ثالثا: من الثورة الخضراء إلى ثورة الجينات

جاءت الثورة الخضراء بأصناف وفيرة الغلة وشبه قزمية من القمح والأرز أمكن استنباطها بأساليب التربية التقليدية واستفاد منها ملايين من صغار المزارعين، في آسيا وأمريكا اللاتينية أولاً، ثم في أفريقيا بعد ذلك. واتسعت منافع العقود الأولى من الثورة الزراعية في أعوام الثمانينات والتسعينات من القرن الماضي فشملت محاصيل أخرى ومناطق أقل حظاً (Evenson, Gollin, 2003). وبالمقارنة مع البحوث التي أنتجت الثورة الخضراء يلاحظ أن أغلبية بحوث التقانة الحيوية الزراعية ومعظم تسويقها يجري في الوقت الحاضر من جانب شركات خاصة في البلدان الصناعية.

وهذه نقلة ضخمة من الثورة الخضراء التي لعب فيها القطاع العام دوراً قوياً في البحث ونشر التقانة. وهذا التغيّر في النموذج له انعكاسات مهمة على نوع البحوث التي تُجرى، وعلى أنواع التقانات التي تُستنبط وعلى طريقة إذاعة هذه التقانات. فسيادة القطاع الخاص على التقانة الحيوية الزراعية تثير قلقاً من أن المزارعين في البلدان النامية، وخصوصاً الفقراء منهم، ربما لن ينتفعوا منها – إما لعدم توافر الابتكارات المناسبة لهم، وإما لأنها باهظة التكاليف.

وقد كانت بحوث القطاع العام هي المسؤولة عن إيجاد الأصناف وفيرة الغلة من القمح والأرز أثناء الثورة الخضراء. فاستطاع باحثو القطاع العام الدوليون والقطريون تربية جينات قزمية وإنتاج أصول منتقاة من القمح والأرز، تُنتج مزيداً من الحبوب وذات سيقان أقصر وتستطيع أن تتجاوب مع زيادة مستويات الأسمدة والمياه. وكانت هذه الأصول شبه القزمية متوافرة بالمجان لمربي النباتات من البلدان النامية الذين استمروا في أقلمتها مع ظروف الإنتاج المحلية. وكانت هناك شركات خاصة تعمل في استنباط وتسويق الأصناف المستنبطة محلياً في بعض البلدان، ولكن البلازم الوراثي المحسّن كان يأتي من القطاع العام وكان يوزع بالمجان باعتباره من الملكيات العامة (Pingali, Raney, 2003).

وكانت البلدان التي استفادت أكبر فائدة من الثورة الخضراء هي تلك التي لديها قدرة بحث زراعي قطرية قوية، أو التي استطاعت تطوير هذه القدرة بسرعة. فقد نجح باحثو تلك البلدان في عمل الأقلمة المحلية التي تضمن تلاؤم الأصناف المحسنة مع احتياجات المزارعين والمستهلكين في تلك البلدان. وكانت قدرة البحث الزراعي القطرية عاملاً حاسماً في توافر التقانات الزراعية التي أنتجتها الثورة الخضراء وفي الوصول إلى هذه التقانات، ولا يزال ذلك صحيحاً اليوم بالنسبة للتقانات الجديدة. فقدرة البحث القطرية تزيد من قدرة البلد على استيراد التقانات الزراعية التي استنبطت في مكان آخر وعلى أقلمتها، وقدرة البلد على استنباط تطبيقات تُعالج الاحتياجات المحلية، مثل "المحاصيل اليتيمة"، وعلى تنظيم التقانة الجديدة على النحو المناسب.

ولكن ثورة التقانة الحيوية، على عكس ما تقدم، جاءت بدرجة كبيرة من القطاع الخاص. وقد ساهمت بحوث القطاع العام في تقديم الأساس العلمي وراء التقانة الزراعية الحيوية، ولكن القطاع الخاص هو الذي أجرى معظم البحوث التطبيقية ومعظم التسويق التجاري. وهناك ثلاثة عوامل مترابطة فيما بينها تعمل على تغيير نظام تقديم التقانات الزراعية إلى مزارعي العالم. العامل الأول هو قوة مناخ حماية الملكية الفكرية على الابتكارات النباتية. والعامل الثاني هو سرعة خطوات الاكتشاف وتزايد أهمية بيولوجيا الجزيئات والهندسة الوراثية. وأخيراً أصبحت تجارة المدخلات والمخرجات الزراعية أكثر انفتاحاً في كل البلدان تقريباً، مما وسّع الأسواق أمام التقانات الجديدة وما يتصل بها من تقانات قديمة. وأدت هذه التطورات إلى ظهور حوافز قوية جديدة أمام بحوث القطاع الخاص، كما أنها تعمل على تغيير هيكل الجهود البحثية بين القطاعين العام والخاص في الزراعة، خصوصاً فيما يتعلق بتحسين المحاصيل (Pingali, Traxler, 2002).

مساهمة خاصة - ١
إطعام عشرة مليارات نسمة - التحدي الذي يواجهنا في القرن الواحد والعشرين

بقلم Norman E. Borlaug[١]

زاد إنتاج الحبوب خلال الخمسة والثلاثين عاما الماضية بأكثر من الضعف، متفوقا بذلك على الزيادة في عدد سكان العالم. ومن أهم العوامل التي قادت هذه الثورة الخضراء، الاستخدام السريع للأصناف الحديثة، والزيادة في استهلاك الأسمدة الكيماوية بمقدار ثلاثة أمثال، ومضاعفة المساحات المروية. وكانت الزيادة في غلة الأراضي الأنسب من غيرها للزراعة وراء استغناء المزارعين في العالم عن مساحات شاسعة من الأراضي للاستخدامات الأخرى.

وربما وصل عدد سكان العالم إلى عشرة مليارات نسمة بحلول منتصف هذا القرن. وسوف يزيد الطلب العالمي على الحبوب بنسبة ٥٠ في المائة خلال العشرين عاما القادمة، مدفوعا بالزيادة السريعة في استهلاك الأعلاف الحيوانية واللحوم. وباستثناء مناطق التربة الحمضية في أفريقيا وأمريكا الجنوبية، فإن احتمالات التوسع في المساحات الزراعية في العالم أصبحت محدودة. ولابد أن تأتي أي زيادة في إنتاج الأغذية مستقبلا من الأراضي المزروعة بالفعل في المقام الأول. ولابد من المحافظة على إنتاجية هذه الأراضي وتحسينها.

ويعيش أغلب سكان العالم من الجوعى البالغ عددهم ٨٤٢ مليون نسمة في الأراضي الحدية معتمدين في معيشتهم على الزراعة. وتواجه الأسر التي تعاني انعدام الأمن الغذائي في المناطق الريفية الأكثر تعرضا حالات متكررة من الجفاف وتدهور الأراضي والبعد عن الأسواق وسوء مرافق التسويق. وبالنسبة لكثير من هؤلاء السكان، فإن الأمن الغذائي لن يتحقق إلا عن طريق زيادة الإنتاج الزراعي والدخل. والأمر بحاجة إلى الاستثمار في العلوم والبنية الأساسية وصون الموارد، من أجل زيادة الإنتاجية وتقليل المخاطر في الأراضي الحدية. وسوف يكون من الصعب في ظل هذه الظروف التغلب على بعض هذه المشكلات. ومع ذلك سيكون من الممكن إحداث تحسن ملموس فيها. وسوف تلعب التقانة الحيوية دورا مهما في استنباط مواد وراثية جديدة تتحمل الإجهاد الحيوي وغير الحيوي مع زيادة محتواها الغذائي. والأمر بحاجة إلى إدخال تحسينات مستمرة في الصفات الوراثية للمحاصيل الغذائية، باستخدام وسائل البحوث التقليدية والتقانة الحيوية، لإحداث زيادة هائلة في حجم الغلة ومعدل استقرارها.

لقد استطاع رجال العصر الحجري الحديث، وربما نساؤه على الأرجح، إنتاج جميع أصناف الأغذية والثروة الحيوانية تقريبا خلال فترة زمنية قصيرة نسبيا، تراوحت بين ١٠ ٠٠٠ و ١٥ ٠٠٠ عام مضى. وبناء على ذلك، فإن عدة مئات من أجيال المزارعين هي المسؤولة عن إدخال تعديلات وراثية هائلة في جميع المحاصيل والحيوانات الرئيسية التي نعرفها. وبفضل التقدم العلمي خلال المائة والخمسين عاما الماضية، أصبحنا الآن نعرف تفاصيل علوم الوراثة النباتية وتربية النباتات، بحيث نستطيع أن نفعل عمدا ما كانت الطبيعة تفعله في الماضي بالصدفة أو بالترتيب. فالتعديل الوراثي للمحاصيل ليس ضربا من السحر، وإنما هو التحكم المستمر في قوى الطبيعة من أجل إطعام الجنس البشرى. والواقع أن الهندسة الوراثية، أي تربية النبات على المستوى الجزيئي، ليست سوى خطوة أخرى في الرحلة العلمية العميقة للجنس البشرى في الجينوم الحي. وهي ليست بديلا عن التربية التقليدية، وإنما هي أداة تكميلية من أدوات البحوث لتحديد الصفات المطلوبة من مجموعات التصنيف بعيدة الصلة ونقلها بسرعة ودقة إلى أصناف محصولية رفيعة الجودة ووفيرة الغلة.

لقد أصبح العالم يمتلك تقانة، متوافرة بالفعل أو على وشك الخروج من مختبرات البحوث، لإطعام عشرة مليارات نسمة بصورة مستدامة. ومع ذلك فإن الحصول على هذه التقانة ليس أمرا مؤكدا. فمن بين مجموعة الحواجز المحتملة، ما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية، وقبول المجتمعات المدنية والحكومات لهذه التقانة، والحواجز المالية والتعليمية التي تبقى على الفقراء في أوضاع مهمشة وتحرمهم من الأخذ بالتقانة الجديدة.

(١) كاتب المقال هو رئيس اتحاد ساساكوا أفريقيا، وأستاذ الزراعة الدولية بجامعة تكساس، والحائز على جائزة نوبل للسلام عام ١٩٧٠. وهو يلقب بأبي الثورة الخضراء للأعمال الرائدة التي قام بها في مجال تربية القمح وإنتاجه.

ومع تزايد أهمية القطاع الخاص الدولي، أصبحت البلدان النامية تواجه ارتفاعاً في تكاليف صفقات الحصول على هذه التقانات واستخدامها. وهناك تهديد متزايد أمام شبكات القطاع العام الدولية القائمة عندما تريد المشاركة في التقانات عبر البلدان من أجل تعظيم فرص الاستفادة من المنافع الجديدة. وتدعو الحاجة الملحة اليوم إلى نظام لتدفق التقانة يحفظ الحوافز للقطاع الخاص من أجل الابتكار وفي الوقت نفسه يلبي احتياجات المزارعين الفقراء في العالم النامي.

ويقدم القسم الأول من هذا الفصل نظرة عامة إلى تنظيم البحث الزراعي وتدفقات التقانة وتأثيراتهما، في الفترة من ١٩٦٠ إلى ١٩٩٠ عندما كان نموذج الثورة الخضراء قائماً على بحوث القطاع العام الدولي. ويتناول القسم الثاني الانتقال نحو زيادة خصخصة البحث والتطوير الزراعيين ونتائج ذلك على وصول البلدان النامية إلى التقانات كما تبيّن من الاتجاهات العالمية الأخيرة في البحث والتطوير والتسويق في مجال التقانة الحيوية. ويختتم القسم الأخير بعدد من الأسئلة عن إمكانيات انتفاع الفقراء من ثورة الجينات. وستكون هذه الأسئلة موضع بحث في الفصول التالية من التقرير.

الثورة الخضراء: البحث والتطوير الزراعيين – الإمكانية والنتائج

كانت الثورة الخضراء سبباً في فترة نمو غير عادي في إنتاجية المحاصيل الغذائية في البلدان النامية في الأربعين عاماً الأخيرة (Evenson, Gollin, 2003). وكان وراء هذا التقدم ارتفاع معدلات الاستثمار في بحوث المحاصيل، وفي البنية الأساسية، وفي تطوير الأسواق، ووجود سياسات مناسبة لذلك. وأدت هذه العناصر في استراتيجية الثورة الخضراء إلى تحسين نمو الإنتاجية رغم تزايد ندرة الأراضي وارتفاع قيمتها (Pingali, Heisey, 2001).

بحوث القطاع العام ونقل التقانة دولياً

كانت الثورة الخضراء تحدياً للأفكار التقليدية التي تقول بأن التقانة الزراعية لا تنتقل لأنها إما تكون نوعية بحسب الظروف الزراعية والمناخية، كما في حالة التقانة البيولوجية، وإما لأنها حساسة للأسعار النسبية لعناصر الإنتاج، كما في حالة تقانة الميكنة (Byerlee, Traxler, 2002). وكانت استراتيجية الثورة الخضراء لنمو إنتاجية المحاصيل الزراعية تقوم ضمناً على افتراض أن من الممكن أن تتسرب التقانة عبر الحدود السياسية والحدود المناخية والزراعية، متى توافرت آليات مناسبة من المؤسسات. ولهذا أُنشئت الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بوجه خاص لتحقيق تسرب التقانة على هذا النحو، وخصوصاً إلى البلدان التي لا تستطيع أن تحصل على جميع منافع الاستثمارات البحثية. فما الذي يحدث لتسرب منافع البحث والتطوير الزراعيين مع تزايد عولمة نُظم توريد الأغذية وتكاملها؟

وجاءت الانطلاقات الرئيسية في إمكانيات الغلة التي أطلقت الثورة الخضراء في أواخر الستينات من القرن الماضي من أساليب تربية النباتات التقليدية التي ركزت في بداية الأمر على رفع قدرة الغلات في محاصيل الحبوب الرئيسية. وقد استمرت هذه الإمكانيات في الارتفاع في الحبوب الرئيسية بمعدل ثابت بعد النقلة الكبرى في أوائل الستينات بالنسبة للأرز والقمح. فمثلاً زادت إمكانيات الغلات في القمح المروي بمعدل ١ في المائة كل سنة في العقود الثلاثة الأخيرة، أي أن الزيادة كانت بنحو ١٠٠ كغم/هكتار/سنة (Pingali, Rajaram, 1999)، وبوجه خاص لم تكن هناك بحوث أو برامج بلازم وراثي منتقاة بالنسبة لكثير من المحاصيل التي يزرعها المزارعون الفقراء في أقل المناطق حظاً من الناحيتين الزراعية والإيكولوجية (مثل الذرة الرفيعة والدخن والشعير والكسافا والبقوليات) في العقود الأولى من الثورة الخضراء، ولكن منذ ثمانينات القرن الماضي أمكن استنباط أصناف حديثة لهذه المحاصيل فارتفعت غلاتها (Evenson, Gollin, 2003). وبالإضافة إلى عمل المربين في توسيع حدوث غلات محاصيل الحبوب، فإنهم ظلوا يحققون نجاحا أقل تألقاً ولكن ليس أقل أهمية في مجالات البحوث التطبيقية. وشمل ذلك استنباط نباتات ذات مقاومة مستمرة لعدد كبير من الحشرات والأمراض، ونباتات ترتفع قوتها على تحمل مجموعة كبيرة من الإجهاد الفيزيائي، ومحاصيل تتطلب عدداً قليلاً من الأيام لزراعتها، وحبوب ذات مذاق طيب وصفات تغذوية جيدة.

وقبل عام ١٩٦٠ لم يكن هناك نظام رسمي يسمح لمربي النباتات بالحصول على البلازم الوراثي من خارج حدود بلادهم. ومنذ ذلك الحين كان القطاع العام الدولي (شبكة الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية) هو

مساهمة خاصة – ٢
نحو ثورة خضراء مستمرة

بقلم M.S. Swaminathan[١]

في أغسطس/آب عام ١٩٦٨، أصدرت حكومة الهند طابعا بريديا بعنوان "ثورة القمح" بهدف إثارة الوعي العام بالطريق الثوري الذي دخلته الهند لزيادة إنتاج القمح. وحتى في الوقت الذي كانت الحكومة تركز فيه على اقتحامها لمجال زيادة إنتاج القمح، بدأت أيضا في برنامج هائل لاستنباط ونشر أصناف وفيرة الغلة من الأرز والذرة والذرة الرفيعة والدخن. وكانت هذه البرامج هي قائدة "الثورة الخضراء" في الهند، وهي برامج سمحت بتحقيق تقدم مذهل في الإنتاج والإنتاجية دون زيادة الأراضي المزروعة.

ونظرا لأن هذه الأصناف وفيرة الغلة تتطلب مدخلات مثل الأسمدة ومياه الري، فقد هاجمها علماء الاجتماع لأنها ليست محايدة بالنسبة للموارد. فأنصار البيئة يهاجمون الثورة الخضراء لاحتمال إضرارها بالإنتاجية في المدى البعيد نتيجة الإسراف في استخدام الأسمدة والمبيدات، وزراعة محصول واحد. ورغم نجاح الثورة الخضراء في الخروج بملايين البشر من دائرة البؤس، فإن الفقر والجوع المزمن والأمراض المعدية مازالت منتشرة، ومعدلات الوفيات بين المواليد والأمهات أثناء الوضع وانخفاض أوزان المواليد والتقزم والأمية مازالت مرتفعة.

وقد قادتني مخاوف علماء الاجتماع والايكولوجيا ومشكلات الفقر والجوع الملحة الباقية، إلى تكوين مفهوم "للثورة الخضراء المستمرة" للتأكيد على ضرورة زيادة إنتاجية المحاصيل بصورة مستمرة دون أضرار ايكولوجية واجتماعية. ولا يمكن تحقيق مثل هذه الثورة إلا إذا ركزنا على طرق تساعد في تحقيق تقدم ثوري في مجال زيادة الإنتاجية والجودة والقيمة المضافة في ظل ظروف تراجع نصيب الفرد من الأراضي الزراعية والمياه المتوافرة للري، وزيادة الإجهاد الحيوي وغير الحيوي، والتغيير السريع في أذواق المستهلكين والأسواق. وسوف يتطلب ذلك حشد أفضل ما تجود به الحكمة التقليدية والتقانة وعلوم المستقبل. ومن بين تقانات المستقبل التي لها

(١) كاتب المقال هو رئيس مؤسسة M.S. Swaminathan للبحوث. وقد عمل طوال الخمسين عاما الماضية مع العلماء وصناع السياسات في العديد من المشكلات المتعلقة بعلم الوراثة النباتية الأساسية والتطبيقية، وكذلك في مجال البحوث والتطوير في الزراعة. وهو يلقب بأبي الثورة الخضراء في الهند.

المصدر الرئيسي للحصول على البلازم الوراثي المحسّن بواسطة أساليب التربية التقليدية، وخصوصاً في المحاصيل ذات التلقيح الذاتي مثل الأرز والقمح، وبالنسبة للذرة ذات التلقيح المفتوح. وظهرت تلك الشبكة في أعوام السبعينات والثمانينات من القرن الماضي حينما كانت الموارد المالية للبحث الزراعي الحكومية آخذة في التوسع وكانت قوانين الملكية الفكرية على النباتات قوانين ضعيفة أو غير موجودة. وكان تبادل البلازم الوراثي يجري بشكل غير رسمي بين مربي النباتات، وكان مفتوحاً بصفة عامة ومجانياً. وبذلك استطاع المربون تقديم أي جزء من المادة التي لديهم إلى المشتل وهم يشعرون بالفخر لأنها اعتُمدت في مكان آخر في العالم، وفي الوقت نفسه كانت لهم الحرية في اختيار مواد من تلك التجارب لكي يستخدمونها بأنفسهم.

وكان لتدفق البلازم الوراثي على المستوى الدولي تأثير كبير على سرعة برامج استنباط المحاصيل وتكاليفها في شبكات البحث الزراعي القطرية، وأدى ذلك إلى مكاسب جمة في الكفاءة (Evenson, Gollin, 2003). ويقول Traxler وPingali إن وجود نظام مجاني بدون عقبات لتبادل البلازم الوراثي من أفضل المواد الدولية يسمح للبلدان باتخاذ قرارات استراتيجية عن ضرورة الاستثمار في قدرة تربية النباتات. فحتى نُظم البحث الزراعي القطرية التي لديها برامج بحوث محاصيل متقدمة، كما في البرازيل والصين والهند، كانت تعتمد اعتماداً كبيراً على الأصول المأخوذة من تلك المشاتل من أجل تربية المادة اللازمة لديها وإنتاج الأصناف النهائية (Evenson, Gollin, 2003).

صلتها بالمرحلة القادمة من ثورتنا الزراعية، التقانة الحيوية في المقام الأول.

وتدخل الانتقادات الموجهة إلى علم الوراثة الجزيئي والى الهندسة الوراثية تحت الفئات العريضة التالية: العلم نفسه، والتحكم فيه، والحصول عليه، والمخاوف المتعلقة بالبيئة، وصحة الإنسان والحيوان. ولاشك أن النهج التفصيلي لدراسة هذه المسائل سيكون مهما من أجل القيام بتحليل دقيق للمخاطر والفوائد. فمعالجة هذه المسائل بطريقة شاملة بالنسبة لكل تطبيقات الهندسة الوراثية ستسفر عن استنتاجات عامة غير مناسبة، مثل الاستنكار العام الذي أعربت عنه المنظمات غير الحكومية بشأن الكائنات المحورة وراثيا في "مؤتمر القمة العالمي للأغذية: خمس سنوات بعد الانعقاد"، الذي عقد في مدينة روما عام ٢٠٠٢.

وهناك فوائد جمة من أساليب التربية الجزيئية، كاستخدام الواسمات الجزيئية، والقيام بالتربية الدقيقة للحصول على صفات معينة عن طريق تقانة "الدنا" المعاد تركيبه. وقد أثبتت تجربة في الهند إمكانية تربية أصناف جديدة محورة وراثيا تتوافر فيها صفات تحمل الملوحة والجفاف، وبعض الآفات والأمراض الرئيسية، مع تحسن جودتها التغذوية. وقد بدأت مرحلة جديدة من طرق التربية التي تجمع بين قوانين "مندل" وبين الهندسة الجزيئية. وسوف تخلط الثورة الخضراء المستمرة هذه التقانات المستقبلية بالحكمة الايكولوجية للمجتمعات المحلية التقليدية من أجل الخروج بتقانات تقوم على الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية والخاصة بأماكن محددة، لأنها سوف توضع من خلال التجارب التشاركية مع الأسر الزراعية.

وهذه هي الطريقة الوحيدة التي نستطيع أن نتصدى بها لتحديات المستقبل، وعلى الأخص في ظل ظروف ندرة المياه المتزايدة والحاجة الملحة إلى زيادة الإنتاجية في المناطق شبه القاحلة والمناطق الزراعية الجافة. فالإسراع بالنهضة الزراعية هو أفضل شبكة أمان ضد الجوع والفقر، لأن أكثر من ٧٠ في المائة من السكان في أغلب البلدان النامية يعتمدون في معيشتهم على الزراعة. ولاشك أن حرماننا لأنفسنا من قوة علوم الوراثة الجديدة سيكون خطأ بشعا في حق الأسر الزراعية الفقيرة، وفي حق إقامة نظام قطري مستدام للأغذية والتغذية.

أما البلدان الصغيرة، فإنها كانت تتصرف بحكمة وتستفيد من النظام الدولي بدلاً من أن تستثمر في بنية أساسية كبيرة لتربية النباتات لديها (Maredia, Byerlee, Eicher, 1994).

ويقول Evenson وGolling إنه حتى في التسعينات من القرن الماضي كان لدى الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية عدد كبير من الأصناف الحديثة بالنسبة لمعظم المحاصيل الغذائية، فكان ٣٥ في المائة من جميع الأصناف الجديدة يعتمد على هجائن الجماعة المذكورة، وكانت هناك نسبة ٢٢ في المائة إضافية أخرى أتت من تهجين أحد الأبوين أو أحد الأسلاف بواسطة تلك الجماعة. ويقول الكاتبان إن المساهمات بالبلازم الوراثي من المراكز الدولية ساعدت البلدان النامية على الاستفادة من منافع الاستثمارات في تحسين المحاصيل خارج حدود تلك البلدان، وحققت مكاسب في الإنتاجية كانت ستتكلف أكثر بكثير، أو ربما كانت غير ممكنة على الإطلاق إذا كانت تلك البلدان مضطرة إلى العمل بالموارد الوراثية التي كانت متوافرة لديها في بداية تلك الفترة.

تأثيرات تحسين تقانة المحاصيل الغذائية

هناك دلائل تجريبية قوية على تأثيرات العلم الزراعي الحديث والتدفق الدولي للأصناف الحديثة من المحاصيل الغذائية على الإنتاج والإنتاجية والدخل ورفاه الإنسان. ويقدم Evenson وGolling معلومات تفصيلية عن مدى اعتماد استخدام الأصناف الحديثة وتأثيرات استعمالها بالنسبة لجميع المحاصيل الغذائية الرئيسية. فقد زاد إدخال الأصناف الحديثة (أي لجميع المحاصيل في

المتوسط) زيادة سريعة أثناء عقدي الثورة الخضراء، بل بزيادة أسرع في العقود التالية، فارتفع من ٩ في المائة عام ١٩٧٠ إلى ٢٩ في المائة عام ١٩٨٠ و٤٦ في المائة عام ١٩٩٠ و٦٣ في المائة عام ١٩٩٨. يُضاف إلى ذلك أن أصناف الجيل الثاني والجيل الثالث حلت محل أصناف الجيل الأول في مناطق كثيرة وبالنسبة لمحاصيل كثيرة (Evenson, Gollin, 2003).

وجاء جزء كبير من زيادة الإنتاج الزراعي في الأربعين عاماً الماضية من زيادة غلة الهكتار لا من توسع المساحة المزروعة. فمثلاً تشير بيانات منظمة الأغذية والزراعة عن جميع البلدان النامية إلى أن غلات القمح ارتفعت بنسبة ٢٠٨ في المائة بين عامي ١٩٦٠ و٢٠٠٠، وأن غلات الأرز ارتفعت بنسبة ١٠٩ في المائة، وغلات الذرة بنسبة ١٥٧ في المائة، وغلات البطاطس بنسبة ٧٨ في المائة والكسافا بنسبة ٣٦ في المائة (FAO, 2003). وكانت اتجاهات إنتاجية مجموع عناصر الإنتاج تتفق مع قياسات الإنتاجية الجزئية، مثل معدل نمو الغلات (Pingali, Heisey, 2001).

وكانت عائدات الاستثمارات في البلازم الوراثي الحديث ذي الغلة المرتفعة موضع قياس تفصيلي كبير من جانب الاقتصاديين في العقود الأخيرة. وهناك تقارير عديدة استعرضت وحللت بيانات مئات الدراسات التي أُجريت في الثلاثين عاماً الماضية لحساب معدل العائد الاجتماعي للاستثمارات في البحوث الزراعية. وفحصت هذه الدراسات استثمارات مؤسسات القطاع العام القطرية والدولية في كل من أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية وفي بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكذلك استثمارات القطاع الخاص (Alston et al., 2000; Evenson, Gollin, 2003). ورغم أن هذه الدراسات استخدمت أساليب مختلفة، فإن هناك اتفاقاً واضحاً بينها. فتدل هذه الدراسات على أن متوسط العائد الاجتماعي للاستثمارات الحكومية في البحث الزراعي كان نحو ٤٠ إلى ٥٠ في المائة. كما تبين أن بحوث القطاع الخاص كانت تولّد نفس هذه المعدلات من العائد الاجتماعي.

ويتجلى التأثير الأولي للبحث الزراعي على الفقراء خارج القطاع الزراعي، وعلى فقراء الريف المشترين الصافين للأغذية، في انخفاض أسعار الأغذية. وقد كان انتشار إدخال تقانة الأسمدة والبذور الحديثة مؤدياً إلى انتقال واضح في دالة عرض الأغذية، بزيادة الإنتاج وتخفيض الأسعار الحقيقية للأغذية:

ربما كان تأثير البحث الزراعي على تحسين القدرة الشرائية للفقراء – إما بزيادة دخولهم أو بتخفيض أسعار الأغذية الأساسية – هو المصدر الرئيسي للمكاسب التغذوية الراجعة إلى هذا البحث. فالفقراء وحدهم هم الذين يعانون الجوع. ونظراً لأن نسبة كبيرة من أي مكاسب في الدخل يحققها الفقراء تُنفق على الأغذية، فإن الآثار الدخلية لتغير العرض بسبب البحوث قد تكون لها انعكاسات تغذوية رئيسية، خصوصاً إذا كانت هذه التغيرات ناشئة عن تقانات تستهدف أفقر المنتجين.
(Alston, Norton, Pardey, 1995:85)

وكانت دراسات الاقتصاديين تؤيد القول بأن نمو القطاع الزراعي كانت له آثار على الاقتصاد القطري بأكمله. وقد بيَّن Hayami et al. (1978) أن النمو السريع في إنتاج الأرز على مستوى القرية كان يُنشط الطلب على الأراضي واليد العاملة والسلع والخدمات غير الزراعية، كما كان يرفع أسعارها. ومن أجل إثبات أن النمو الزراعي يعمل بالفعل كمحرك للنمو الاقتصادي العام يمكن الرجوع إلى: Hazell, Haggblade (1993); Delgado, Hopkins, Kelly (1998)؛ وإلى Fan, Hazell, Thorat (1998).

ومتى أُدخلت الأصناف الحديثة، فإن مجموعة التقانات التالية التي تُحدث فارقاً كبيراً في تخفيض تكاليف الإنتاج تشمل الآلات وممارسات إدارة الأراضي (التي غالباً ما ترتبط باستعمال مبيدات الأعشاب)، وإضافة الأسمدة، والمكافحة المتكاملة للآفات، ثم في مرحلة متأخرة تحسين ممارسات إدارة المياه. وإذا كان كثير من تقانات الثورة الخضراء قد استنبط ووزع في شكل حزم (مثل الأصناف النباتية الجديدة إلى جانب التوصية بمعدلات استعمال الأسمدة والمبيدات ومبيدات الأعشاب، وتدابير ضبط المياه) فإن كثيراً من عناصر هذه التقانات كان يطبق جزئياً على خطوات متتالية (Byerlee, Hesse de Polanco, 1986). ويتحدد ترتيب اتباع هذه الخطوات بمقدار ندرة العناصر المطلوبة وبما يمكن أن يتحقق من توفير في التكاليف. وقد قدم Herdt (1987) تقييماً تفصيلياً لترتيب إدخال تقانات إدارة المحاصيل بالنسبة للأرز في الفلبين. كما قدم Traxler, Byerlee (1992) دلائل مماثلة عن ترتيب إدخال تقانات إدارة المحاصيل بالنسبة للأرز في سولارا في شمال غرب المكسيك.

وإذا كانت البيئات الجيدة ذات الإمكانيات الكبيرة هي التي حققت أكبر فائدة من الثورة الخضراء من حيث نمو الإنتاجية، فإن البيئات

الأقل منها حظاً استفادت أيضاً من تسرب التقانات ومن هجرة اليد العاملة إلى بيئات أكثر إنتاجية. ويقول David و Otsuka إن تعادل الأجور بين البيئات الممتازة والأقل منها كان من الأسباب الرئيسية لإعادة توزيع مكاسب التغيّر التقني. وتوصل Renkow (1993) إلى نتائج مماثلة بالنسبة للقمح المزروع في بيئات ذات إمكانيات مرتفعة ومنخفضة في باكستان. كما أن Byerlee وMoya وجدا أثناء تقييمهما لإدخال الأصناف الحديثة من القمح على مستوى العالم أن إدخال الأصناف الحديثة في بيئات غير مواتية استطاع، مع مرور الوقت، أن يلحق بما حدث في بيئات أفضل منها، خصوصاً عند أقلمة البلازم الوراثي المستنبط لبيئات ذات إمكانيات كبيرة من البيئات الهامشية. وفي حالة القمح كان معدل نمو إمكانيات الغلة في البيئات المعرضة للجفاف نحو ٢,٥ في المائة في السنة أثناء الثمانينات والتسعينات من القرن الماضي (Lantican, Pingali, 2003). وفي بداية الأمر كان نمو إمكانيات الغلة في البيئات الهامشية يأتي من تسرب التقانات بفضل أقلمة الأصناف المزروعة في بيئات ممتازة مع البيئات الهامشية. ولكن في التسعينات كانت المكاسب الجديدة في الغلات تأتي من جهود التربية الموجهة بوجه خاص نحو البيئات الهامشية.

ثورة الجينات: تغير نموذج البحث والتطوير الزراعيين

في الستينات والسبعينات والثمانينات من القرن الماضي كان استثمار القطاع الخاص في بحوث تحسين النباتات استثماراً محدوداً، وخصوصاً في العالم النامي، بسبب عدم وجود آليات فعالة لحماية حقوق الملكية على المنتوجات المحسنة (الإطار ١٢). وقد تغير هذا الوضع في التسعينات مع ظهور هجائن محاصيل متقاطعة التلقيح مثل الذرة. وكانت الجدوى الاقتصادية لتلك الهجائن سبباً في ظهور صناعة بذور مزدهرة في العالم النامي، بدأتها الشركات عبر الوطنية من العالم المتقدم ثم سارت وراءها الشركات القطرية (Morris, 1998). ورغم النمو السريع في صناعة البذور في البلدان النامية، فقد ظلت تلك الصناعة محدودة حتى الآن مما كان يعني أن كثيراً من الأسواق لم تكن تحصل على ما تحتاج إليه.

وزادت الحوافز أمام استثمار القطاع الخاص في البحث الزراعي عندما سمحت الولايات المتحدة وغيرها من البلدان الصناعية بالحصول على براءات اختراع على الجينات المكونة اصطناعياً وعلى النباتات المحورة وراثياً. وتدعمت هذه الحماية القطرية باتفاق جوانب حقوق الملكية الفكرية المتصلة بالتجارة عام ١٩٩٥ ضمن اتفاقات منظمة التجارة العالمية، وهو الاتفاق الذي يُلزم أعضاء المنظمة بمنح حماية لاختراعات التقانة الحيوية (المنتوجات أو العمليات) وحماية أصناف النباتات إما ببراءات اختراع أو بنظام فريد في ذاته. ووفرت هذه الحماية حوافز للقطاع الخاص لكي يدخل إلى بحوث التقانة الحيوية الزراعية (الإطار ١٢).

وكانت شركات الكيماويات الزراعية عبر الوطنية الكبرى هي أول من استثمر في استنباط محاصيل محورة وراثيا، وإن كان كثير من البحث الأساسي الذي مهد الطريق أمامها قد أجري بواسطة القطاع العام وتوافر لشركات القطاع الخاص بموجب تراخيص حصرية. وكان من أسباب انتقال شركات الكيماويات الزراعية إلى البحث والتطوير في المحاصيل المحورة وراثياً أنها رأت أن أسواق مبيدات الآفات آخذة في التدهور وأنها كانت تبحث عن منتوجات جديدة (Conway, 2000).

وبدأت شركات الكيماويات بداية سريعة في عمليات تحسين النباتات وذلك بشراء شركات البذور التي كانت موجودة، في البلدان الصناعية في بداية الأمر ثم في بلدان العالم النامي. وكان هذا الاندماج بين شركات البذور القطرية والشركات متعددة الجنسية أمراً معقولاً من الناحية الاقتصادية، لأن الفريقين يتخصصان في جوانب مختلفة من تطوير أصناف البذور وعملية تسليمها (Pingali, Traxler, 2002)، وهي عملية مستمرة تبدأ بتوليد المعارف عن الجينات النافعة ثم هندسة النباتات المحورة وراثياً (علم الجينوم) وبعد ذلك تنتقل إلى خطوات أدنى هي أقلمة الجينات الجديدة وإدخالها إلى خطوط التسويق وتسليم البذور للمزارعين. وتكون المنتوجات الناشئة عن أنشطة تقع في أعلى هذه السلسلة صالحة للتطبيق عالمياً على عدة محاصيل وعدة بيئات زراعية إيكولوجية. وعلى العكس من ذلك تكون المحاصيل والأصناف المحورة وراثيا صالحة للتطبيق في مناطق ذات نوعية زراعية وإيكولوجية خاصة بها. وبعبارة أخرى، فإن منافع التسرب من قطاع إلى آخر ووفورات الحجم الكبير تتضاءل عند الانتقال إلى الجزء الأخير من السلسلة وهو جزء الأقلمة. وبالمثل، فإن تكاليف البحوث ومدى تعقدها يتضاءلان عند التقدم نحو أنشطة تقع أسفل السلسلة. وبذلك ظهر تقسيم واضح

الإطار ١٢
المنافع العامة وحقوق الملكية الفكرية

المنافع العامة هي أشياء تحقق فوائد للمجتمع بخلاف العائد الخاص الذي قد يحصل عليه الشخص الذي أنشأها. وتسمى هذه الفوائد أحيانا بالفوائض. والمنافع العامة ليست محل منافسة وليست قاصرة على أحد. فكونها ليست محل منافسة يعني أن فائدتها متاحة للجميع على قدم المساواة، أي أن استهلاك فرد لها لا ينقص من الكمية المتاحة أمام استهلاك الآخرين. أما كونها غير قاصرة على أحد فيعني أن من لا يدفعون قيمتها لا يمكن منعهم من استخدامها. وهذه الصفات تعني أن مبتكري هذه المنافع من القطاع الخاص لا يمكن أن يستولوا على كل المنافع الاجتماعية لما أبدعوه، إلا إذا كانت هناك وسيلة تحول دون استخدامه دون ترخيص. ونظرا لأن الشركات الخاصة لا يمكن أن تجني ربحا كاملا من البحوث التي تنتج منافع عامة، فإن استثماراتها في هذه البحوث لن ترقى إلى المستوى الاجتماعي الأمثل (Ruttan, 2001).

وأغلب نتائج البحوث الزراعية، بما في ذلك بحوث التقانة الحيوية، له إحدى صفتي المنفعة العامة أو كليهما. ومثلا، أي عالم يستطيع أن يستخدم المعرفة الخاصة بتركيب جينوم الأرز دون أن يقلل ذلك من حجم المعرفة المتاحة لغيره من العلماء، وبمجرد نشره لهذه المعرفة في أي صحيفة أكاديمية أو على الإنترنت، يصبح من الصعب استبعاد الآخرين من استخدامها. ومن ناحية أخرى، فإن أي صنف نباتي تعرض للتحول الوراثي، قد تتوافر به صفة المنفعة العامة بدرجة ما (أي أنه من الصعب استبعاد المستخدمين غير المصرح لهم استبعادا تاما) ولكنه لا يمثل منفعة عامة خالصة، لأن البذور يمكن استنفادها، كما أن الاستخدام غير المصرح به يمكن منعه جزئيا على الأقل.

وهناك طريقتان لمنع الاستخدام غير المصرح به للأصناف النباتية: الطريقة البيولوجية والطريقة القانونية. فمن الممكن الاحتفاظ بالبذور المهجنة وإكثارها وإعادة زراعتها، وإن كان ذلك لن يحدث إلا بخسارة ملموسة في الغلة والجودة، حيث يعطى التهجين حماية بيولوجية لما ابتكره المربى. كما أن تكنولوجيات تقييد استخدام المورثات، هي أحد الأشكال الأخرى لحماية الملكية الفكرية البيولوجية المقترحة بالنسبة للمحاصيل المحورة وراثيا. فهذه التكنولوجيات يمكن أن تنتج بذورا عقيمة أو بذورا تستلزم استخدام مادة كيماوية خاصة لتنشيط الصفة المبتكرة فيها. وكانت المعارضة الجماهيرية لطريقة البذور العقيمة وراء تخلى شركة مونسانتو الخاصة عن إنتاجها. ومن الممكن أيضا استخدام الحماية القانونية، مثل البراءات والعلامات التجارية والعقود لحماية الملكية الفكرية، وإن كانت هذه الوسائل لا توفر في العادة الحماية الكاملة.

للمسؤوليات عن تطوير منتوجات التقانة الحيوية وتسليمها، إذ كانت الشركات عبر الوطنية تقدم البحث الحيوي المطلوب في أعلى السلسلة وتعمل الشركات المحلية على توفير أصناف المحاصيل التي تتوافر فيها الصفات الزراعية المطلوبة (Pingali, Traxler, 2002).

أما الخيارات المتاحة أمام شبكات البحث العامة للحصول على ما يتسرب من الشركات العالمية فهي ليست واضحة. فبرامج البحث في القطاع العام تكون في العادة متفقة مع الحدود السياسية للدولة أو الولاية ويكون نقل التقانات مباشرة بين بلد وآخر محدوداً (Pingali, Traxler, 2002). فالالتزام الدقيق بالمجال السياسي يُضيق من منافع تسرب التجديدات التقنية إلى مناطق مناخية وزراعية مشابهة. وكان تشغيل شبكة تبادل البلازم الوراثي بواسطة الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية يخفف من هذه المشكلة فيما يتعلق بعدة محاصيل مهمة، ولكن ليس من الواضح إذا كانت هذه الشبكة ستعمل في حالة منتوجات التقانة الحيوية والمحاصيل المحورة وراثياً بالنظر إلى أن هذه التقانة أصبحت محلاً لحقوق الملكية.

الاستثمارات في بحوث التقانة الحيوية

من أجل فهم مدى ضخامة استثمارات القطاع الخاص في البحث الزراعي اليوم، يكفي النظر إلى ميزانية البحوث السنوية ومقارنتها بالبحوث العامة الموجهة إلى زراعة البلدان النامية (Pray, Naseem, 2003a). ويبلغ الإنفاق السنوي على

الجدول ٣
تقديرات الإنفاق على بحوث محاصيل التقانة الحيوية

	(مليون دولار في السنة)	(نسبة مئوية)
	البحث والتطوير بواسطة التقانة الحيوية	حصة التقانة الحيوية من البحوث والتطوير في القطاع بأكمله
البلدان الصناعية	١٩٠٠–٢٥٠٠	
القطاع الخاص[١]	١٠٠٠–١٥٠٠	٤٠
القطاع العام	٩٠٠–١٠٠٠	١٦
البلدان النامية	١٦٥–٢٥٠	
القطاع العام (موارده الخاصة)	١٠٠–١٥٠	٥–١٠
القطاع العام (معونة خارجية)	٤٠–٥٠	...
مراكز الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية	٢٥–٥٠	٨
القطاع الخاص	...	...
مجموع العالم	٢٠٦٥–٢٧٣٠	

(١) تشمل مبلغاً غير معروف للبحث والتطوير في البلدان النامية.
المصدر: Byerlee, Fischer, 2001.

البحث والتطوير الزراعيين من جانب أكبر عشر شركات دولية في العلوم الحيوية ما يقارب ٣ مليارات دولار. وبالمقارنة مع ذلك فإن ميزانية الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، وهي أكبر جهة بحث زراعي دولي في القطاع العام، أقل من ٣٠٠ مليون دولار من أجل البحث والتطوير في مجال تحسين النباتات. أما أكبر برامج بحث زراعي في القطاع العام في العالم النامي، وهي برامج البرازيل والصين والهند، فإن ميزانيتها السنوية تقل عن نصف مليون دولار لكل واحد منها (Byerlee, Fischer, 2002).

وعند النظر إلى الإنفاق على بحوث التقانة الحيوية الزراعية تتبين قسمة ثنائية حادة بين البلدان المتقدمة والنامية (الجدول ٣). فالبلدان المتقدمة تنفق أربعة أمثال ما تنفقه البلدان النامية على بحوث التقانة الحيوية بواسطة القطاع العام، حتى عند جمع مصادر الأموال العامة – أي المصادر القطرية أو الجهات المتبرعة أو مراكز الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية– وليس لدى أكثر البلدان النامية أو مؤسسات القطاع العام الدولية موارد لإيجاد مصدر مستقل لعمل ابتكارت في مجال التقانة الحيوية (Byerlee, Fischer, 2002).

ولا تتوافر بيانات شاملة عن بحوث التقانة الحيوية بواسطة القطاع الخاص في البلدان النامية وإن كان يبدو أن معظم البحوث تنفذ بواسطة شركات عالمية لإجراء تجارب على الأصناف المحورة ورثياً التي لديها. وهناك بعض العمل الجاري من جانب معاهد بحوث محلية (مثل معاهد بحوث قصب السكر المحلية الخاصة التي لديها برامج بحوث تقانة حيوية كبيرة نسبياً في البرازيل وجنوب أفريقيا)، في حين أن الهند بها عدة شركات بذور محلية لديها برامج بحوث تقانة حيوية (وخصوصاً شركة مهاراشترا للبذور المهجنة [Mahyco]). وليس من المعروف ما هو مجموع الاستثمار من جانب هذه الجهود الخاصة ولكن من المؤكد أنه أقل مما يستثمره القطاع العام في بحوث التقانة الحيوية في البلدان النامية.

بحوث المحاصيل المحورة وراثياً وقياسها بالتجارب الحقلية

رغم أن مجموع الإنفاق على بحوث التقانة الحيوية ينقسم بالتساوي تقريباً بين القطاعين العام والخاص، فإن إنتاج تقنيات جديدة يقتصر تقريباً على القطاع الخاص[١]. فقد استطاع القطاع الخاص تطوير جميع المحاصيل المحورة وراثيا التي دخلت السوق في العالم حتى اليوم، باستثناء ما حدث في الصين (انظر الفصل الرابع). ويوحي

(١) لا تتوافر معلومات شاملة عن التجارب الحقلية على جميع التقانات الحيوية الزراعية. وهذا القسم يشير إلى تجارب المحاصيل المحورة وراثياً فقط.

الجدول ٤

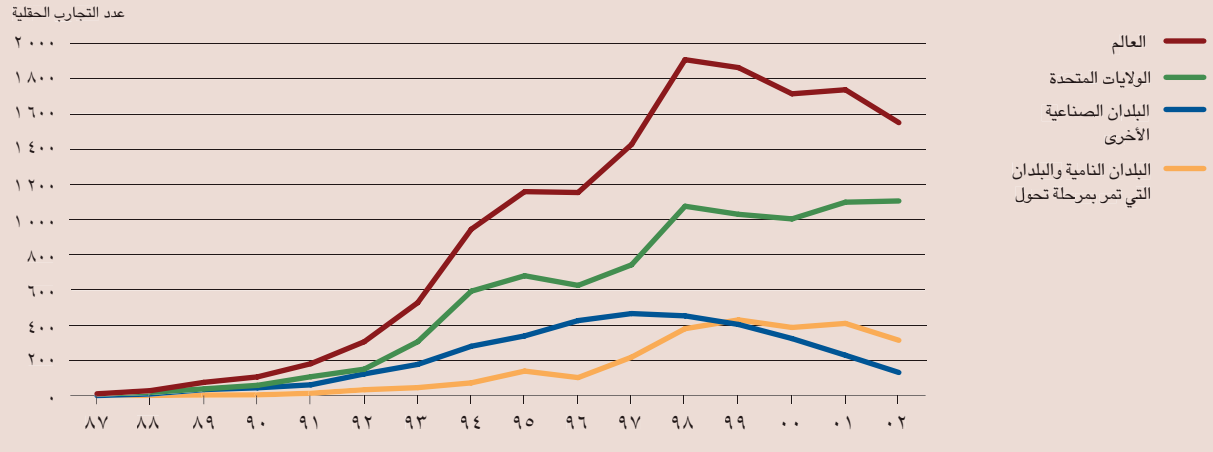
عدد التجارب الحقلية بحسب كل محصول وكل إقليم

	الذرة	الكانولا	البطاطس	الصويا	القطن	الطماطم	البنجر السكري	التبغ	القمح	الأرز	غير ذلك	المجموع
مجموع عدد التجارب	٣ ٨٨١	١ ٢٤٢	١ ٠٨٨	٧٨٢	٧٢٣	٦٥٤	٣٩٤	٣٠٨	٢٣٢	١٨٩	١ ٦١٠	١١ ١٠٥
الولايات المتحدة وكندا	٢ ٧٤٩	٨٢٦	٧٧٠	٥٥٢	٤٠٧	٤٩٤	١١٨	١٩٤	١٩٠	١٠٢	١ ٠٨٧	٧ ٤٨٩
أوروبا ونيوزيلندا وأستراليا واليابان	٤٥٢	٣٦٦	٢٢٧	٢٠	٧٢	٨٩	٢٣٧	٦١	٢٣	٣٦	٣١٦	١ ٩٠١
اقتصادات التحول	٦١	١٧	٢٧	٧	٢	٢	٣٣	٦	١	٠	٩	١ ٥٥٠
البلدان النامية	٦١٩	٣٣	٦٤	٢٠٣	٢٤٢	٦٩	٦	٤٧	١٨	٥١	١٩٨	١ ٥٥٠
النسبة المئوية لجميع المحاصيل	٣٥	١١	١٠	٧	٧	٦	٤	٣	٢	٢	١٤	١٠٠
الولايات المتحدة وكندا	٣٧	١١	١٠	٧	٥	٧	٢	٣	٣	١	١٥	١٠٠
أوروبا ونيوزيلندا وأستراليا واليابان	٢٤	١٩	١٢	١	٤	٥	١٣	٣	١	٢	١٧	١٠٠
اقتصادات التحول	٣٧	١٠	١٦	٤	١	١	٢٠	٤	١	٠	٦	١٠٠
البلدان النامية	٤٠	٢	٤	١٣	١٦	٥	٠	٣	١	٣	١٣	١٠٠

المصدر: Pray, Courtmanche, Govindasamy, 2002.

الشكل ١

التجارب الحقلية على المحاصيل المحورة وراثيا، بحسب مجموعات البلدان

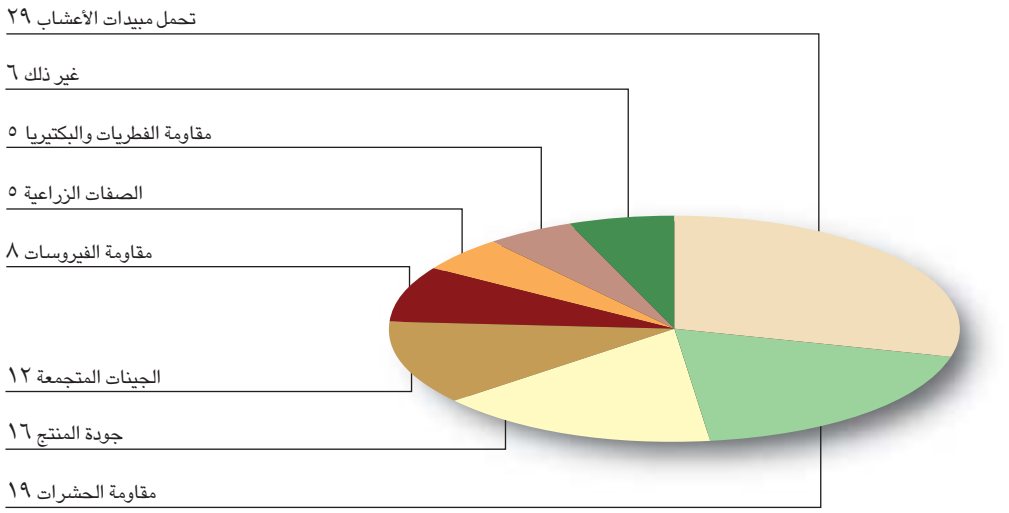


المصدر: Pray, Courtmanche, Govindasamy, 2002.

تسلط القطاع الخاص على استنباط هذه الأصناف بأن المحاصيل المهمة للفقراء وعوائق الإنتاج المهمة أمامهم موضع إهمال، لأن أسواق هذه البذور صغيرة وغير مشجعة.

فمنذ الموافقة على أول تجارب عام ١٩٨٧ بلغ مجموع التجارب على المحاصيل المحورة وراثياً أكثر من ١١ ٠٠٠ تجربة حقلية على ٨١ من هذه الأصناف (الشكل ١ والجدول ٤). ولكن ١٥ في

الشكل ٢
صفات المحاصيل المحورة وراثيا التي أجريت عليها تجارب في البلدان الصناعية، ١٩٨٧–٢٠٠٠ (في المائة)



المصدر: Pray, Courtmanche, Govindasamy, 2002.

المائة فقط من هذه التجارب جرت في البلدان النامية أو في بلدان مرحلة التحول[٢]. وهذا يدل على تصور نقص الإمكانيات التجارية في تلك الأسواق والصعوبات التي تواجهها حكوماتها في إقامة نظام للسلامة البيولوجية. وقد زاد عدد التجارب التي أُجريت في البلدان المتقدمة وفي بلدان مرحلة التحول في السنوات الأخيرة، وأبلغ ٥٨ بلداً على الأقل عن إجراء تجارب حقلية على محاصيل محورة وراثياً في عام ٢٠٠٠ (Pray, Courtmanche, Govindasamy, 2002). وأوقف عدد من البلدان التجارب الحقلية في بعض السنوات ريثما يمكن تقييم سلامتها البيولوجية.

وتُثبت بيانات التجارب الحقلية أن هناك قلقاً من أن المحاصيل والسمات ذات الأهمية للبلدان النامية ربما كانت موضع إهمال (الجدول ٤، والشكلان ٢ و٣). فمحاصيل الأغذية الأساسية كانت موضع بحوث تطبيقية حيوية قليلة جداً رغم أن التجارب الحقلية على القمح والأرز، وهما أهم محصولين غذائيين في البلدان النامية، زادت في السنوات الأخيرة ورغم إجراء تجارب على صنف كسافا محور وراثيا لأول مرة عام ٢٠٠٠. أما بقية المحاصيل الغذائية الأساسية مثل الموز والبطاطا الحلوة والعدس والترمس فقد ووفق على إجراء تجارب حقلية عليها في بلد أو أكثر من بلد.

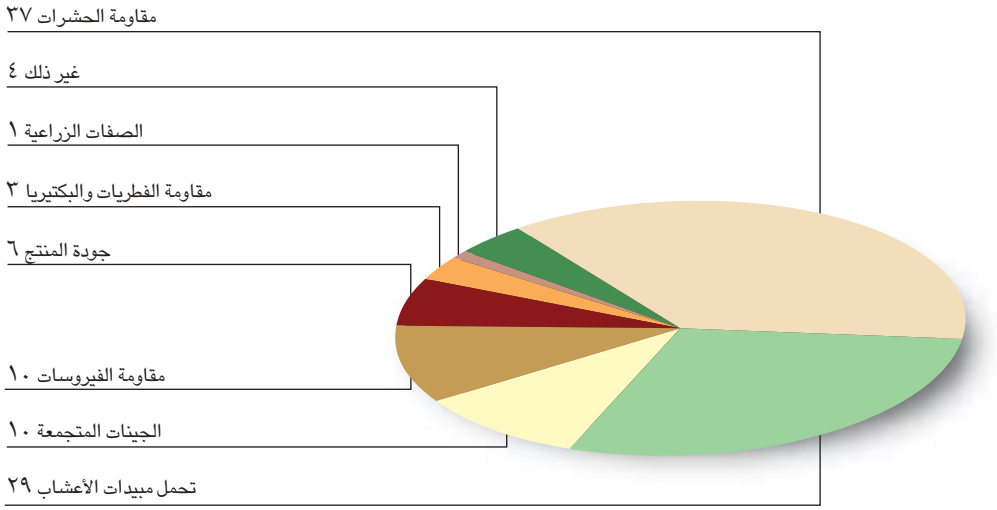
ويتركز نحو ثلثي التجارب الحقلية في البلدان الصناعية وثلاثة أرباع هذه التجارب في البلدان النامية على سمتين اثنتين: تحمل مبيدات الأعشاب ومقاومة الآفات، أو على مزيج من هاتين السمتين (الشكلان ٢ و٣). ورغم أن مقاومة الحشرات سمة مهمة في البلدان النامية فإن مقاومة مبيدات الأعشاب ربما تكون أقل أهمية في المناطق التي تكثر فيها اليد العاملة الزراعية. وعلى العكس من ذلك لم تكن السمات المحصولية ذات الأهمية الخاصة للبلدان النامية ومناطق الإنتاج الهامشية، مثل إمكانيات الغلة وتحمل الإجهاد اللاعضوي (الجفاف والتملح)، موضع تجارب حقلية إلا فيما ندر في البلدان الصناعية، بل وأقل من ذلك في البلدان النامية.

تسويق المحاصيل المحورة وراثياً

بدأ إنتاج المحاصيل المحورة وراثياً على نطاق تجاري في ١٨ بلداً على ما مجموعه ٦٧,٧ مليون هكتار عام ٢٠٠٣، بعد أن كان المجموع ٢,٨ مليون هكتار عام ١٩٩٦ (الشكل ٤). وإذا كان الانتشار بهذه النسبة أمراً يبعث على الدهشة، فإنه

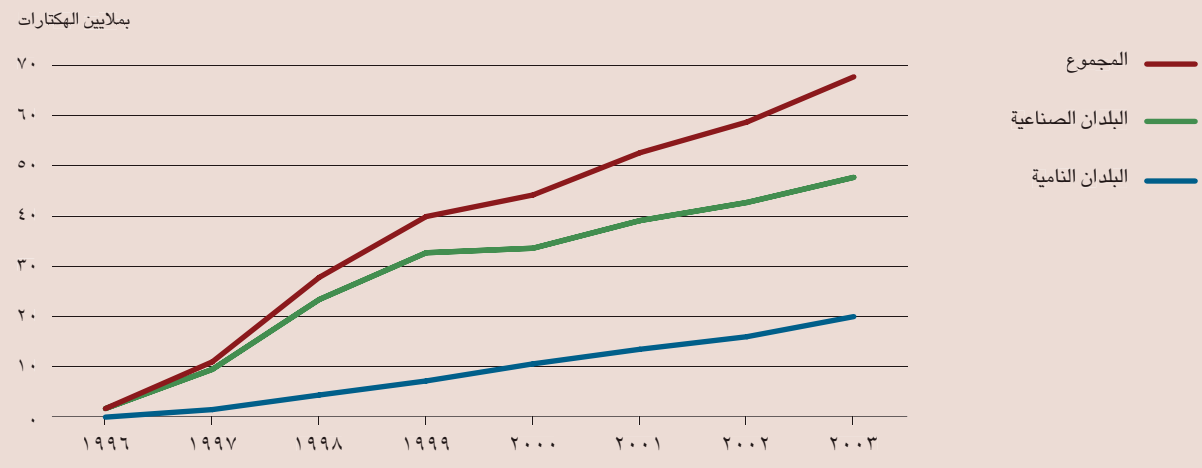
(٢) مصدر هذه البيانات يعتبر كل رقعة مخصصة للتجارب الفردية على أنها تجربة مستقلة بحيث أن نفس التجربة على المحاصيل المحورة وراثياً ربما تكون قد أجريت عدة مرات في نفس البلد.

الشكل ٣
صفات المحاصيل المحورة وراثيا التي أجريت عليها تجارب في أقل البلدان نموا، ١٩٨٧-٢٠٠٠ (في المائة)



المصدر: Pray, Courtmanche, Govindasamy, 2002.

الشكل ٤
مساحة المحاصيل المحورة وراثيا في العالم

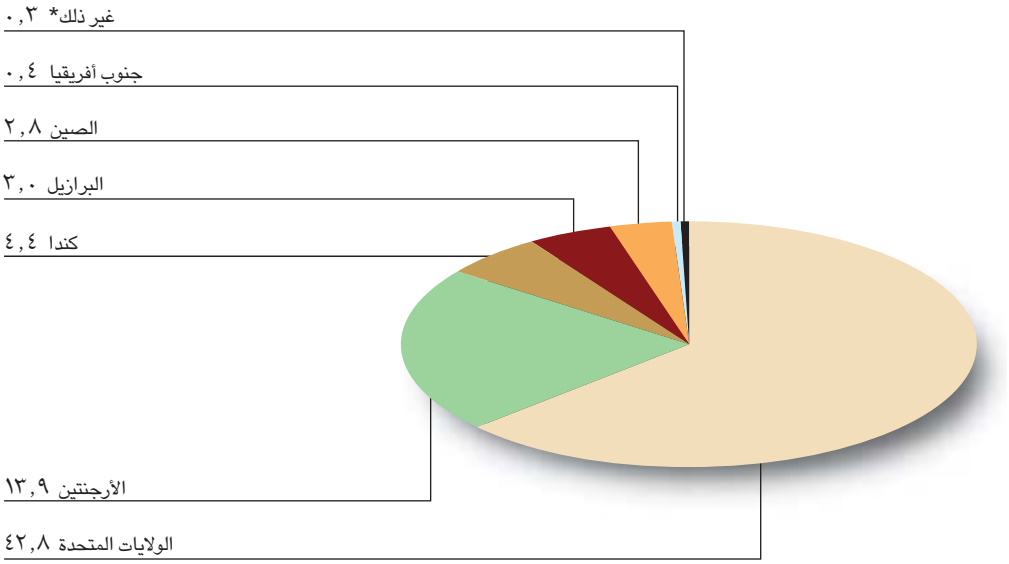


المصدر: James, 2003.

كان غير متساو على الإطلاق. فهناك ستة بلدان وحدها وأربعة محاصيل وحدها وسمتان فقط تستأثر بنسبة ٩٩ في المائة من مجموع الإنتاج العالمي من المحاصيل المحورة وراثياً (الأشكال ٥ إلى ٧) (James, 2003).

فالولايات المتحدة تزرع ثلثي المحاصيل المحورة وراثياً في العالم بأكمله. وإذا كانت المساحة المزروعة بهذه المحاصيل في الولايات المتحدة آخذة في التوسع، فإن نصيبها من مجموع المساحة العالمية المزروعة بمحاصيل

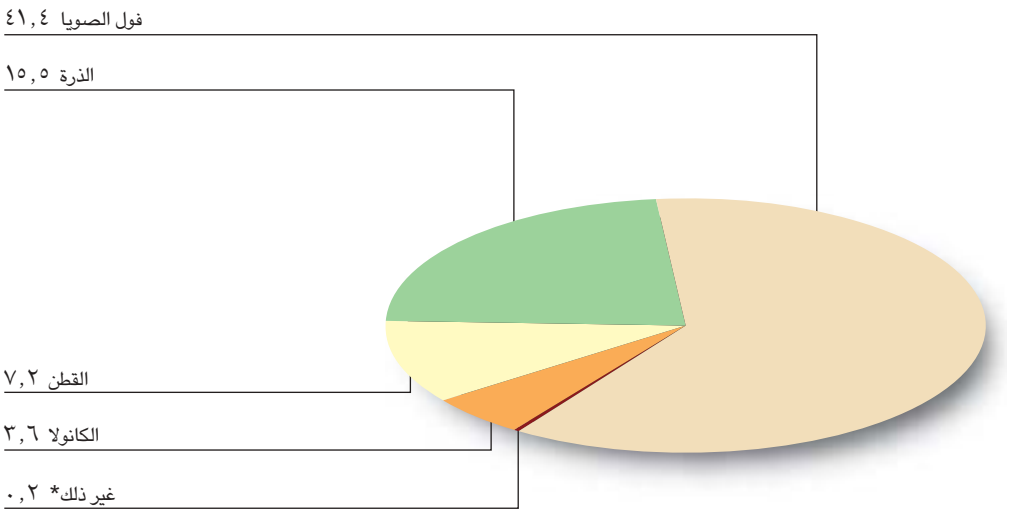
الشكل ٥
مساحة المحاصيل المحورة وراثيا في العالم عام ٢٠٠٣، بحسب البلدان
(بملايين الهكتارات)



* استراليا، بلغاريا، كولومبيا، ألمانيا، هندوراس، الهند، إندونيسيا، المكسيك، الفلبين، رومانيا، أسبانيا وأوروغواي

المصدر: James, 2003.

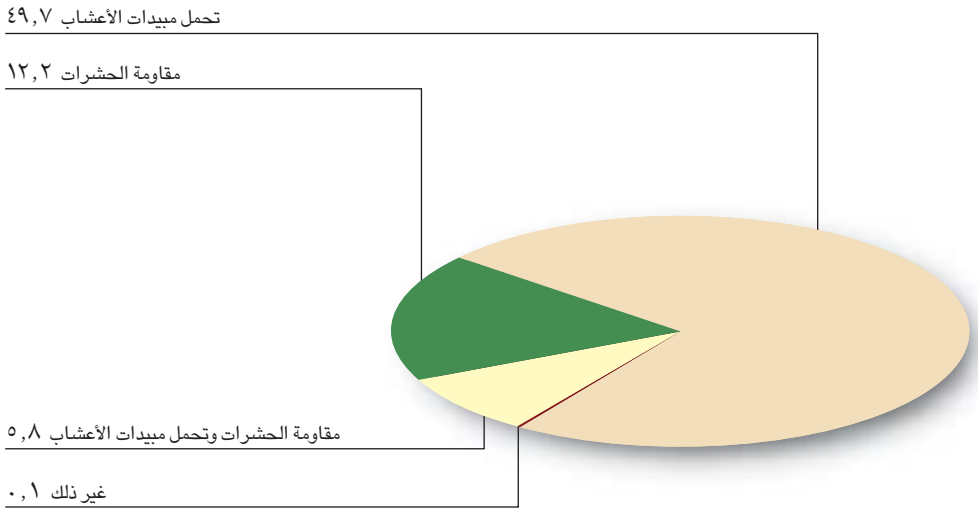
الشكل ٦
مساحة المحاصيل المحورة وراثيا في العالم عام ٢٠٠٣، بحسب المحصول
(بملايين الهكتارات)



* بما في ذلك القرع والبابايا

المصدر: James, 2003.

الشكل ٧
مساحة المحاصيل المحورة وراثيا في العالم عام ٢٠٠٣، بحسب صفاتها
(بملايين الهكتارات)



المصدر: James, 2003.

محورة وراثياً أخذ في التدهور بسرعة بسبب زيادة تلك المساحات في كل من الأرجنتين والبرازيل وكندا والصين وجنوب أفريقيا. وكانت النسبة أقل من ١ في المائة من المجموع العالمي في البلدان الاثنى عشر الأخرى التي تزرع المحاصيل المحورة وراثيا عام ٢٠٠٣.

وأكثر المحاصيل المحورة وراثياً التي تزرع في العالم هي فول الصويا والذرة والقطن والكانولا. وأهم سمات مشتركة بينها هي تحمل مبيدات الأعشاب ومقاومة الآفات. وأصبح فول الصويا الذي يتحمل مبيدات الأعشاب يشمل في الوقت الحاضر ٥٥ في المائة من مجموع مساحات الصويا العالمية، كما أن الكانولا التي تقاوم مبيدات الأعشاب أصبحت تحتل ١٦ في المائة من مجموع المساحة العالمية المزروعة بهذا المحصول. وبلغت أصناف القطن والذرة المحورة وراثيا التي تُزرع الآن على النطاق التجاري والتي تتضمن سمات مقاومة الحشرات وتحمل مبيدات الأعشاب أو السمتين معاً، نسبة ٢١ في المائة و١١ في المائة على التوالي من مجموع المساحة المزروعة بهذين المحصولين (James, 2003). أما بقية المحاصيل المحورة وراثياً المزروعة على نطاق تجاري في الوقت الحاضر فهي كميات صغيرة جداً من البابايا والقرع المقاوم للفيروسات. وليس هناك في الوقت الحاضر أي زراعة تجارية في أي مكان في العالم من محصولي الغذاء الرئيسيين، القمح والأرز.

الاستنتاجات

كان لانتقال تركيز البحوث الزراعية من القطاع العام إلى القطاع الخاص الدولي انعكاسات مهمة ظهرت في أنواع المنتوجات التي استنبطت وطرحت في الأسواق. فالمعتاد أن يركز القطاع الخاص بحوثه على المحاصيل والسمات التي لها أهمية تجارية للمزارعين في البلدان ذات الدخل العالي، حيث تكون أسواق المدخلات الزراعية أسواقاً قوية ومربحة، وأما الملكيات العامة الزراعية، بما فيها المحاصيل والسمات ذات الأهمية لمزارعي الكفاف في بيئات الإنتاج الهامشي، فليست لها أهمية كبيرة للشركات الضخمة متعددة الجنسيات. فهل سيتمكن مزارعو البلدان النامية من اقتناص المنافع الاقتصادية المتسربة من المحاصيل المحورة وراثياً التي استنبطتها وتبيعها شركات القطاع الخاص؟ وما هي أولويات البحوث التي يمكن أن تكون ذات فائدة مباشرة للفقراء؟

لقد كان من الدروس الرئيسية من الثورة الخضراء أن التقانة الزراعية يمكن نقلها على الصعيد الدولي، وخصوصاً إلى البلدان التي ليست لديها قدرة بحثية قطرية كافية في القطاع الزراعي حتى تستطيع أقلمة الأصول وفيرة الغلة المستوردة بما يتلاءم مع بيئات الإنتاج المحلي. فما هي أنواع البحوث التي تحتاج البلدان النامية إليها حتى تستفيد من ثورة الجينات؟ ونظراً لتدهور الموارد المخصصة لبحوث القطاع العام، كيف يمكن تعبئة مزيد من الموارد للبحوث من أجل الفقراء؟ وكيف يمكن تشكيل شراكة من القطاعين العام والخاص للاستفادة من نواحي القوة في كل من القطاعين؟

وعلى خلاف الأصناف وفيرة الغلة التي نشرتها الثورة الخضراء، فإن نواتج ثورة الجينات تثير قلقاً لدى الجمهور وتواجه حواجز كبيرة من التنظيم ومن الأسواق. فكيف تؤثر هذه القضايا على النقل الدولي للتقانات الجديدة؟ وما هي السياسات المطلوبة لتسهيل التبادل الدولي لتقانات التحوير الوراثي؟

لقد كانت الأصناف المحسنة التي أحدثت الثورة الخضراء توزع بالمجان باعتبارها من الملكيات العامة الدولية. لكن كثيراً من ابتكارات ثورة الجينات محمية ببراءات اختراع أو حقوق حصرية. ورغم أن حماية الملكية الفكرية على هذا النحو قد شجعت القطاع الخاص بدرجة كبيرة على الدخول إلى ميدان البحوث في البلدان المتقدمة، فإنها يمكن أن تقيّد الوصول إلى أدوات البحث أمام بقية الباحثين. فما هي آليات المؤسسات المطلوبة لتعزيز المشاركة في الملكية الفكرية على بحوث الملكيات العامة؟

وهذه الأسئلة ستكون موضع بحث في القسم التالي الذي يفحص الأدلة المتوافرة حتى الآن عن القضايا الاقتصادية (الفصل الرابع) والقضايا العلمية (الفصل الخامس) في المحاصيل المحورة وراثياً ونواحي قلق الجمهور من استخداماتها (الفصل السادس). أما القسم الأخير فسينظر في إمكانية تطويع التقانة الحيوية لمصلحة الفقراء في المستقبل.