الجزء الثالث

الجدل الدائر: السعي الحالي

الفصل الثاني عشر

التلاعب بالجينات ١: الأطعمة المعدلة جينيًّا

لا يوجد جانب في علم الأحياء يشهد سعيًا دائبًا في عصرنا الحالي للتوصُّل إلى تكنولوجيا جديدة أكثر من جانب تعديل الجينات؛ جينات النباتات والحيوانات، وجينات نوعنا نفسه. وتسبَّبت تبعات هذا البحث — المتمثلة في إنتاج أطعمة وأشخاص معدَّلين جينيًّا — في ظهور جدل كبير سأكون مقصرًا إن أغفلت ذكره. ولهذا السبب، أضفتُ جزءًا ثالثًا إلى قصتي من أجل الحديث عن هذه الموضوعات.

ظهرت إمكانية عزل الجينات وإدخالها في كائنات خارجية — مثل إدخال جين بشري في خنزير، أو جين بكتيري في نبات القطن — نتيجة بحث مختلف تمامًا؛ هو البحث عن علاج للسرطان. فقد شهدت فترة ستينيات وسبعينيات القرن العشرين إحياءً لفكرة أن السرطان ربما تُسبِّبه الفيروسات. وكما رأينا في الفصل السابق، اتضح قبل هذا بأكثر من نصف قرن أن نوعًا معينًا من سرطان الدجاج يسببه نوع من الفيروسات، لكن ظلت هذه الملاحظة منسية حتى عام ١٩٦٦ عند حصول مكتشفها العالم الأمريكي بيتون روس على ما يَستحقه من تقدير عبر فوزه بجائزة نوبل. وبما أن هذه الجوائز لا تُمنَح إلا للأشخاص الأحياء القادرين على تسلُّمها بأنفسهم، كان من حسن الحظ أن بيتون روس كان رجلًا يتمتع بالصحة؛ إذ استطاع الانتظار حتى بلغ السابعة والثمانين من العمر حتى يَذهب في هذه الرحلة إلى ستوكهولم.

في أوائل سبعينيات القرن العشرين قرَّر الرئيس ريتشارد نيكسون أن باستطاعته الحصول على بعض رأس المال السياسي من خلال زيادة سخية في ميزانية المعهد الوطني للسرطان، أحد المعاهد الوطنية للصحة بالقرب من واشنطن، أكبر مركز أبحاث طبية في العالم؛ فتقرَّر أن تذهب الأموال إلى تمويل الأبحاث التي تهدف إلى تحديد سببٍ فيروسيٍّ للسرطان. جاءت النتيجة مختلفة تمامًا؛ فكما ذكرنا، اتضح أن عددًا قليلًا من أنواع

السرطان تُسبِّبه إصابة فيروسية مباشرةً. ومن ناحية أخرى، اتضحت الآليات الأساسية التي تنمو بها الفيروسات داخل خلايا عائلها، وتندمج أحيانًا في أحد كروموسوماته. فكانت معرفة كيف يحدث انتقال الجينات، من الفيروس إلى دي إن إيه الحيوان، هي التي مهَّدت الطريق أمام اكتشاف التكنولوجيا المطلوبة لإدخال جينات مأخوذة من أحد الأنواع في نوع آخر. لكن توجد مشكلة.

يتعرض العلم، مع دخولنا في الألفية الجديدة، إلى نقد مُستمر من وسائل الإعلام، فينقلب البحث عن المعرفة بالسوء علينا؛ ففي أوروبا، يدمِّر المتظاهرون ضد الأطعمة المعدلة جينيًّا المحاصيلَ التجريبية، ويقولون إن بيئتنا في خطر وحياتنا مهدَّدة. كما أن إمكانية استنساخ البشر تمثِّل بيئة خصبة للصحفيين. لم تعد التطورات التي تحدث في العلوم الفيزيائية تُقلق العامة كثيرًا في عصرنا الحالي؛ فقد خمد إلى حد كبير الجدل النووي الذي نشب في ستينيات القرن العشرين، ولم تعدْ تُقلق أحدًا حقيقةُ أن عدد الأقمار الصناعية للتواصُل عن بعُد التي تدور حول الأرض يجعل من الصعب على علماء الفيزياء الفلكية معرفة معلومات عن المجرات الموجودة فيما وراء حدود مجموعتنا الشمسية، أو أن كل قمر صناعي يُطلَق في الغِلاف الجوي للأرض يُحدث ثقبًا صغيرًا فيه. هل يوجد مبرر لمخاوفنا بشأن التكنولوجيا الطبية الحيوية الجديدة؟ من حق كل إنسان أن يكون له رأيه الخاص، خاصَّةً إذا كان قائمًا على اعتناق معتقدات دينية بإخلاص. لكن إذا كانت الآراء قائمة على فهم خاطئ للحقائق، فإن الحل يكون بالتأكيد شرحًا للمبادئ الأساسية على نحو أفضل، وبلغة بسيطة يمكن للجميع فهمها. صحيح أن وسائل الإعلام تقوم بعمل رائع، إلا أن قصصها تكون عادةً محرَّفة ومتحيِّزة لاتجاه معيَّن. فقد روَّجت إحدى الصحف الإنجليزية (ذا صنداي تايمز) لعدة سنوات — على خلاف كافة الأدلة العلمية — لفكرة أن مرض الإيدز يَنتج عن تعاطي المخدِّرات، وأن الإصابة بفيروس العوز المناعي البشري ليست السبب الرئيسي له. وظهر مرةً أخرى رأي مُماثل بشأن الإيدز في الأجزاء الجنوبية من أفريقيا، وأدى إلى خسارة آلاف الأرواح. تتمثَّل المشكلة في مثل هذه التقارير أنها تصل إلى قطاع أكبر من الجمهور مقارنةً بالمقالات النقدية التي يَكتبها العلماء. لهذا يتحتَّم علينا أن نحسن شرح تعقيدات العلم للعامة. وفي الفصلين اللذَين يتألَّف منهما الجزء الثالث سأحاول أن أستعرض بحيادية موضوع الأطعمة والبشر المعدَّلَين جينيًّا؛ إذ إن أحد أكثر الجوانب التي يُساء فهمها في هذه التكنولوجيا الحديثة، ويظهر في كل مرة يُذكَر فيها استخدام الكائنات المعدلة جينيًّا، هو طبيعة المخاطر.

(١) المخاطر

تتعلَّق المخاطر بالاحتمالات، وتتحكَّم الإحصائيات في الاحتمالات. افترض أن عيد ميلادك في شهر يناير، عندئذٍ فإن احتمال أن تُقابل شخصًا آخر عيد ميلاده في شهر يناير أيضًا يكون ١ إلى ١٢؛ نظرًا لوجود ١٢ شهرًا في السنة. أما إذا كان عيد ميلادك في ٢٧ من يناير (مثل موتسارت)، فإن احتمال أن يكون عيد ميلاد صديقك الجديد أو صديقتك الجديدة في اليوم نفسه يبلغ تقريبًا ١ إلى ١٢ × ٣٠، أي ١ إلى ٣٦٠، نظرًا لوجود ٣٠ يومًا في الشهر تقريبًا.[١] وإذا كنت تَعتقد أن عمر أحد معارفك أكبر أو أصغر من عمرك بعشر سنوات، فإن احتمال أن يكون عيد ميلاده في نفس يوم عيد ميلادك وفي نفس الشهر ونفس السنة يَبلغ ١ إلى ١٢ × ٣٠ × ١٠، أي ١ إلى ٣٦٠٠. وإذا كنتَ تعرف أنك وُلدتَ في الساعة الخامسة صباحًا، فإن احتمال أن يكون صديقك وُلد في الساعة نفسها واليوم نفسه والشهر نفسه والسنة نفسها التي وُلدتَ أنت فيها هو ١ إلى ١٢ × ٣٠ × ١٠ × ٢٤، أي ١ إلى ٨٦٤٠٠. بعبارة أخرى: كلما زاد تحديدُك لتفاصيل عيد ميلادك، قلَّت فرص لقائك بشخص في مثل عمرك تمامًا. لا تعني الأرقام التي حسبناها للتوِّ أنك لا بد أن تقابل ٨٦٤٠٠ شخص قبل أن تعثر على شخص وُلد في الوقت نفسه في اليوم نفسه من الشهر نفسه والسنة نفسها التي وُلدت فيها. فربما تَنطبق هذه المواصَفات على أول شخص تلتقي به. إلا أن احتمالات عدم حدوث هذا تُقدَّر بنحو ٨٦٤٠٠ إلى ١. كما أن احتمالات عدم فوزك باليانصيب في المملكة المتحدة (ستة أرقام كلٌّ منها بين ١ و٥٠، مع رقم «إضافي»)، تقدر بنحو ١٤ مليونًا إلى ١. إن الاحتمال هو نقيض اليقين، وما يَنطبق عليه يَنطبق على المخاطر. فإن حساب مخاطر حدوث شيء ما لا يَعني أن هذا الشيء سيحدث فعلًا؛ وإنما يُعبِّر هذا فقط عن احتمال أنه ربما يقع.[٢]

يكون احتمال وفاة أي شخص ١، لكن يَعتمد احتمال وفاته في سن معيَّنة بوضوح على هذه السن؛ ففي سن ١٦ يكون ١ من ألفين، وفي سن المِائة يكون ١ من ٢. يتفاوت كذلك خطر الوفاة إثر مرض معيَّن إلى حدٍّ كبير. ففي أي نوع من أنواع السرطان يكون خطر الوفاة ١ من ٤ (في الذكور) أو ١ من ٥ (في الإناث). ويُشكِّل سرطان الرئة نحو ١ من ٤ من كافة أنواع السرطان التي تُصيب الذكور، ونحو ١ من ٦ من جميع أنواع السرطان لدى الإناث؛ ومن ثم يمثِّل خطر الوفاة إثر سرطان الرئة ١ من ٤ × ٤، أي ١ من ١٦ (فعليًّا ١ من ١٤) في الذكور، و١ من ٥ × ٦، أي ١ من ٣٠ (فعليًّا ١ من ٢٥) في الإناث. يعبر هذا عن المتوسط، فتكون النسبة أعلى لدى المدخِّنين؛ نحو ١ من ٨

بِناءً على مقدار استهلاك الفرد من الدخَان وجنسه. أرجو أن ينتبه المدخِّنون إلى أن خطر وفاتهم بسبب أزمة قلبية يكون أعلى بكثير من خطر الوفاة إثر الإصابة بسرطان الرئة. يلعب السن أيضًا دورًا في الإصابة بمرض السرطان؛ فيُمثِّل خطر إصابة سيدة بسرطان الثدي — الذي يموت أقل من نصف السيدات بسببه حاليًّا — ١ من ١١ عندما تكون المرأة في سن الخامسة والثمانين، ويكون في سن الأربعين تقريبًا ١ من ٢٢٠، وبين سن العشرين والثلاثين يكون ١ من ٢١٦٥. لنفكِّر في التطعيم ضد الإصابة بالتهاب السحايا البكتيري؛[٣] فيكون خطر إصابة طفل لم يَحصُل على التطعيم بمرض السحايا البكتيري نحو ١ من الألف. أما إذا حصل على التطعيم فتكون النسبة ١ من المِائة ألف. كما تكون نسبة تسبُّب المصل في الإصابة بالمرض أقل من ١ في العشرة ملايين؛ فلم تَرِد أيُّ حالات إصابة ناتجة عن التطعيم ضد التهاب السحايا من النوع «ج»، رغم حقيقة أن ١٤ مليون طفل يُطعَّمون به في المملكة المتحدة. ونتيجة لبرنامج التطعيم يتلاشي تدريجيًّا الميكروب المسبب للمرض، كما أن عدد الحالات الجديدة في انخفاض. صحيح أن من بين هؤلاء الأطفال الذين يُقدر عددهم بأربعة عشر مليون أُصيب ١٦ ألفًا[٤] بأعراض جانبية؛ مثل نوبات دوار وصداع، لكنها تُعتبر أمرًا طبيعيًّا في أي علاج؛ كذلك حدثت ١١ حالة وفاة،[٥] لكن لم يكن أيٌّ منها بسبب الإصابة بالتهاب السحايا من النوع «ج» نتيجة للقاح.[٦] هل قرار تطعيم طفلك أو عدم تطعيمه بمثل هذه الصعوبة فعلًا؟

سأتحوَّل الآن إلى الحديث عن خطر الوفاة جراء الإصابة بنوع جديد من مرض كروتزفيلد جاكوب (بديل مرض كروتزفيلد جاكوب) يُقال إنه ينتج عن تناول لحم من ماشية مصابة بالتهاب الدماغ الإسفنجي البقري (المعروف باسم مرض «جنون البقر»). في ثمانينيات القرن العشرين حدثَت حالاتُ تفشٍّ خطيرة لهذا المرض في المزارع الإنجليزية. وكان السبب المرجَّح لانتشار المرض على هذا النحو مُمارسة تغذية الماشية على بقايا الذبائح، مثل المخ، المأخوذة من ماشية أخرى أو من الأغنام. حدثت أول حالة وفاة من بديل مرض كروتزفيلد جاكوب في عام ١٩٩٥؛ وطوال السنوات الخمس التالية سقط ٧٠ ضحيةً أخرى لهذا المرض المميت. بعبارة أخرى: أكثر من نحو ١٠ حالات في السَّنة، من بين نحو ٥٩ مليون نسمة؛ ومن ثم فإن احتمال الوفاة حاليًّا إثر الإصابة ببديل مرض كروتزفيلد جاكوب هو نفسه تقريبًا احتمال الإصابة بصاعقة البرق؛ نحو ١ في ١٠ ملايين. وهذا احتمال ضئيل للغاية مقارنةً بخطر الموت إثر حادث سيارة، الذي يبلغ تقريبًا ١ في ٨ آلاف. لكن علينا ألا نستخفَّ بالخطر المستقبلي؛ ففترة حضانة بديل مرض

كروتزفيلد جاكوب طويلة للغاية، ويتطوَّر المرض على مدار عدة سنوات بعد تناول اللحم المصاب بمرض جنون البقر. كما أن عدد ضحايا هذا المرض في تزايد طوال الوقت، وفي غضون بضع سنوات يُتوقَّع أن يصل العدد إلى حالة وفاة يوميًّا أو حتى أكثر، رغم أن بيع اللحوم التي يَحتمِل أن تكون مصابة بمرض جنون البقر قد توقَّف منذ عدة سنوات. بالطبع علينا ألَّا نُغفلَ الأسباب المنخفضة الخطورة. فيعتبر مرض كروتزفيلد جاكوب مرضًا مؤلمًا ومميتًا على الدوام. وإذا أردنا تجنبه، فإن مهمة العلماء تتمثل في إخبارنا بطريقة فعل هذا. لكن إذا أقلع أي شخص عن تناول لحم البقر خوفًا من الإصابة ببديل مرض كروتزفيلد جاكوب، فعليه أن يُدرك نوع الخطر الذي يَكمن وراء هذا القرار. فنظرًا لذبح كل القطعان المصابة بجنون البقر في المملكة المتحدة — نحو مليونين ونصف مليون رأس من الماشية بحلول عام ١٩٩٨ — فلم تعد حاليًّا نسبة الإصابة بمرض جنون البقر في المملكة المتحدة أعلى من نسبته في الأجزاء الأخرى من أوروبا؛ لذلك فإن تناول الهامبرجر في لندن لا يُمثِّل خطرًا أكبر من تناوله في فرانكفورت. إلا أن إجمالي التكلفة التي تحمَّلها دافع الضرائب البريطاني نظير فشل حكومته في التصرُّف سريعًا لم تكن زهيدة؛ نحو ٣ مليارات جنيه إسترليني حتى يومنا هذا. وبينما يكون من الأسهل عادةً إصدار حكم على الأمور بأثر رجعي من استباق الأمور، فهل يصعب حقًّا إدراك أن تناول لحم حيوانات مريضة للغاية وتترنَّح في فناء المزرعة حتى تنهار لن يكون على الأرجح أمرًا جيدًا؟

يَختلف إدراك المخاطر باختلاف الثقافات، ومثال على ذلك عقَّار ديبو بروفيرا المانع للحمل. يؤدي هذا العقَّار مفعوله لدى النساء عند حصولهنَّ على حقنة واحدة كل ثلاثة أشهر في العضل. ولأنه ينطوي على خطر كبير يتمثَّل في الإصابة بنزيف وأعراض جانبية أخرى، لم يعد يُستخدم في معظم دول العالم المتقدمة. لكن هذا الأمر لا يَنطبق على الدول الأفريقية جنوب الصحراء الكبرى. فالسيدات هناك مُستعداتٌ لمواجهة احتمال الإصابة بمضاعفات نتيجة استخدام عقار ديبو-بروفيرا؛ لأن هذه المخاطر أقل بكثير من مخاطر عثور الزوج على أقراص منْع الحمل أو لولب رحمي. فالأزواج يَرمون بهذه الأشياء ويُعرِّضون السيدات لحمل آخر من أجل إنجاب طفل لا يَملك والداه المال الكافي لإطعامه؛ لذا من الأسهل إخفاء مكان أخذ الحقنة ومواجهة العواقب. مرَّت إحدى زميلاتي مؤخرًا عبر قرية في جامبيا، في غرب أفريقيا. وذُعرَت عندما رأت سيارة جديدة لامعة تشق طريقها عبر الشوارع القذرة تعلن عن ماركة شهيرة للسجائر. كان المروِّجون يوزعون سجائر مجانية أيضًا؛ وليس هذا فحسب، لكن كل علبة سجائر كانت تَحتوي على كوبون

يُعطيك فرصة ربح هذه السيارة. يَحدُث هذا في قرية تفتقر إلى كافة سبل الراحة بدايةً من مياه الشرب النظيفة فصاعدًا. تحدَّثتْ زميلتي إلى مجموعة من أهالي القرية؛ ألا يُدركون أن التدخين يسبب السرطان؟ بلى، كانوا يُدركون المخاطر، لكنهم شعروا بأن سرطان الرئة لا يصيب إلا كبار السن، وأنهم على الأرجح سيموتون بسبب الملاريا أو الدوسنتاريا عند بلوغهم سن الخمسين. فبالنسبة لهم كان تدخين السجائر أحد المُتَع القليلة التي يجدونها في الحياة.[٧] ففي رأيهم تُعتبر الوفاة من السرطان رفاهية، وخطرًا يستحق المجازَفة.

النقطة التي أُريد الإشارة إليها هي أن كل شيء نفعله يَحمل قدرًا معينًا من المخاطر؛ الطعام الذي نأكله، والماء الذي نشربه، والهواء الذي نتنفَّسه. فيُمكن أن يكون عبور الطريق عملًا محفوفًا بالمخاطر. كما أن الجلوس تحت نخلة في المِنطقة الاستوائية له مخاطره.[٨] هل تتوقَّف عن السباحة لأنك ربما تصاب بتشنجات في معدتك وتغرَق؟ وهل تتوقف عن استخدام الطائرات بسبب خطر التعرُّض للموت في إحدى الكوارث الجوية؟ إن السفر بالطائرة أقل خطرًا من قيادة السيارة. ففي المملكة المتحدة في عام ١٩٩٩ حدثت ١١ حالة وفاة في حوادث جوية، و٣٣ حالة في حوادث قطارات، و٣٤٢٣ حالة في حوادث الطرق؛ ففي مقابل كل ٥٠ مليار كيلومتر تُقطع جوًّا تحدُث حالة وفاة واحدة، ومقابل كل ٢ مليار كيلومتر يُقطَع بالقطار تحدث حالة وفاة واحدة، وأمام كل ٠٫٣ كيلومتر تُقطع بالسيارة تحدث حالة واحدة. بالطبع يعتمد احتمال التعرض للقتل جوًّا على اختيار خط الطيران؛ فمع أفضل الخطوط الجوية المعروفة في أوروبا وأمريكا الشمالية، يكون مجرَّد خطر التعرض إلى حادث جوي — وليس بالضرورة التعرُّض للوفاة — أقل من واحد في المليون؛[٩] بينما في بعض الشركات العاملة حاليًّا في دول الاتحاد السوفييتي السابق، تَزيد هذه النسبة ٣ آلاف ضعف. ويَحمل القلق بشأن هذه الأمور مخاطر أيضًا؛ لأن القلق يؤدِّي إلى الضغط، والضغط أحد العوامل المساهمة في الإصابة بأمراض شائعة، مثل السرطان أو النوبة القلبية. ذكرتُ السفر كمثال لنشاط يَحمل مخاطر كبيرة، فهل نتَج عن سعي الإنسان المستمر للسفر على نحو أسرع ظهور أشكال ذات خطورة متزايدة؟ والإجابة هي لا، عند وضع عدد المشاركين فيه في الاعتبار. وتُعتبر أكثر الوسائل الشائعة حاليًّا للسفر داخل القارة في أوروبا القطار أو السيارة؛ فقبل هذا كانت تُستخدم العربة التي تجرُّها الخيول، فكانت سرعة السفر أقل بكثير. ومع ذلك فإن السيارات والقطارات أكثر أمانًا من المركبات المكتظَّة بالركاب التي تجرُّها الخيول التي تترنح على طول الطرق الوعرة. كذلك، فإن البواخر العابرة للمحيطات أكثر أمانًا من المراكب الشراعية التي كانت

موجودة في السابق، والطائرة النفاثة أكثر أمانًا من منطاد زبلين. وفيما يتعلَّق بالنقل العام، تماشى سعي الإنسان لتحقيق الأمان مع بحثه عن سرعة أكبر، وأنا أعتقد أن هذا يَنطبق على الطعام أيضًا.

(٢) الحاجة لأطعمة جديدة

أدى البحث الناجح عن تحسينات في الرعاية الصحية والصحة والنظافة العامة على مدار بضع مئات السنين الماضية إلى انخفاض معدَّل وفيات الأطفال وزيادة متوسِّط العمر المتوقَّع. ونتيجة لهذا يزيد عدد سكان العالم بمعدَّل أسرع من أي وقت مضى؛ فعلى مدار السنوات الخمس الأخيرة وحدها زاد العدد أكثر من الضعف — من مليارين ونصف مليار إلى ٦ مليارات نسمة — ومن المتوقَّع أن يزيد هذا العدد على مدار السنوات الخمسين القادمة بنحو ٣ مليارات نسمة أخرى. تحدث النسبة الأكبر من الزيادة في أفقر دول العالم، في آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية،[١٠] رغم ارتفاع معدَّلات وفيات الأطفال في هذه المناطق. وإذا لم تكن أساليب جديدة للزراعة قد اختُرعت، كانت هذه الدول ستَفشل في توفير الغذاء لسكانها على نحو أسوأ من الموجود حاليًّا؛ إذ يعاني أكثر من ٨٠٠ مليون شخص[١١] من نقص في أكثر من ٣٠٠ سعر حراري — ما يَعدل وعاءً من الأرز — يوميًّا؛ ويموت نحو ٤٠ ألف شخص، نصفهم من الأطفال، يوميًّا بسبب سوء التغذية. تمثِّل المياه والأرض المناسبة العوامل الرئيسية التي تحد من إنتاج الطعام في العالم الثالث، كما تزيد الخسائر الناتجة عن الفساد وقلة الكفاءة الأمر سوءًا. يجب زيادة البحث عن أشكال جديدة من الطعام تزيد الإنتاج إذا لم نكن مُستعدِّين لتعريض سُدس سكان العالم لحوادث من المجاعات الجماعية. لحسن الحظ أصبحت تقنيات تعديل جينومات النباتات والحيوانات، التي تمَّ التوصُّل إليها حاليًّا، جاهزة للاستخدام. بالطبع يجب تشجيع إنتاج محاصيل معدَّلة جينيًّا، مثل القمح والذرة والشلجم (الكانولا) والقطن وبنجر السكر والبطاطس — خاصةً لاستخدامها في الدول الفقيرة في العالم — أو على الأقل تقييمها، وليس مَنعُها.

إن الحُجة التي تقول إنه يوجد، على مستوى العالم، طعام يكفي في الوقت الحاضر خاطئة. فمِن غير الواقعي أن نتوقَّع من دول أمريكا الشمالية وأوروبا، القادِرة على إنتاج فائض من الحبوب والأطعمة الأخرى، توزيع المحاصيل بانتظام على الدول ذات الإنتاج المنخفض؛ فكونها تفعل هذا في أوقات الأزمات أمر محمود. ولأجل احترامها لذاتها فقط،

يجب مساعدة بعض من الدول سالفة الذكر في زيادة إنتاجها الزراعي. ففي الوقت الحالي يعتبر إنتاج المحاصيل في معظم أنحاء القارة الأفريقية الأقلَّ في العالم؛ فعلى سبيل المثال، يُقدر إنتاج محصول الذرة بنحو ١,٧ طن للهكتار، ويبلغ المتوسط العالمي ٤ أطنان. أما إنتاج محصول البطاطا، التي تُعتبر الغذاء الرئيسي لكثير من الأفارقة، فيُقدر بستة أطنان للهكتار، بينما المتوسط العالمي ١٤ طنًّا (ويصل في الصين إلى ١٨ طنًّا). ما السبب في مثل هذا الإنتاج المنخفض؟ بالطبع يرجع هذا جزئيًّا إلى الطقس — كوجود فترات جفاف طويلة — لكن أكثر من ٥٠٪ من المحاصيل تُدمَّر سنويًّا بسبب النمو المتزايد للحشائش الضارة وهجوم الفيروسات والعفن والآفات الحشرية. ونتيجة لهذا تحتاج أفريقيا إلى استيراد أكثر من ٢٥٪ من استهلاكها من الحبوب.[١٢] وفي روسيا يُفقَد تقريبًا نصف محصول البطاطس بسبب ما يصيبه من دمار بفعل خنفساء كولورادو ومرض اللفحة المتأخِّرة الفُطري؛ وأصبح نقص البطاطس يمثِّل مشكلة خطيرة طوال الْعَقد الماضي؛ هذا لأن سياستَيْ «البريسترويكا» و«الجلاسنوست» التي منحت كل فرد في الاتحاد السوفييتي السابق حرية ديمقراطية، أدَّت إلى سوء حال جموع الشعب كثيرًا من الناحية الاقتصادية، ودفعتْهم إلى الاعتماد على أطعمة أساسية زهيدة الثمن، مثل البطاطس. ربما يسعد الروسيون بقبول المنتجات المعدلة جينيًّا، لكن ثمة شعوب أخرى تكون أقل إذعانًا. فرغم ما تُعاني منه مناطقهم من عجز، دخلت مجموعة من الدول الأفريقية، بقيادة إثيوبيا، في معركة قانونية ضد الدول المصدِّرة للحبوب، بقيادة الولايات المتحدة الأمريكية، بشأن حق الدول الأفريقية في حظر استيراد الطعام المعدل جينيًّا إذا لم تره آمنًا؛ بالتأكيد يرجع القرار إليهم، لكن كنا نأمل أن يكون هذا مبنيًّا على أدلة علمية، وليس على أساس هوًى سياسي.

ماذا عن الدول التي تنتج ما يَكفي لاستخدامها الخاص؟ ربما تدَّعي الهند حاليًّا أن لديها اكتفاءً ذاتيًّا — رغم حقيقة أن ٣٠٪ من السكان يَعيشون في فقر مُدقِع — إلا أن إنتاجها الزراعي الحالي لن يستطيع تحمل الزيادة المتوقعة في عدد سكانها؛ من مليار نسمة حاليًّا إلى نحو مليار ونصف مليار نسمة في غضون ٣٠ سنة. حاولت أنديرا غاندي ببسالةٍ الترويجَ لتنظيم الأسرة على مدى عدة عقود ماضية، باستخدام إجراءات مثل توزيع مئزر مجاني على كل رجل يُوافق على إجراء عملية قطع للقناة المنوية؛ لكن فشَلت محاولاتها، ولم يتغيَّر الوضع كثيرًا منذ ذلك الحين. فيصعب إقناع الناس بتغيير نمط حياتهم إذا لم يَعتادوا السعي للتجديد، الذي تتَّسم به الحياة في العالم الغربي. لم

ينجح تنظيم الأسرة في الصين إلا بسبب حظر إنجاب طفل ثانٍ. ورغم أن الهند تحتلُّ المرتبة الأولى أو الثانية على مستوى العالم في إنتاج الأرز والقمح واللبن والسكر والشاي والسوداني والفواكه والخضراوات، يقلُّ محصولها عن المتوسط العالمي بنحو من ٢٠ إلى ٤٠٪. فعلى سبيل المثال، يَبلغ إنتاجها من الأرز ١٫٩ طنٍّ للهكتار، بينما يَبلغ الرقم العالمي ٣٫٧، وتصل الصين إلى ما يقرب من ٦ أطنان.[١٣] كما أن محصولها من الفول السوداني يبلغ ٩٠٠ كيلوجرام للهكتار، أما المتوسط العالمي فيُقدَّر بنحو ١٥٠٠ كيلوجرام للهكتار، ويصل محصول الولايات المتحدة الأمريكية إلى ٣ آلاف كيلوجرام للهكتار. تحدُث كثير من هذه التفاوتات بسبب مشكلات المُناخ بالإضافة إلى الاختلافات في الكفاءة الزراعية، إلا أن هذا يجعل البحث عن بذور جديدة، تُقاوم الجفاف مثلًا، أكثر إلحاحًا. تتمثَّل إحدى الصعوبات الأخرى التي تعاني منها الهند — مثل ورثة الاتحاد السوفييتي — في إهدار منتجاتها وفسادها؛ فيُفقَد من ٢٠ إلى ٣٠٪ من الفاكهة والخضراوات حتى قبل وصولها إلى السوق. فإذا استطاعت التعديلات الجينية زيادة المحصول وتقليل الخسارة، ألن يكون استغلالها هدفًا يستحق العناء؟ أصبحت مثل هذه التحسينات في علم الزراعة مُمكنة حاليًّا، ومن غير الملائم بالتأكيد أن يُقنع المجادلون الجاهلون بالموضوع الشعبَ بوجه عام بتجاهل إنجازات العلماء.

(٣) مخاطر تناول أطعمة معدلة جينيًّا على الصحة

ظَهرت شكوك بشأن سلامة النباتات المعدَّلة جينيًّا. إلا أن تحسين جودة المحاصيل باستخدام الهندسة الحيوية — لمقاومة الصقيع أو الجفاف، والفساد أو الأمراض، والحشرات أو الحشائش الضارة — لا يَختلف كثيرًا عن تهجين النباتات أو الماشية الذي مارسه الإنسان منذ ١٠ آلاف سنة؛ فالفلسفة واحدة. ويتمثَّل الاختلاف الوحيد في أن تقنية إنتاج أطعمة وحيوانات معدَّلة جينيًّا تعتمد على إدخال جينات معينة، ندرك وظيفتها، في كائن آخر. أما تقنية التهجين فتتمثَّل في خلط الجينات دون أيِّ معرفة بالنتيجة. يستغرق استيلاد أجيال جديدة من الحيوانات أو النباتات سنوات عديدة؛ أما إدخال جين في بويضة حيوان أو بذرة نبات فيستغرق أقل من ساعة. وأرى أن تغيير جينات النباتات بطريقة أو بأخرى يكون أقل دمارًا للصحة من تناول أطعمة نمَتْ في حقول رُشَّت بمبيدات حشرية.

إذا كان إدخال الجينات في أحد الكائنات أكثر فاعلية في تغيير تركيبه الجيني من عملية التهجين التقليدية، فلماذا كل هذه الجلبة؟ حسنًا، أولًا يقول المنتقِدون إن ثمة

خطورة من أن المحصول المعدل جينيًّا، سواء أتى إلى طاولتك في صورة شريحة من الخبز أو قطعة بطاطس مخبوزة أو معجون طماطم أو وعاء من الأرز، سيُصيبك بالمرض. لماذا؟ فإذا كان الجين الذي أُدخل هو أحد جينات القمح أو البطاطس أو الطماطم أو الأرز، فإن خطر الإصابة بالمرض جراء أكل هذه الأطعمة لا يزيد عنه عند تناول خبز أو بطاطس أو طماطم أو أرز غير معدَّل. أما إذا أُدخل جين غريب، لميكروب مثلًا، فإن الخطر يكون أكثر لكنه يظل ضئيلًا للغاية، لماذا؟ لأن الجين هو جزء من الدي إن إيه، وهو يُنتج البروتين. يوجد الدي إن إيه والبروتينات في كل الأطعمة وتُفكَّك إلى منتجات غير ضارة — النيوكليوسيدات في حالة الدي إن إيه، والأحماض الأمينية في حالة البروتينات — قبل امتصاصها في مجرى الدم. تشبه نيوكليوسيدات الجراثيم وأحماضها الأمينية — والخاصة بالنباتات أيضًا — تلك الموجودة لدى الإنسان وكافة الحيوانات الأخرى. وأما ما يجعل أحد جزيئات الدي إن إيه أو البروتين مختلفًا عن غيره فهو ترتيب النيوكليوسيدات داخل الدي إن إيه، وترتيب الأحماض الأمينية داخل البروتين. ومن الصحيح أنه في بعض الأحيان يصيبنا بروتين غريب على أجسامنا، مثل ذلك المأخوذ من أحد النباتات أو الجراثيم، بالمرض بسبب الاستجابة المناعية قبل تحلله بالكامل داخل الجهاز الهضمي. وُثِّقَت ردود الفعل التحسسية من هذا النوع لبروتينات توجد في أطعمة، مثل الفول السوداني والشكولاتة، أو منتجات مصنوعة من القمح، جيدًا؛ فهي تحدث لبعض الأشخاص أكثر من البعض الآخر. ومع ذلك، حتى الآن لا يبدو أنه جرى تسجيل ردود فعل تحسسية تجاه بروتين صنعه جين أُدخل عن قصد في أحد النباتات. إن آلية إحداث رد فعل مناعي من خلال بروتين في الأمعاء تماثل، بالمصادفة، طريقة عمل اللقاحات الشفهية، مثل لقاح شلل الأطفال. وللأسف، تتكون معظم اللقاحات الأخرى من بروتينات لا تعمل على هذا النحو؛ ومن ثم لا بد من أخذها عن طريق خدش الجلد أو الحقْن في مجرى الدم حتى تكون فعالة؛ ليت الأمر كان بخلاف هذا.

إن الجراثيم التي لا تتحلَّل في الأمعاء هي الجراثيم المتماسكة والمُعدية؛ هذا لأن لديها طبقة واقية من جزيئات خاصة تُغطيها. هذه الجراثيم، مثل البكتيريا الإشريكية القولونية والسالمونيلا تيفيموريم، هي التي تُسبِّب التسمُّم الغذائي. أما الجراثيم الأخرى، مثل بكتيريا الضمة الكوليرية والبكتيريا الوتدية الخناقية، فتؤدِّي إلى أمراض أسوأ. في كل حالة يكون من الضروري هضم الجرثومة بأكملها، وليس أحد بروتيناتها أو حمضها النووي، حتى تُسبِّب المرض. ويُعتبر خطر الإصابة بالمرض من تناول أطعمة معدَّلة جينيًّا

أقل بكثير من خطر تناول طعام بدأ يفسد بسبب تلوث جرثومي. في الواقع، إن الهدف من أحد أنواع الطماطم المعدلة جينيًّا هو زيادة عمرها التخزيني؛ أي الفترة السابقة على بدء فسادها. تذكَّر أن معظم الأطعمة، مهما كانت طازجة، تحتوي على بعض البكتيريا فيها، ويحدِّد فحسب المعدل الذي تبدأ فيه بالتكاثر تاريخ «صلاحيتها». إذن هل من الآمن تناول الأطعمة المعدلة جينيًّا؟ أنا أعتقد أنها آمنة مثل أي طعام آخر. زاد إنتاج الأطعمة المعدلة جينيًّا من ١,٦ مليون هكتار تُزرع في جميع أنحاء العالم منذ بضعة أعوام إلى ٤٠ مليون هكتار مع مطلع هذا القرن. ومنذ ذلك الحين يتناولها الناس يوميًّا في جميع أنحاء كندا والولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك والصين وأستراليا، دون الإبلاغ عن أي آثار جانبية حتى الآن. ومن جانبي أنا مُستعد للانضمام إليهم وتناول أي أطعمة معدلة جينيًّا من أي نوع تحدَّثنا عنه تريد تقديمه لي.

على العكس من ذلك، قد يكون تناول أطعمة معدلة جينيًّا مُعيَّنة مفيدًا للصحة. يكفينا ذكر ثلاثة أمثلة عن هذا. فيُساعد مركَّب يُسمى بيتا-كاروتين، يوجد في الجزر وخضراوات أخرى، في منع الإصابة بالعمى لأنه يتحول داخل الجسم إلى فيتامين «أ»، وهو جزَيْء يلعب دورًا مهمًّا في عملية الإبصار. يُقال أيضًا عن البيتا-كاروتين إنه يقوي جهاز المناعة ويُقاوم مرض القلب والسرطان. تحتوي الطماطم، التي تُعتبَر أحد أكثر أنواع الخضراوات التي يتناولها الناس على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، على كَمِّيات قليلة نسبيًّا من البيتا-كاروتين، ويُمكن عن طريق التلاعب الجيني زيادة محتواها من البيتا-كاروتين ثلاثة أضعاف، وبمجرد أن يُصبح هذا النوع من الطماطم متاحًا تِجاريًّا، سيمثِّل «غذاءً صحيًّا» حقيقيًّا. وبدلًا من تعزيز البيتا-كاروتين لماذا لا ندخل فيتامين «أ» نفسه في الأطعمة الشائعة؟ نحصل في الوقت الحالي على فيتامين «أ» بالأساس من تناول منتجات الأسماك باهظة الثمن، مثل زيت كبد الحوت. ونظرًا لأن الأرز يمثل أحد الأطعمة الأساسية لدى نصف سكان العالم تقريبًا، فإنه يمثِّل أحد الأهداف الواضحة. سيكون تعديل الأرز حتى ينتج فيتامين «أ» أمرًا ملائمًا للغاية بسبب ارتفاع نسبة العمى في أجزاء من آسيا يُزرع الأرز فيها ويتناوله الناس؛ فيُصاب نحو ربع مليون طفل في جنوب شرق آسيا بالعمى نتيجة لنقص فيتامين «أ». ومن ثم فإن التقرير الذي يقول إن العلماء تمكَّنوا من إنتاج نوع من الأرز يحتوي على بروفيتامين «أ»، وهو جزَيْء يتحول بسهولة إلى فيتامين «أ» في الجسم، يبدو مشجعًا. ومع ذلك، من ناحية فاعليةِ التَّكلفة، يصعب التغلب على جرثومة تُدعى «سبيرولينا» تنمو في البِرك الموجودة في المِنطقة الاستوائية؛ فلا يكلف

نمو هذا الكائن فعليًّا أي شيء، وعند إعطاء بضعة جرامات مجففة منه لطفل يعاني من حالة شديدة من سوء التغذية يحصل على كل مقدار فيتامين «أ» — بالإضافة إلى الحديد واليود وفيتامين «ب١٢» وغيرها من المغذيات الزهيدة المقدار — الذي يحتاج إليه حتى يتماثل للشفاء تمامًا. يتعلق مثالي الثالث بالداء البطني «حساسية القمح»، وهو اضطراب في الجهاز الهضمي يُصيب عددًا يصل إلى فرد واحد في كل ٣٠٠ فرد في دول العالم المتقدِّم (لا نعرف الأرقام في الدول النامية). ينتج هذا المرض من تناول بروتين يُدعى الجلوتين يوجد في الأطعمة المصنوعة من الشعير والقمح والجاودار (لكن ليس المصنوعة من الأرز أو الذرة). يتسبَّب هذا البروتين لدى المصابين بالحساسية من الجلوتين في رد فعل مناعي (تحسُّسي)، يؤدي إلى تدمير الخلايا المعوية. قد يكون رد الفعل تجاه الجلوتين شديدًا؛ فإن تناول قطعة واحدة من البسكويت الرقيق كلَّ أسبوع يَكفي لإصابة الأطفال المصابين بهذه الحساسية بالقيء والإسهال. ويتمثَّل أحد سبُل التغلُّب على هذه المشكلة في إزالة مادة الجلوتين من الأطعمة الشائعة (وقِطَع البسكويت الرقيق)؛ وهذا عمل شاق ومكلِّف. وربما يكون لتغيير تركيب الحبوب المزروعة باستخدام التعديل الجيني بحيث تَحتوي على بروتين الذرة غير السام بدلًا من جلوتين القمح السام، فائدة واضحة على قطاع عريض من الناس؛ ويَجري حاليًّا العمل على مثل هذه التجارِب.

(٤) أخطار الأطعمة المعدلة جينيًّا على البيئة

تتمثل الحُجة البيئية المناهضة لانتشار الأطعمة المعدَّلة جينيًّا فيما يلي. هذه التكنولوجيا الجديدة «غير طبيعية» ولهذا السبب وحده لا بد من تحجيمها؛ فالطرق العضوية في الزراعة هي التي لا بد لنا من تشجيعها. لاحظ أن كلمة «عُضوي» كانت تعني في الأصل غياب الملوثات غير العضوية، مثل النترات، وتجنب الأسمدة غير العضوية، مثل فوسفات الأمونيوم. أما الآن فقد اتسع استخدام الكلمة لتستثنيَ أيَّ منتجات مصنَّعة، مثل قاتل صناعي للحشائش الضارة أو مبيد للحشرات، بصرف النظر عن حقيقة أن مثل هذه العوامل هي جزيئات عضوية، وليست غير عضوية. الأهم من هذا، يوجد تناقض واسع النطاق في تعريف الأطعمة العضوية؛ ففي المكسيك يمكن تسميد المحاصيل بمياه الصرف الصحي البشَري واعتبارها عضوية؛ أما في أماكن أخرى فلا يُمكن أن يحدث هذا. وفي المملكة المتحدة يمكن إعطاء الخنازير مضادات حيوية واعتبارها عضوية، لكن لا ينطبق هذا على الدجاج، وهكذا. ورغم هذه التناقضات، لا يوجد عيب في الهدف العام المتمثِّل

في محاولة تغذية العالم على محاصيل مزروعة عضويًّا. تتمثل المشكلة الوحيدة في عدم نجاح هذا الأمر؛ فتكون المحاصيل أقل حجمًا والتكلفة أكثر ارتفاعًا.[١٤] تمثِّل الزراعة العضوية رفاهية تتمتع بها الطبقات الثرية في غرب أوروبا (يُزرع ٣ ملايين هكتار)، وفي أستراليا (١,٧ مليون هكتار)، والولايات المتحدة الأمريكية (مليون هكتار)، وربما تحقق العودة إلى استخدامها نجاحًا على نطاق عالمي — بالطبع كانت أساليب الزراعة كلها في الأصل عضوية — فقط إذا كان تعداد السكان في العالم في حالة انخفاض حاد. إلا أنه يشهد بدلًا من ذلك ارتفاعًا مستمرًّا (رغم أنه ربما ليس بالسرعة المتصوَّرة في وقت ما). وحتى المؤيدون للزراعة العضوية تُساورهم بعض الشكوك. إليك ما قاله أحد المؤيدين النموذجيِّين: «استقلتُ في العام الماضي من منظمة السلام الأخضر بسبب غضبي من إصرارهم بتزمُّت على أن كل الأشياء المعدلة جينيًّا سيئة والأشياء العضوية جيدة ... فقد اشتريتُ مؤخرًا بعض من عيدان الكرفس العضوية باهظة الثمن للغاية ورميتُ معظمها لأنها كانت مليئة باليَرَقات التي أكلت نصفها. لم أكن أقدر على إعادتها وإخبارهم بأنهم كان يجب عليهم استخدام المزيد من المبيدات الحشرية، أليس كذلك؟» على أيِّ حال، تحتوي النباتات على مبيدات حشرية «طبيعية» — وهي جزيئات تدافع عنها ضد المفترسات — توجد في الطعام سواء كان مزروعًا عضويًّا أم لا؛ وقد خضعت نصف هذه الجزيئات لاختبارات لاحتمال كونها مواد مُسرطَنة وثبَت هذا بالفعل. مرةً أخرى، اتضح أن أكثر من نصف مكوِّنات القهوة المحمَّصة التي خضعت للاختبار لديها خصائص يَحتمِل تسبُّبها في الإصابة بالسرطان. بالطبع بوجه عام يكون تركيز هذه الجزيئات في الطعام الذي نتناوله منخفضًا للغاية بحيث لا يسبب مشكلة، لكن الخطورة تظل موجودة.

فيما يتعلق بالبيئة، فإن زراعة محاصيل تُقاوم الجليفوسات، مثلًا، أو تحتوي على السم المستخرَج من البكتيريا الممرضة للحشرات (سنتحدَّث عن هذا بعد قليل)، تفيدها على نحو مباشر. على أيِّ حال، ألا نستخدم ثمار التكنولوجيا الحيوية في المنزل والحديقة طوال الوقت دون وجود عواقب خطيرة؟ فإذا كانت لديك رقعة مزروعة خضراوات، هل أنت متأكد من عدم لجوئك قطُّ إلى أيِّ إجراءات من أجل القضاء على الحلزون الذي يتغذى على الخس والكرنب الذي تزرعه؟ وإذا كنت تَملك حيوانًا أليفًا، ألم تستخدم أبدًا دواء «فرونت لاين» (فيبرونيل) أو دواء «أدفنتيج» (إيميداكلوبريد) من أجل القضاء على البراغيث التي تُصيب قطتك، أو دواء «إنترسيبتور» (ميلبيمايسين أوكسيم) من

أجل القضاء على الديدان التي تُصيب كلبك؟ ألن تستخدم أدوية مشابهة إذا اكتشفْتَ إصابتك ببراغيث أو ديدان؟ أمتأكد من أنك لم تستخدم رشًّا للذباب في المُناخ الحار، أو تستخدم — إذا كنتَ تعيش في إحدى الولايات الجنوبية في الولايات المتحدة الأمريكية — الهكسافلوميرون أو مسحوق بيرميثرين ضد النمل الأبيض الذي يُمكنه تدمير أساسات منزلك إن لم تفعل هذا؟ يأتي رد المنتقدين على هذا: أجل، لكن هذه كلها إجراءات قصيرة الأمد؛ فهم يرَوْن أنهم لا يُغيرون البيئة على نحو دائم. لكن أليس هذا ما يفعله الإنسان بالضبط منذ بدأ في تقطيع الأشجار، وتربية حيوانات أليفة، وحراثة الحقول منذ عصر الهولوسين فصاعدًا؟ هل تعتقد حقًّا أن البيئة كانت تُشبه حينها ما هي عليه في عصرنا الحديث ولو من بعيد؟ أعتقد أن التدمير المتعمَّد لمساحات شاسعة من الغابات المطيرة الطبيعية أمر مستهجَن؛ فهو لا يؤدي فقط إلى خسارة أنواع قيمة من النباتات والحيوانات، بل إلى زيادة مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغِلاف الجوي من خلال منْع امتصاص أوراق الأشجار له؛ ومن ثم يسهم هذا في الاحترار العالمي عبر تأثير «الصوبة الزجاجية». ولأن ثاني أكسيد الكربون يُطلَق باستمرار في الغِلاف الجوي نتيجة للأنشطة التي يُمارسها الإنسان،[١٥] فيؤدي الافتقار إلى إعادة امتصاصه عبر قطع الأشجار إلى تغير واضح في درجة الحرارة. على سبيل المثال، في حوض نهر الأمازون وحده، أصبح معدَّل تضاؤل حجم الغابات المطيرة مثيرًا للقلق؛ ففي عام واحد فقط (١٩٩٦) فُقِدَ نحو ١٨ ألف كيلومتر مربع، ويُضاف إلى ذلك مساحة من ١٠ آلاف إلى ١٥ ألف كيلومتر مربع من أوراق الأشجار نتيجة لتقطيع الأشجار داخل الغابة نفسها. ومع ذلك، فإن مثل هذا العبث بالبيئة لا يُشبه الاستعاضة عن الذرة بطيئة النمو بنوع سريع النمو.

تشهد أوروبا حاليًّا احتجاجًا عنيفًا بشأن نبات تفل العنب؛ فلا يُمكن لأي مسافر عبر أوروبا أو أمريكا الشمالية ألا يُلاحظ الحقول ذات اللون الأصفر الزاهي في بداية فصل الصيف، وهذا نبات الشلجم أو الكانولا، أحد أقارب نبات الخردل؛ حيث حلَّ نبات الشلجم تدريجيًّا محل محاصيل الحبوب في نصف الكرة الشمالي، ومنذ ذلك الحين بدأت أسعار هذا النوع من الحبوب يَنخفض نتيجةً لفرط الإنتاج. يتَّسم الشلجم بغناه بالزيوت، التي تستخدم في أطعمة الحيوانات، وفي صنع السمن الصناعي، وزيوت الطهي ومنتجات أخرى. وعند اكتشاف أن معظم حبوب الشلجم «الخالية من التعديل الجيني» التي زُرعت في أجزاء من أوروبا كانت تحتوي بالفعل على نسبة مقدارها نحو ١٪ من الحبوب المعدَّلة جينيًّا،[١٦] اشتد غضب المحتجين. فتحدثوا بغضب عن الأخطار المحتملة على البيئة وبدءوا

في تدمير الحقول. ولم يكونوا بحاجة إلى فعل هذا؛ فمن أجل تهدئتهم أصدرت الحكومة البريطانية وحكومات دول الاتحاد الأوروبي أمرًا بتدمير المحاصيل — ١٢ ألف فدان في المملكة المتحدة وحدها — ودفعت تعويضًا للمزارعين؛ فقد طغى الخوف من فقدان الأصوات الانتخابية على إرهاق الإقناع وصعوبته؛ فهذه في النهاية مجرد أموال دافعي الضرائب التي تعوِّض ضعف الوزراء. ومع ذلك لم يكن يوجد أي دليل على أن بذور الشلجم المعدلة جينيًّا تشكِّل تهديدًا على البيئة. ماذا كانت طبيعة محتوى البذور المعدلة جينيًّا التي بلغت نسبتها ١٪؟ كانت تحتوي على جين يجعل النبات — سواء كان شلجمًا أو ذرة أو صويا — يقاوم مبيد الأعشاب الضارة الذي يُسمى جليفوسات. بعبارة أخرى: يؤدي التعديل الجيني إلى مجرد «حماية» النباتات التي تُزرع ضد منْع نموها نتيجة لاستخدام الجليفوسات. يُعتبر الجليفوسات مبيدًا آمنًا ورخيصًا وفعالًا للأعشاب الضارة، لكنه ليس انتقائيًّا ويَقتل كل النباتات النامية؛ ومن ثم يكون استخدامه في الزراعة محدودًا، إلا إذا أمكن التوصُّل إلى كائنات تُقاومه؛ وهذا ما حقَّقته تكنولوجيا التعديل الجيني بالضبط. فمثل هذه المحاصيل المعدلة جينيًّا لا تمثِّل تهديدًا على الحيوانات أو البشر أكثر من الجليفوسات نفسه؛ يرجع هذا إلى أن التمثيل الغذائي لدى الحيوانات يَختلف عن الموجود لدى النباتات من حيث التفاعلات التي يمنعها الجليفوسات، فلا تتأثَّر الحيوانات ولا البشر لا بتركيب جينات مقاومة الجليفوسات ولا بمُنتجاتها.

ماذا لو انتقل جين المقاومة بشكل أو بآخر إلى محاصيل أخرى؟ سيكون هذا بالتأكيد أمرًا جيدًا؛ إذ سيجعلها تتأقلم بالمثل بسهولة مع رشها بمبيد الأعشاب الضارة. صحيح أنه يوجد احتمال لنمو «أعشاب فائقة» معدلَّة جينيًّا، لا تتأثر هي نفسها بالجليفوسات، لكن خطرها لن يكون أكبر من خطر تحول الأعشاب لتُصبح مقاومة لأي مبيد آخر للأعشاب يُستخدم حاليًّا. ومع ذلك يخضع ذلك الجيل غير المتعمَّد من الأعشاب الفائقة للمراقبة بعناية.[١٧] لا يزيد الخطر من تغيير البيئة عبر استخدام محاصيل معدَّلة جينيًّا عن الخطر الذي تُسببه طرق الاستنبات التقليدية. فإذا انتقلنا لدقيقة من الافتراضات بشأن تكنولوجيا التعديل الجيني إلى الحقيقة، سيُصبح الوضع واضحًا. أُدخلت البذور المعدَّلة جينيًّا في الزراعة منذ أكثر من ١٠ سنوات؛ وأُجريت أكثر من ٢٤ ألف تجربة ميدانية عليها في الولايات المتحدة وحدها، وطوال هذه الفترة لم تحدث حالة مثبتة واحدة من الدمار للبيئة (أو الصحة أيضًا). وأنا أرى أن الحجج ضد إدخال جينات توفِّر مقاومة لمبيدات الأعشاب، ومقاومة للجفاف وللصقيع، وتؤدي إلى محاصيل أكثر، أقل ما يُقال عنها إنها غير مُقنِعة.

ويستمر النقاش؛ ففترة عشر سنوات فترة قصيرة نسبيًّا لاختبار تكنولوجيا جديدة. فربما يكون للتعديل الجيني آثار غير متوقَّعة طويلة الأمد خارج سيطرتنا. انظر لما حدث مع جنون البقر في إنجلترا؛ أتذكُر كارثة الثاليدوميد؟ توجد لمثل هذه الذكريات جاذبية عاطفية، لكنها تَفتقر إلى المنطق. حدثت كارثة مرض جنون البقر بسبب تجاهل المزارعين للتقاليد القديمة، وجعْل ماشيتهم تتغذى على جثث النافق منها؛ فكان لا بد لهم من معرفة أن أكل الحيوانِ لحيوانٍ مثلِه ليس من أصول تربية الحيوانات الناجحة. وكان لا بد على الحكومة إنهاء العملية بمجرَّد معرفتها بها. يتمثَّل وجه التشابه بين كارثة جنون البقر والجدل حول التعديل الجيني في شك الناس في اختباراتٍ أُجريت في دولة مختلفة؛ فقد رفض الفرنسيون والألمان تقبُّل الاختبارات البريطانية التي أظهرت أن لحم البقر أصبح تناوله آمنًا أخيرًا (وربما لم تَغِب الفوائد الاقتصادية لحظر استيراد منتج منافسهم بالكامل عن تفكيرهم). وحاليًّا يتجاهل المعارضون للأطعمة المعدَّلة جينيًّا في أوروبا الاختبارات التي لا حصر لها التي تُجرى في الولايات المتحدة الأمريكية.

حدثت كارثة الثاليدوميد بسبب عدم كفاية الاختبارات الحيوانية التي أُجريت قبل طرح الدواء، الذي كان الهدف منه منع الغثيان الصباحي الذي يُصيب السيدات الحوامل. وقد يتسبَّب هدف حركات «تحرير الحيوان» في أوروبا وأمريكا الشمالية — المتمثِّل في منع استخدام الحيوانات في اختبار سلامة الأدوية الجديدة — في تكرار مثل هذا الموقف مرةً أخرى. ورغم الآثار المدمِّرة للثاليدوميد على نمو الجنين، عاد الدواء للاستخدام الطبي مرةً أخرى بوصفه مساعدًا مفيدًا لمنع الشعور بالغثَيان لدى مرضى السرطان الذين يتلقون علاجًا كيميائيًّا أو إشعاعيًّا، ويُعتبر دواءً مقاومًا للسرطان في حد ذاته. وكما رأينا في الفصل السابق، يؤدي البحث عن علاج لأحد الأمراض عادةً إلى اكتشاف إجراء علاجي نافع ضد مرض آخر. وإذا لم يكن مرضى السرطان الذين يَتناولون الثاليدوميد يريدون إنجاب أطفال — وهو احتمال ضعيف للغاية — فلا يوجد سبب يَمنع استخدامهم لهذا الدواء.

لم تَشتمل أيٌّ من أزمة جنون البقر أو مأساة الثاليدوميد على ترك جينات حيوانية أو نباتية عائلها فجأة واقتحام كائنات أخرى، وهو السيناريو الذي يتصوره المعارضون لتكنولوجيا التعديل الجيني. صحيح أن «العوامل الناقلة للعدوى» تفعَل هذا بالضبط، كما حدث في أزمة مرض جنون البقر، لكن هذا يَحدث طوال الوقت؛ ففي النهاية هذه هي طريقة انتشار الجراثيم، التي تبحث عن عوائل جديدة. لكن من غير المعروف

أن تَعبُر العدوى الحدود بين المملكتَين النباتية والحيوانية. على أيَّة حال، فإن الجينات التي تدخل إلى النباتات والحيوانات لا تكون عوامل مُعدية، مثل البريونات (عامل ناقل للعدوى في مرض جنون البقر) أو فيروسات. ورغم أن هذه الجينات تؤخذ أحيانًا من بكتيريا — أحدها الجين المقاوم للجليفوسات، وسنتحدث عن الآخر بعد قليل — فالجينات نفسها نادرًا ما تسبِّب العدوى. يدرك العلماء جيدًا طريقة خروج العوامل المُعدية، مثل الفيروسات، من أحد الكائنات وانتشارها بين جموع السكان. أما الجينات التي تُضاف إلى البذور فتُفحَص بعناية لضمان أنها لا تحتوي على أي دي إن إيه فيروسي قد يَسمح لها بفعل هذا، رغم أنني أعترف أن هذا الجانب من تكنولوجيا التعديل الجيني هو الأقل إثباتًا من الناحية العلمية. ومن ناحية أخرى، لا يوجد سبب لافتراض انتقال جين أُدخل عمدًا إلى أحد النباتات إلى نبات آخر، تمامًا مثلما لا يَحدث هذا مع الجينات التي يمتلكها النبات بالفعل. وبالطبع يوجد احتمال استقرار بعضٍ من الحبوب المعدَّلة جينيًّا التي تحملها الرياح ونموها في حقل مجاور تمامًا مثل الحال مع الحبوب غير المعدَّلة جينيًّا. إذا كنتَ مزارعًا (ولستَ معارضًا حصل على معرفته عن الزراعة وتربية الحيوانات والكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة وعمل الأدوية والجينات بين ليلة وضحاها)، هل تُمانع حقًّا إذا أصبح محصولك فجأة أكثر إنتاجًا ومقاومةً للجفاف أو الصقيع، وأقل عرضةً للدمار الذي تُسبِّبه الحشرات أو مبيدات الأعشاب؟ كل هذا من دون تحمُّلك أيِّ تكلفة؟[١٨]

ثمة تحول آخر في الجدل؛ ماذا عن تأثير المحاصيل المعدَّلة جينيًّا على صور الحياة البرية الأخرى، مثل الطيور والحشرات؟ ألم يكن لرشِّ المحاصيل بالدي دي تي في خمسينيات القرن العشرين آثار كارثية؟ إلى حدٍّ ما، لكن هذا تحديدًا أحد أسباب ضرورة تفضيل تكنولوجيا التعديل الجيني؛ فهذه التقنية انتقائية؛ ومن ثم تَحمل الآثار السيئة لاستخدام العلاجات العشوائية، مثل الدي دي تي. فعلى الأرجح لن يؤثر حقل من الذرة المعدَّلة جينيًّا، على أسوأ الأحوال، في البيئة أكثر مما يؤثِّر حقل مماثل يُرش بالمواد الكيميائية من طائرة. وفي أحسن الأحوال سيكون تأثيره أقل بكثير. كما أن النَّحلة التي تتغذى على زهرة نبات الطماطم المعالَج جينيًّا بحيث تظل ثمرته طازجة لوقت أطول، على الأرجح لن تُحدث دمارًا في نباتات الطماطم الأخرى، ولا بين النحل الآخر أو بين المستهلِكين النهائيِّين الذين يتناوَلون عسلها. ومع ذلك، صحيح أنها ربما تَنقُل حبوب لقاح مُقاوِمة لمبيدات الأعشاب إلى أحد الأعشاب الضارة، مما يتسبَّب في مشكلة. وبالطبع يُمكن أن يحدث هذا سواء كانت حبوب اللقاح من نبات معدَّل جينيًّا أم لا، لكن هذا يضع قيودًا

على أنواع المحاصيل التي يُمكن تعديلها جينيًّا بأمان. أما بشأن الطيور التي تجد نفسها محرومة فجأة من وجبتِها المفضَّلة، فمن غير المحتمل أن يكون لهذا نفْس تأثير قطع الأسيجة والغابات — بالطُّرق غير الجينية المتمثِّلة في المنشار والجرار — فقد انخفض عدد ١٣ نوعًا من الطيور التي تعيش فقط في الأراضي الزراعية، مثل طائر قُبَّرة السماء، بمعدل ٣٠٪ بين عامي ١٩٦٨ و١٩٩٥ في المملكة المتحدة. ومع ذلك، من خلال استخدام المحاصيل المعدَّلة جينيًّا تعود طيور قُبَّرة السماء، بالإضافة إلى أبو طيط والبرقش، إلى الظهور مرةً أخرى في بريطانيا.[١٩] وقد أدَّت الجوافة الحمراء — وهي نوع من الفاكهة الصغيرة القابلة للأكل «العضوي» بالكامل أُدخل مؤخرًا إلى هاواي من موطنه الأصلي في البرازيل — إلى تدمير الحياة النباتية، لدرجة أن الجوافة الحمراء تُعتبر حاليًّا من أسوأ الآفات في هذه الجُزر. تتعرَّض البيئة إلى التغيير طوال الوقت، لكننا نادرًا ما نفعل شيئًا حيال هذا؛ فقد خسرت المملكة المتحدة نسبةً أكبر من غاباتها الطبيعية — بسبب الزراعة وبناء المساكن — مقارَنة بالبرازيل. وربما تأسَف الأجيال الأكبر سنًّا من ظهور أبراج الكهرباء في الأفق، بينما قد لا تُلاحظ الأجيال الأصغر عمرًا وجودها من الأساس. وربما نفضِّل أنا وأنت صوت أجراس الكنيسة على ضوضاء طائرة البوينج ٧٤٧ في المساء، لكن أطفالنا على الأرجح لن يَكترثوا بأصوات أيٍّ منهما. الفكرة التي أريد الإشارة إليها بسيطة للغاية؛ فأنت لا تَستطيع تجميد البيئة في أي لحظة زمنية معينة؛ فلا يُمكن منع الإنسان من تغييرها، ولا يُمكن إيقاف سعيه المستمر للتغيير.

(٥) مقاومة المضادات الحيوية

توجد لديَّ تحفظات على تناول الطعام الذي قد يحتوي على مضادات حيوية؛ فكما ذكرتُ في فصل سابق، هي جزيئات تمنع البكتيريا من التكاثر. ومعظم المضادات الحيوية التي اكتُشفت حتى عصرنا الحالي هي منتجات موجودة طبيعيًّا تُفرزها أنواع مختلفة من العفن؛ ومن الأمثلة على ذلك البنسلينُ والستربتوميسين والتيتراسايكلين والسيفالوسبورين. وظهرت المشتقات المصنعة كيميائيًّا في محاولة للتغلُّب على مشكلة المقاومة البكتيرية. تظهر هذه المشكلة لأنه داخل كل مستعمرة من البكتيريا المتكاثرة يوجد دومًا قليل من البكتيريا التي لا يَقتلها المضاد الحيوي، وتكون مثل هذه البكتيريا الطافرة المُقاوِمة غير حساسة للمضاد الحيوي لأنها تستطيع تحليله أو التخلص منه. ومع ذلك فإن قدرتها على العدوى لا تتضرَّر؛ فإذا حصل شخص مصاب بعدوى بكتيرية على مضاد حيوي، فعلى

الأرجح ستُقتَل كل البكتيريا الحساسة له قبل أن يتمكَّن العدد القليل للغاية من البكتيريا المُقاوِمة له من التكاثر بما يكفي للتسبب في عدوى (وفي النهاية تُدمَّر معظم البكتيريا على يد جهاز الجسم المناعي). لكن إذا لم يَحدث هذا، فإن البكتيريا المقاوِمة ستنمو أكثر من النوع الحساس بسرعة، وستُكوِّن مستعمرة من البكتيريا المسبِّبة للعدوى والمقاوِمة للمضاد الحيوي، وهذه العملية تُشبه العملية الأساسية في تطور أنواع الحيوانات؛ فتحل بالتدريج الأنواع القادِرة على التكاثُر على نحو أسرع محلَّ الأنواع الأخرى. وبالطبع يمكن للإنسان المصاب حاليًّا بعدوى تسبَّبت فيها بكتيريا تُقاوم المضاد الحيوي المستخدَم، أن يُعالَج باستخدام فئة مختلفة من المضاد الحيوي، تكون هذه البكتيريا حساسة لها. وقد يحدث الأمر نفسه مرةً أخرى؛ لذا تستمر العملية. تتمثَّل المشكلة في وجود عدد محدود فقط من فئات المضادات الحيوية المتاحة — لا يزيد عددها حاليًّا عن ستٍّ فئات — وبعدَها لا يوجد سبيل للقضاء على الإصابة. وقد تتفاقَم المشكلة بسبب حقيقة أن البكتيريا تستطيع اكتساب مقاومة ضد العديد من المضادات الحيوية المختلفة في وقت واحد، ويُشار إلى هذا الموقف باسم المقاوَمة للأدوية المتعددة. ونظرًا لكون المضادات الحيوية الأدوية الفعالة الوحيدة المتاحة حاليًّا لمقاوَمة الأمراض المميتة المحتمَلة، مثل الالتهاب الرئوي البكتيري أو مرض تعفُّن الدم، فإن استخدامها لا بد أن يكون محدودًا ومراقَبًا بعناية شديدة. إلا أن عدد الإصابات التي تحدث بسبب البكتيريا المقاوِمة للمضادات الحيوية في زيادة سريعة[٢٠] ويتسبَّب في مشكلات صحية كبرى. ورغم أن هذه الأضرار تكون واضحة للمتخصِّصين في الأحياء الدقيقة طوال الوقت، لا يلاحظها الأطباء إلى حد كبير. وتكون المشكلة مختلفة أحيانًا في حالة العدوى ذات الأصل الفيروسي؛ فلا تتأثَّر الفيروسات بوجود المضادات الحيوية؛ لذلك يوجد بحث دءوب عن أدوية جديدة تُوقف تكاثُر هذه الفيروسات.

من ثم يكون من غير المفضل جعْل الماشية تتناول المضادات الحيوية من أجل منع تعرُّضها للإصابات. ورغم التحذيرات التي ظهرت مع بداية اكتشاف المضادات الحيوية منذ ٥٠ سنة،[٢١] فإنه في السنوات الأخيرة يُقدَّم نحو ٢٥ مليون رطل — أكثر من ١٠ ملايين كيلوجرام — من المضادات الحيوية سنويًّا لتتناولها الماشية والخنازير والدواجن في الولايات المتحدة وحدها. يمثِّل هذا خطرًا مزدوجًا؛ يتمثل الخطر الأول في احتمال ظهور سلالات مُقاوِمة للمضاد الحيوي تقتل الماشية في النهاية، في حالة سقوطها فريسة لعدوى. والثاني أنه عند تناول لحم الماشية الذي يحتوي على المضاد الحيوي يوجد خطر انتقال بعضٍ من المضاد الحيوي إلى جسم الإنسان. لا يمثِّل هذا خطرًا كبيرًا؛ لأن المضادات

الحيوية تُدمِّرها الحرارة بوجه عام؛ ومن ثم ستعمل عملية الطهي على إبطال مفعولها. كذلك فإن القدر الموجود منها في هذه الأجزاء من جسم الحيوان التي تؤكل يَحتمِل أن يكون منخفضًا. إلا أن المضادات الحيوية، على عكس البروتينات، لا تتحلل في الأمعاء، ولهذا السبب تكون فعَّالة عند تناولها بالفم. ولأنها جزيئات أصغر حجمًا بكثير — في حجم جزَيْء الكوليسترول، على سبيل المثال — فإنها تُمتَص بسهولة؛ ومن ثم يَحتمِل أن نتناول قدرًا من المضادات الحيوية، التي تتناولها الماشية، سليمًا مع طعامنا. وبمجرد دخولها إلى أجسامنا، يوجد خطر أن يحفِّز هذا المضاد الحيوي البكتيريا المقاوِمة للمضادات الحيوية على التكاثُر حتى قبل علاج الشخص المصاب بمضاد حيوي.

قد يَشعر الناس بالخوف عند قراءة بعض المقالات الصحفية، ويَعتقدون أن تناول الأطعمة التي تحتوي على مضادات حيوية سيجعلهم يقاومون فيما بعد العلاج بالمضادات الحيوية، وهذا خطأ تمامًا؛ فالبكتيريا هي التي تُصبِح مقاومة للمضاد الحيوي، وليس البشر أو الحيوانات. على العكس من ذلك، فإن السبب في كون المضادات الحيوية تمثِّل أدوية فعالة للغاية أنها لا تؤثر بأي شكل على الإنسان أو الحيوان؛ فالمضادات الحيوية تدمِّر الجراثيم الموجودة داخل أجسامنا فقط.

لنعُد إلى الحديث عن خطر تناول مضادات حيوية دون داعٍ، فنحن نحمل في أجسامنا — في الأمعاء وعلى جلدنا — حشدًا من البكتيريا المُمْرِضة المحتملة.[٢٢] فعادةً يُحفَظ التوازن بين السلالات الحساسة للمضاد الحيوي وتلك المقاومة له. ومع ذلك إذا تعرَّضنا لمضادات حيوية لأي فترة من الوقت، فإن الضغط الانتقائي سيُفضِّل نشأة سلالات مقاومة له.[٢٣] ويكون الوضع أسوأ في حالة المحاصيل التي ربما يكون جين المضاد الحيوي (المعزول من العفن الذي يُصيبها) أُضيف إليها، وفي هذه الحالة سيوجد المضاد الحيوي بتركيز مرتفع في نوع الخضار أو الفاكهة، ويكون من المؤكَّد امتصاصه بجرعات مؤثرة. وهذا في النهاية هو الهدف من التعديل الجيني؛ تناول المضاد الحيوي في صورة ثمرة طماطم بدلًا من حبة دواء. أنا لا أعرف إذا كانت مثل هذه المحاصيل «المصمَّمة» ظهرت بالفعل أم لا؛ ويجب عدم التفكير في اختراعها.

من ناحية أخرى، يبحث العلماء أيضًا عن طرق لتعديل جينات اللقاحات[٢٤] — بما في ذلك اللقاح المضاد للخصوبة الذي يُمكنه أن يوفِّر طريقة جديدة لتحديد النسل — الموجودة في النباتات. إذا كانت هذه اللقاحات من النوع الذي يُشبه لقاح شلل الأطفال، الذي يستطيع إحداث استجابة مناعية عند تناوله بالفم، فيكون هذا جيدًا؛ أما إن لم تكن

كذلك، فلا فائدة من الأمر؛ حيث سيكون اللقاح معطَّلًا عند تناول النبات. يبدو أن العديد من اللقاحات النباتية تؤدي عملها عبر تناولها بالفم، فبعد اختبارها على الحيوانات، تجري حاليًّا التجارِب السريرية على استهلاك الإنسان لها. ومع ذلك ربما يظلُّ من الأفضل أخذ اللقاح بالطريقة المطلوبة وعند الحاجة إليه، وليس عشوائيًّا مع كل مرة يؤكل فيها وعاء من الأرز (رغم أن هذا الأخير ربما يكون في النهاية أرخص؛ ومن ثم أكثر فائدة لدول العالم الثالث). وأنا أعتقد أن تناول بضع قطرات من لقاح شلل الأطفال يُعتبر أقل أنواع الأدوية إزعاجًا على الإطلاق. وإذا كنا نفكِّر في استخدام اللقاحات المعدَّلة جينيًّا، فمن الأفضل إعطاؤها لأنفسنا مباشرةً. فعلى سبيل المثال، حقْن البشر بقدر يسير من شفرة الدي إن إيه لبروتين جرثومي لا يَقدر وحده على إحداث إصابة، لكنه يوفر الحماية المناعية ضد المرض المتعلِّق به، يعتبر تقدمًا طبيًّا يستحق السعي وراءه. وحاليًّا يجري تصنيع «لقاحات الدي إن إيه» المضادة هذه لعدد من الأمراض منها الملاريا.

في ربيع عام ٢٠٠١ حدث تفشٍّ شديدٌ لمرض القدم والفم (الحمى القلاعية) في إنجلترا، وكان هذا يعني ضرورة التخلص من أكثر من مليون خنزير وخروف وماشية، الأمر الذي كانت له عواقب كارثية على بقاء الصناعة الزراعية. وثَّمة تكنولوجيا أخرى ربما تكون لها فائدة اقتصادية حقيقية؛ وهي تتمثَّل في إدخال تعديل جيني على الماشية حتى تُصنَّع لقاحاتها الخاصة ضد أمراض مثل مرض القدم والفم باستخدام تقنيات التلقيح الصناعي.[٢٥] وللأسباب التي ذكرناها مسبقًا، على الأرجح لن يُسبب تناول لحوم هذه الماشية المعدلة جينيًّا ضررًا أو نفعًا لأحد. يَنطبق الأمر نفسه على تعزيز إفراز هرمون النمو عبر التعديل الجيني من أجل جعْل حيوانات المزرعة أكبر حجمًا. تكون النتيجة مُماثلة تمامًا لاختيار الحيوانات التي تنمو بأحجام كبيرة باستخدام التهجين، أو تسمينها باستخدام سعرات حرارية مُفرطة. على الأرجح لن يتأثَّر المستهلك لأن هذا الهرمون هو بروتين يتحلَّل في الأمعاء بعد تناول كَمِّيات صغيرة منه دون عمد.[٢٦] وتُعتبر زيادة مستوى هذا الهرمون لدى الحيوانات والبشر ممارسة معروفة (لكنها أحد أسباب تحول المستهلكين للحيوانات التي تتغذَّى على هذا الهرمون إلى تلك التي تُربى بأسلوب «عضوي» بدلًا من ذلك). هذا ويأخذ مرضى السكر هرمون الأنسولين (برجاء ملاحظة، المأخوذ من الخنازير) طوال نصف قرن، وقد أنقذ حياة الكثيرين ولم يُدمِّرها. وتحصل السيدات في سن اليأس على كثير من الراحة من تعديل مستويات الهرمونات لديهن من خلال العلاج بالهرمونات البديلة.

(٦) الجينات الغريبة

سيُشير منتقدو المحاصيل المعدَّلة جينيًّا إلى حقيقة أن أحد أكثر الجينات التي تُضاف إلى النباتات شيوعًا جين غريب؛ جين البكتيريا المُمرضة للحشرات.[٢٧] هذا النوع هو جرثومة تُنتج سمًّا يَقتل اليرقات وأنواع الحشرات الأخرى (شكل ١٢-١). وتكون النتيجة أن يَحتاج المزارعون إلى استخدام مبيدات حشرية أقل من المطلوبة بخلاف هذا؛ فيُقال إن البكتيريا المُمرضة للحشرات في نبات القطن تقلِّل استخدام المبيد الحشري بنسبة تصل إلى ٦٠٪،[٢٨] وتزيد المحصول في الوقت نفسه بنسبة تصل إلى ٨٪. كيف يَفعل هذا السم هذا؟ من خلال إحداث ثقوب في الجدار المبطَّن لمعدة أيِّ يرقة يكون حظها سيئًا بما يَكفي لابتلاع جزَيْء السم. لا يختلف عمل هذا السم — البروتين — كثيرًا عن عمل البروتينات المكوِّنة للمسام؛ فتُفرز هذه السموم البكتيريا المكوَّرة العنقودية الذهبية، أو البكتيريا العقدية الرئوية، أو البكتيريا المطثية الحاطمة، التي تُسبِّب مرض تعفُّن الدم البكتيري أو الالتهاب الرئوي البكتيري، أو الغرغرينا. سيقول المنتقدون إن معرفتي بهذا تجعل الأمور أسوأ، إلا أن الاعتراف به يُظهر عدم تحيُّزي. ورغم ذلك لا يصاب القطن أو الذرة بمرض تعفن الدم، ولا تكون عُرضة لسم البكتيريا المُمرضة للحشرات، تمامًا مثلما لا يَسقط الإنسان فريسة لمرض اللفحة الذي يصيب البطاطس أو فيروس تبرقش التبغ. فاليرقات التي تتغذى على المحاصيل وتُدمِّرها هي التي يقضي عليها السم. بالطبع لا يكون هذا أسوأ من رش المحاصيل بمبيد الحشرات، لكن بالتأكيد ليس أفضل منه. في الواقع تمثَّلت التجارِب الأولى باستخدام سم البكتيريا المُمرضة في هذا؛ رش المحاصيل بالبكتيريا المجفَّفة.[٢٩] حققت النتيجة نجاحًا بالغًا من حيث حماية المحصول لدرجةٍ أدَّت إلى اختراع الأسلوب الأقل تدميرًا المتمثِّل في تعديل النباتات جينيًّا حتى تنتج جزَيْء السم بنفسها. ويكون هذا السم، على عكس البكتيريا المستخرج منها، غير مُعدٍ على الإطلاق، ولا يُمكن أن ينتشر من كائن لآخر.

مع ذلك تظلُّ ثمة مشكلة موجودة؛ تتمثل فيما يلي؛ داخل أي تجمع من الحشرات التي تتغذى على المحاصيل التي تحتوي على سم البكتيريا المُمرضة للحشرات، سواء كانت عُثَّة ديدان لَوْز القطن التي تَستمتع بتناول وجبة من القطن المعدَّل جينيًّا، أو يرقة تأخذ قضمات صغيرة من الذرة المعدلة جينيًّا، ثمة احتمال لوجود بعضٍ من الكائنات المقاوِمة لسم البكتيريا المُمرضة للحشرات. ستنمو هذه في النهاية لتفوق عدد السلالات الحساسة له، وربما حتى تَنقل المقاوَمة لحشرات أخرى من النوع نفسه عبر التزاوج الطبيعي فيما

شكل ١٢-١: تكنولوجيا سم البكتيريا المُمْرضة للحشرات. أُعيدت طباعتها من مجلة ريجيولاتوري توكسيكولوجي آند فارماكولوجي، المجلد ٣٢، مقال إف إس بيتس وبي جي هاموند وآر إل فوكس «أمان النباتات المحمية بالبكتيريا المُمرضة للحشرات وفوائدها في الحد من الحشرات والآفات»، الصفحات من ١٥٦ إلى ١٧٣، حقوق الطبع ٢٠٠٠، بإذن من إلزفير سانس.

بينها. ورأينا مسبقًا كيف بدأت سلالات من البكتيريا المُقاوِمة لمضاد حيوي تحلُّ محل السلالات الحساسة له في وجود المضاد الحيوي، ويَنطبق الأمر نفسه على الحشرات. حدَث هذا مع مقاومة الحشرات للدي دي تي، وسيَحدُث هذا مع المحاصيل المعدَّلة جينيًّا. إنها ظاهرة عالمية تحدث حتى مع الخلايا البشرية؛ فتتمثَّل إحدى مشكلات العلاج الكيميائي للسرطان في ظهور خلايا مقاومة للدواء ونموها ليفوق عددها عدد الخلايا الحساسة له في ظل وجود الدواء المستخدم. اخترع الأطباء السريريون استراتيجيات خاصة من أجل التكيُّف مع هذه المعضلة، ويجب على المزارعين وعلماء البيئة أيضًا التعامل مع المشكلة نفسها فيما يتعلق بالمحاصيل المعدلة جينيًّا. لا يعني هذا البُعد عن استخدامها؛ فلم

يتوقف العلاج الكيميائي للسرطان بسبب اكتشاف وجود مقاوَمة له؛ إنما تعرَّض للتعديل (التلاعب بالألفاظ ليس مقصودًا هنا).

ثمة طريقة بديلة لحماية المحاصيل من الحشرات التي تتغذى عليها تتمثَّل في التخلص من الآفات مباشرةً. جُرِّبَت هذه الطريقة منذ عدة عقود باستخدام الدي دي تي وأدت في النهاية إلى ظهور الحشرات المُقاوِمة للدي دي تي. لكن ماذا لو أُدخل جين قاتل في الخلايا الجنسية للحشرات؛ بحيث ينتقل جين «التدمير الذاتي» إلى الذرية في أثناء التزاوج؟ هكذا سيَصعب أكثر على الحشرات أن تُصبح مقاوِمة وربما يُقضى على مُستعمرة بأكملها حتى قبل تكونها. على هذا النحو قد يؤدِّي هذا إلى الانقراض المتعمد لنوع ما، وهو ما يراه بالتأكيد المهتمون بالحفاظ على البيئة أمرًا بغيضًا. وسيكون على مؤيدي مثل هذا المشروع إقناع المعارضين بأن فقدان أحد الأنواع ثمن يَستحق أن ندفعه من أجل منع تدمير أحد المحاصيل المهمة. أحد الآفات المستهدفة هي دودة لوزة القطن التي تتغذى على محاصيل القطن، والجين المراد إدخاله هو جين بكتيري يعمل على صنع إنزيم (RNAse)، الذي يدمِّر الآر إن إيه؛ ومن ثم قدرة الخلايا على صنع البروتينات. قبل وضع هذه الاستراتيجية في حيز التنفيذ، ستُجرى تجارِب من أجل معرفة مدى سرعة انتشار هذا الجين بين عثِّ هذه الدودة.[٣٠] بالطبع يمكن تطبيق مثل هذه التكنولوجيا أيضًا على آفات أخرى، بالإضافة إلى الحشرات إجمالًا؛ من أجل معرفة مدى سرعة انتشار الجينات الغريبة بين مجموعة في البرية.

يتحول الجدل مرةً أخرى؛ إذ يجري حاليًّا تصنيع محاصيل معدلة جينيًّا بحيث تحتوي على جين آخر مندمج بداخلها؛ ما يُعرف باسم الجين «المدمِّر»، الذي يجعلها عقيمة، أشبه بثمار العنب أو البرتقال الخالية من البذور التي لا يُمكن استخدامها في صُنع كرمات جديدة. على النحو نفسه، لا يُمكن استخدام البذور المأخوذة من محاصيل تحتوي على جين مدمِّر في صُنع جيل آخر. إلا أن المزارعين، خاصةً في الدول الأكثر فقرًا، يستخدمون عادةً بعضًا من حصادهم في الزراعة في العام التالي؛ ففي الهند يحتفظ المزارعون بما يصل إلى ٨٠٪ من أفضل حبوبهم من أجل زراعتها في العام التالي. وفي ظل وجود بذور تحتوي على جين مدمِّر سيُضطر المزارع إلى شراء بذور جديدة من جديد في كل سنة.[٣١] وعليه، ربما لا يبدو إدخال جينات مدمرة ممارسة جيدة حتى الآن من منظور مصالح الدول النامية. ويُدرك هذا رعاة مثل هذه التكنولوجيا، وعلى رأسهم شركة مونسانتو العملاقة التي يقع مقرُّها في ميزوري؛ فهم يعلمون أنه لا فائدة من تعديل

البذور جينيًّا باستخدام الجين المدمِّر إذا لم يَشترِ المزارعون مثل هذه الحبوب. ومع ذلك يصعب على شركة مونسانتو تقبُّل هذا الأمر؛ نظرًا لكونها دفعت ١,٢ مليار دولار من أجل الاستحواذ على شركة دلتا آند باين، شركة البذور الأمريكية التي تمتلك براءة اختراع الجين المدمِّر. إلا أن شركة مونسانتو أعربت عن عزمها تجنب صناعة منتجات تحتوي على جين مدمر.[٣٢] على أيِّ حال، علينا ألا نكون قساة في الحكم على شركة مونسانتو؛ فهي في النهاية مؤسسة تِجارية، ولاؤها الأساسي لحمَلة الأسهم بها، الذين يَستثمرون مبالغ طائلة من المال في الأبحاث التي لا تستطيع الحكومات تحمُّل تكلفتها. ودعونا لا ننسى أيضًا أن الهدف من المحاصيل المعدلة جينيًّا، مثل محصول القطن ذي البكتيريا المُمرضة للحشرات، هو تقليل الحاجة للمبيدات الحشرية؛ ومَن يكون أحد المُصنِّعين الرئيسيين لمثل هذه المبيدات الحشرية؟ شركة مونسانتو. وعليه، فإن تكنولوجيا التعديل الجيني تضرُّ بأحد منتجاتها؛ ومن ثم يصعب اتهامها في هذه الحالة بأن الجشع هو دافعها الوحيد.

تُسبب الفيروسات ضررًا للنباتات يماثل الضرر الذي تُسببه للحيوانات والبشر. كان أول فيروس يُعزل على الإطلاق فيروسًا نباتيًّا؛ فيروس تبرقش التبغ. لا توجد فائدة غذائية لنبات التبغ — العكس هو الصحيح — لكن هذا لا ينطبق على بنجر السكر والشلجم والبطاطس. فإذا أمكن «تطعيم» هذه المحاصيل ضد الفيروسات التي تصيبها[٣٣] فسيكون لهذا فائدة اقتصادية كبرى. تقدم لنا تكنولوجيا لقاحات الدي إن إيه الحل لهذا؛ فتوضع جينات معينة مأخوذة من الفيروسات (تكون كلها فيروسات دي إن إيه) في العائل المعرَّض للخطر. لا يتسبَّب هذا في أيِّ إصابة، لكنه يجعل النبات مُقاومًا الآن لهجوم الفيروسِ المَعنيِّ. أُجريت أبحاث كثيرة للغاية من أجل اختبار ما إن كان هذا الإجراء سيؤدي إلى إنتاج المزيد من سلالات الفيروسات الفتاكة، التي ربما تغزو نطاقًا أوسع من العائلات. حتى الآن جاءت النتائج مشجِّعة، فمن غير المرجح حدوث أسوأ السيناريوهات المتوقَّعة. ثمة نقطة مهمة لا بد من وضعها في الاعتبار؛ وهي أن إدخال جينات فيروسية في النباتات لا يشكِّل خطرًا على صحة الإنسان أو الحيوان؛ فلم يتضح أن الفيروسات النباتية تصيب المملكة الحيوانية (ولا تصيب الفيروسات الحيوانية النباتات).

خاتمة

بدأتُ هذا الفصل بالحديث عن المخاطر. بالطبع يوجد خطر إصابة شخصٍ ما، في مكان ما، بالمرض عقب تناوله الأطعمة المعدَّلة جينيًّا. وفي الواقع نحن نعلم أن هذا سيَحدث،

لكن لا يوجد سبب لافتراض أن احتمال حدوث هذا أكبر من احتمال الإصابة بالمرض مِن تناول الأطعمة غير المعدلة جينيًّا. حلَّل مؤخرًا العلماء الذين عيَّنتْهم وزارة الزراعة وصيد الأسماك والتغذية في المملكة المتحدة ٥٦٧ عينة من الأطعمة العادية غير المعدَّلة جينيًّا المعتمدة على الحبوب، مثل الدقيق؛ ووجدوا أن أكثر من ٢٠٪ منها تحتوي على سوس. بالطبع توجد مخاطر من أن يؤدي إدخال أحد الجينات مباشرةً إلى النبات، بدلًا من تغيير جيناته بالاستيلاد، إلى عواقب غير متوقَّعة على الإطلاق. حاول العلماء تخيُّل ما يمكن أن تكون مثل هذه العواقب، لكنهم فشلوا في التوصل إلى اقتراحات معقولة. وقد ظلوا يُراقبون الوضع أيضًا طوال عَقد من الزمن، ولم يَعثُروا على دليل على أيِّ آثار سلبية. ويستطيع المعارضون للأطعمة المعدلة جينيًّا تخيل سيناريوهات للهلاك الوشيك، لكن هذا لأنهم غير مقيَّدين بالمعرفة العلمية. فإن المطالبة بالتوقف عن كل صور زراعة البذور المعدلة جينيًّا، مع المطالبة في الوقت نفسه بإجراء المزيد من التجارِب؛ أمر يَفتقر إلى المنطق، فكيف نستطيع اختبار الطريقة المنهجية إذا كنتم تمنَعون تطبيقها؟ اتضح منذ وقت طويل أن الاختبارات التي أُجريت داخل المختبر لا تَحمل أيَّ خطورة واضحة؛ وإذا أردنا إجراء المزيد من الاختبارات، فيجب إجراؤها على يد المزارعين. وعدتُ في بداية هذا الفصل بالحديث دون تحيُّز عن الأطعمة المعدلة جينيًّا. والآن بعدما عرضنا جانبَي النقاش لا يسعني إلا استنتاج أن مخاطر المنتجات المعدلة جينيًّا على المستهلِكين، والمخاطر على البيئة من زراعة المحاصيل المعدلة جينيًّا، كلاهما مُنخفضان. وإذا كنت لا تصدقني، فابحث عن المزيد من المعلومات، اقرأ كتاب آلان ماكهوجن «دليل المستهلك للأطعمة المعدلة جينيًّا: من الجينات الخضراء إلى الرنجة الحمراء»،[٣٤] وغيره من المراجع الحيادية الأخرى.[٣٥]

هوامش

(١) لتحرِّي الدقة علينا أن نضع في اعتبارنا العدد الفعلي للأيام في الشهر — ٢٨ أو ٣٠ أو ٣١ — ثم تعديل الحسابات بما يتفق مع كون شهر فبراير يأتي ٢٩ يومًا كل ٤ سنوات.

(٢) ثمة مقدمة جيدة عن المخاطر أعدَّتْها الجمعية الطبية البريطانية (المرجع السابق) منذ بضع سنوات، ويوجد استعراض حديث أعده جيرد جيجرنتسر، المرجع السابق.

(٣) هو مرض تُصبح فيه السحايا — أغشية في الدماغ تشكل حاجزًا بين الدم والسائل النخاعي الشوكي — مصابة بعدوى؛ وتكون العدوى البكتيرية أكثر تهديدًا للحياة من العدوى الفيروسية. وأنا أشكر الأستاذ ريتشارد موكسون من جامعة أكسفورد على الأرقام الواردة في هذا السياق.

(٤) يبلغ هذا تقريبًا ١ في الألف.

(٥) أقل من ١ في المليون.

(٦) كان اثنان منها بسبب التهاب السحايا من النوع «ب»، والحالات الأخرى لأسباب مختلفة تمامًا.

(٧) كما هو الحال بالنسبة لكثيرين غيرهم؛ فحتى الآن ما زالت تُستهلك ٥,٦ مليارات سيجارة سنويًّا (انظر «الكتاب السنوي لرجال الدولة ٢٠٠٣»، تحرير باري ترنر، بالجريف ماكميلان، بازينجستوك، ٢٠٠٢).

(٨) يُقتَل ١٥٠ شخصًا في السنة من جوز الهند المتساقط. انظر بيتر بارس، جورنال أوف تروما، العدد ٢١، ص١١، ١٩٨٥.

(٩) يُحسَب هذا وفقًا لعدد الرحلات الجوية، وليس بناءً على المسافة المقطوعة.

(١٠) يعيش ٢٥٪ من سكان العالم تحت خط الفقر.

(١١) يعيشون في آسيا (أفغانستان وبنجلاديش)، وأفريقيا (بوروندي والكونغو وإريتريا وإثيوبيا وليبيريا وموزمبيق والنيجر وسيراليون والصومال وزامبيا وزيمبابوي)، وفي الكاريبي (هايتي).

(١٢) انظر مقال فلورنس وامبوجو «لماذا تحتاج أفريقيا تكنولوجيا حيوية زراعية؟» مجلة نيتشر، العدد ٤٠٠، ص١٥-١٦، ١٩٩٩.

(١٣) مع ذلك، حتى مع الحد الأقصى من الغلال، فإن الإنتاج العالمي من الأرز — أهم محصول أساسي — لن يَكفي لتلبية الطلب عليه بنهاية هذا القرن إذا استمرَّت المعدلات الحالية للزيادة السكانية. وثمة حل واضح لهذا، في ظل ما يحدث حاليًّا من الكشف عن جينات الأرز بأكملها، يتمثَّل في صنع أنواعٍ أعلى كفاءة في التمثيل الضوئي. انظر مقال كريستوفر سوريدج «فرقة الأرز»، مجلة نيتشر، العدد ٤١٦، الصفحات من ٥٧٦ إلى ٥٧٨، ٢٠٠٢.

(١٤) قُدِّرَ أن مليارَي شخص سيموتون إذا عاد العالم إلى الزراعة العضوية فقط؛ انظر تقرير جون إمسلي عن كتاب فاكلاف سميل «تخصيب الأرض: فريتز هابر وكارل

بوش، وتحوُّل الغذاء العالمي»، في مجلة نيتشر، العدد ٤١٠، الصفحات من ٦٣٣ إلى ٦٤٣، ٢٠٠١.

(١٥) ما يُقدر بنحو من ٢ إلى ٤ ملايين مليار (١٠١٥) طنًّا في السنة.

(١٦) اتضح فيما بعد أن مخزونات من الذرة والصويا كانت ملوثة ببذور معدلة جينيًّا.

(١٧) إلا أن مجال التكنولوجيا الزراعية لا يقدم أيَّ خدمة لنفسه من خلال إعاقته محاولات إجراء اختبارات على بعض من منتجاته. انظر مقال «تعثر دراسة البذور الفائقة بسبب منع شركات البذور الوصول إلى الجينات المعدَّلة وراثيًّا»، مجلة نيتشر، العدد ٤١٩، ص ٦٥٥، ٢٠٠٢.

(١٨) تتمثَّل المشكلة في العكس؛ فيَعترض حملة براءات اختراع التعديل الجيني على سرقة المزارعين لبذورهم وبيعها بأسعار زهيدة. انظر مقال كيه إس جاياراما‌ن، مجلة نيتشر، العدد ٤١٣، ص٥٥٥، ٢٠٠١.

(١٩) لأنه في حقل من بنجر السكر المقاوم للجليفوسات، على سبيل المثال، يُمكن التسامح مع نمو الأعشاب الضارة؛ إذ إن بذور هذه الأعشاب تُعدُّ مصدرًا محببًا من الطعام للطيور. انظر صحيفة التايمز، عدد ٢٦ ديسمبر ٢٠٠٢.

(٢٠) ارتفع عدد البكتيريا العقدية الرئوية المقاومة للبنسلين، على سبيل المثال، أكثر من ٣٠ ضعفًا في خلال ٧ سنوات فقط في الولايات المتحدة الأمريكية؛ من ٠,٢٪ في عام ١٩٨٧ إلى ٦,٦٪ في عام ١٩٩٤.

(٢١) «المتخصصون في علم الجراثيم ... فحصوا أمعاء الديوك الرومية التي تغذت على نظام غذائي مضاف إليه الستربتومايسين، ووجدوا أن التجمعات البكتيرية المقاومة للعقَّار بالكامل لم تَستغرق إلا ثلاثة أيام حتى تظهر ...» مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٦ (يناير)، ص١٠، ٢٠٠٢ (منذ ٥٠ عامًا).

(٢٢) في الواقع يفوق العدد الإجمالي للجراثيم الموجودة على أجسامنا عدد الخلايا — ١٠٠ تريليون — الموجودة في أجسامنا.

(٢٣) ولهذا السبب يجب أن يقتصر وصْف المضادات الحيوية على الإصابات البكتيرية الشديدة؛ فلا يجب تناولها أبدًا في حالة الإصابة الفيروسية. من المهم أيضًا أن يُكمل المريض الجرعة حتى لا تبقى مجموعات متفرِّقة من البكتيريا المسببة للمرض على قيد الحياة.

(٢٤) ويليام إتش آر لانجريدج «اللقاحات الصالحة للأكل»، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٣ (سبتمبر)، الصفحات من ٤٨ إلى ٥٣، ٢٠٠٠.

(٢٥) انظر الفصل الثالث عشر.

(٢٦) أنا لا أعرف أن تناول هرمون النمو — بدلًا من الحقن به — يؤثر بأي شكل على تمثيلنا الغذائي. وإذا كان هذا يَحدث، فإن تناول اللحوم الغنية بهرمون النمو لن يكون فكرة جيدة.

(٢٧) يُعتبر الجين المقاوم للجليفوسات الذي تحدَّثنا عنه مسبقًا جينًا بكتيريًّا أيضًا، رغم أن عملية التوصُّل إلى استخدام جين مماثل له مأخوذ من النباتات قيد التنفيذ — ليس من أجل التغلب على أيِّ مشكلات صحية أو بيئية محتملة، بل من أجل تفادي مشكلة براءة تطوير الجين البكتيري.

(٢٨) تجنُّب استخدام ٣ ملايين لتر من المبيدات الحشرية على محاصيل القطن والذرة.

(٢٩) تُعتبر المنتجات الناتجة «عضوية» بحق؛ في الواقع إن المستحضر المعروف باسم «ثوريسايد» هو أحد المبيدات الحشرية القليلة التي تُقرها الحركة التي تنادي بالمنتجات العضوية.

(٣٠) من أجل فعل هذا سيوضع جين غير ضار مأخوذ من قنديل البحر، يجعل الخلايا تتوهج باللون الأخضر عند التعبير عنه، في يرقة عُثَّة دودة لَوْزة القطن بدلًا من الجين المدمِّر المُزمَع. ومن خلال تتبُّع ظهور العُث المتوهج، يمكن تقييم انتشار الجين بين مجموعة عُث دودة لوزة القطن.

(٣١) انظر مقال جون فيدال «بذور الغضب»، في مجلة ذا جارديان ويك إند، عدد ١٩ يونيو ١٩٩٩.

(٣٢) وبعدما حافظوا على كلمتهم، نجد العلماء الآن يطالبون بالعودة إلى تكنولوجيا الجين المدمِّر؛ والسبب المنطقي في استخدامه أنه يوقف أي انتشار غير مُبرَّر للمحاصيل المعدلة جينيًّا في المناطق المجاورة؛ انظر مقال «عودة المدمر»، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٧ (سبتمبر)، ص١٦، ٢٠٠٢.

(٣٣) من الأمثلة على ذلك: فيروس الاصفرار المعتدل للبنجر، وفيروس الاصفرار الغربي للبنجر، وفيروس التفاف أوراق البطاطس.

(٣٤) آلان ماكهوجن، المرجع السابق، الذي بيع تحت عنوان «سلة باندورا للتنزه» في الولايات المتحدة الأمريكية.

(٣٥) اضغط على موقع خدمة التفتيش على صحة الحيوان والنبات التابع لوزارة الزراعة الفدرالية الأمريكية http://www.aphis.usda.gov.