار من أجل تحسينها، ويجب الحذر عند تقييم جميع الأغذية الجديدة، بما في ذلك تلك المشتقة من محاصيل محورة وراثياً (ICSU, GMSRP).

مقاومة مضادات الحيوية

يثير نقل الجينات أفقياً ومقاومة مضادات الحيوية قلقاً في مجال سلامة الأغذية لأن كثيراً من المحاصيل المحورة وراثياً في الجيل الأول نشأت

الاهتمام بالصحة والبيئة في التربية التقليدية للنباتات

وبالمثل فإن الآثار المحتملة للمحاصيل التي تربي بصورة تقليدية على البيئة أو على الأصناف التقليدية التي يزرعها المزارعون لم تؤد بشكل عام إلى وضع قواعد تنظيمية، رغم أن القلق المرتبط بالمحاصيل المحورة وراثياً ينطبق بنفس القدر على المحاصيل التقليدية. فأغلب المحاصيل الغذائية الرئيسية الموجودة في العالم ليس منشؤها مناطق الإنتاج الرئيسية، بل إنها نشأت أصلاً في "مراكز منشأ" معدودة، ثم نقلت إلى مناطق جديدة للإنتاج عن طريق الهجرة والتجارة. وتنمو النباتات المستزرعة في مختلف أنحاء العالم دون أن يتسبب نقلها خارج مناطق زراعتها أي مشكلات خطيرة إلا نادراً. وحتى عندما تزرع هذه الأصناف في مراكز نشأتها، كما هو الحال بالنسبة للبطاطس في أمريكا الجنوبية أو الذرة في المكسيك، فإن التهجين بين الأصناف المستزرعة والأصناف البرية لم يكن يحدث باستمرار. وهناك عديد من التقارير عن التدفق الوراثي بين الأصناف المزروعة وأقاربها البرية، وإن لم يعتبر ذلك مشكلة بشكل عام.

المصدر: DANIDA, 2002.

قبل ظهور الهندسة الوراثية، لم تكن تربية النباتات تخضع لقدر كبير من التنظيم. فمعايير إصدار شهادات البذور تضمن نقاء هذه البذور وجودتها، دون أي اهتمام بسلامة الأغذية أو تأثير الأصناف النباتية الجديدة المستنبطة بطرق التربية التقليدية على البيئة. وتختلف التربية التقليدية للنباتات اختلافاً كبيراً عن الانتقاء الطبيعي. فالانتقاء الطبيعي يخلق نظاماً بيولوجياً مرناً، فهو يضمن استنباط كائن يحتوي على صفات تتأقلم مع ظروف بيئية متنوعة ويضمن استمرار الصنف. ويتكفل الانتقاء الاصطناعي والتربية التقليدية للنباتات بتحطيم هذه النظم المرنة، لتخلق بذلك تركيبات وراثية يندر أن تعيش في الطبيعة. وكانت التربية التقليدية مسؤولة عن حالات قليلة من الآثار السلبية على صحة الإنسان. ففي إحدى الحالات ظهر صنف من أصناف البطاطس يحتوي على كميات زائدة من السموم الفطرية التي تحدث بصورة طبيعية. وفي حالة أخرى تبين أن أحد أصناف الكرفس التي تربت تقليدياً لقدرتها الفائقة على مقاومة الآفات، يسبب طفحاً جلدياً إذا جمع يدويًا دون حماية.

والقمح). ولكن لا بد من إثبات أن هناك مستويات تغذوية مهمة من الفيتامينات وغيرها من المغذيات موجودة وراثياً ومتوافرة من الناحية التغذوية في الأغذية الجديدة، إلى جانب عدم وجود آثار غير مقصودة (ICSU). أما المنافع الغذائية غير المباشرة فيمكن أن تأتي من تقليل استخدام المبيدات، وقلة ظهور المايكوتوكسينات (الراجعة إلى أضرار من الحشرات أو الأمراض)، وزيادة توافر أغذية بأسعار معقولة واستبعاد المركبات السامة من التربة. ولا بد من توثيق جيد لهذه المنافع المباشرة وغير المباشرة (ICSU, GMSRP).

القواعد الدولية لتحليل سلامة الأغذية

في الدورة السادسة والعشرين لهيئة الدستور الغذائي، التي عقدت من ٦/٣٠ إلى ٧/٧/٢٠٠٣،

ويُستخدَم التحليل الكيميائي لاختبار المنتجات المحورة وراثياً لمعرفة أي تغيرات حدثت بطريقة مستهدفة في المغذيات والسميات المعروفة. ويعترف العلماء بأن الاستمرار في عمل تعديلات وراثية كثيفة بنقل الجينات لعدة مرات ربما يرفع من احتمال حدوث آثار أخرى غير مقصودة وربما يتطلب اختبارات إضافية (ICSU, GMSRP).

المنافع الصحية الممكنة من الأغذية المحورة وراثياً

يوافق العلماء بصفة عامة على أن الهندسة الوراثية يمكن أن تحقق منافع صحية مباشرة وغير مباشرة للمستهلكين (ICSU). ويمكن أن تأتي المنافع المباشرة من تحسين النوعية التغذوية في الأغذية (مثل الأرز الذهبي)، أو من تقليل وجود المركبات السامة (كما في الكسافا التي يقل فيها السيانيد) أو بتقليل مسببات الحساسية في بعض الأغذية (مثل الفول السوداني

الإطار ٢٠

تحويل "جين نظيف" في المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح

بقلم David Hoisington و Alessandro Pellegrineschi^(١)

وقد استطاع العلماء العاملون في المركز استنباط وتطبيق أسلوب للتحويل الوراثي للقمح والذرة من أجل إنتاج نباتات محورة وراثيا لا تحمل جينات واسمة بعينها. وبهذه الطريقة، أمكن إنتاج شريحتين من "الدنا"، إحداهما تحتوي على جين واسم بعينه، والأخرى تحتوي على الجين المطلوب، ثم إدماجهما كل على حدة في الجينوم. وأثناء عملية الانتقاء، ينفصل كل جين من هذين الجينين عن الآخر، بحيث يمكن انتقاء النباتات التي تحمل الجين المطلوب فقط. وقد أجرى علماء المركز اختبارات على هذه الطريقة البسيطة باستخدام جين bar والجينين المعالجين بالعصوية الثورنجية (Bt) وهما: cry1Ab و cry1Ba ونجحوا في الحصول على نباتات خالية من الجين الواسم، ولكنها تحمل جين Bt الذي أظهر مستوى مرتفعا من السموم الفطرية لهذه العصوية. وكان من الصعب تمييز الشكل الخارجي للنباتات المحولة وراثيا عن الشكل الخارجي لتلك التي لم يدخل عليها أي تحويل، كما أن الصفات المكتسبة ظلت موجودة في الأجيال التالية.

وتبذل الجهود الآن مع المعهد الوطني للزراعة في كينيا ومؤسسة سينجينتا للزراعة المستدامة لنقل هذه "الأحداث النظيفة" إلى الأصناف المحلية من الذرة في كينيا من أجل تزويد المزارعين الفقراء بخيار جديد لمكافحة الآفات بالشكل الذي يفضلونه، وهو البذرة التي يزرعونها. وهناك طريقة مماثلة تستخدم الآن للنهوض بالصفات المهمة الأخرى، مثل تحمل الإجهاد غير الحيوي والمحتوى من العناصر الغذائية الدقيقة. ولاشك أن تحسين القدرة على تحمل الإجهاد مثل حالة الجفاف سوف يفيد المزارعين بصورة مباشرة، كما أن النباتات المدعمة حيويًا سيكون لها تأثيرها الملموس على صحة الأطفال في البلدان النامية.

منذ ظهور المحاصيل المحورة وراثيا، أعرب جانب من المجتمع المدني عن قلقه إزاء الجينات المقاومة للمضادات الحيوية ومبيدات الأعشاب كجينات واسمة يمكن انتقاؤها عند استنباط نباتات محورة وراثيا. وأشار هؤلاء إلى المخاطر الأيكولوجية والصحية المحتملة، وتحديدًا إلى إمكان ظهور "أعشاب ضارة قوية" نتيجة مقاومة المبيدات وزيادة مقاومة ناقلات الأمراض في الإنسان للمضادات الحيوية. ورغم أن أغلب العلماء يؤمنون بأن هذه المخاوف لا أساس لها إلى حد بعيد، وأن أيا من الخطرين لم يتحقق بالفعل، فإن استنباط عمليات التحويل الوراثي بدون جينات واسمة سوف يساعد في نشر هذه المخاوف، وربما أثر على قبول الجماهير للمحاصيل المحورة وراثيا (Zuo et al., 2002).

وأشارت التقارير إلى عدة طرق لإنتاج نباتات محولة وراثيا ولا تحمل جينات واسمة، مثل التحويل المشترك (Stahl et al., 2002)، والعناصر المنقولة (Rommens et al., 1992)، وإعادة التركيب في مواقع معينة (Corneille et al., 2001)، وإعادة التركيب فيما بين الكروموسومات (De Vetten et al., 2003). والمركز الدولي لتحسين الذرة والقمح ملتزم بتزويد المزارعين الفقراء في البلدان النامية بأفضل الخيارات لزراعة الذرة والقمح بنظم مستدامة. ويؤمن المركز بأنه على الرغم من أن المحاصيل المحورة وراثيا لن تحل جميع مشكلات المزارعين، فإن هذه التقانة تعطي أملا كبيرا وينبغي تقييمها.

(١) الباحثان هما على التوالي أخصائي الخلايا البيولوجي، ومدير مركز التقانة الحيوية التطبيقية في المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح في المكسيك.

المشتقة من تلك الأغذية (FAO/WHO, 2003c). وهناك وثيقة رابعة بشأن التوسيم لا تزال موضع مناقشة. وهذه الخطوط التوجيهية الصادرة عن هيئة الدستور الغذائي تشير إلى أن عملية السلامة في

اعتمدت اتفاقات مهمة عن مبادئ تقييم الأغذية المشتقة من التقانة الحيوية الحديثة (FAO/WHO, 2003a) وعن الخطوط التوجيهية لعمل تقييم سلامة الأغذية المشتقة باستعمال كائنات صغيرة مترابطة "الدنا" (FAO/WHO, 2003b)، أو

وتعكس هذه المبادئ مفهوم التعادل الكبير أي أن تقييم السلامة يجب أن يتضمن، لا أن يستبعد، المقارنة بين الأغذية المشتقة من التقانة الحديثة ونظائرها التقليدية. ويجب في المقارنة تحديد أوجه التشابه والاختلاف بين الاثنين. ويجب أن يعمل تقييم السلامة على: (أ) مراعاة الآثار المقصودة وغير المقصودة، (ب) التعرف على مصادر الخطر الجديدة أو المتغيرة، (ج) التعرف على التغيرات ذات الأهمية لصحة الإنسان في المغذيات الأساسية. ويجب أن يجري تقييم السلامة في كل حالة على حدة. ويجب أن تكون إجراءات إدارة الأخطار متناسبة مع الخطر نفسه. كما يجب أن تراعي هذه الإجراءات، حيثما كان ذلك مطلوباً، "التدابير المشروعة الأخرى" وفقاً للقرارات العامة الصادرة عن هيئة الدستور الغذائي والواردة في مبادئ العمل على تحليل الأخطار (FAO/WHO, 2003d). وتستطيع مختلف تدابير إدارة الأخطار أن تحقق نفس الغرض. ويجب على القائمين على إدارة الأخطار أن يراعوا بمزيد من الإمعان النواحي غير المؤكدة أثناء تقييم الأخطار. ويجب أن تشمل إدارة الأخطار على توسيم الأغذية، وعلى شروط الموافقة على التسويق، والرصد بعد التسويق، ووضع أساليب لاكتشاف الأغذية المشتقة من التقانة الحديثة أو التعرف عليها. كما أن تعقب المنتجات يمكن أن يكون مفيداً في تسهيل تدابير إدارة الأخطار. وتقوم مبادئ الإبلاغ عن الأخطار على فكرة مثالية هي أن الإبلاغ الفعال ضروري في جميع مراحل تقييم الأخطار وإدارتها. ويجب أن يكون الإبلاغ عملية تفاعلية تنشط المشورة والمشاركة من جانب أصحاب المصلحة. ولا بد من أن تكون العمليات شفافة مع توثيقها بالكامل وفتحها أمام الفحص العام مع احترام الشواغل المشروعة التي تضمن سرية المعلومات التجارية. ويجب أن تكون تقارير تقييم السلامة وغيرها من جوانب عملية اتخاذ القرارات علانية أمام الجمهور، بما في ذلك فرص التشاور وإبداء الرأي.

الخط التوجيهي لتقييم سلامة الأغذية

المشتقة من نباتات مترابطة "الدنا"

اعتمدت الدورة السادسة والعشرون (يوليو/تموز ٢٠٠٣) الخط التوجيهي لإجراء تقييم سلامة الأغذية المشتقة من نباتات مترابطة "الدنا". وقد وضع هذا الخط لدعم مبادئ تحليل أخطار الأغذية المشتقة من التقانة الحديثة. وهو يصف الأسلوب الموصى به لعمل تقييم لسلامة الأغذية

الأغذية المحورة وراثياً يجب إجراؤها من خلال مقارنة هذه الأغذية بنظائرها التقليدية، التي كانت تعتبر مأمونة بسبب طول مدة استخدامها، والتركيز على التعرف على أوجه التشابه أو الاختلاف بين النوعين. فإذا تبين أن هناك سبباً للقلق يجب توصيف الخطر المتعلق به وتحديد مدى صلته بصحة الإنسان. ويبدأ ذلك بوصف الكائنات العائلة والكائنات الجديدة وتوصيف ما حدث من تعديل وراثي. وفي تقييم السلامة التالي لذلك يجب النظر في عوامل مثل السمية، وإمكانات إحداث الحساسية كرد فعل (مسببات الحساسية) وآثار تغيير تركيب المغذيات الرئيسية (مضادات المغذيات) وعوامل الأيض، واستقرار الجين الجديد، والتعديل التغذوي المرتبط بالتعديل الوراثي. فإذا انتهى تقييم هذه العوامل إلى أن الغذاء المحور وراثياً يُعتبر مأموناً مثل نظيره التقليدي يكون هذا الغذاء الجديد سليماً ومأموناً كقطعاً.

ويقول منتقدو هذه الطريقة المقارنة إن الأساليب غير الهادفة في تحليل محتوى الأغذية بأكملها مطلوبة لتقييم الآثار المقصودة وغير المقصودة معاً (ICSU). ويتفق العلماء بصفة عامة على أن الأغذية المحورة وراثياً يجب تقييمها في كل حالة على حدة، مع التركيز على المنتج بعينه لا على عملية إنتاجه. كما أنهم يتفقون على ضرورة تقييم سلامة هذه الأغذية قبل طرحها في الأسواق لأن الرصد بعد التسويق ربما يكون صعباً وباهظ التكاليف وربما لا تنتج عنه بيانات مفيدة بسبب تعقيد تركيب الأغذية والتباين الوراثي في مختلف عناصرها (ICSU).

مبادئ تحليل الأخطار في الأغذية

المشتقة من التقانة الحيوية الحديثة

تتضمن هذه المبادئ تعريفاً للتقانة الحيوية الحديثة يماثل ما جاء في بروتوكول كرتاخينا للسلامة البيولوجية، وهي تتضمن مبادئ عن تقييم الأخطار وعن إدارتها والإبلاغ عنها. وتعترف هذه المبادئ بأن أساليب تحليل الخطر المستخدمة في تقييم مصادر الأخطار الكيميائية في مواد مثل مخلفات المبيدات والملوثات والإضافات الغذائية ومعينات التجهيز، يصعب تطبيقها على الأغذية الكاملة. وتوضح مبادئ تقييم الخطر أن هذا التقييم يشمل تقييم السلامة الهادف إلى التعرف على وجود مصدر خطر أو مصدر قلق تغذوي أو غيره من مصادر القلق على السلامة، فإذا تبين وجوده يجب جمع معلومات عن طبيعة مصدر الخطر ومدى شدته.

الإطار ٢١

المحاصيل المحورة وراثيا كأعلاف حيوانية

تستخدم المحاصيل المحورة وراثيا والمنتجات المستخرجة منها وكذلك الأنزيمات المستخرجة من الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا كأعلاف حيوانية على نطاق واسع. فالسوق العالمية للأعلاف تتداول ما يقرب من ٦٠٠ مليون طن. وتستخدم الأعلاف المركبة بصفة أساسية لتغذية الدواجن والخنازير وأبقار اللبن، وهي تصنع من مجموعة من المواد الخام، منها الذرة وغيرها من الحبوب والبطيخ الزيتية مثل فول الصويا والكانولا. وتشير التقديرات الحالية إلى أن ٥١ في المائة من الإنتاج العالمي من فول الصويا، و ١٢ في المائة من الكانولا و ٩ في المائة من الذرة (سواء الذرة الكاملة أو منتجاتها الفرعية مثل جلوتين الذرة) تنتج بطرق التحويل الوراثي (James, 2002a). وأصبحت تقديرات السلامة في الأعلاف الحيوانية الجديدة في كندا والولايات المتحدة وبعض البلدان الأخرى تعنى بالصفات الجزيئية والتركييبية والسمية والتغذوية لهذه الأعلاف الجديدة مقارنة بالأعلاف التقليدية. ومن بين ذلك التأثير الذي يحدث على الحيوانات التي تأكل العلف، وعلى المستهلكين الذين يأكلون لحوم هذه الحيوانات، وسلامة العمال أنفسهم وبعض الاعتبارات البيئية الأخرى لاستخدام هذه الأعلاف. وبالإضافة إلى ذلك، فقد كانت المقارنات بين التركيب الغذائي وسلامة الأعلاف الحيوانية التي تحتوى على كائنات محورة وراثيا مقابل المكونات التقليدية، موضوعا للعديد من الدراسات.

وأهم مظاهر القلق المرتبطة باستخدام المنتجات المحورة وراثيا في الأعلاف الحيوانية، هي ما إذا كان "الدنا" المحور من النبات قد ينتقل إلى سلسلة الأغذية بما يعنيه ذلك من نتائج ضارة، وما إذا كانت الجينات الواسمة المقاومة للمضادات الحيوية المستخدمة في عملية التحويل قد تتحول بدورها إلى بكتيريا في الحيوان، مع احتمال تحولها بالتالي إلى بكتيريا ناقلة للمرض في الإنسان. وحيث أن عملية إنتاج الأنزيمات المستخدمة في الأعلاف الحيوانية تحدث تحت ظروف محكمة في صهاريج مغلقة للتخمير وتقضى على "الدنا" المحور من المنتجات النهائية، فإن هذه المنتجات لا تشكل أي خطر على الحيوان أو البيئة. وللأنزيمات النباتية فوائد خاصة في تغذية الخنازير والدواجن، مثل الانخفاض الكبير في كمية الفوسفور الذي يخرج إلى البيئة. وقد أجرى الباحثون تجارب على تأثير عملية تصنيع الأعلاف على "الدنا" ليتأكدوا مما إذا كان "الدنا" المحور يظل موجودا في الأعلاف وينتقل إلى سلسلة الأغذية. وقد تبين أن "الدنا" لا يفتت بأي درجة كبيرة في المواد النباتية الخام والسيلاج ولكنه يظل ثابتا بصورة كاملة أو جزئية. ومعنى هذا أنه إذا تغذت الحيوانات على المحاصيل المحورة وراثيا، فمن المحتمل أن تأكل "الدنا" المحور. ولكي نعرف ما إذا كان "الدنا" المحور أو البروتينات المستنبطة التي يستهلكها الحيوان قد تؤثر على صحته أو تدخل

المشتقة من نباتات مترابطة "الدنا" إذا كان لهذه الأغذية نظير تقليدي. وتعريف النظير التقليدي هو أنه "صنف نباتي مقارب، أو مكوناته و/أو منتوجاته، إذا كانت هناك خبرة بعمل تقييم لسلامته استنادا إلى استخدامه الشائع كغذاء". ويمكن تطبيق التقنيات الواردة في هذا الخط التوجيهي على الأغذية المشتقة من نباتات حورت بتقنيات غير التقانة الحيوية الحديثة. ويوفر هذا الخط التوجيهي مدخلا وتبريرا لتقييم سلامة الأغذية المشتقة من نباتات مترابطة "الدنا"، وهو يميز هذا التقييم عن التقييم التقليدي لأخطار السمية في مختلف المكونات، وهو التقييم الذي يعتمد على دراسات

الحيوان. و"هدف التقييم هو التوصل إلى نتيجة عما إذا كان الغذاء الجديد مأمونا ولا يقل في قيمته التغذوية عن نظيره التقليدي الذي يقارن معه". ويبين هذا الخط التوجيهي أن التعادل الكبير ليس في حد ذاته تقييما للسلامة، بل إنه يُعتبر نقطة البداية لعمل تقييمات سلامة الأغذية بالقياس إلى النظير التقليدي. ويستخدم التعادل الكبير للتعرف على أوجه التشابه والاختلاف بين الغذاء الجديد والنظير التقليدي. وبعد ذلك يتولى تقييم السلامة تقييم سلامة الفوارق التي أمكن التعرف عليها، ويراعي الآثار غير المقصودة التي قد تنشأ عن التحويل الوراثي. وبعد ذلك يكون على المسؤولين عن

الأبقار الطوب وأبقار اللحم والخنازير والدجاج، نشرت فيما بين عامي ١٩٩٥ و٢٠٠١. وكان صنفا الأعلاف اللذان تمت دراستهما هما الذرة وفول الصويا المقاومين للآفات و/أو المبيدات. وتمت تغذية الحيوانات على منتجات محورة وراثيا أو منتجات تقليدية لفترات زمنية تراوحت بين ٣٥ يوما للدجاج وستين لأبقار اللحم. ولم يتبين من هذه الدراسات أي نتائج معاكسة على الحيوانات التي تغذت على منتجات محورة وراثيا بالنسبة لأي قياس بارامترى، بما في ذلك التركيب الغذائي ووزن الجسم والمتحصل من الأعلاف وتحويل الأعلاف وإنتاج الألبان وتركيبها والتخمر في كروش المجترات ومعدل النمو وصفات الذبيحة. وأوضحت دراستان أن هناك تحسنا طفيفا في معدلات تحويل العلف بالنسبة للحيوانات التي تغذت على الذرة المقاومة للآفات، ربما بسبب انخفاض تركيز السموم الغذائية، وهي مواد معاكسة للعناصر المغذية نتيجة القضاء على الآفات. وبإيجاز، يمكننا أن نخلص إلى أن الأخطار التي تهدد صحة الإنسان والحيوان من استخدام المحاصيل المحورة وراثيا والأنزيمات المستخلصة من الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا كأعلاف حيوانية تكاد تكون معدومة. ومع ذلك، فإن بعض البلدان يشترط كتابة بيانات تدل على وجود مواد محورة وراثيا في وارداته أو أي منتجات مستخلصة من هذه المواد.

في سلسلة الأغذية، لا بد من معرفة مصير هذه الجزيئات داخل الحيوان. فهضم الحمضين النويين (الدنا والرنا) يحدث بعمل النويات الموجودة في الفم، والبنكرياس، وامتصاصها في الأمعاء. وفي المجترات، يحدث المزيد من التحلل الميكروبي والفيزيائي للعلف. وهناك شواهد توحي بأن أكثر من ٩٥ في المائة من الدنا والرنا يتحلل في الجهاز الهضمي. وبالإضافة إلى ذلك، بينت البحوث التي أجريت على هضم البروتينات المحورة وراثيا في الزراعة داخل المختبرات، أن عملية هضم شبه كاملة تحدث خلال خمس دقائق في وجود أنزيم الببسين المهضم.

وهناك مصدر آخر للقلق حول ما إذا كان من الممكن حدوث انتقال لمقاومة المضادات الحيوية من الجينات الواسمة المستخدمة في إنتاج نباتات محورة وراثيا إلى كائنات دقيقة في الحيوان، ثم إلى بكتيريا ناقلة للمرض في الإنسان. وتبين من استعراض قامت به منظمة الأغذية والزراعة أن هذا أمر مستبعد تماما. ومع ذلك فقد خلص هذا الاستعراض إلى أن الواسمات المسؤولة عن مقاومة المضادات الحيوية التي لها أهميتها في علاج الأمراض، والتي لا غنى عنها لمعالجة الأمراض البشرية المعدية، لا ينبغي أن تستخدم في إنتاج النباتات المحورة وراثيا. وقد استعرض كل من MacKenzie وMcLean خمس عشرة دراسة عن تغذية

إدارة الأخطار الحكم على هذا التقييم وأن يضعوا تصميمًا مناسبًا لتدابير إدارة الأخطار.

الخط التوجيهي لتقييم سلامة الأغذية المنتجة

باستخدام كائنات دقيقة مترابطة "الدنا"

المقصود من هذا الخط أيضاً هو تقديم توجيه لإجراء تقييم لسلامة تلك الأغذية استناداً إلى إطار تقييم الأخطار الوارد في المبادئ سالف الذكر. والنقطة المهمة في حالة الكائنات الدقيقة مترابطة "الدنا" هي التوصية بالمقارنة لا بين تلك الكائنات ونظائرها التقليدية فحسب (الكائنات الدقيقة) بل بين الأغذية التي تنتج باستخدام هذه الأساليب والأغذية الأصلية.

النص موضع المناقشة

في هيئة الدستور الغذائي بشأن

توسيم الأغذية المحورة وراثياً

بالإضافة إلى المبادئ والخطوط التوجيهية سالف الذكر، هناك مشروع خطوط توجيهية لتوسيم الأغذية المنتجة بواسطة بعض تقانات التحويل الوراثي/الهندسة الوراثية (FAO/WHO, 2003e)، وهذا المشروع لا يزال في مرحلة مبكرة من المناقشة وبه أقسام كثيرة موضوعة بين أقواس مما يعني أن صيغته ليست موضع اتفاق حتى الآن. والمفروض أن ينطبق هذا الخط التوجيهي على توسيم الأغذية ومكونات الأغذية في ثلاثة أوضاع، أي عندما: (١) تصبح مختلفة اختلافاً

جانب بيان المعارف العلمية الحالية في هذا الموضوع. وإطلاق المحاصيل المحورة وراثياً في البيئة قد تكون له آثار مباشرة، منها: نقل الجينات إلى الأقارب البرية أو إلى المحاصيل التقليدية، ظهور الأعشاب، ظهور سمات على أصناف غير مستهدفة، وغير ذلك من الآثار غير المقصودة. وهذه الأخطار متشابهة في حالة تربية المحاصيل بالتحويل الوراثي أو بالطرق التقليدية (ICSU). ورغم أن آراء العلماء تختلف في هذه الأخطار، فإنهم يتفقون على أن التأثيرات البيئية تحتاج إلى تقييم على أساس كل حالة على حدة، ويوصون بعمل رصد إيكولوجي بعد إطلاق هذه المحاصيل لكشف أي حوادث غير متوقعة (ICSU, NCB, GMSRP) كما أن المحاصيل المحورة وراثياً قد تكون لها آثار بيئية غير مباشرة، إيجابية أو سلبية، وذلك بإحداث تغييرات في الممارسات الزراعية مثل استخدام مبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب واختيار المركب المحصولي.

أما الأشجار المحورة وراثياً فهي أيضاً تثير مشاغل بيئية إضافية بسبب طول دورة حياتها. والكائنات الدقيقة المحورة وراثياً والمستخدم في عمليات تجهيز الأغذية تستعمل في العادة في ظروف مغلقة ولا تعتبر بصفة عامة مصدر أخطار بيئية. ويمكن استخدام بعض الكائنات الدقيقة في البيئة كعوامل للمكافحة البيولوجية أو للمعالجة البيئية لضرر بيئي (كما في حالة تسرب النفط) وينبغي تقييم آثارها البيئية قبل إطلاقها. أما الشواغل البيئية المتعلقة بالأسمك المحورة وراثياً فهي تتركز أولاً في قدرتها على التكاثر مع الأقارب البرية والمنافسة معها (ICSU). كما أن الحيوانات الزراعية المحورة وراثياً ربما تستخدم أيضاً في ظروف مغلقة تماماً، بحيث لا تثير خطراً كبيراً في إحداث ضرر بيئي (NRC, 2002) (أنظر الإطار ٢٢).

تسرب الجينات

يتفق العلماء على أن تسرب الجينات من المحاصيل المحورة وراثياً أمر ممكن من خلال حبوب اللقاح في حالة الأصناف ذات التلقيح المفتوح، ويمكن أن يحدث منه تهجين مع المحاصيل المحلية أو مع الأقارب البرية. ونظراً لأن تسرب الجينات حدث لعدة آلاف من السنين بين مختلف الأصناف والسلالات بطرق التربية التقليدية، فمن المعقول أن نتوقع أنه سيحدث أيضاً في حالة المحاصيل المحورة وراثياً. وتختلف المحاصيل في ميلها إلى التهجين، فقدرتها أي محصول على التهجين تعتمد على وجود المحاصيل أو الأقارب البرية المتوافقة

كبيراً عن نظيرها التقليدي؛ (٢) تكون مؤلفة من، أو تحتوي على، كائنات محورة وراثياً أو بالهندسة الوراثية أو تتضمن البروتين أو "الدنا" الناشئ عن تقانة الجينات؛ (٣) إذا أنتجت من كائنات محورة وراثياً أو بالهندسة الوراثية أو من بروتين أو من "دنا" ناتج من تقانة الجينات، دون أن تحتوي عليها.

ووفقاً للمجلس الدولي للعلم (ICSU) لا يتفق العلماء تماماً على الدور المناسب للتوسيم. وقد كان التوسيم الإيجاري يُستخدم تقليدياً لمساعدة المستهلكين على التعرف على الأغذية التي قد تحتوي على مسببات للحساسية أو غيرها من المواد الضارة، ولكن التوسيم يستخدم أيضاً لمساعدة المستهلكين الذين يرغبون في انتقاء أغذية معينة على أساس طريقة إنتاجها أو على أسس بيئية (أي أغذية عضوية) أو على أسس خلقية (التجارة العادلة) أو دينية (اللحم الحلال). وتختلف البلدان في نوع معلومات التوسيم التي تعتبر إجبارية أو مسموحاً بها. ويقول المجلس الدولي للعلم "إن توسيم الأغذية على أنها محورة وراثياً أو غير محورة وراثياً يسمح للمستهلك بالاختيار على أساس العملية التي أنتجت الغذاء، ولكنه لا ينقل معلومات عن محتوى الغذاء وما إذا كانت هناك أخطار أو منافع في أغذية معينة". ويرى المجلس أن مزيداً من المعلومات في توسيم الأغذية لشرح نوع عملية التحويل والتغيير في التركيب الذي ينشأ عنها ربما يساعد المستهلكين على تقييم الأخطار والمنافع في أغذية بعينها (يتضمن الفصل السادس مناقشة وافية لموضوع التوسيم).

الانعكاسات البيئية

من البديهي أن أي نوع من الزراعة، سواء كانت زراعة معيشية أو عضوية أو كثيفة، يؤثر في البيئة، فما بالك باستعمال التقنيات الوراثية الجديدة في الزراعة. ويتفق المجلس الدولي للعلم والفريق العلمي لاستعراض الكائنات المحورة وراثياً ومجلس نافلد، من بين جهات أخرى، على أن التأثير البيئي للمحاصيل المحورة وراثياً قد يكون إما إيجابياً أو سلبياً بحسب طريقة استعمالها ومكان استعمالها. والهندسة الوراثية يمكن أن تعجل بالآثار الضارة على الزراعة أو تساهم في اتباع ممارسات أكثر استدامة في الزراعة وفي صيانة الموارد الطبيعية، بما في ذلك التنوع البيولوجي. وفيما يلي تلخيص للشواغل البيئية من المحاصيل المحورة وراثياً إلى

الأمراض، قد تتميز بالصلاحية ولكن الدلائل قليلة حتى الآن على أن ذلك يحدث أو أن له آثاراً بيئية سلبية (ICSU, GMSRP). والمطلوب مزيد من الدلائل عن أثر السمات التي تعزز صلاحية النباتات وقدرتها على الغزو (GMSRP). ويجري استنباط أساليب للإدارة وأساليب وراثية لتقليل احتمالات تسرب الجينات. وليس من العملي في الوقت الحاضر عزل المحاصيل المزروعة على نطاق تجاري، سواء كانت محورة وراثياً أم لا، عزلاً كاملاً، وإن كان من الممكن تقليل تسرب الجينات كما هو الحال الآن بين أصناف اللفت الزيتي المزروعة كقطعام أو كأعلاف أو لاستخراج الزيوت الصناعية (GMSRP). وتشمل استراتيجيات الإدارة تجنب زرع محاصيل محورة وراثياً في مراكز تنوعها البيولوجي أو إذا كانت هناك أقارب برية موجودة، أو استخدام مناطق عازلة لعزل الأصناف المحورة وراثياً من الأصناف التقليدية أو العضوية. أما الهندسة الوراثية فيمكن استخدامها لتغيير فترات الإزهار بما يمنع التلقيح المتقاطع أو يضمن أن الجينات المحورة لن تندمج في حبوب اللقاح، واستنباط أصناف محورة وراثياً وعقيمة (ICSU, NCB). ويوصي فريق GMSRP وغيره من أجهزة الخبراء بأن المحاصيل المحورة وراثياً التي تنتج مواد طبية أو صناعية ينبغي تصميمها وزراعتها بطرق تضمن عدم تسرب الجينات إلى محاصيل الأغذية والأعلاف (GMSRP).

التأثير على سمات الأصناف غير المستهدفة

هناك بعض السمات المحورة وراثياً - مثل التوكسينات القاتلة للآفات كما تظهر في جينات Bt - التي يمكن أن تؤثر على أصناف غير مستهدفة كأفات المحاصيل التي يفترض أنها ستكافحها (ICSU). ويتفق العلماء على أن ذلك ممكن الحدوث ولكنهم لا يتفقون على مدى احتماله (ICSU, GMSRP). وقد أثبت الجدول بشأن الفراشة الملكية (الإطار ٢٤) أن من الصعب تعميم نتائج الدراسات المخبرية على الظروف الحقلية. وقد بينت الدراسات الحقلية بعض الاختلافات في نسجة مايكروبيولوجيا التربة بين محاصيل Bt والمحاصيل الأخرى، ولكنها ضمن النطاق المعتاد للتنوع بين مختلف الأصناف من نفس المحصول ولا تعتبر دليلاً مقنعاً على أن محاصيل Bt يمكن أن تضر بصحة التربة في الأجل الطويل (GMSRP). ورغم عدم ملاحظة آثار ضارة كبيرة على الحيوانات البرية غير المستهدفة أو على صحة التربة في الحقل حتى الآن، فإن العلماء يختلفون على مقدار الدلائل المطلوبة لإثبات أن زراعة محاصيل Bt هي زراعة مستدامة في الأجل الطويل

جنسياً، وهو أمر يختلف وفقاً للموقع (الإطار ٢٣) (ICSU, GMSRP).

ولا يتفق العلماء تمام الاتفاق على أن تسرب الجينات بين المحاصيل المحورة وراثياً والأقارب البرية هو أمر مهم في حد ذاته (ICSU, GMSRP). فإذا كان الهجين الناشئ عن المحصول المحور وراثياً/الأقارب البرية يتمتع بميزة تنافسية على الأفراد الأقارب فيمكن أن يظل قائماً في البيئة وربما يؤدي إلى اختلال النظام الإيكولوجي. ويقول الفريق العلمي (GMSRP) إن التهجين بين المحاصيل المحورة وراثياً والأقارب البرية من المحتمل جداً أن يؤدي إلى "نقل جينات مفيدة إلى البيئات الزراعية، ولكنها لن تزدهر في الوسط البري ... يضاف إلى ذلك أنه لم يحدث أبداً أن أصبح الهجين الناشئ عن أي محصول وأي قريب بري غازياً للبيئة البرية في المملكة المتحدة" (GMSRP, 2003:19).

أما القول بأن تسرب الجينات البرية إلى السلالات الأرضية أو إلى الأصناف التقليدية سيحدث في حد ذاته مشكلة بيئية فهذا أمر يحتاج إلى نقاش، لأن المحاصيل التقليدية كانت تتفاعل منذ زمن طويل مع السلالات الأرضية (ICSU). والمطلوب إجراء بحوث لتحسين عملية تقدير النتائج البيئية الناشئة عن تسرب الجينات، وخصوصاً في الأجل الطويل، ولفهم تسرب الجينات بين المحاصيل الغذائية الرئيسية والسلالات الأرضية فهما صحيحاً في مراكز التنوع (ICSU, GMSRP).

أما غزو الأعشاب فهو الوضع الذي يتوطد فيه النبات المزروع أو أي هجين مشتق منه كأعشاب ضارة في حقول أخرى أو كأصناف غازية في موائل أخرى. ويتفق العلماء على أن هناك درجة منخفضة جداً من الخطر في تحول المحاصيل المستأنسة إلى أعشاب في حد ذاتها لأن السمات التي تجعلها مرغوبة كمحاصيل غالباً ما تجعلها أقل صلاحية للبقاء والتكاثر في الظروف البرية (ICSU, GMSRP). والأعشاب التي تتجهن مع محاصيل تتحمل مبيدات الأعشاب لديها إمكانية اكتساب سمة تحمل مبيدات الأعشاب وإن كان ذلك لن يوفر لها ميزة إلا في حالة استعمال مبيدات الأعشاب (ICSU, GMSRP). ويقول فريق GMSRP، "بينت التجارب الحقلية التفصيلية على عدد من المحاصيل المحورة وراثياً في عدة بيئات أن السمات المحورة وراثياً التي خضعت للبحث - تحمل مبيدات الأعشاب ومقاومة الآفات - لا تزيد زيادة كبيرة من قدرة أو صلاحية النباتات في الموائل شبه الطبيعية" (GMSRP, 2003:19). وهناك بعض السمات المحورة وراثياً، مثل مقاومة الآفات أو

الإطار ٢٢

المخاوف البيئية من الحيوانات المعدلة وراثيا

ليست هناك حتى الآن حيوانات معدلة وراثيا تدخل في التجارة الزراعية في أي مكان في العالم (الفصل الثاني)، ولكن هناك العديد من البحوث التي تجرى على أصناف حيوانية وبحرية لإضفاء صفات عديدة عليها بالتحوير الوراثي. وقد أجريت مؤخرا بعض الدراسات حول المخاوف البيئية المحتملة المرتبطة بالحيوانات المحورة وراثيا بمعرفة المجلس الوطني للبحوث في الولايات المتحدة (NRC, 2002)، ولجنة التقانة الحيوية للزراعة والبيئة في المملكة المتحدة (AEBC, 2002)، ومبادرة Pew للأغذية والتقانة الحيوية (Pew Initiative, 2003). وقد خلصت كل هذه الدراسات إلى أن الحيوانات المحورة وراثيا يكون لها تأثير إيجابي أو سلبي على البيئة، اعتمادا على نوع الحيوان نفسه، وعلى صفاته وبيئة إنتاجه. ومن أهم المخاوف البيئية المرتبطة بالحيوانات: (أ) احتمال نزوح الحيوانات المحورة وراثيا بما تحمله من تأثيرات سلبية إلى أقاربها البرية أو النظم الايكولوجية، (ب) التغييرات المحتملة في طرق الإنتاج التي قد تؤدي إلى درجات متفاوتة من الإجهاد البيئي. وأوصت هذه التقارير بضرورة تقييم الحيوانات المحورة وراثيا في علاقتها بنظيراتها التقليدية. وتتفق الدراسات الثلاث على ضرورة تقييم الحيوانات المحورة وراثيا من حيث قدرتها على

النزوح والتأقلم في بيئات مختلفة. ويتفق المجلس الوطني للبحوث ولجنة التقانة الحيوية للزراعة والبيئة على أن التأثيرات البيئية المعاكسة أقل احتمالا في السلالات الحيوانية منها في الأسماك، نظرا لأن غالبية حيوانات المزرعة لم يعد لها أقارب برية، كما أن إنتاج هذه الحيوانات يقتصر على إدارة القطعان. ثم أن خطر النزوح إلى البراري يقل في الأبقار والأغنام والدجاج، حيث أنها أقل قدرة على الحركة بالإضافة إلى أنها حيوانات مستأنسة إلى حد كبير. ولكن هذا الاحتمال يرتفع في الخيول والجمال والأرانب والكلاب وحيوانات التجارب (الفئران). والمعروف أن المعز والخنازير والقطط المستأنسة غير المحورة وراثيا أصبحت برية، محدثة أضرارا جسيمة في المجتمعات الايكولوجية (NRC, 2002). ولاشك أن حيوانات المزرعة المحورة وراثيا سيكون لها قيمة خاصة، وبالتالي سيتم الاحتفاظ بها في بيئات محكمة بدقة. وعلى النقيض من ذلك، فإن الأسماك المستزرعة قادرة على الحركة بطبيعتها، وتتكاثر بسهولة مع الأصناف الطليقة. وتوصي لجنة التقانة الحيوية للزراعة والبيئة بعدم تربية الأسماك المحورة وراثيا بالقرب من الشواطئ، حيث يوجد احتمال كبير لنزوحها. أما مبادرة Pew فتشير إلى أن تأثير

والأعشاب أضر بموائل الطيور في الأراضي الزراعية وبالنباتات والحشرات البريتين، وقل من أعدادها بدرجة كبيرة (GMSRP, Royal Society, ICSU). وتعمل المحاصيل المحورة وراثيا على تغيير أنماط استخدام الكيماويات وأنماط استخدام الأراضي والممارسات الزراعية، ولكن ليس هناك اتفاق تام بين العلماء على أن محصلة هذه التغييرات في النهاية ستكون إيجابية أو سلبية على البيئة (ICSU). ويعترف العلماء بضرورة إجراء مزيد من التحليل للمقارنة بين التقانات الجديدة والممارسات الزراعية الحالية.

استخدام مبيدات الآفات

هناك توافق في الرأي العلمي على أن استخدام محاصيل Bt المحورة وراثيا والمقاومة للحشرات يقلل من حجم استخدام مبيدات الحشرات ومن تواتر هذا الاستعمال في محاصيل الذرة والقطن والصويا

(GMSRP). ويتفق العلماء على أن التأثيرات التي يمكن تحدث في الأصناف غير المستهدفة تحتاج إلى رصد ومقارنة مع آثار سائر الممارسات الزراعية الجارية الآن، مثل استخدام المبيدات الكيميائية (GMSRP). وهم يقرون بضرورة استنباط أساليب أفضل لإجراء دراسات حقلية إيكولوجية، بما في ذلك تحسين قاعدة البيانات التي يمكن على أساسها مقارنة المحاصيل الجديدة (ICSU).

الأثار البيئية غير المباشرة

قد تكون للمحاصيل المحورة وراثيا آثار بيئية غير مباشرة بسبب تغيير الممارسات الزراعية أو البيئية في حالة إدخال الأصناف الجديدة. وقد تكون هذه الآثار غير المباشرة مفيدة أو مضرّة بحسب طبيعة التغييرات المذكورة (GMSRP, ICSU). ويتفق العلماء على أن استخدام الأنواع التقليدية من مبيدات الآفات

الحيوانات. وهذه الآثار قد تكون إيجابية أو سلبية، وينبغي تقييمها بالمقارنة بأساليب تربية الحيوان التقليدية (AEBC, 2002). فإنتاج الحيوانات المحورة وراثيا والمستنسخة يتسم في الوقت الحاضر بقدر كبير من عدم الكفاءة، حيث ترتفع معدلات النفوق أثناء المراحل المبكرة من تكون الجنين ولا تزيد نسبة النجاح فيها عن ١ إلى ٣ في المائة. ففي الحيوانات المحورة وراثيا المولودة، قد لا يعمل الجين المزروع كما كان متوقعا، الأمر الذي يؤدي في أغلب الأحيان إلى عيوب تشريحية وفسولوجية وسلوكية (NRC, 2002). والأبقار المنتجة بطرق الاستنساخ تميل إلى طول فترة الحمل وزيادة أوزان المواليد، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع معدلات الولادة القيصرية (AEBC, 2002; NRC, 2002). كما أن مثل هذه المشكلات يمكن أن تحدث أيضا للحيوانات المنتجة باستخدام التلقيح الاصطناعي والإباضة المتعددة/نقل الجنين، وينبغي تقييمها في إطار تقانات التكاثر الأخرى المستخدمة في الإنتاج الحيواني (AEBC, 2002). كما أوصى تقرير لجنة التقانة الحيوية للزراعة والبيئة بضرورة تقييم الآثار المحتملة لجميع تقانات الرعاية المستخدمة في تربية الحيوانات في ضوء الاعتبارات الاقتصادية والبيئية.

استخدام مبيدات الأعشاب

يتغير استخدام مبيدات الأعشاب نتيجة لسرعة إدخال محاصيل تتحمل هذه المبيدات (ICSU). وقد كان هناك تحول واضح من استخدام مبيدات أعشاب شديدة السمية إلى مبيدات أقل سمية، ولكن مجموع مبيدات الأعشاب المستخدمة قد زاد (Traxler, 2004). ويتفق العلماء على أن هذه المحاصيل تشجع على إدخال محاصيل تحتاج إلى حرارة قليلة مما يؤدي إلى منافع في صيانة التربة (ICSU). وقد تكون هناك منافع في التنوع البيولوجي إذا كان تغير استعمال مبيدات الأعشاب يسمح للأعشاب بالظهور وبالبقاء لمدة أطول في الحقول مما يوفر موئلا لطيور هذه الأراضي الزراعية ولغيرها من الأصناف، وإن كانت هذه المنافع تعتبر من قبيل التكهّن، إذ ليس هناك تجارب حقلية تؤيدها حتى الآن (GMSRP). ولكن هناك قلقا من أن زيادة استخدام مبيدات الأعشاب - حتى وإن

الأسماك المستزرعة النازحة، سواء كانت محورة وراثيا أو مرباة بطريقة تقليدية، يعتمد على مدى "ملاءمتها الخالصة" مقارنة بالأصناف الطليقة. ويقول أصحاب المبادرة إن الصفات المحورة وراثيا قد تزيد أو تنقص من الملاءمة الصافية الخالصة المستزرعة، ويوصون بتقييم الأسماك المحورة وراثيا تقييما دقيقا وتنظيم ذلك بصورة متكاملة وشفافة.

وقد تؤدي الحيوانات المحورة وراثيا أيضا إلى تأثيرات بيئية من خلال التغييرات التي تطرأ على الحيوانات نفسها أو على طرق الإدارة المرتبطة بها. فقد تؤدي التحويلات الوراثية إلى تقليل كمية الروث وانبعثات غاز الميثان الذي ينتج عن تربية الحيوانات والأحياء المائية (AEBC, 2002; Pew Initiative, 2003) أو زيادة قدرتها على مقاومة الأمراض (تشجيع استخدام المضادات الحيوية الخفيفة). ومن ناحية أخرى، فإن بعض التحويلات الوراثية قد تؤدي إلى زيادة تكثيف الإنتاج الحيواني بما يرتبط به من زيادة الملوثات البيئية. وعلى ذلك، فإن مسألة الأضرار البيئية ليست مسألة التقانة نفسها، وإنما القدرة على التحكم فيها. وهناك عامل إضافي ينبغي أخذه في الاعتبار عند التفكير في التقانة الحيوية الحيوانية، وهو الآثار المحتملة على رعاية

(ICSU). وقد كانت هذه النتائج واضحة بوجه خاص في القطن في الولايات المتحدة والمكسيك والصين وأستراليا وجنوب أفريقيا (الفصل الرابع). ومن المنافع البيئية تقليل تلويث إمدادات المياه وتقليل الضرر للحشرات غير المستهدفة (ICSU). ويوحى بتقليل استخدام مبيدات الآفات بأن محاصيل Bt ستكون بصفة عامة مفيدة للتنوع البيولوجي في المحاصيل عند مقارنتها مع المحاصيل التقليدية التي تتلقى بصفة مستديمة طائفة واسعة من مبيدات الآفات، وإن كانت هذه المنافع ستتضاءل إذا اقتضى الأمر استعمال مبيدات الحشرات بصورة إضافية (GMSRP). ونتيجة لتقليل رش مبيدات الآفات الكيماوية على القطن ثبت أن هناك منافع صحية تعود على العمال الزراعيين في الصين (Pray et al., 2002) وفي جنوب أفريقيا (Bennett, Morse, Ismael, 2003).



الإطار ٢٣

رأي أخصائي إيكولوجي في تدفق الجينات من المحاصيل المحولة وراثيا

بقلم Allison A. Snow^(١)

الصناعة، أن يعوا جيدا المسائل الايكولوجية وأن يراقبوا كل ما يطرأ على سلامة الأجيال الجديدة من المحاصيل المحولة وراثيا. ويتفاوت وجود أصناف الأقارب البرية والعشبية من بلد إلى آخر ومن اقليم إلى آخر. ويبين الرسم أمثلة لأهم المحاصيل مجموعة بحسب قدرتها على نشر حبوب اللقاح ووجود أقارب عشبية لها في القارة الأمريكية. وتفيد قوالب التوصيف البسيطة هذه (٢ x ٢) في تحديد الحالات التي يحتمل فيها حدوث تدفق جيني من محصول محول وراثيا إلى أحد أقاربه البرية. أما بالنسبة للمحاصيل التي لا يوجد لها أقارب برية أو عشبية مزروعة بالقرب منها، كما هو الحال بالنسبة لفاول الصويا والقطن والذرة التي تظهر باللون الأخضر هنا، فلم يحدث أي تدفق جيني إلى الأصناف البرية. وبالنسبة للأرز والذرة الرفيعة والقمح، فإن لها أقارب برية في الولايات المتحدة مع انخفاض ميلها نسبيا إلى التهجين، وهو ما يسمح للجينات المحورة بالانتشار في العشائر البرية. وتظهر المحاصيل التي بها ميل شديد إلى التهجين الخارجي ولها أقارب برية في الولايات المتحدة باللون الأحمر. وهناك احتمال كبير للتدفق الجيني بين هذه المحاصيل وأقاربها البرية، ولذا ينبغي الحذر في تربية أصناف محورة وراثيا قد تضيف مزايا تنافسية على الأصناف المهجنة منها.

يتفق أغلب علماء الايكولوجيا على أن التدفق الجيني لا يمثل مشكلة بيئية ما لم تكن له آثار مرفوضة. ففي المدى القصير، قد يؤدي انتشار مقاومة النباتات المحولة وراثيا لمبيدات الأعشاب عن طريق تدفق جيني إلى مشكلات لوجستية و/أو اقتصادية أمام المزارعين. وعلى المدى البعيد، فإن الجينات المحورة التي تضيف مقاومة على الآفات وتحدث إجهادا للبيئة و/أو تؤدي إلى زيادة إنتاج البذور، قد تساعد الأعشاب الضارة إلى حد كبير أو تضر بالأصناف غير المستهدفة. ومع ذلك، فإن هذه النتائج تبدو مستبعدة بالنسبة للكثير من المحاصيل المحولة وراثيا التي تزرع في الوقت الحاضر. فمن المرجح أن كثيرا من الصفات المحورة يكون جيدا من الناحية البيئية، بل إن بعضها قد يؤدي إلى أساليب أكثر استدامة في الزراعة. ولكي نتأكد من فوائد ذلك ومثالبه، فإن الأمر يحتاج إلى باحثين أكاديميين ومشاركة آخرين في دراسة المحاصيل المحولة وراثيا. وبالمثل، لا بد للأخصائيين البيولوجيين في مجال الجزيئات ومربي النباتات والعاملين في مجال

(١) دكتور Snow هو أستاذ قسم التطور والايكولوجيا وبيولوجيا الكائنات الدقيقة في جامعة اوهايو، ولاية اوهايو، الولايات المتحدة.

الأقارب العشبية القريبة المشابهة		إمكانية التهجين الخارجي مرتفعة
نعم	لا	
الأرز الذرة الرفيعة القمح	فاول الصويا	منخفضة
عباد الشمس الكرنب الجزر القرع الفجل الحوار	القطن الذرة	

هل تقضي الذرة المعالجة بالعصوية الثورنجية (Bt) على الفراشات الملكية؟

المعالجة بهذه الطريقة؛ (ب) أن الذرة والصقلاب (الطعام المعتاد ليرقات الفراشة الملكية) لا يوجدان عادة في حقل واحد؛ (ج) أن الوقت الذي تنتشر فيه حبوب لقاح الذرة في الحقول وتنشط فيه يرقات هذه الفراشة وقت قصير؛ (د) أن كمية حبوب اللقاح التي قد تستهلك في ظروف الحقل ليست سامة. وخلصت هذه الدراسات إلى أن خطر الإضرار بيرقات الفراشة الملكية من حبوب لقاح الذرة المعالجة ضئيل للغاية لاسيما إذا قورن بمخاطر المبيدات التقليدية وحالات الجفاف مثلا (Conner, Glare, Nap, 2003). وقد أعرب علماء كثيرون عن استيائهم من الطريقة التي عالجت بها الصحافة الخلاف حول الفراشة الملكية وغيرها من الأمور المتعلقة بالتقانة الحيوية. فرغم أن الدراسة الأصلية عن الفراشة الملكية لقيت اهتماما من وسائل الإعلام في مختلف أرجاء العالم، لم تلق دراسات المتابعة التي دحضت هذه الدراسة نفس القدر من التغطية. وكانت النتيجة، أن الكثيرين من الناس لا يدركون أن الذرة المعالجة بالعصوية الثورنجية لا تمثل إلا خطرا ضئيلا للغاية على الفراشات الملكية (Pew Initiative, 2002a).

نشر John Losey، وهو عالم حشرات في جامعة كورنيل، بحثا في مجلة Nature العلمية أثبت فيه أن لقاح الذرة المعالجة يقضي على الفراشات الملكية (Losey, Rayor, Carter, 1999). فقد تبين له ولزملائه أن نثر حبوب اللقاح المأخوذة من الصنف التجاري للذرة (Bt) على أوراق العشب اللبني (الصقلاب) في المختبرات وتقديمها لديدان الفراشة الملكية يؤدي إلى نفوق هذه الديدان على الفور. ثم قامت ستة أفرقة مستقلة من الباحثين بإجراء دراسات متابعة على تأثير حبوب لقاح الذرة المعالجة بالعصوية الثورنجية على ديدان الفراشات الملكية، وهي الدراسات التي نشرت عام ٢٠٠١ في محاضر الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة. ورغم أن هذه الدراسات وافقت على أن حبوب اللقاح المستخدمة في الدراسة الأصلية كانت سامة في جرعاتها الكبيرة، فقد تبين لها أن حبوب اللقاح من الذرة المعالجة بهذه الطريقة لا تمثل أي خطر على يرقات الفراشة الملكية في الظروف الحقلية. وقد بنوا استنتاجهم على أربع حقائق: (أ) أن سم Bt يظهر بمستويات منخفضة جدا في حبوب لقاح أغلب أصناف الذرة التجارية

بالتقانة الوراثية أو بالطرق التقليدية وبحسب درجة العزل التي توفرها الحقول المحيطة (Royal Society, 2003: 1912). ويعترف العلماء بأن الدلائل غير كافية للتنبؤ بما ستكون عليه التأثيرات طويلة الأجل للمحاصيل المحورة وراثيا التي تتحمل مبيدات الأعشاب على تجمعات الأعشاب وما يتصل بها من تنوع بيولوجي في المحاصيل (GMSRP).

مقاومة الآفات والأعشاب

يتفق العلماء على أن استخدام محاصيل Bt استخداما كثيفا لمدد طويلة واستخدام غليفوسات وغليفوسينات، أي مبيدات الأعشاب المرتبطة بتلك المحاصيل، يمكن أن يعزز نمو حشرات وآفات وأعشاب مقاومة لها (GMSRP, ICSU). وقد حدثت مثل هذه النكسات بصورة منتظمة في المحاصيل التقليدية ومبيدات الآفات التقليدية. ورغم أن الحماية التي توفرها جينات Bt تبدو قوية بوجه خاص، فليس هناك ما يدعو إلى افتراض عدم ظهور آفات مقاومة لها (GMSRP). وعلى مستوى

كانت قليلة السمية - ربما تؤدي إلى تآكل بيئات الطيور وغيرها من الأنواع التي تعيش في الحقول. وقد نشرت الجمعية الملكية (Royal Society) نتائج تقييمات واسعة على مستوى المزرعة لتأثيرات الذرة المحورة وراثيا لتحمل مبيدات الأعشاب والكانولا أو اللفت الزيتي الربيعي والبنجر السكري على التنوع البيولوجي في المملكة المتحدة. وقد وجدت هذه الدراسات أن التأثير الرئيسي لهذه المحاصيل، عند مقارنتها مع الممارسات المحصولية التقليدية، كان في ظهور نباتات عشبية وما ترتب على ذلك من آثار على الحيوانات آكلة الأعشاب والملقحات وغيرها من الأفراد التي تعيش عليها. فقد تأثرت هذه المجموعات تأثرا سلبيا في حالة البنجر السكري المحور وراثيا والذي يتحمل مبيدات الأعشاب، وكان التأثير إيجابيا في حالة الذرة، ولم يظهر أي تأثير في حالة اللفت الزيتي الربيعي. وانتهت الدراسات إلى أن إنتاج تلك المحاصيل تجاريا سيكون له عدد من التأثيرات على التنوع البيولوجي في الأراضي الزراعية، بحسب الكفاءة النسبية لكل من نظامي مكافحة الأعشاب

دقيقة محورة وراثيا (ICSU). ويتفق العلماء على أن الحاجة تدعو إلى أساليب وقواعد منسقة دولياً وإقليمياً لتقييم التأثيرات البيئية في مختلف النظم الإيكولوجية (ICSU, FAO, 2004). وسيأتي الحديث هنا عن دور الأجهزة الدولية لوضع قواعد إرشادية لتحليل الأخطار.

ويفيد المجلس الدولي للعلم بأن المسؤولين عن التنظيم في مختلف البلدان يتطلّبون في العادة أنواعاً متماثلة من البيانات لعمل تقييم للتأثيرات البيئية، ولكنهم يختلفون في تفسير هذه البيانات وفيما يعتبر ضرراً بيئياً أو خطراً بيئياً. كما يختلف العلماء في ما هو الأساس المناسب للمقارنة: هل هو النظم الزراعية المتبعة الآن أو بيانات القاعدة الإيكولوجية (ICSU). وقد وافقت مشاوررة خبراء عدتها منظمة الأغذية والزراعة (٢٠٠٤) على أن تأثيرات الزراعة على البيئة أكبر بكثير من التأثيرات القابلة للقياس التي تنشأ عن التحول من محاصيل تقليدية إلى محاصيل محورة وراثياً، فالمهم هو أن يكون هناك أساس للمقارنة.

ويختلف العلماء أيضاً على قيمة التجارب صغيرة النطاق في المختبرات أو في الحقول وعلى إمكان تعميم نتائجها على التأثيرات الواسعة النطاق، وليس من الواضح إذا كانت أساليب وضع نماذج تتضمن بيانات من نظم المعلومات الجغرافية ستكون أساليب مفيدة في التنبؤ بآثار الكائنات الحية المحورة في مختلف النظم الإيكولوجية (ICSU). ويوصي المجتمع العلمي بإجراء مزيد من البحوث عن آثار المحاصيل المحورة وراثياً بعد إطلاقها. كما أن الحاجة تدعو إلى رصد هادف بعد إدخال تلك المحاصيل وإلى منهجيات محسنة في هذا الرصد (ICSU, FAO, 2004).

الاتفاقات والمؤسسات البيئية الدولية

هناك عدة اتفاقات ومؤسسات تتناول الجوانب البيئية في بعض المنتجات المحورة وراثياً، ومنها اتفاقية التنوع البيولوجي، وبروتوكول كرتاخينا للسلامة البيولوجية، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات. وفيما يلي وصف لأدوار هذه الأجهزة وأحكامها.

اتفاقية التنوع البيولوجي وبروتوكول

كرتاخينا للسلامة البيولوجية

معظم التدابير التي جاءت في الاتفاقية المذكورة (أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي، ١٩٩٢) تركز

العالم، استطاع أكثر من ١٢٠ صنفاً من الأعشاب أن يطور مقاومته لمبيدات الأعشاب السائدة المستخدمة مع محاصيل تتحمل هذه المبيدات، وإن كانت المقاومة ليست مرتبطة بالضرورة بتحويل المحاصيل وراثياً (ICSU, GMSRP). ونظراً لأن ظهور آفات وأعشاب مقاومة أمر متوقع عند الإفراط في استخدام Bt وجليوفوسات وجليوفوسينات، فإن العلماء ينصحون باتباع استراتيجية لإدارة المقاومة في حالة زرع محاصيل محورة وراثياً (ICSU). ويختلف العلماء في كيفية استعمال استراتيجية إدارة المقاومة استعمالاً فعالاً وخصوصاً في البلدان النامية (ICSU). ولا يزال النقاش دائراً حول مدى شدة تأثيرات الآفات والأعشاب المقاومة واحتمال وقوع حدوثها في البيئة (GMSRP).

تحمل الإجهاد غير الحيوي

رأينا في الفصل الثاني أن العمل يجري لاستنباط محاصيل جديدة محورة وراثياً تتحمل أنواع الإجهاد غير الحيوي (مثل التملح والجفاف والألومنيوم) وربما تتمكن هذه المحاصيل من النمو في تربة لم تكن صالحة للزراعة من قبل. ويتفق العلماء على أن هذه المحاصيل ربما تكون مفيدة أو ضارة للبيئة بحسب نوع المحصول، ومختلف السمات وظروف البيئة (ICSU).

تقييم التأثير البيئي

هناك توافق واسع في الآراء على أن التأثيرات البيئية للمحاصيل المحورة وراثياً وغيرها من الكائنات الحية المحورة (مثل البذور المحورة وراثياً) تحتاج إلى تقييم باستخدام إجراءات تقييم قائمة على العلم في كل حالة على حدة بحسب الصنف المعني والسمات والنظام الزراعي الإيكولوجي. كما أن العلماء يتفقون على أن إدخال كائنات محورة وراثية إلى البيئة يجب مقارنته مع بقية الممارسات الزراعية والخيارات التقنية (ICSU, NCB).

وقد رأينا فيما سبق أن إجراءات تقييم سلامة الأغذية متطورة بشكل جيد وأن هيئة الدستور الغذائي المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية هي المنتدى الدولي لوضع الخطوط التوجيهية لسلامة الأغذية في حالة الأغذية المحورة وراثياً. وعلى العكس من ذلك لا توجد خطوط توجيهية أو قواعد متفق عليها دولياً لتقييم التأثيرات البيئية التي تنشأ عن كائنات

وهناك أربع فئات من الكائنات المحورة وراثياً مستثناة من هذا الإجراء: الكائنات المحورة وراثياً في مرحلة العبور، الكائنات المحورة وراثياً المعدة للاستخدام المعزول، الكائنات المحورة وراثياً الوارد تعريفها في قرار من مؤتمر الأطراف/اجتماع الأطراف باعتبار أنها لا يحتمل أن تحدث أثراً عكسية على صيانة التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام، والكائنات المحورة وراثياً المعدة للاستعمال المباشر كأغذية أو أعلاف أو للتجهيز. وبالنسبة للكائنات المحورة وراثياً التي قد تكون محلاً لتحركات عابرة للحدود من أجل الاستخدام المباشر كأغذية أو أعلاف أو للتجهيز، تنص المادة ١١ على أن الطرف الذي يتخذ قراراً نهائياً بالاستخدام المحلي، بما في ذلك الطرح في الأسواق، يجب أن يبلغ ذلك إلى غرفة تبادل معلومات السلامة الحيوية التي أنشأها البروتوكول. ويجب أن يتضمن الإبلاغ معلومات دنيا منصوصاً عليها في الملحق الثاني. ويجوز لأي طرف متعاقد أن يتخذ قراراً بالاستيراد بموجب إطار تنظيمه الداخلي، شريطة أن يتفق ذلك مع البروتوكول. ويجوز للبلد النامي كطرف متعاقد، أو لأي بلد في اقتصادات مرحلة التحول، يفتقر إلى إطار تنظيمي محلي، أن يعلن من غرفة تبادل معلومات السلامة الحيوية أن قراره بقبول أول استيراد لكائنات محورة وراثياً، لاستعمالها مباشرة كأغذية أو أعلاف أو للتجهيز، سيصدر بعد عمل تقييم للمخاطر. وفي كلتا الحالتين فإن عدم توافر يقين علمي نتيجة لعدم كفاية المعلومات والمعرفة العلمية ذات الصلة بمدى حدة الآثار العكسية لا يمنع الطرف المتعاقد المستورد من أن يتخذ قراراً، على نحو مناسب، من أجل تفادي إمكان وقوع آثار عكسية أو تقليل هذه الآثار إلى الحد الأدنى.

وتقييم الأخطار وإدارتها شرطان في كل من الاتفاق المسبق عن علم وطبقاً لنص المادة ١١. ويجب أن يكون تقييم الأخطار متفقاً مع المعايير التي عددها الملحق الخاص بذلك. ومن ناحية المبدأ يجب إجراء هذا التقييم بواسطة سلطات قطرية مختصة لها سلطة إصدار القرارات. ويجوز أن يُطلب إلى المصدر عمل هذا التقييم. كما أن الطرف المستورد يجوز أن يشترط على الجهة المبلغة دفع مقابل تقييم الأخطار.

وينص البروتوكول على تدابير ومعايير لتقييم المخاطر بصفة عامة. فأى تدابير قائمة على تقييم المخاطر يجب أن تكون متناسبة مع المخاطر التي أمكن التعرف عليها. ويجب اتخاذ تدابير لتقليل احتمال التحرك غير المقصود للكائنات المحورة وراثياً عبر الحدود. كما يجب

على صيانة النظم الإيكولوجية، ولكن هناك جانبين في صيانة التنوع البيولوجي لهما صلة بالسلامة البيولوجية: إدارة الأخطار المرتبطة بالكائنات الحية المحورة والمنتجة بالتقانة الحيوية، وإدارة الأخطار المرتبطة بالأصناف الأجنبية.

وفي سياق تدابير الصيانة في الوضع الطبيعي تطلب الاتفاقية من الأطراف الأعضاء "... تنظيم أو إدارة أو التحكم في المخاطر المرتبطة باستخدام وإطلاق كائنات حية ومحورة ناجمة عن التكنولوجيا الحيوية قد يكون لها تأثير معاكس من الناحية البيئية مما يؤثر على صيانة التنوع البيولوجي واستخدامه..." وهذا الحكم يجاوز النطاق العام للاتفاقية لأنه يتطلب أيضاً إدخال الأخطار على صحة الإنسان في الاعتبار. وتنص الاتفاقية على أن الأطراف المتعاقدة عليها التزام بمنع إدخال أصناف أجنبية، والالتزام بمكافحة تلك الأصناف الغريبة أو استئصالها إذا كانت تهدد النظم الإيكولوجية أو الموائل أو الأنواع. وتعتبر أصنافاً غريبة غازية تلك الأصناف التي أدخلت عمداً أو بغير عمد خارج موائلها الطبيعية إذا كانت لديها القدرة على التوطن والغزو والحلول محل الأنواع المحلية واحتلال البيئة الجديدة.

أما بروتوكول كرتاخينا للسلامة البيولوجية (أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي، ٢٠٠٠) فقد اعتمده الاتفاقية في سبتمبر/أيلول ٢٠٠٠ وبدأ نفاذه في سبتمبر/أيلول ٢٠٠٣. وهدف البروتوكول هو حماية التنوع البيولوجي من الأخطار المحتملة التي تنشأ عن نقل الكائنات المحورة وراثياً الناشئة عن التقانة الحيوية الحديثة، ومناولتها واستعمالها. كما تدخل في الحسبان أيضاً الأخطار على صحة الإنسان. وينطبق البروتوكول على جميع الكائنات المحورة وراثياً، باستثناء المستحضرات الطبية للإنسان التي تتناولها اتفاقات أو منظمات دولية أخرى.

ويضع البروتوكول إجراء الاتفاق المسبق عن علم على الكائنات المحورة وراثياً المعدة لإدخالها قصداً في البيئة والتي قد تكون لها آثار عكسية على صيانة التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام. ويتطلب هذا الإجراء، قبل أول إدخال مقصود إلى بيئة الطرف المستورد:

- إخطاراً من الطرف المستورد يتضمن بعض المعلومات؛
- الإقرار بتسلم الإخطار؛
- الموافقة الكتابية من الطرف المستورد.

(أ) تشجيع وتيسير الوعي والتثقيف والمشاركة على المستوى الجماهيري بشأن أمان ونقل ومناولة واستخدام الكائنات المحورة؛
 (ب) السعي لضمان أن تشمل التوعية والتثقيف الجماهيريان الحصول على معلومات عن الكائنات الحية المحورة التي يجوز استيرادها والمحددة وفقاً لهذا البروتوكول؛
 (ج) التشاور مع الجمهور في عملية صنع القرار فيما يتعلق بالكائنات الحية المحورة، وإتاحة نتائج هذه القرارات للجمهور وفقاً للقوانين والنظم القطرية. ويجب المحافظة على سرية المعلومات عن هذه الأنشطة. ويجوز أخذ الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية في الحسبان عند وضع القرارات. كما يجوز للأطراف أن تضع في حسابها الاعتبارات الاجتماعية الاقتصادية الناشئة عن آثار الكائنات الحية المحورة على صيانة التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام، وبخاصة فيما يتعلق بقيمة التنوع البيولوجي بالنسبة للمجتمعات الأصلية والمحلية. ويشجع البروتوكول الأطراف على التعاون في مجال البحوث وتبادل المعلومات عن أي آثار اجتماعية واقتصادية بسبب الكائنات الحية المحورة، وهناك عملية تتعلق بوضع قواعد تحدد المسؤولية والعيوض الجبري عن الأضرار الناجمة عن نقل الكائنات الحية المحورة عبر الحدود، ويجب إتمام هذه العملية في أول اجتماع تعقده أطراف البروتوكول.

الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات والكائنات الحية المحورة

غرض الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات هو ضمان العمل المشترك والفعال لمنع انتشار أو دخول آفات النباتات أو المشتقات النباتية، وترويج التدابير لمكافحةها. وإذا كانت الاتفاقية تتضمن حكماً خاصاً بتجارة النباتات والمشتقات النباتية فهي ليست محدودة بهذا المجال. وبوجه خاص يمتد نطاق الاتفاقية إلى حماية النباتات البرية إلى جانب النباتات المزروعة، ويشمل كلاً من الضرر المباشر وغير المباشر الناشئ عن الآفات بما فيها الأعشاب. وتؤدي الاتفاقية دوراً مهماً في صون التنوع البيولوجي النباتي وفي حماية الموارد الطبيعية. ولهذا فإن القواعد التي توضع بموجب الاتفاقية تنطبق أيضاً على عناصر رئيسية من اتفاقية التنوع البيولوجي بما في ذلك منع وتخفيف آثار الأصناف الغريبة الغازية، وعلى أجزاء من بروتوكول كرتاخينا. والنتيجة هي أن اتفاقية التنوع البيولوجي ومنظمة الأغذية والزراعة

اتخاذ تدابير لإخطار الدول التي تأثرت، أو يُحتمل أن تكون قد تأثرت، مما ينتج عنه إطلاق يؤدي أو قد يؤدي إلى نقل غير مقصود عبر الحدود لكائنات حية محورة.
 وفي البروتوكول أيضاً نصوص عن مناولة الكائنات المحورة وراثياً وتعبئتها ونقلها (المادة ١٨). ويكون على كل طرف متعاقد أن يتخذ بوجه خاص تدابير تقتضي:

(أ) بالنسبة للكائنات الحية المحورة المراد استخدامها كأغذية أو أعلاف أو للتجهيز، أن يتبين بوضوح أنها "قد تحتوي" على كائنات حية محورة "ولا يُراد إدخالها في البيئة" مع بيان جهة الاتصال للحصول على مزيد من المعلومات؛
 (ب) بالنسبة للكائنات الحية المحورة الموجهة للاستخدام المعزول، أن يتبين بوضوح أنها كائنات حية محورة وأن تحدد أي متطلبات لأمان المناولة والتخزين والنقل والاستخدام، وجهة الاتصال للمزيد من المعلومات؛
 (ج) للكائنات الحية المحورة الموجهة لإدخالها قصداً في بيئة طرف الاستيراد، أن يتبين بوضوح أنها كائنات حية محورة وأن تحدد الهوية والسمات و/أو الخصائص ذات الصلة وأي شروط لأمان المناولة والتخزين والنقل والاستخدام، وجهة الاتصال للمزيد من المعلومات، واسم وعنوان المستورد والمصدر وإعلان بأن النقل يتم وفقاً لمقتضيات هذا البروتوكول السارية على المصدر.

ويتم تبادل المعلومات وفقاً للبروتوكول من خلال إنشاء غرفة تبادل معلومات السلامة الحيوية. والمقصود من هذه الغرفة تيسير تبادل المعلومات العلمية والتقنية والبيئية والقانونية والخبرات في مجال الكائنات الحية المحورة، وتقتضي المادة ٢٠، الفقرة ٢ بأن توفر الغرفة أيضاً الحصول على الآليات الدولية الأخرى لتبادل معلومات السلامة الحيوية. أما المعلومات المطلوب تقديمها من كل طرف للغرفة فهي تشمل القوانين واللوائح والمبادئ التوجيهية السارية لتنفيذ البروتوكول، وأي معلومات تطلبها الأطراف لإجراء الاتفاق المسبق عن علم، وأي اتفاق وترتيبات ثنائية وإقليمية ومتعددة الأطراف ضمن نطاق البروتوكول، وملخصات لعمليات تقييم المخاطر، وكذلك القرارات النهائية. وتتناول المادة ٢٣ مسألة المشاركة الجماهيرية، فيكون على الأطراف المتعاقدة:

أصناف متوافقة معها؛ قدرة على التغلب على الحواجز التكاثرية والترابطة الموجودة.

- إمكانية التأثير سلباً على كائنات غير مستهدفة ويشمل ذلك مثلاً: التغييرات في مجموعة عوامل المكافحة البيولوجية أو كائناتها التي يُقال إنها نافعة؛ تأثيرات على كائنات أخرى مثل عوامل المكافحة البيولوجية أو الكائنات النافعة أو النباتات الدقيقة في التربة مما يؤثر على صحة النباتات (أثار غير مباشرة).
- إمكان ظهور خصائص ممرضة للنباتات تشمل على سبيل المثال أخطاراً على صحة النباتات ترجع إلى السمات الجديدة في كائنات لا تعتبر في الأحوال العادية خطراً على صحة النباتات؛ تعزيز إعادة تألف الفيروسات، أو أحداث الانقلاب المتنقل والتأزر المتعلق بوجود متتاليات فيروسية؛ مخاطر على صحة النباتات مرتبطة بمتتاليات الحامض النووي (الواسمات، المعززات أو المنهيات وغيرها) تكون موجودة في الجزء الداخل.

وبعد ذلك اجتمعت جماعة عمل صغيرة تضمنت خبراء من اتفاقية التنوع البيولوجي/بروتوكول كرتاخينا وخبراء وقاية النباتات لإعداد مشروع معيار يقدم خطوطاً توجيهية عامة عن إجراء تحليل مخاطر الآفات فيما يتصل بإمكانيات ظهور مخاطر على صحة النباتات كما سبق تعريفه. وفي عملية صياغة هذا المعيار لاحظت جماعة العمل عدة قضايا مهمة تتعلق بنطاق الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات والمخاطر المحتملة على صحة النباتات من الكائنات المحورة وراثياً. وبوجه خاص لاحظت جماعة العمل أنه إذا كانت هناك بعض أنواع تلك الكائنات تتطلب تحليلاً لمخاطر الآفات لأنها قد تمثل خطراً على صحة النباتات، فإن هناك فئات أخرى من تلك الكائنات لا تثير أخطاراً على صحة النباتات، مثل تلك التي تحتوي على خصائص محورة مثل مدة النضج أو نقص زمن التخزين أو زمن العرض للبيع. وبالمثل، لاحظت جماعة العمل أن تحليل مخاطر الآفات لن يتناول مخاطر الصحة النباتية الناشئة عن تلك الكائنات فحسب، ولكن ربما يقتضي الأمر معالجة أخطار أخرى محتملة (مثل القلق على صحة الإنسان من المنتجات الغذائية). كذلك لوحظ أن الأخطار الممكنة على صحة النباتات التي سبق الحديث عنها يمكن أن ترتبط بتربية المحاصيل بالطرق التقليدية أو بغير التحوير الوراثي. واعترفت الجماعة بأن إجراءات تحليل المخاطر الواردة في الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات تتعلق بصفة

والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات أقامت علاقة تعاونية وثيقة. وقد امتدت هذه العلاقة بوجه خاص إلى إدخال اهتمامات اتفاقية التنوع البيولوجي في الحساب عند وضع المعايير الدولية لتدابير الصحة النباتية.

وهذه المعايير التي توضع تحت رعاية الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات توفر مشورة دولية متفقاً عليها للبلدان بشأن تدابير حماية الحياة النباتية أو صحة النباتات من دخول الآفات أو الأمراض أو انتشارها. ومن أهم المعايير التي وضعت بموجب الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات المعيار رقم ١١ تحليل مخاطر الآفات الحجرية (FAO, 2001b) الذي اعتمده الهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية في دورتها الثالثة عام ٢٠٠١. كما أن هذه الهيئة اعتمدت في دورتها الخامسة عام ٢٠٠٣، بالإضافة رقم ١١ إلى هذا المعيار لمعالجة المخاطر التي تتعرض لها البيئة من أجل مراعاة اهتمامات اتفاقية التنوع البيولوجي، خصوصاً ما يتصل بالأصناف الغريبة الغازية. ومنذ فترة وجيزة وضعت الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات مشروع مرفق آخر لضمه إلى المعيار رقم ١١ يتناول تحليل أخطار الآفات في الكائنات المحورة وراثياً^(٨).

ومشروع هذا المعيار كان موضع مناقشات ومشاورات فنية واسعة أثناء وضعه. وبناء على طلب الهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية دُعيت إلى الاجتماع جماعة العمل مفتوحة العضوية المعنية بوضع مواصفات تفصيلية لمعيار بشأن مخاطر الآفات النباتية المرتبطة بالكائنات المحورة وراثياً، مع توجيه اهتمام خاص لاحتياجات البلدان النامية.

ونظرت جماعة العمل في الأخطار المحتملة على صحة النباتات التي قد تنشأ من الكائنات المحورة وراثياً والتي لا بد من مراعاتها عند تحليل مخاطر الآفات، وهي:

- التغييرات في خصائص التأقلم التي ربما ترفع من إمكانات الغزو بما في ذلك على سبيل المثال: تحمل النباتات للجفاف؛ تحمل النباتات لمبيدات الأعشاب؛ التغييرات في بيولوجيا التكاثر؛ قدرة الآفات على التشتت؛ مقاومة الآفات؛ مقاومة مبيدات الآفات.
- تسرب الجينات الذي يشمل على سبيل المثال: نقل جينات مقاومة لمبيدات الأعشاب إلى

(٨) بروتوكول كرتاخينا للسلامة البيولوجية يعرف الكائن الحي المحور بأنه "أي كائن حي محور يمتلك تركيبة جديدة من مواد جينية تم الحصول عليها عن طريق استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة" (أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي، ٢٠٠٠: ٤).

هناك حاجة واضحة تدعو مجتمع العلماء إلى أن يجري مزيداً من البحوث في عدد من المجالات، وتدعو الشركات إلى أن تختار الخيارات السليمة من حيث تصميم التحوير الوراثي وعوائل النباتات، وأن تستنبط منتوجات تلبي رغبات اجتماعية أوسع. وأخيراً فإن قواعد التنظيم ... يجب أن تظل مطبقة بحيث تكون حساسة لدرجة الأخطار وعدم اليقين، وتعترف بالسمات المميزة للكائنات المحورة وراثياً، وبوجود منظورات علمية مختلفة وما يرتبط بذلك من ثغرات في المعرفة، وأن تراعي أيضاً سياق التربية التقليدية وخطوطها الأساسية. ويوصي مجلس نافلد للأخلاق الحيوية (NCB) (صفحة ٤٤) بأنه "يجب تطبيق نفس المعايير عند تقييم أخطار النباتات والأغذية المحورة وراثياً وغير المحورة وراثياً، وعمل نفس التحليل الدقيق لأخطار عدم التحرك كما في حالة أخطار التحرك ... ثم ينتهي إلى النتيجة التالية (صفحة ٤٥):

ليس من رأينا أن هناك دلائل كافية على ضرر حاضر أو مستقبل يبرر وقف البحوث أو التجارب الحقلية أو التحكم في إطلاق محاصيل محورة وراثياً في البيئة في المرحلة الحالية. ولهذا نوصي بالاستمرار في بحوث المحاصيل المحورة وراثياً، على أن يخضع ذلك لتطبيق مبدأ الحيطة تطبيقاً معقولاً. ويتفق بيان منظمة الأغذية والزراعة عن التكنولوجيا الحيوية (FAO, 2000b) فيقول:

تقدم المنظمة الدعم لنظم التقييم القائمة على المبادئ العلمية، التي تحدد بصورة موضوعية، منافع كل واحدة من الكائنات المحورة وراثياً والمخاطر الناجمة عنها. وهذا ما يستوجب توخي منهج حذر على أساس كل حالة على حدة، للاستجابة لمشاعر القلق المشروعة إزاء السلامة الحيوية لكل منتج أو عملية قبل الإفراج عنها. وينبغي تقييم التأثيرات المحتملة على التنوع البيولوجي والبيئة وسلامة الأغذية، ومدى تجاوز منافع هذا المنتج أو هذه العملية للمخاطر المتوقعة. وينبغي أن تراعي عملية التقييم أيضاً الخبرات التي اكتسبتها سلطات الرقابة القطرية في عملية إجازة هذه المنتجات. كما أن الرصد الدقيق لتأثيرات هذه المنتجات والعمليات بعد نشرها، ضروري لضمان استمرارية سلامتها بالنسبة للإنسان والحيوان والبيئة.

إن العلم لا يستطيع أن يعلن أن أي تقانة خالية تماماً من الأخطار. والهندسة الوراثية للمحاصيل تستطيع أن تقلل بعض الأخطار البيئية المرتبطة بالزراعة التقليدية، ولكنها تثير تحديات جديدة ينبغي معالجتها. وسيكون على المجتمع أن يقرر متى وأين تكون الهندسة الوراثية مأمونة بما فيه الكفاية.

عامة بالخصائص الحسية لا بالخصائص الوراثية ولوحظ أن هذه الأخيرة ربما ينبغي النظر فيها عند تقييم مخاطر الكائنات المحورة وراثياً على صحة النباتات.

وأثناء نشر التقرير الحالي كان مشروع المعيار قد روجع من جانب لجنة المعايير ووزع على جميع الأعضاء لاستعراضه والتعليق عليه. وقد استعرضت لجنة المعايير تعليقات البلدان على مشروع المعيار في نوفمبر/تشرين الثاني ٢٠٠٣. وستدخل عليه التعديلات بمراجعة التعليقات الواردة وسيقدم إلى الهيئة المؤقتة لتدابير الصحة النباتية في دورتها السادسة في أبريل/نيسان ٢٠٠٤ للموافقة عليه.

الاستنتاجات

حتى الآن لم تظهر من البلدان التي زرعت محاصيل محورة وراثياً تقارير موثوقة تدل على أنها أحدثت أي ضرر كبير صحي أو بيئي. ولم تحصل إبادة للفراشات الملكية. ولم تستطع الآفات أن تطور مقاومة لبكتيريا Bt. وهناك بعض دلائل على ظهور أعشاب تتحمل مبيدات الأعشاب ولكن الأعشاب الضخمة لم تستطع غزو النظم الزراعية. وعلى عكس ذلك بدأت تظهر بعض المنافع المهمة البيئية والاجتماعية. فالمزارعون يستخدمون مبيدات آفات أقل من السابق ويستغنون عن الكيماويات السامة بأخرى أقل منها سميةً. والنتيجة هي أن عمال المزارع وإمدادات المياه أصبحت محمية من السموم، وأن الحشرات والطيور النافعة أخذت تعود إلى الحقول.

وفي الوقت نفسه يتقدم العلم بسرعة أكبر. فقد أمكن إيجاد حلول فنية لبعض نواحي القلق المرتبطة بالجيل الأول من المحاصيل المحورة وراثياً. وهناك تقنيات جديدة للتحويل الوراثي تستبعد الواسمات الجينية المضادة للحياة والجينات المنشطة التي كانت سبباً في قلق البعض. والأصناف التي تشمل نوعين مختلفين من جينات Bt تقلل من احتمال زيادة قدرة الآفات على المقاومة. وأخذت تظهر استراتيجيات للإدارة وتقنيات وراثية لمنع تسرب الجينات.

ولكن عدم ملاحظة آثار سلبية حتى الآن لا يعني أن هذه الآثار لا يمكن أن تحدث، ويتفق العلماء على أن فهمنا للعمليات الأيكولوجية وسلامة الأغذية غير نهائي، فما زال هناك الكثير الذي نجهله. ولا يمكن أبداً ضمان السلامة الكاملة، فالكمال ليس من صفات البشر ولا من صفات قواعد التنظيم. فكيف يجب أن نعمل في غياب اليقين العلمي؟ يقول الفريق العلمي لاستعراض الكائنات المحورة وراثياً (GMSRP) (صفحة ٢٥):