

ملخص ٥١

الذكرى السنوي علي مرور ٢٠ عاماً علي التسويق العالمي للمحاصيل المنتجة

بالتكنولوجيا الحيوية (١٩٩٦ - ٢٠١٥)

وإلقاء الضوء علي المحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا لعام ٢٠١٥

إعداد : كلايف جيمس

مؤسس والرئيس الفخري لمجلس إدارة الهيئة الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية - ISAAA

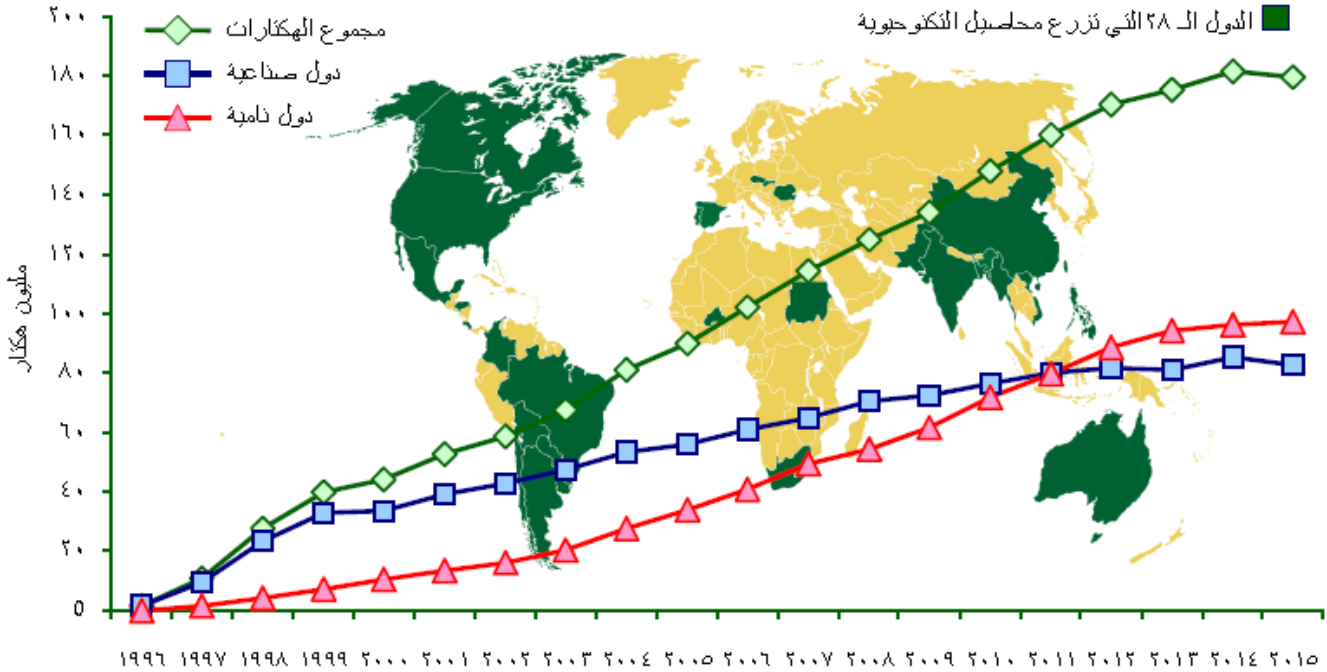
بالتعاون مع

مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر EBIC

المؤلف يهدي ملخص ٥١-٢٠١٥ الي مرشده وزمياه نورمان بولوج الحانز علي جائزة نوبل للسلام ،

مؤسس وراعي هيئة الـ ISAAA

المساحة العالمية المزروعة بالمحاصيل التكنولوجية
ملايين الهكتارات (١٩٩٦-٢٠١٥)



وصل عدد المزارعين حوالي ١,٨ مليون مزارع من ٢٨ بلداً زرع ١٧٩,٧ مليون هكتار (٤٤٤ مليون فدان) في عام ٢٠١٥، مع إنخفاض ضئيل بـ ١% أو ١,٨ مليون هكتار (٤,٤ مليون فدان) عن عام ٢٠١٤.

المصدر: كلايف جيمس، ٢٠١٥

ملاحظات المؤلف:

تم تقريب ملايين المجاميع الكلية والفرعية العالمية للهكتارات المزروعة بمحاصيل التكنولوجيا الحيوية حسابياً لأقرب مئة ألف هكتار، باستخدام علامتي < و >؛ وبالتالي يؤدي هذا في بعض الحالات إلى قيم تقريبية ضئيلة، وقد تكون هناك اختلافات طفيفة في بعض تقديرات الأرقام والمجاميع والنسبة المئوية التي لا تصل دائماً بالضبط إلى ١٠٠% بسبب التقريب. من الهام أيضاً أن نلاحظ أن الدول الواقعة في نصف الكرة الجنوبي تزرع محاصيلها في الربع الأخير من السنة الميلادية. مساحات محاصيل التكنولوجيا الحيوية المذكورة في هذا المنشور هي مساحات مزروعة وليست بالضرورة المساحة المحصودة في السنة المشار إليها. لذلك، على سبيل المثال، معلومات عام ٢٠١٥ لكل من الأرجنتين والبرازيل وأستراليا وجنوب أفريقيا وأوروغواي هي المساحة المزروعة بالهكتار عادةً في الربع الأخير من عام ٢٠١٥ والمحصودة في وقت مبكر في عام ٢٠١٦ مع بعض الدول مثل الفلبين التي لديها أكثر من موسم في السنة. وهكذا بالنسبة لدول نصف الكرة الجنوبي مثل البرازيل والأرجنتين وجنوب أفريقيا فإن التقديرات عبارة عن توقعات مستقبلية، وبالتالي فهي دائماً عرضة دائماً للتغير بسبب الطقس، والذي قد يسبب زيادة أو نقص الهكتارات الفعلية المزروعة قبل نهاية موسم الزراعة عندما ينتقل هذا الموجز للطباعة. بالنسبة للبرازيل، فقد زُرِع محصول ذرة الشتاء (سافرينا) في الأسبوع الأخير من شهر ديسمبر عام ٢٠١٥ وبصورة أكثر كثافة خلال شهري يناير وفبراير ٢٠١٦ وهو مصنف في هذا الموجز على أنه محصول عام ٢٠١٥ متسقاً مع السياسة التي تستخدم أول تاريخ زراعة لتحديد عام المحصول. لتحقيق هذه المصلحة من التماثل والاستمرارية والمقارنة، حيثما أمكن، تستخدم هيئة ISAAA نفس مصدر البيانات المنشورة سنوياً؛ على سبيل المثال، تُسَخِّدَم تقارير التكنولوجيا الحيوية للبرازيل لشهر أغسطس لشركة سيليريس؛ وبالمثل للولايات المتحدة تُسَخِّدَم تقارير مساحات المحصول الخاصة بوزارة الزراعة الأمريكية/هيئة الإحصاءات الزراعية الوطنية التي تُنشر بتاريخ ٣٠ يونيو سنوياً. هيئة ISAAA هي منظمة غير هادفة للربح تعمل برعاية مؤسسات القطاع العام والخاص. جميع تقديرات مساحة محاصيل التكنولوجيا الحيوية المذكورة في جميع منشورات هيئة ISAAA تم حسابها مرة واحدة فقط، بغض النظر عن عدد الصفات المدمجة في المحاصيل. الأهم أن جميع مساحات محاصيل التكنولوجيا الحيوية المذكورة هي للمنتجات المُعتمَدة والمزروعة رسمياً، ولا تشمل مزروعات غير رسمية من أي محاصيل معدلة وراثياً. في الوقت الذي ذهب فيه هذا الموجز للطباعة، كانت تقديرات الفوائد الاقتصادية وتقديرات الإنتاجية وحفظ الأراضي، وبيانات الكربون ومبيدات الآفات لفترة ١٩٩٦-٢٠١٤ (بروكس وبارفوت، ٢٠١٦)، وبالتالي كانت تحت تقديرات فترة ٢٠ عاماً من عام ١٩٩٦ إلى عام ٢٠١٥. تفاصيل المراجع المذكورة في الملخص التنفيذي موجودة في الموجز الكامل رقم ٥١.

ملخص تنفيذي

الذكري السنوي علي مرور ٢٠ عاماً علي التسويق العالمي للمحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية (١٩٩٦ - ٢٠١٥) والقاء الضوء علي المحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا لعام ٢٠١٥

جدول المحتويات

رقم الصفحة	المحتويات
٤	مقدمة
٤	الذكري العشريون لتسويق محاصيل التكنولوجيا الحيوية
٤	الوضع العالمي لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في عام ٢٠١٥
٥	المحاصيل المهندسة وراثيًا هي تكنولوجيا المحاصيل الأسرع اعتمادًا في العالم.
٥	التقدم المُحرز في اعتماد المحاصيل المُنتجة بالتكنولوجيا الحيوية خلال العشرين عامًا الأولين
٥	المحاصيل المهندسة وراثيًا هي تكنولوجيا المحاصيل الأسرع اعتمادًا في العالم
٨	التطورات الكبرى في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٥
٩	أعلى ٥ دول زراعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية
٩	ما يصل الى ٢٨ دولة / سنويًا زرعت محاصيل التكنولوجيا الحيوية في الفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠١٥
١٠	فيتنام زرعت محصولًا مهندسًا وراثيًا لأول مرة في عام ٢٠١٥
١٠	ثمانية كانت دول نامية كانت من ضمن أعلى عشرة دول منتجة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية حسب المساحة بالهكتار،
١٠	بنجلاديش، واحدة من أصغر وأفقر الدول في العالم، تُعد نموذجًا يحتذى في أهمية الإرادة السياسية في اعتماد محاصيل التكنولوجيا الحيوية
١١	ما يقرب من ١٨ مليون مُزارع يستفيدون من محاصيل التكنولوجيا الحيوية على مدى ٢٠ عامًا في الفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠١٥ - حوالي ٩٠% منهم كانوا من صغار المزارعين المفتقرين للموارد.
١١	للسنة الرابعة على التوالي، الدول النامية زرعت محاصيل مهندسة وراثيًا أكثر من الدول الصناعية في عام ٢٠١٥
١١	زيادة اعتماد الذرة المهندسة وراثيًا المقاومة للجفاف في الولايات المتحدة
١٢	الموافقة على مجموعة "جديدة" من محاصيل التكنولوجيا الحيوية، العديد منها محلية، في عام ٢٠١٥، والتخطيط لتسويقها في عام ٢٠١٦ وما بعده في دول أخرى غير الولايات المتحدة، والتي تناولها هذا الملخص التنفيذي سابقًا
١٢	الصفات مكثسة احتلت نسبة ٣٣% من المساحة العالمية البالغة ١٧٩,٧ مليون هكتار، صعودًا من ٢٨% في عام ٢٠١٤
١٣	أعلى خمس دول نامية زراعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في القارات الثلاث من الجنوب: البرازيل والأرجنتين في أمريكا اللاتينية والهند والصين في آسيا، وجنوب أفريقيا في قارة أفريقيا،

زرعوا ما يقرب من نصف المحاصيل المُهندَسة وراثيًا عالميًا (٤٨%) وتمثل حوالي ٤١% من سكان العالم

١٣ عشرة دول في أمريكا اللاتينية يستفيدون من محاصيل التكنولوجيا الحيوية

١٣ البرازيل، المحرك العالمي لنمو محاصيل التكنولوجيا الحيوية في المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة من حيث المساحة المنزعة

١٤ كندا خفضت مساحة زراعات الكانولا المُهندَسة وراثيًا، بينما ارتفعت مساحة الزراعة المحلية لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في استراليا بسبب الكانولا المُهندَسة وراثيًا

١٤ الهند تحافظ على مساحة زراعات القطن المُهندَس وراثيًا وتصبح المنتج رقم ١ للقطن في العالم

١٥ وضع قطن الـ Bt والباييا المقاومة للفيروس في الصين

١٦ الوضع في أفريقيا

خمس دول في الاتحاد الأوروبي زرعت ١١٦٨٧٠ هكتار من ذرة الـ Bt المُهندَسة وراثيًا. وإسبانيا كانت أكبر متبني حيث زرعت ٩٢% من إجمالي المساحة المنزعة من ذرة الـ Bt في الاتحاد الأوروبي

وضع أصناف محاصيل التكنولوجيا الحيوية المعتمدة

القيمة العالمية للبذور المُهندَسة وراثيًا وحدها كانت حوالي ١٥,٣ مليار دولار في عام ٢٠١٥

التحدي

التحدي الهائل لإطعام ٩,٧ مليار نسمة عام ٢٠٥٠

تغير المناخ: منشور البابوية ومؤتمر الأطراف رقم 21 في باريس

مساهمة محاصيل التكنولوجيا الحيوية في الأمن الغذائي والاستدامة والبيئة وتغير المناخ

تنظيم محاصيل التكنولوجيا الحيوية

التحليل التلوي العالمي يؤكد فوائد كبيرة ومتعددة

وضع الأرز الذهبي

تقنيات جديدة تربية: الدور الحاسم لاستغلال تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الجديدة المطورة والواعدة، مثل تقنية كريسبر، في تحسين المحاصيل

افاق المستقبل

تعليقات الخاتمة

النهج المستقبلي

تراث نورمان بورلوج وتأييد تكنولوجيا المحاصيل الحيوية

اقتباس نورمان بورلوج

ملخص تنفيذي

الذكري السنوي علي مرور ٢٠ عاماً علي التسويق العالمي للمحاصيل المنتجة

بالتكنولوجيا الحيوية (١٩٩٦ - ٢٠١٥)

والقاء الضوء علي المحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا لعام ٢٠١٥

إعداد : كلايف جيمس

مؤسس والرئيس الفخري لمجلس إدارة الهيئة الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية - ISAAA

بالتعاون مع

مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر EBIC

المؤلف يهدي ملخص ٥١ - ٢٠١٥ الي مرشده وزمياه نورمان بورلوج الحائز علي جائزة نوبل للسلام ، مؤسس وراعي هيئة الـ ISAAA

مقدمة :

يركز هذا الموجز على الذكرى العشرين للتسويق العالمي لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية (في الفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠١٥)، وأبرز ما يتعلق بها في عام ٢٠١٥. كرّس مؤلف الموجز، د. كلايف جيمس، هذا العمل لمعلمه وزميله الراحل الحائز على جائزة نوبل للسلام نورمان بورلوج، الذي كان راعي تأسيس هيئة ISAAA. كان بورلوج أيضاً أنبل داعية للتكنولوجيا الحيوية والمحاصيل المُهندَسة وراثياً، وساهم في إنقاذ مليار فقير من الجوع في ستينات القرن الماضي خلال الثورة الخضراء التي ابتكرها وقادها.

الذكرى العشرين لتسويق محاصيل التكنولوجيا الحيوية

يصادف عام ٢٠١٥ الذكرى العشرين (من ١٩٩٦ إلى ٢٠١٥) لتسويق محاصيل التكنولوجيا الحيوية، المعروفة أيضاً باسم المحاصيل المعدلة أو المحورة وراثياً، أما الآن في الغالب فيطلق عليها اسم "محاصيل التكنولوجيا الحيوية"، كما هو مُشار إليها في هذا الملخص. على مستوى العالم، تمت زراعة مساحة تراكمية غير مسبوقة تقدر بـ ٢ مليار هكتار من محاصيل التكنولوجيا الحيوية، أي ما يعادل ضعف مساحة اليابسة الكلية للصين (٩٥٦ مليون هكتار) أو الولايات المتحدة (٩٣٧ مليون هكتار)، بنجاح في فترة ٢٠ عاماً ١٩٩٦-٢٠١٥؛ وقُدِّرت استفادة المزارع في الفترة ١٩٩٦-٢٠١٥ بأكثر من ١٥٠ مليار دولار. تشمل ٢ مليار هكتار متراكمين يتضمنون مليار هكتار من فول الصويا المُهندَس وراثياً، و ٠,٦ مليار هكتار من الذرة المُهندَسة وراثياً و ٠,٣ مليار هكتار من القطن المُهندَس وراثياً و ٠,١ مليار هكتار من الكانولا المُهندَسة وراثياً.

أكدت تجربة التسويق خلال العشرين سنة الأولى أنه قد تم الوفاء بالوعد المبكر لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية. فقد قدمت محاصيل التكنولوجيا الحيوية منافع زراعية وبيئية واقتصادية وصحية واجتماعية كبيرة للمزارعين، وللمجتمع ككل على نحو متزايد. ويعكس الاعتماد السريع لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية التكنولوجيا خلال أول ٢٠ عاماً (١٩٩٦ إلى ٢٠١٥) الفوائد المتعددة الكبيرة التي أدركها كل من كبار وصغار

المزارعين في الدول الصناعية والدول النامية التي زرعت محاصيل التكنولوجيا الحيوية على المستوى التجاري.

الوضع العالمي لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في عام ٢٠١٥

بشكل عام، كان وضع محاصيل التكنولوجيا الحيوية في عام ٢٠١٥ متغيرًا مع عدة دول بقيادة البرازيل مع زيادة المساحة المنزرعة، والبعض الآخر بقيادة الولايات المتحدة مع تناقص المساحة المنزرعة، وتوازن الدول التي تسجل تغيرًا ضئيلاً أو معدومًا من العام للعام، والذي كان منخفضًا نسبيًا في عام ٢٠١٥ وهو متضح بالتفصيل في الجدول رقم ١ وشكل رقم ١.

التقدم المُحرز في اعتماد المحاصيل المُنتجة بالتكنولوجيا الحيوية خلال العشرين عامًا الأولين

عقب سلسلة رائعة من النمو السنوي المتوالي على مدى تسعة عشر عامًا في الفترة من عام ١٩٩٦ إلى عام ٢٠١٤، بلغت المساحة المنزرعة السنوية العالمية لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية ذروتها عند ١٨١,٥ مليون هكتار في عام ٢٠١٤، (انظر المخطط البياني على صفحة الغلاف) مقارنة بـ ١٧٩,٩ مليون هكتار في عام ٢٠١٥؛ وهذا التغير يعادل تغير هامش الربح الصافي من سنة إلى سنة والذي يقدر بسالب ١% بين عامي ٢٠١٤ و ٢٠١٥. وقد تأثرت التقلبات السنوية في المساحة المنزرعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية (بالزيادة والنقصان) بعدة عوامل. في عام ٢٠١٥، أدى أحد العوامل الرئيسية المتسببة في انخفاض المساحة المنزرعة من محاصيل التكنولوجيا الحيوية في بعض الدول إلى تقليل إجمالي المساحات المزروعة؛ على سبيل المثال، كان نصيب الذرة سالب ٤% والقطن سالب ٥%، مدفوعا بانخفاض الأسعار، مع تحول بعض المزارعين من زراعة الذرة والقطن والكانولا إلى المحاصيل التي تسهل إدارتها مثل فول الصويا المُهندَس وراثيًا وكذلك المحاصيل الأخرى الأوفر جهدًا مثل البقول ودوار الشمس والذرة البيضاء. ومن المرجح أن تنعكس انخفاضات المساحة المنزرعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية من سنة إلى سنة، والتي دفعها انخفاض الأسعار في عام ٢٠١٥، عندما تعود أسعار المحاصيل إلى مستويات أعلى في المستقبل.

المحاصيل المُهندَسة وراثيًا هي تكنولوجيا المحاصيل الأسرع اعتمادًا في العالم.

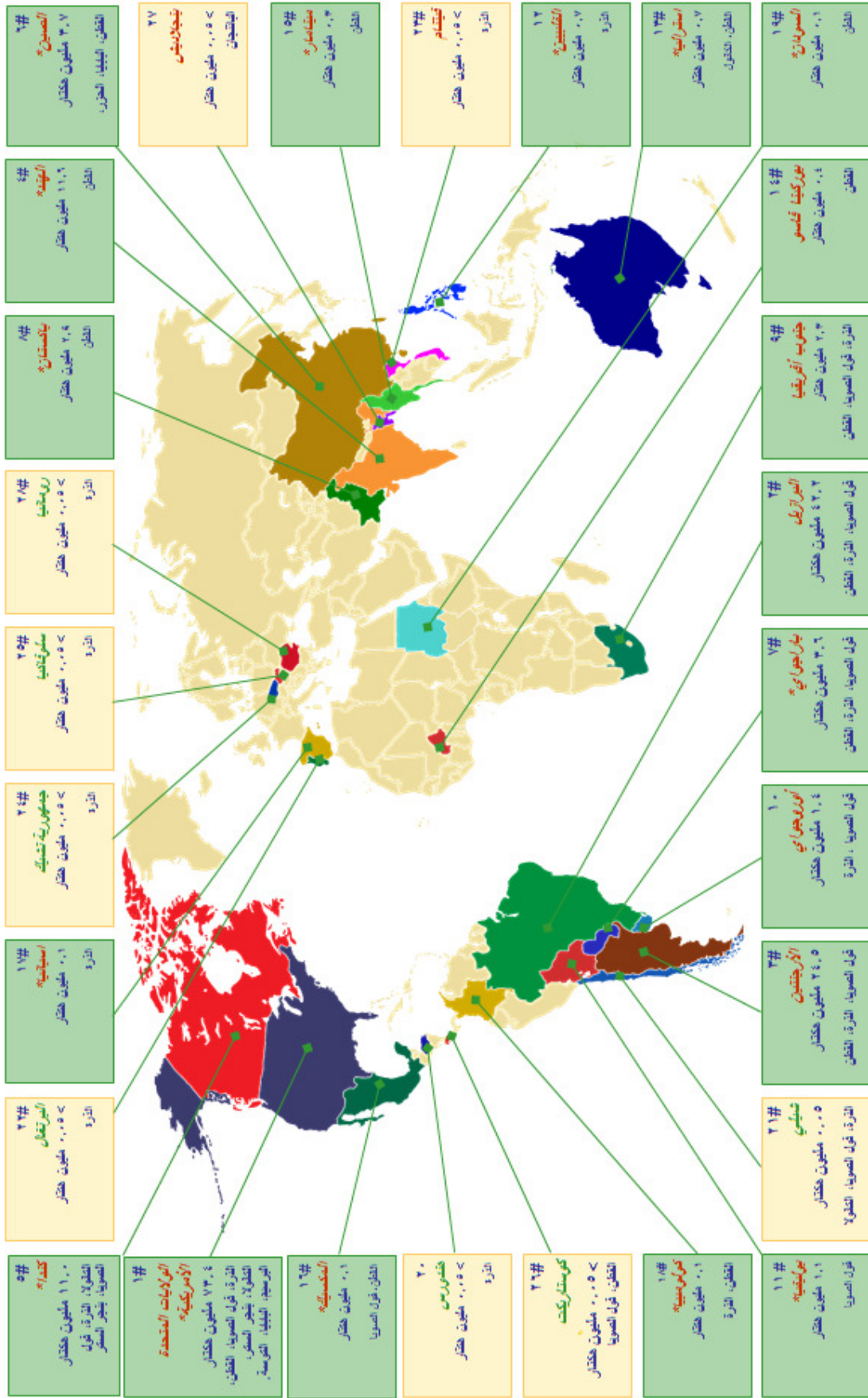
زادت المساحة المنزرعة العالمية للمحاصيل المُنتجة بالتكنولوجيا الحيوية بمقدار مئة ضعف من ١,٧ مليون هكتار في عام ١٩٩٦ إلى ١٧٩,٩ مليون هكتار في عام ٢٠١٥ بما يصل إلى ١٧~١٨ مليون مُزارع - وهذا يجعل منها تكنولوجيا المحاصيل الأسرع اعتمادًا في الأونة الأخيرة. يُعد هذا معدل اعتماد مثيرًا للإعجاب، وهو يتحدث عن نفسه من حيث استدامته ومرونته والفوائد الكبيرة التي يوصلها لكل من صغار وكبار المزارعين وكذلك المستهلكين.

جدول ١. المساحة العالمية المزروعة بمحاصيل تكنوحيوية في عام ٢٠١٥ (مليون هكتار)**

المستوي	البلد	المساحة (مليون هكتار)	محاصيل التكنوحيوية
١	الولايات المتحدة الأمريكية*	٧٠,٩	الذرة وفول الصويا والقطن والكانولا، وبنجر السكر، البرسيم، والبابايا، الكوسة والبطاطس
٢	البرازيل*	٤٤,٢	الفول الصويا والذرة والقطن
٣	الأرجنتين*	٢٤,٥	الفول الصويا والذرة والقطن
٤	الهند*	١١,٦	القطن
٥	كندا	١١,٠	الكانولا والذرة وفول الصويا وبنجر السكر
٦	الصين*	٣,٧	القطن، والبابايا والهور
٧	باراجواي*	٣,٦	فول الصويا والذرة والقطن
٨	باكستان*	٢,٩	القطن
٩	جنوب أفريقيا*	٢,٣	الذرة وفول الصويا والقطن
١٠	اورجواي*	١,٤	فول الصويا والقطن
١١	بوليفيا*	١,١	فول الصويا
١٢	الفلبين*	٠,٧	الذرة
١٣	استراليا*	٠,٧	القطن والكانولا
١٤	بوركينافاسو*	٠,٤	القطن
١٥	ميانمار*	٠,٣	القطن
١٦	المكسيك*	٠,١	القطن وفول الصويا
١٧	أسبانيا*	٠,١	الذرة
١٨	كولومبيا	٠,١	القطن والذرة
١٩	السودان	٠,١	القطن
٢٠	هندوراس	٠,١>	الذرة
٢١	شيلي	٠,١>	الذرة وفول الصويا والكانولا
٢٢	البرتغال	٠,١>	الذرة
٢٣	فيتنام	٠,١>	الذرة
٢٤	جمهورية التشيك	٠,١>	الذرة
٢٥	سلوفاكيا	٠,١>	الذرة
٢٦	كوستاريكا	٠,١>	القطن وفول الصويا
٢٧	بنجلاديش	٠,١>	الباذنجان
٢٨	رومانيا	٠,١>	الذرة
	الإجمالي	١٧٩,٧	

* ١٩ دولة عظمي تكنوحيوية تزرع ٥٠,٠٠٠ هكتار، أو أكثر من المحاصيل التكنوحيوية
** مقرب الي أقرب مائة ألف

دول محاصيل التكنولوجيا الحيوية والدول العظمى*، ٢٠١٥



* ١٩ دولة عظمى تكنولوجية نزرع ٥٠,٠٠٠ هكتار، أو أكثر من المحاصيل التكنولوجية
 المصدر: كايف جيمس، ٢٠١٥

شكل ١. الخريطة العالمية للدول التي زرعت المحاصيل التكنولوجية والدول العظمى منها في عام ٢٠١٥

التطورات الكبرى في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٥

بشكل عام، أُحرزَ تقدماً كبيراً على العديد من الجبهات في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٥ تتراوح بين: الموافقات الجديدة؛ والمحاصيل التجارية الجديدة المُهندَسة وراثياً؛ والموافقة الأولى على منتج غذائي حيواني مُهندَس وراثياً للاستهلاك البشري؛ والاستخدام الواسع لتقنية تعديل الجينوم المتقدمة الجديدة والقوية "تقنية كريسبر"؛ وتحقيق بعض النجاح في وسم الأغذية.

بالنسبة لمنتجات المحاصيل المُهندَسة وراثياً، أُنتِجَ الجيل الأول من بطاطس إنيت™ المحسنة بصفات متعددة والمطورة بواسطة شركة سيمبلوت لأول مرة للعرض التجاري على مساحة ١٦٠ هكتار في عام ٢٠١٥؛ وتمت الموافقة على النسخة المحسنة، إنيت™ ٢ في عام ٢٠١٥، وأضافت مقاومة ضد المرض الفطري "اللفحة المتأخرة في البطاطس" مسبب المجاعة الأيرلندية عام ١٨٤٥، عندما توفي مليون شخص من الجوع. ومن اللافت للنظر أنه لا يزال المرض الأكثر أهمية الذي يصيب البطاطس بعد ١٥٠ سنة من المجاعة، مع خسائر عالمية سنوية تقدر بـ ٧,٥ مليار دولار. محصول آخر كان الأول عالمياً من حيث الإنتاج على المستوى التجاري لمحصول معدل جينومياً وغير مُهندَس وراثياً وهو صنف الكانولا إس يو™، المطور بواسطة شركة سييوس وقد زُرِعَ على مساحة ٤ آلاف هكتار. تمت الموافقة على زراعة صنفين من تفاح أركتيك® الأقل اسمراراً وتعطّباً في الولايات المتحدة وكندا، مع ستة هكتارات زُرِعَت في الولايات المتحدة وحدها في عام ٢٠١٥، ومن المقرر أن يتم أول وصول للمستهلكين في العام المقبل. الشركة التي طورت تفاح أركتيك® "أوكاناجان سيبشيانتي فروتس" من كندا، تطبق نفس التكنولوجيا على الفواكه الأخرى القابلة للتلف بما في ذلك الخوخ والكمثرى والكرز. وقد تمت حيازة شركة أوكاناجان سيبشيانتي فروتس من قِبَل شركة إنتريكسون، وهي شركة بيولوجيا اصطناعية في الولايات المتحدة، في عام ٢٠١٥. ووفق بالفعل على صنف البرسيم منخفض اللجنين KK179 (هارفكسترا™) سهل الهضم وعالي الغلة (البرسيم هو المحصول العلفي الأول في العالم) في نوفمبر ٢٠١٤، وهو مرشح للطرح التجاري في الولايات المتحدة عام ٢٠١٦. أما صنف ذرة دراوت-جارد™ المُهندَس وراثياً والمقاوم للجفاف، والذي زُرِعَ لأول مرة في الولايات المتحدة عام ٢٠١٣، فقد بلغت مساحته المنزرعة أكثر من ١٥ ضعف من ٥٠ ألف هكتار في عام ٢٠١٣ إلى ٢٧٥ ألف هكتار في عام ٢٠١٤ و ٨١٠ ألف هكتار في عام ٢٠١٥ مما يعكس نسبة القبول العالية لدى المزارع. في ديسمبر ٢٠١٥، وافقت شركة داو وشركة دوبونت على الاتحاد لتكوين مؤسسة دوو-دوبونت، بهدف تقسيم الشركة الجديدة إلى ثلاث شركات مع التركيز على الزراعة والمواد والمنتجات المتخصصة.

أما فيما يتعلق بالحيوانات المُهندَسة وراثياً، فيعد ٢٠ عاماً من المراجعة، في قرار تاريخي في نوفمبر ٢٠١٥، وافقت إدارة الاغذية والأدوية على أول حيوان مُهندَس وراثياً للاستهلاك البشري وإنتاج الغذاء التجاري - وهو سمك السلمون سريع النمو المُهندَس وراثياً، والذي من المتوقع أن يدخل السلسلة الغذائية في الولايات المتحدة قبل عام ٢٠١٨؛ عادة ما يستغرق السلمون الأطلسي ثلاث سنوات لموسم الحصاد في المزارع السمكية، مقارنةً بـ ١٨ شهراً فقط أو نصف الوقت لسمك السلمون المُهندَس وراثياً. طُوِّرَ السلمون المُهندَس وراثياً "أكوادفانتيج" بواسطة شركة أكوا-باونتي تكنولوجيز، والتي امتلكتها شركة إنتريكسون الأمريكية عام ٢٠١٥. ووافقت إدارة الاغذية والأدوية على دجاج جديد مُهندَس وراثياً سيُستخدَم بيضه لعلاج مرض بشري نادر ولكن قاتل يسمى نقص لايبز حمض الجُسِيم الحالّ.

تم اختيار تقنية كريسبر لتعديل الجينوم، الحائزة على جوائز، من قِبَل مجلة ساينس باعتبارها الطفرة التكنولوجية في عام ٢٠١٥. يجري استخدام تلك التقنية في العديد من المختبرات لتطوير وتحسين المحاصيل والحيوانات. على سبيل المثال، يجري بالفعل تقييم فول الصويا والذرة المحسنين في الصوب النباتية، ويخضعون للتنظيم والموافقة ويمكن تسويقهم في وقت مبكر من خمس سنوات من الآن. ويجري تطوير خنازير مقاومة لمرض فيروس قاتل يكلف صناعة لحوم الخنازير الأمريكية ٦٠٠ مليون دولار في السنة.

وفيما يخص وسم المنتجات، مع اعتبار ما بُذِلَ من جهدًا مكلفًا وهائلًا من قِبَل كل من مؤيدي ومعارض المحاصيل المهندسة وراثيًا، مع اختلاط النتائج، إلا أنه قد تحقق نجاحًا كبيرًا بواسطة المؤيدين في عام ٢٠١٥. وقد فشلت الاقتراحات التي تطلب الوسم على مستوى الدولة في ولايتي أوريغون وكولورادو في عام ٢٠١٤ وفشلت مثلها اقتراحات عام ٢٠١٥ في ولاية كاليفورنيا وواشنطن. ولعل الأهم من ذلك إقرار مشروع قانون في مجلس النواب في يوليو ٢٠١٥ من شأنه استباق أولوية القوانين الدولية والمحلية المتعلقة بالشؤون غير المهندسة وراثيًا؛ ومن المقرر عرض مشروع قانون مماثل لجلسة استماع قريبة في مجلس الشيوخ. في نوفمبر عام ٢٠١٥، رفضت إدارة الأغذية والأدوية "التماس مواطن" يطلب الوسم الإلزامي للمنتجات المهندسة وراثيًا. وأخيرًا، بعد أن أعلنت شركة شيبوتل للمواد الغذائية أنها ستتخلص من المنتجات المهندسة وراثيًا من قائمتها وستركز فقط على منتجات الخضروات غير المهندسة وراثيًا ذات المصادر المحلية، تعيد الشركة الآن تمركز موردها النباتي بعد ادعاء حوالي ٣٠٠ شخص في الولايات المتحدة إصابتهم بالمرض بعد تناول خضروات شيبوتل غير المهندسة وراثيًا ذات المصدر المحلي.

أعلى ٥ دول زراعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية

لا تزال الولايات المتحدة هي الدولة الرائدة بمقدار ٧٠,٩ مليون هكتار (٣٩% من المقدار العالمي) مع اعتماد أكثر من ٩٠% للمحاصيل الرئيسية وهي: الذرة (نسبة اعتماد ٩٢%)، وفول الصويا (٩٤%)، والقطن (٩٤%).

البرازيل، ثاني أكبر دولة زراعة عالميًا بمقدار ٤٤,٢ مليون هكتار (وصلت إلى ٢٥% من المقدار العالمي لأول مرة في عام ٢٠١٥)، وهي بذلك تستأنف دورها الهام كمحرك لنمو محاصيل التكنولوجيا الحيوية على الصعيد العالمي بزيادة تقدر بـ ٢ مليون هكتار في عام ٢٠١٥ عن عام ٢٠١٤؛ وهذا يقارن بسالب ٢,٢ مليون هكتار للولايات المتحدة. ويرجع هذا النقص في الولايات المتحدة في الأساس إلى الانخفاض المؤقت في إجمالي زراعات الذرة والقطن والكانولا والتي من المتوقع أن تتحسن عند تعزيز أسعار تلك المحاصيل وزيادة إجمالي المساحة المنزرعة. وحدير بالذكر أن البرازيل زرعت فول الصويا المهندس بالصفات المكدسة (مقاومة مبيدات الأعشاب ومقاومة الحشرات) على مساحة ١١,٩ مليون هكتار (صعودًا من ٥,٢ في عام ٢٠١٤) في عامها الثالث بعد الإطلاق. واحتفظت الأرجنتين بالمركز الثالث بـ ٢٤,٥ مليون هكتار، وهذا ارتفاعًا طفيفًا من ٢٤,٣ مليون هكتار في عام ٢٠١٤. واحتلت الهند المركز الرابع بمقدار ١١,٦ مليون هكتار من قطن الـ Bt المهندس وراثيًا (وهو نفس مقدار عام ٢٠١٤)، ومعدل اعتماد مرن بنسبة ٩٥%. وكانت كندا في المركز الخامس بـ ١١ مليون هكتار، بإجمالي نمو أقل للكانولا قدره ٠,٤ مليون هكتار في عام ٢٠١٥، ولكن مع استمرار معدل اعتماد التكنولوجيا الحيوية المرتفع بنسبة

٩٢% . في عام ٢٠١٥، زرعت كل دولة من الدول الخمس أكثر من ١٠ مليون هكتار، مهيين بذلك أساساً واسعاً وامتياً لنمو مستقبلي مستدام.

ما يصل الى ٢٨ دولة سنوياً زرعت محاصيل التكنولوجيا الحيوية في الفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠١٥. فيتنام زرعت محصولاً مُهندَساً وراثياً لأول مرة في عام ٢٠١٥.

زرَع عالمياً ما مجموعه ١٧-١٨ مليون مزارع، ٩٠% منهم تقريباً كانوا من صغار المزارعين، محاصيل التكنولوجيا الحيوية في ٢٨ دولة في عام ٢٠١٥ (جدول ١ وشكل ١)، عشرون من الدول المذكورة كانت نامية وثمانية فقط كانت دول صناعية. وتتضمن الدول الثمانية والعشرون فيتنام التي أنتجت الذرة المُهندَسة وراثياً بالصفات المكدسة على المستوى التجاري في عام ٢٠١٥ للمرة الأولى. كوبا، التي زرعت الذرة المُهندَسة وراثياً في آخر عامين ستستأنف زراعتها في غضون عامين عندما تكون أصنافهم من الذرة الهجينة المحسنة جاهزة للنشر.

ثمانية كانت دول نامية كانت من ضمن أعلى عشرة دول منتجة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية حسب المساحة بالهكتار.

زرعت كل دولة من أعلى عشرة دول، ثمانية منهم كانت دول نامية، أكثر من مليون هكتار واضعين بذلك أساساً عالمياً واسع النطاق من أجل النمو المستمر والمتنوع في المستقبل. وأكثر من نصف سكان العالم، حوالي ٦٠% أو ٤ مليار شخص، يعيشون في الدول الثمانية والعشرين الزراعة للمحاصيل المُهندَسة وراثياً في عام ٢٠١٥.

بنجلاديش، واحدة من أصغر وأفقر الدول في العالم، تُعد نموذجاً يحتذى في أهمية الإرادة السياسية في اعتماد محاصيل التكنولوجيا الحيوية.

ضاعفت بنجلاديش، وهي دولة فقيرة صغيرة بها ١٥٠ مليون نسمة، المساحة المنزرعة التجارية من باذنجان الـ Bt الثمين؛ وقد تم هذا بواسطة ٢٥٠ مزارع من صغار المزارعين على مساحة ٢٥ هكتار في عام ٢٠١٥ مقارنة بـ ١٢٠ مزارع على مساحة ١٢ هكتار في عام ٢٠١٤. الأهم من ذلك أنه يجري الآن مضاعفة حجم البذور لتلبية الاحتياجات المتزايدة لكم هائل من المزارعين في عام ٢٠١٦. وقد دفع نجاح باذنجان الـ Bt بنجلاديش إلى إعطاء الأولوية للاختبار الحقل ل صنف بطاطس جديد مقاوم لمرض اللفحة المتأخرة (وهو محصول هام يحتل تقريباً نصف مليون هكتار في بنجلاديش) والذي قد تتم الموافقة عليه عام ٢٠١٧. البطاطس هي رابع أهم غذاء رئيسي على المستوى العالمي وقد تساهم في تحقيق الأمن الغذائي في دول مثل الصين (٦ مليون هكتار من البطاطس)، والهند (٢ مليون) والاتحاد الأوروبي (حوالي ٢ مليون). ونظراً لأهمية صناعة القطن/النسيج الكبيرة في بنجلاديش، يجري تقييم قطن الـ Bt في التجارب الحقلية وكذلك الأرز الذهبي الذي قد يعالج حالات نقص فيتامين أ المتفشية في البلاد. هذا العمل الفذ، الذي يتمثل في تعزيز محاصيل التكنولوجيا الحيوية المحلية من خلال شراكات القطاع العام والخاص، فعلاً للغاية ولكن لم يكن من الممكن تحقيقه دون الدعم الحكومي القوي والإرادة السياسية، وخاصة من قِبَل وزير الزراعة السيد المحترم ماتيا تشودري - إن تجربة بنجلاديش مثلاً يحتذى به للدول الفقيرة الصغيرة.

ما يقرب من ١٨ مليون مُزارع يستفيدون من محاصيل التكنولوجيا الحيوية على مدى ٢٠ عامًا في الفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠١٥ - حوالي ٩٠% منهم كانوا من صغار المزارعين المبتكرين للموارد.

في الفترة من عام ١٩٩٦ إلى عام ٢٠١٥، زرع ما يقرب من ١٨ مليون مُزارع محاصيل التكنولوجيا الحيوية سنويًا - وكان من اللافت للنظر أن حوالي ٩٠%، أو ١٦,٥ مليون فرد، منهم من صغار المزارعين الفقراء الذين يتجنبون المخاطرة في الدول النامية. وتوضح أحدث البيانات الاقتصادية المتاحة للفترة ١٩٩٦-٢٠١٤ أن المزارعين في الصين جنوا ١٧,٥ مليار دولار وفي الهند ١٨,٣ مليار دولار. بالإضافة إلى المكاسب الاقتصادية، استفاد المزارعون بشكل كبير من انخفاض عدد تطبيقات مبيدات الحشرات بنسبة ٥٠% على الأقل، وبالتالي انخفاض تعرض المزارع للمبيدات الحشرية، والأهم أنها ساهمت في بناء بيئة أكثر استدامة وجودة حياة أفضل.

للسنة الرابعة على التوالي، الدول النامية زرعت محاصيل مُهندَسة وراثيًا أكثر من الدول الصناعية في عام ٢٠١٥.

في عام ٢٠١٥، زرع مزارعو آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية ما مجموعه ٩٧,١ مليون هكتار أو ٥٤% من مساحة زراعات التكنولوجيا الحيوية العالمية البالغة ١٧٩,٧ مليون هكتار (مقابل ٥٣% في عام ٢٠١٤) مقارنة بالدول الصناعية التي زرعت ٨٢,٦ مليون هكتار أو ٤٦% (مقابل ٤٧% في عام ٢٠١٤)، أي ما يعادل وجود فجوة قدرها ١٤,٥ مليون هكتار لصالح الدول النامية. وقد تعارضت نسبة المساحة المنزرعة الأكبر في الدول النامية مع تنبؤ النقاد الذين أعلنوا في وقت سابق لأوانه، قبل تسويق التكنولوجيا في عام ١٩٩٦، أن محاصيل التكنولوجيا الحيوية كانت فقط للدول الصناعية ولن تقبل أو تُعتمد أبدًا من قِبَل الدول النامية، على وجه الخصوص صغار المزارعين الفقراء.

خلال الفترة ١٩٩٦-٢٠١٤، بلغ إجمالي الفوائد الاقتصادية المتراكمة ١٥٠ مليار دولار: الدول الصناعية ٧٤,١ مليار دولار مقارنة بـ ٧٦,٢ مليار دولار ناتجة من الدول النامية. في عام ٢٠١٤، حظيت الدول النامية بنسبة ربح ٤٦,٥% أي ما يعادل ٨,٣ مليار دولار من مجموع ١٧,٨ مليار دولار، وكان نصيب الدول الصناعية ٩,٥ مليار دولار (بروكس وبارفوت، ٢٠١٦).

زيادة اعتماد الذرة المُهندَسة وراثيًا المقاومة للجفاف في الولايات المتحدة

زُرعت الذرة المُهندَسة وراثيًا المقاومة للجفاف "دراوت-جارد™" لأول مرة في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٣، وزادت أكثر من ١٥ ضعف من ٥٠ ألف هكتار في عام ٢٠١٣ إلى ٢٧٥ ألف هكتار في عام ٢٠١٤ و ٨١٠ ألف هكتار في عام ٢٠١٥، مما يعكس القبول العالي لدى المزارعين بمعدل ٣ أضعاف من العام إلى العام بين عامي ٢٠١٤ و ٢٠١٥. وقد تبرعت شركة مونسانتو بنفس الصنف، MON 87460، لشراكة القطاع العام والخاص، وهدَف مشروع "الذرة الموفرة للمياه لأفريقيا (WEMA)" إلى تقديم ذرة مهندسة وراثيًا مقاومة للجفاف لدول محددة في أفريقيا بحلول عام ٢٠١٧. ويُعدّ تحمل الجفاف من خلال الهندسة الوراثية هدفًا هامًا للغاية نظرًا إلى أنه من المرجح أن يصبح الجفاف أكثر حدة وأكثر تواترًا، حيث يؤثر تغير المناخ على إنتاجية المحاصيل والزراعة والمجتمع. وقد وُزعت الذرة التقليدية المقاومة للجفاف على نحو

ملحوظ في جنوب أفريقيا في عام ٢٠١٤ ومن المؤمل أن يبسر هذا قبول الذرة المُهندَسة وراثيًا المقاومة للجفاف "دراوت-جاردر™ (MON 87460)" والتي تمت الموافقة على تسويقها في يونيو ٢٠١٥، ويُتَوَقَّع أن تكون متاحة للمزارعين في عام ٢٠١٧.

الموافقة على مجموعة "جديدة" من محاصيل التكنولوجيا الحيوية، العديد منها محلية، في عام ٢٠١٥، والتخطيط لتسويقها في عام ٢٠١٦ وما بعده في دول أخرى غير الولايات المتحدة، والتي تناولها هذا الملخص التنفيذي سابقًا.

في الأرجنتين، تمت الموافقة على اثنين من المنتجات المحلية - فول الصويا المقاوم للجفاف والبطاطس المقاومة للفيروس. وفي البرازيل، تم الحصول على الموافقة لزراعة كافور محلي ذو إنتاجية إضافية بنسبة ٢٠%، والمُطَوَّر بواسطة شركة فيوتشرا-جين/سوزانو، بالإضافة إلى تسويق منتجين محليين في عام ٢٠١٦ - الفاصوليا المقاومة للفيروس وفول صويا جديد مقاوم لمبيدات الأعشاب. وفي ميانمار، تم تسويق صنف جديد من قطن الـ Bt يحمل اسم "Ngwe-chi-9" في عام ٢٠١٥. وفي كندا، كانت الموافقة على التفاح عالي الجودة المضاد للاسمرار. ويلاحظ التحول الهام نحو مزيدًا من المحاصيل الغذائية - وتشمل المحاصيل الغذائية الحالية المُهندَسة وراثيًا الذرة البيضاء في جنوب أفريقيا؛ وبنجر السكر والذرة الحلوة في الولايات المتحدة وكندا؛ والبابايا والقرع والبطاطس والتفاح في الولايات المتحدة؛ والبابايا في الصين؛ وبادنجان الـ Bt في بنجلاديش.

الصفات مكدسة احتلت نسبة ٣٣% من المساحة العالمية البالغة ١٧٩,٧ مليون هكتار، صعودًا من ٢٨% في عام ٢٠١٤.

يُقَصِّل المزارعون الصفات المكدسة في جميع الدول ولجميع المحاصيل. وقد زادت الصفات مكدسة من ٥١,٤ مليون هكتار في عام ٢٠١٤ إلى ٥٨,٥ مليون هكتار في عام ٢٠١٥ - بزيادة قدرها ١,١ مليون هكتار أي ما يعادل زيادة بنسبة ١٤%. ويرجع هذا التحول الجوهري إلى الصفات المكدسة بحد كبير إلى زيادة فول الصويا المُهندَسة وراثيًا بمساحة ١٢,٩ مليون هكتار تمت زرعهم بصفة أساسية في البرازيل، وبحد أقل من قِبل جيرانها، الأرجنتين وباراجواي وأوروغواي. واصلت الصفات مكدسة كونها سمة هامة ومتزايدة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية - وقد زرعت ١٤ دولة المحاصيل المُهندَسة وراثيًا بصفتين أو أكثر في عام ٢٠١٥، منها ١١ دولة نامية. وزرعت فيتنام الذرة المُهندَسة وراثيًا بالصفات المكدسة كأول محصول مُهندَسة وراثيًا في عام ٢٠١٥.

أعلى خمس دول نامية زراعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في القارات الثلاث من الجنوب: البرازيل والأرجنتين في أمريكا اللاتينية والهند والصين في آسيا، وجنوب أفريقيا في قارة أفريقيا، زرعوها ما يقرب من نصف المحاصيل المُهندَسة وراثيًا عالميًا (٤٨%) وتمثل حوالي ٤١% من سكان العالم.

الدول النامية الخمس الرائدة في زراعة محاصيل التكنولوجيا الحيوية في القارات الثلاث من الجنوب هي الهند والصين في آسيا والبرازيل والأرجنتين في أمريكا اللاتينية، وجنوب أفريقيا في قارة أفريقيا. زرعت تلك الدول بشكل إجمالي ما مجموعه ٨٦,٦ مليون هكتار (٤٨% من النسبة العالمية) ويمثلون معًا

حوالي ٤١% من عدد سكان العالم البالغ ٧,٣ مليار نسمة، والذي قد يصل إلى ١١ مليار نسمة أو أكثر بحلول القرن في عام ٢٠١٠. اللافت للنظر أن عدد السكان في أفريقيا وحدها يمكن أن يتضاعف من حوالي ١,٢ مليار اليوم (تقريباً ١٦% من المجموع العالمي) إلى زيادة محتملة تقدر بـ ٤,٤ مليار (تقريباً ٣٩% من المجموع العالمي) بحلول نهاية هذا القرن في عام ٢٠١٠. وعلى أساس المساحة المنزرعة، من بين الدول الثمانية والعشرين الزراعة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في عام ٢٠١٥، كانت نسبة ٨٧% من المساحة المنزرعة في الأمريكتين، و١١% في آسيا، و٢% في أفريقيا، وأقل من ١% في أوروبا.

عشرة دول في أمريكا اللاتينية يستفيدون من محاصيل التكنولوجيا الحيوية.

هناك الآن ١٠ دول في أمريكا اللاتينية تستفيد من الاعتماد الواسع لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية على نحو ملحوظ. تلك الدول حسب الترتيب التنازلي للمساحة المنزرعة هي: البرازيل والأرجنتين وباراجواي وأوروغواي وبوليفيا والمكسيك وكولومبيا وهندوراس وشيلي وكوستاريكا، وأضف إليهم كوبا التي تخطط لاستئناف الزراعة في غضون عامين لحين توافر أصنافهم المحلية من الذرة الهجينة.

البرازيل، المحرك العالمي لنمو محاصيل التكنولوجيا الحيوية في المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة من حيث المساحة المنزرعة.

في عام ٢٠١٥، صُنِّقَت البرازيل في المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة الأمريكية من حيث المساحة المنزرعة من محاصيل التكنولوجيا الحيوية عالمياً بـ ٤٤,٢ مليون هكتار (صعوداً من ٤٢,٢ مليون في عام ٢٠١٤)؛ وكانت الزيادة في عام ٢٠١٥ قدرها ٢ مليون هكتار أي ما يعادل نسبة نمو ٥%. على مدى السنوات الست الماضية، كانت البرازيل محرك النمو العالمي. في عام ٢٠١٥، زرعت البرازيل ٢٥% (زيادة ٢% عما كانت عليه في ٢٠١٤) من المساحة المنزرعة العالمية البالغة ١٧٩,٧ مليون هكتار. ويُتَوَقَّع على المدى الطويل أن تسد البرازيل الفجوة مع الولايات المتحدة التي تتمتع بنظام موافقة فعال قائم على العلم يسهل الاعتماد السريع. في عام ٢٠١٥، زرعت البرازيل للسنة الثالثة على المستوى التجاري فول الصويا المَهْنَدَس بالصفات المكدسة لمقاومة الحشرات ومبيدات الحشائش على مساحة ١١,٩ مليون هكتار، وهذا يمثل صعوداً ضخماً (زيادة قدرها خمسة أضعاف) من ٢,٣ مليون هكتار في عام ٢٠١٣ و ٥,٢ مليون هكتار في عام ٢٠١٤. وأيضاً في البرازيل، حصلت شركة فيوتشرا-جين/سوزانو على موافقة زراعة الكافور المحلي المَهْنَدَس وراثياً ذو الإنتاجية الإضافية بنسبة ٢٠%، بالإضافة إلى تسويق اثنين من منتجات المحاصيل المحلية في عام ٢٠١٦ - الفاصوليا المقاومة للفيروس و صنف فول صويا جديد مقاوم لمبيدات الأعشاب.

كندا خفضت مساحة زراعات الكانولا المَهْنَدَسَة وراثياً، بينما ارتفعت مساحة الزراعة المحلية لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية في استراليا بسبب الكانولا المَهْنَدَسَة وراثياً.

احتفظت كندا بمركزها الخامس في التصنيف العالمي لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية بمساحة ١١ مليون هكتار مقارنةً بـ ١١,٦ مليون هكتار في عام ٢٠١٤ - بانخفاض قدره ٥% تقريباً، ويرجع ذلك بشكل كبير إلى انخفاض المساحة المنزرعة من إجمالي الكانولا ونتيجة انخفاض اسعار زيت الكانولا. ويُتَوَقَّع أن ينعكس الانخفاض الذي حدث في مساحة الكانولا المنزرعة في عام ٢٠١٥ عندما ترتفع أسعار الكانولا

وتصبح أكثر قدرة على منافسة المحاصيل الأخرى. هذا وقد زرعت أستراليا ٦٥٨ ألف هكتار من محاصيل التكنولوجيا الحيوية في عام ٢٠١٥ مقارنة بـ ٥٤٢ ألف هكتار في عام ٢٠١٤، أي زيادة قدرها ٢١%. هذا يضم ٢١٤ ألف هكتار من القطن، أي زيادة قدرها ٧% من ٢ مليون هكتار في عام ٢٠١٤؛ و ٤٤٤ ألف هكتار من الكانولا المهندسة وراثيًا، أي زيادة قدرها ٣٠% من ٢٤٢ ألف هكتار في عام ٢٠١٤. وقد اتضح بقاء اعتماد القطن المهندس وراثيًا بنسبة ١٠٠% تقريبًا من جميع القطن المزروع في أستراليا ونحو ٩٩% منه تَصَمَّنَ صفات مكدسة (مقاومة الحشرات ومبيدات الحشائش). تقدم أستراليا قيادة عالمية في نشر القطن المهندس وراثيًا، وقد خضع صنف بولجارد ٣® المقاوم للحشرات بالفعل للاختبار الحقل في عام ٢٠١٥ على حوالي مساحة ٣٠ ألف هكتار.

الهند تحافظ على مساحة زراعات القطن المهندس وراثيًا وتصبح المنتج رقم ١ للقطن في العالم.

في تطور تاريخي، أصبحت الهند المنتج رقم ١ للقطن في العالم، مع الكثير من النجاح الذي يعزى إلى قطن الـ Bt. وظلت الهند أكبر دولة منتجة للقطن المهندس وراثيًا في العالم بـ ١١,٦ مليون هكتار تمت زراعتهم بواسطة ٧,٧ مليون من صغار المزارعين بمعدل اعتماد ٩٥%، على غرار عام ٢٠١٤. وقد أشارت إحصاءات بروكس وبارفوت الأخيرة أن الهند عززت دخل المزرعة من قطن الـ Bt بمقدار ١٨,٣ مليار دولار في فترة اثني عشر عامًا ٢٠١٤-٢٠٠٢ و ١,٦ مليار دولار في عام ٢٠١٤ وحده.

وضع قطن الـ Bt والبايا المقاومة للفيروس في الصين

في عام ٢٠١٥، زرعت الصين بنجاح نحو ٣,٧ مليون هكتار من القطن المهندس وراثيًا بمعدل اعتماد ٩٦%، (صعودًا من ٩٣% في عام ٢٠١٤) من إجمالي مساحة القطن بها البالغة ٣,٨ مليون هكتار. بالإضافة إلى ذلك، زرعت نحو ٧ آلاف هكتار من الباييا المقاومة للفيروس في جوانجدونج وجزيرة هونان وجوانجزي؛ بالإضافة إلى ٥٤٣ هكتار تقريبًا من شجر الحور المهندس وراثيًا. وبالرغم من انخفاض إجمالي المساحة المنزعة من القطن الصين، من ٤,٢ مليون هكتار في عام ٢٠١٤ إلى ٣,٨ مليون هكتار، بسبب انخفاض الأسعار وزيادة مخزونات القطن في الأساس في الصين، إلا أن معدل اعتماد القطن المهندس وراثيًا ارتفع من ٩٣% في عام ٢٠١٤ إلى ٩٦% في عام ٢٠١٥، وزرعه ما يقدر بنحو ٦,٦ مليون مزارع أو أكثر. وانخفضت مزارعات الباييا المقاومة للفيروس من ٨٤٧٥ هكتار في عام ٢٠١٤ إلى ٧ آلاف هكتار في عام ٢٠١٥، وذلك بسبب زيادة العرض في عام ٢٠١٤، ولكن معدل الاعتماد ظل مرتفعًا عند حوالي ٩٠%. وبالإضافة إلى استفادة المزارعين مباشرة من قطن الـ Bt المهندس وراثيًا، إلا أنه قد يكون هناك ١٠ ملايين مزارعين ثانويين مستفيدين يزرعون ٢٢ مليون هكتار من المحاصيل التي تمثل مضيغًا بديلًا لدودة لوزة القطن ويستفيدون من انخفاض انتشار الآفات بسبب زراعة قطن الـ Bt. وبالتالي، فإن العدد الإجمالي الفعلي للمزارعين المستفيدين من قطن الـ Bt في الصين وحدها قد يتجاوز ١٧ مليون فرد. أما المكاسب الاقتصادية من قطن الـ Bt على مستوى المزارع في الفترة ١٩٩٧-٢٠١٤ فقد كانت ١٧,٥ مليار دولار و ١,٣ مليار دولار لعام ٢٠١٤ وحده.

يقدم كل من أرز وذرة الـ Bt منافع كبيرة محتملة ولهم آثارًا ضخمة على الصين وآسيا وبقية العالم على المدى القريب والمتوسط والبعيد، لأن الأرز هو أهم محصول غذائي والذرة أهم محصول علفي في العالم.

ومن شأن بحوث الصين وتسويقها لذرّة الـ Bt والذرّة المقاومة لمبيدات الأعشاب وذرّة الفايتيز وكذلك الأرز أن يكون لهم مساهمات محتملة هامة جدًا للصين ولاحتياجات الغذاء والأعلاف العالمية. وبينما أقر الرئيس شي جين بينج تكنولوجيا التعديل الوراثي المستخدمة في فول الصويا والذرّة المُهندَسة وراثيًا التي استوردتهم الصين بكميات كبيرة جدًا (٧٧ مليون طن من فول الصويا و٣,٣ مليون طن من الذرة في عام ٢٠١٥)، لم يتم إنتاج هذه المحاصيل محليًا حتى الآن. وحدير بالذكر أن في الوقت نفسه وافقت الولايات المتحدة على البطاطس المُهندَسة وراثيًا في عام ٢٠١٥، وأعلنت الصين، وهي أكبر منتج للبطاطس في العالم بمقدار ٦ ملايين هكتار، عن نيتها لمضاعفة مساحة البطاطس المنزرعة وصنفت البطاطس كغذاؤها الرئيسي الرابع بعد الأرز والذرة والقمح.

دفعت الحكومة الصينية ما لا يقل عن ٣ مليار دولار للمعاهد البحثية والشركات المحلية لتطوير بذور محلية مهندسة وراثيًا وتجري المناقشات لتسريع موافقات زراعة محاصيل التكنولوجيا الحيوية. سيعمل الإنتاج المحلي للذرّة المُهندَسة وراثيًا على زيادة الإنتاجية وتقليل اعتماد الصين على واردات كميات الذرة المتزايدة، والتي يمثل معظمها (أكثر من ٩٠%) ذرة مهندسة وراثيًا. تستهلك الصين ثلث إنتاج فول الصويا العالمي وتستورد ٦٥% من واردات فول الصويا العالمية، والتي يمثل أكثر من ٩٠% منها محاصيل مهندسة وراثيًا. يخمن بعض المراقبين أن الذرة المحلية المُهندَسة وراثيًا (ذرة الـ Bt أو ذرة الفايتيز) ستطرح على المستوى التجاري في السنوات الثلاث المقبلة، لتفتح بذلك سوقًا هائلًا محتملاً لـ ٣٥ مليون هكتار من الذرة. وهكذا يمكن أن تساعد محاصيل التكنولوجيا الحيوية الصين على أن تصبح أقل اعتمادًا على الواردات المتزايدة من فول الصويا والذرة، والذي يمثل أكثر من ٩٠% منهم محاصيل مهندسة وراثيًا. ذكرت وكالة بلومبرج (في نوفمبر ٢٠١٥) أن الرئيس الصيني شي جين بينج كان يحث الصين على دعم "البحث والابتكار القوي" على المحاصيل المُهندَسة وراثيًا. ويتسق تحفيزه مع محاولة عرض شركة كيم-تشاينا لسينجينتا الذي تبلغ قيمته ٤٣ مليار دولار، والذي قد يكون له تأثيرًا قويًا محتملاً على اعتماد الذرة المُهندَسة في الوقت المناسب على ما يصل إلى ٣٥ مليون هكتار في الصين على المدى القريب. من شأن العرض الناجح أن يوفر لشركة كيم-تشاينا إمكانية الوصول الفوري لمجموعة كبيرة من منتجات المحاصيل المُهندَسة وراثيًا التجارية الجاهزة والمُختَبَر سلامتها بالفعل والتي زُرِعَت على مستوى العالم لسنوات عديدة.

الوضع في أفريقيا

على الرغم من بعض التحديات الكبيرة، واصلت القارة الأفريقية تحقيق تقدمًا عامًا على عدة جبهات. أدى الجفاف المدمر الذي أصاب جنوب أفريقيا إلى تناقص المساحة المنزرعة المستهدفة من محاصيل التكنولوجيا الحيوية في البلاد في عام ٢٠١٥ بحوالي ٧٠٠ ألف هكتار من ٣ مليون هكتار إلى ٢,٣ مليون هكتار - وهذا نقصًا هائلًا يمثل نسبة ٢٣%. وهذا يؤكد مرة أخرى على الطبيعة الخطرة وأهمية الجفاف المحتمل المهديد للحياة في أفريقيا وتحديات الجفاف الجديدة الشبيكة المتفاقمة بسبب تغير المناخ. الأهم من ذلك أنه قد تمت الموافقة على صنف الذرة المقاوم الجفاف (دراوت-جاردر®) في إطار مشروع WEMA للإنتاج العام في جنوب أفريقيا، بينما يُحَطَّط لإطلاق الذرة المقاومة للجفاف بسمة مكافحة الحشرات (ذرة الـ Bt) في عام ٢٠١٧. زادت السودان المساحة المنزرعة من قطن الـ Bt بمقدار ٣٠% لتصل إلى ١٢٠ ألف هكتار بينما حالت تغيرات التحول السياسي وعودة الألياف دون مساحة محتملة

أعلى من ٠,٤ مليون هكتار تقريباً في بوركينا فاسو. أجرت ثمانى دول إضافية (الكامبيون ومصر وغانا وكينيا وملاوي ونيجيريا وسوازيلاند وأوغندا) تجارباً حقلية على المحاصيل الأفريقية ذات الأولوية، وهي الخطوة قبل الأخيرة التي تسبق عملية الموافقة. وتركز التجارب الجارية على الصفات الأكثر ارتباطاً بالتحديات التي تواجه أفريقيا، بما في ذلك الجفاف؛ وكفاءة استخدام النيتروجين؛ وتحمل الملوحة؛ والتحسين الغذائي، فضلاً عن مقاومة الأمراض والآفات الاستوائية. ويمثل بطء تنفيذ اللوائح النظامية القائمة على العلم والفعالية من حيث الوقت/التكلفة العائق الرئيسي لعملية الاعتماد. هناك حاجة ملحة للوائح تتسم بالمسؤولية والصرامة ولكن غير مرهقة لتتناسب مع احتياجات مطوري التكنولوجيا في كل من القطاع العام والخاص لضمان الوصول السلس للأداة المطلوبة بشدة في أيادي المزارعين الأفارقة. في النهاية، من شأن الإرادة السياسية الثابتة والمشاركة المكثفة مع جميع اللاعبين أن تكون مفاتيح تحرير المآزق التنظيمي.

خمس دول في الاتحاد الأوروبي زرعت ١١٦٨٧٠ هكتار من ذرة الـ Bt المهندسة وراثياً. وإسبانيا كانت أكبر متبني حيث زرعت ٩٢% من إجمالي المساحة المنزوعة من ذرة الـ Bt في الاتحاد الأوروبي.

واصلت نفس دول الاتحاد الأوروبي الخمس (إسبانيا والبرتغال والتشيك وسلوفاكيا ورومانيا) زراعة ١١٦٨٧٠ هكتار من ذرة الـ Bt، بانخفاض قدره ١٨% من ١٤٣٠١٦ هكتار في عام ٢٠١٤. وقادت إسبانيا، التي زرعت ٩٢% من إجمالي الذرة المهندسة وراثياً، الاتحاد الأوروبي بـ ١٠٧٧٤٩ هكتار من ذرة الـ Bt، بانخفاض قدره ١٨% من ١٣١٥٣٨ هكتار في عام ٢٠١٤، مع معدل اعتماد ٢٨% مقارنة بـ ٣١% في عام ٢٠١٤. انخفضت المساحة المنزوعة من ذرة الـ Bt في جميع دول الاتحاد الأوروبي الخمس، وكان هذا الانخفاض مرتبطاً بعدة عوامل بما في ذلك قلة إجمالي مساحات زراعة الذرة في عام ٢٠١٥، ولكن أيضاً بسبب عقبات كبيرة للمزارعين في مواجهة التقارير البيروقراطية والمرهقة للمزروعات المستهدفة من ذرة الـ Bt. في ١٩ أكتوبر ٢٠١٥، صوتت ١٩ دولة من دول الاتحاد الأوروبي الثمانية والعشرين لصالح الانسحاب من زراعة محاصيل التكنولوجيا الحيوية ولكن الأهم أن جميع الدول الخمس الزراعية حالياً لذرة الـ Bt صوتت لصالح استمرار الزراعة حتى يتمكنوا من الاستفادة من المزايا الهامة التي تقدمها محاصيل التكنولوجيا الحيوية.

وضع أصناف محاصيل التكنولوجيا الحيوية المعتمدة

اعتباراً من ١٥ نوفمبر ٢٠١٥، منحت ٤٠ دولة (٣٩ + الاتحاد الأوروبي-٢٨) موافقات تنظيمية على المحاصيل المهندسة وراثياً لاستخدامها كغذاء و/أو أعلاف أو للإطلاق البيئي منذ عام ١٩٩٤. من هذه الدول، صدرت ٣٤١٨ موافقة تنظيمية بواسطة السلطات التنظيمية عبر ٢٦ محصول مهندسة وراثياً (لا يشمل ذلك القرنفل والورد والبيتونيا) و ٣٦٣ صنف مهندسة وراثياً. أكبر خمس دول بأكثر عدد من الموافقات التنظيمية تضمنت اليابان (٢١٤ موافقة)؛ والولايات المتحدة الأمريكية (١٨٧ لا تشمل الصفات المكسدة)؛ وكندا (١٦١)؛ والمكسيك (١٥٨)؛ وكوريا الجنوبية (١٣٦). ولا تزال الذرة تمتاز بأكثر عدد من الأصناف المعتمدة (١٤٢ في ٢٩ دولة)، يليها القطن (٥٦ صنف في ٢٢ دولة)، والبطاطس (٤٤ صنف في ١١ دولة)، وزيت الكانولا (٣٢ صنف في ١٣ دولة)، وفول الصويا (٣١ صنف في ٢٨ دولة). يتمتع صنف الذرة المقاومة لمبيدات الحشائش "NK603" (٥٤ موافقة في ٢٦ دولة + الاتحاد الأوروبي-٢٨) بأكثر عدد من

الموافقات يليها صنف فول الصويا المقاوم لمبيدات الحشائش GTS 40-3-2 (٥٢ موافقة في ٢٦ دولة + الاتحاد الأوروبي-٢٨)، وصنف الذرة المقاومة للحشرات MON810 (٥٠ موافقة في ٢٥ دولة + الاتحاد الأوروبي-٢٨)، وذرة الـ Bt11 المقاومة للحشرات (٥٠ موافقة في ٢٤ دولة + الاتحاد الأوروبي-٢٨). في ٨ ديسمبر ٢٠١٥، قررت المحكمة العليا في الفلبين أن إجراء الاختبار الحقلّي لباذنجان الـ Bt محظور بشكل دائم؛ الأمر الإداري رقم ٠٨ الخاص بوزارة الزراعة، وإعلان سلسلة عام ٢٠٠٢ لاغية وباطلة؛ وعليه، فإن أي تطبيق للاستخدام المحدود والاختبار الحقلّي وإكثار وتسويق واستيراد الكائنات الحية المُهندَسة وراثيًا محظور بشكل مؤقت حتى يصدر أمر إداري جديد وفقاً للقانون.

القيمة العالمية للبذور المُهندَسة وراثيًا وحدها كانت حوالي ١٥,٢ مليار دولار في عام ٢٠١٥

في عام ٢٠١٥، كانت القيمة السوقية العالمية لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية، والتي قدرتها شركة كربونوسيس، ١٥,٢ مليار دولار، (بانخفاض طفيف من ١٥,٧ مليار دولار في عام ٢٠١٤)؛ وهذا يمثل ٢٠% من سوق حماية المحاصيل العالمي البالغة قيمته ٧٦,٢ مليار دولار في عام ٢٠١٤، و ٣٤% من سوق تجارة البذور العالمي البالغة قيمته ٤٥ مليار دولار تقريبًا. بلغت العائدات المقدرّة لإجمالي "قيمة تسليم المزرعة" العالمية للمنتج النهائي التجاري (الحبوب المُهندَسة وراثيًا والمنتجات الأخرى المحصودة) أكثر من عشرة أضعاف قيمة البذور المُهندَسة وراثيًا وحدها. وقدرت دراسة في عام ٢٠١١ أن تكلفة اكتشاف وتطوير وتفويض محصول/صفة جديدة مهندسة وراثيًا كانت حوالي ١٣٥ مليون دولار. وأشار تقرير صادر عن شركة ترانسبييرانسي ماركت ريسيرش للفترة ٢٠١٣-٢٠١٩ أن التكنولوجيا الحيوية الزراعية العالمية التي بلغت قيمتها ١٥,٢ مليار دولار في عام ٢٠١٢ من المتوقع أن تصل قيمتها إلى ٢٨,٧ مليار دولار بحلول عام ٢٠١٩. ويتوقع أن تتمدد القيمة بمعدل ٩,٥% (معدل النمو السنوي المركب) من عام ٢٠١٣ إلى عام ٢٠١٩ وذلك بسبب الطلب المتزايد على عائد محصول أعلى، مدموجًا مع الكميات المتناقصة من الأراضي الصالحة للزراعة التي من شأنها أن تقود شريحة تطبيق الهندسة الوراثية في السوق.

التحدي

التحدي الهائل لإطعام ٩,٧ مليار نسمة عام ٢٠٥٠

إطعام ٩,٧ مليار نسمة في عام ٢٠٥٠، وحوالي ١١ مليار في عام ٢١٠٠، هو أحد التحديات، إن لم يكن أصعبها، التي تواجه البشرية خلال السنوات المتبقية من هذا القرن. عدد سكان العالم الذي كان ١,٧ مليار فقط عند مطلع القرن في عام ١٩٠٠، أصبح الآن ٧,٣ مليار (يوليو ٢٠١٥) - لقد أضاف العالم ما يقرب من ١ مليار نسمة خلال الاثني عشر سنة الماضية. ومن المتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى ٩,٧ مليار نسمة بحلول عام ٢٠٥٠، وإلى ١١ مليار في نهاية هذا القرن في عام ٢١٠٠. على الصعيد العالمي، هناك ٨٧٠ مليون شخص في الوقت الحالي يعانون من الجوع المزمن و ٢ مليار يعانون من سوء التغذية. قد يستهلك العالم مزيدًا من الحبوب التي أنتجها في عام ٢٠١٥. وقد انخفضت معدلات نمو إنتاجية المحاصيل عقب المساهمة الهامة للثورة الخضراء في ستينات القرن الماضي للقمح والأرز. ومن الواضح الآن أن تكنولوجيا المحاصيل التقليدية وحدها لن تسمح لنا بإطعام أكثر من ٩ مليارات في عام ٢٠٥٠ وكذلك ليست التكنولوجيا الحيوية حلا سحريا. أحد الخيارات المقترحة من قِبَل المجتمع العلمي العالمي

يمثل نهجًا متوازنًا وأمنًا ومستدامًا، وذلك باستخدام أفضل ما في تكنولوجيا المحاصيل التقليدية (الأصول الوراثية المتكيفة بشكل جيد) وأفضل ما في التكنولوجيا الحيوية (الصفات المناسبة المهندسة وراثيًا وغير المهندسة وراثيًا) لتحقيق **التكثيف المستدام** لإنتاجية المحاصيل على ١,٥ مليار هكتار من الأراضي الزراعية في العالم. عائدات الاستثمار في الزراعة مرتفعة وبالإضافة إلى ذلك تؤثر بشكل مباشر على تخفيف الفقر، وخاصة على صغار المزارعين المبتكرين للموارد والمعدمين في المناطق الريفية الذين يعتمدون على الزراعة، الذين يمثلون الأغلبية الأشد فقرًا في العالم.

تغير المناخ: منشور البابوية ومؤتمر الأطراف رقم 21 في باريس

أكد بوب فرانسيس في منشوره البابوي لعام ٢٠١٥ "لاوداتو سي" **على أهمية قيام الجميع، في جهد منسق بتنفيذ الاستراتيجيات اللازمة للتصدي لتغير المناخ والدمار البيئي الذي سيؤثر على الجميع، وخاصة ضعفاء المجتمع العالمي - الفقراء والجياع.** وقد وُجِدَ أن الجهود المبذولة في الماضي من قِبَل الدول الغنية لمساعدة الدول الفقيرة غير كافية، وبالتالي هناك حاجة عالمية ملحة إلى مضاعفة وتوحيد الجهود.

كما أعرب البوب عن قلقه بشكل مناسب في **دعوة واضحة للعمل (لا وعود)** خلال جلسة مؤتمر الأطراف رقم ٢١ في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ التي عُقدت في باريس بفرنسا في ديسمبر ٢٠١٥. الأهم من ذلك، أنه للمرة الأولى على الإطلاق يتم توقيع اتفاق ملزم قانونًا بواسطة ١٩٥ دولة لوضع حد لظاهرة الاحتباس الحراري أقل من ٢ درجة مئوية، حيث أن أعلى من ذلك سيؤدي إلى انخفاض إنتاج المحاصيل العالمي بشكل كبير، لا سيما في الدول النامية التي لا تستطيع تحمل الخسائر الناجمة عن الضغوط البيئية (ارتفاع درجات الحرارة والجفاف) والضغوط الحيوية (الآفات والأعشاب الضارة والأمراض). من الهام جدًا أن نعترف أن **المحاصيل المهندسة وراثيًا/محاصيل التكنولوجيا الحيوية تساهم بالفعل في الحد من آثار زيادة الضغوط المرتبطة بتغير المناخ، كما هو مفصل في الفقرة التالية. وعلاوة على ذلك، فإن الهندسة الوراثية وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الجديدة، مثل كريسبر، يحملان إمكانات هائلة للمستقبل، عندما يصل سكان العالم إلى ١١ مليار في عام ٢٠١٠.** التحدي الذي يواجه المجتمع هو تبني نظام منسق قائم على العلم وملائم ومتناسب، ويكون فعالًا وليس مرهقًا بشكل مفرط، ويضمن النشر في الوقت المناسب لمزارعي المحاصيل المحسنة التي يمكن أن تزيد من الإنتاجية وتضاعف إنتاج الغذاء.

مساهمة محاصيل التكنولوجيا الحيوية في الأمن الغذائي والاستدامة والبيئة وتغير المناخ

أظهرت البيانات الأخيرة في الفترة من عام ١٩٩٦ إلى عام ٢٠١٤ أن محاصيل التكنولوجيا الحيوية ساهمت في الأمن الغذائي والاستدامة وتغير المناخ من خلال: زيادة إنتاج المحاصيل بقيمة ١٥٠ مليار دولار؛ وتوفير بيئة أفضل من خلال توفير 583.5 مليون كجم من المبيدات الحشرية في الفترة ١٩٩٦-٢٠١٤؛ وخفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٤ وحده بنسبة ٢٧ مليار كجم، أي ما يعادل إبعاد ١٢ مليون سيارة عن الطريق لمدة سنة؛ وحفظ التنوع الحيوي في الفترة ١٩٩٦-٢٠١٤ من خلال توفير ١٥٢ مليون هكتار من الأراضي (بروكس وبارفوت، ٢٠١٦)؛ وساعدت في تخفيف حدة الفقر من خلال مساعدة ما يصل إلى ١٦,٥ مليون من صغار المزارعين وأسرتهم بإجمالي أكثر من ٦٥ مليون شخص، الذين هم بعض أفقر

الناس في العالم. تستطيع محاصيل التكنولوجيا الحيوية زيادة الإنتاجية والدخل بشكل كبير، وبالتالي، يمكن أن تخدم كمحرك للنمو الاقتصادي الريفي الذي يمكن أن يسهم في تخفيف حدة الفقر لصغار المزارعين والمفتقرين للموارد في جميع أنحاء العالم. يمكن لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية أن تسهم في استراتيجية "التكثيف المستدام" التي يفضلها العديد من أكاديميات العلوم في جميع أنحاء العالم، والتي تسمح بزيادة الإنتاج/الإنتاجية على فقط المساحة الحالية المتمثلة في ١,٥ مليار هكتار من أراضي المحاصيل العالمية، وبالتالي تصون الغابات والتنوع الحيوي. محاصيل التكنولوجيا الحيوية ضرورية ولكنها ليست حلاً سحرياً ولا بد من الالتزام بالممارسات الزراعية الجيدة، مثل التناوبات ومكافحة مقاومة الحشرات ومسببات الأمراض والأعشاب الضارة مع محاصيل التكنولوجيا الحيوية كما هو الحال مع المحاصيل التقليدية.

تنظيم محاصيل التكنولوجيا الحيوية

نظّم اللوائح التنظيمية المرهقة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية العائق الرئيسي لعملية الاعتماد، وهو أمرًا هامًا على وجه الخصوص للعديد من الدول النامية، التي رفضت فرصة استخدام محاصيل التكنولوجيا الحيوية لمعالجة مشاكل الغذاء والعلف والألياف. وعلى عكس اللوائح التنظيمية المرهقة التي تُطبّق حاليًا على المنتجات المهندسة وراثيًا، تغير المنتجات الناتجة عن تعديل الجينوم نفسها على نحو منطقي للوائح المناسبة والملائمة القائمة على العلم والمناسبة للغرض. هذا وبناهض معارضو المحاصيل المهندسة وراثيًا وتكنولوجيات تعديل الجينوم الجديدة، مثل كريسبر، اللوائح التنظيمية القائمة على العلم/الأدلة ويطالبون بلوائح مرهقة تحرم المزارعين الفقراء في الدول النامية، وكذلك وصول أوروبا للتكنولوجيات. من خلال استخدام تلك التقنيات، من شأن صغار المزارعين الفقراء أن يكونوا قادرين على المجابهة والمساهمة في مضاعفة إنتاج الغذاء لتلبية احتياجات الأعداد المتزايدة من السكان التي يتوقع وصولها إلى ١١ مليار في عام ٢٠١٠. علاوة على ذلك، فإن معارضي المحاصيل المهندسة وراثيًا وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية تشير التقديرات إلى امتلاكهم لميزانية عالمية ضخمة تضاعفت من حوالي ١٠ مليار دولار في عام ٢٠١١ إلى ٢٠ مليار دولار في عام ٢٠١٤.

الآفاق المشجعة هي أن التكنولوجيا، بالتوافق مع السياسات المواتية يمكن أن تضاعف الإنتاج الغذائي. ومع ذلك، لا يمكن ملاحظة مضاعفة إنتاج الغذاء من قِبَل المجتمع ما لم يضمن أن تنظيم المحاصيل المستمدة من الهندسة الوراثية وتقنيات تعديل الجينوم قائم على العلم/الأدلة ومناسب للغرض ومتناسق إلى أقصى حد ممكن عالميًا. إن فشل المجتمع العالمي في ضمان لوائح تنظيمية ملائمة وذات توقيت مناسب لإنتاج الأغذية سيكون له عواقب وخيمة. فمن ناحية، سيعاني العالم بسبب عدم كفاية الإمدادات الغذائية، بينما على الناحية الأخرى سيتم رفض قوة العلم والتكنولوجيا لإنتاج إمدادات آمنة وكافية ومؤكدة من الغذاء لجميع البشر بسبب الأصوات الأيديولوجية المهيمنة لمعارضي التكنولوجيات الحيوية الجديدة.

التحليل التلوي العالمي يؤكد فوائد كبيرة ومتعددة

خُصّ التحليل التلوي الذي أجره كلومبر وقيام في عام ٢٠١٤ على ١٤٧ دراسة منشورة على محاصيل التكنولوجيا الحيوية خلال العشرين سنة الماضية إلى التالي "في المتوسط، تَسَبَّبَ اعتماد

تكنولوجيا المهندسة الوراثية في خفض استخدام مبيدات الحشرات الكيميائية بنسبة ٣٧%، وزيادة إنتاج المحاصيل الزراعية بنسبة ٢٢%، وزادت أرباح المزارع بنسبة ٦٨%. وكانت مكاسب المحصول وحالات خفض مبيدات الحشرات أكبر للمحاصيل المقاومة للحشرات عن المحاصيل المقاومة لمبيدات الحشرات. وكانت مكاسب العائد والأرباح أعلى في الدول النامية عن الدول المتقدمة". تؤيد هذه الاكتشافات نتائج دراسة التأثير العالمي السنوية لبروكس وبارفوت بشركة بي جي إيكونوميكس، والتي يُشار إليها سنويًا في موجزات هيئة ISAAA السنوية. قدم قايم (عام ٢٠١٥) وصفًا أكثر شمولًا لآثار تطبيقات محاصيل الهندسة الوراثية الحالي والمحتملة مستقبلاً، ومساهماتها الكبيرة في التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي، في كتابه الأخير، *المحاصيل المهندسة وراثيًا والتنمية الزراعية*. وخلص إلى ان المعارضة المستمرة للتكنولوجيات التي ظهر أنها مفيدة وأمنة تستتبع معاناة إنسانية غير ضرورية وانحلال بيئي.

وضع الأرز الذهبي

خلّصت منظمة الصحة العالمية إلى أن هناك ١٩٠ إلى ٢٥٠ مليون طفل في العالم في سن ما قبل المدرسة يعانون من نقص فيتامين أ سنويًا. قد يكون الأرز الذهبي سببًا في انقاذ ١,٣ إلى ٢,٥ مليون طفل من الموت سنويًا. في المعهد الدولي لبحوث الأرز، تمت تربية صنف E الحامل لصفة الأرز الذهبي واستندار أصناف هائلة منه، وتجري حاليًا الاختبارات الحقلية المحدودة في الفلبين، وتمت الموافقة على التجربة الحقلية في بنجلاديش. تتمثل المهمة الرئيسية لمشروع الأرز الذهبي في المساهمة في تحسين صحة ملايين الأشخاص الذين يعانون من نقص المغذيات الصغرى. الأرز هو المحصول الرئيسي لأربعة مليارات شخص في الجنوب يستهلكون بشكل جماعي فقط ٢٠٠٦٨٦٩ سعرًا حراريًا في اليوم. ويختل هذا الاستهلاك حسب المنطقة يوميًا في: جنوب آسيا (١١٢٠٦٤٨ سعر حراري)، جنوب شرق آسيا (٦٦٠٩٧٩ سعر حراري)، أفريقيا (١٢٥١٢٤)، أمريكا اللاتينية (٧٥٢٣٨)، آسيا الوسطى (١٤٨٨٠) بإجمالي ٢٠٠٦٨٦٩ سعرًا حراريًا في اليوم (هارفيست بلس، بيرسونال كوميونكيشنز). تلك هي المناطق التي تحدث فيها معظم حالات نقص فيتامين أ والأمراض المرتبطة به - وقد ينخفض هذا إذا تم توفير الأرز الذهبي للناس، وهو أرز مهندس وراثيًا بمركب البيتا كاروتين. حوالي ١٠٠-١٥٠ جرام يوميًا من الأرز الذهبي المحسّن سيوفر أكثر من نصف احتياجات الأشخاص الذين يعانون من نقص فيتامين أ.

تقنيات جديدة تربية: الدور الحاسم لاستغلال تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الجديدة المطورة والواعدة، مثل تقنية كريسبر، في تحسين المحاصيل

بعد عشرين عامًا من تسويق محاصيل التكنولوجيا الحيوية المطورة من خلال استخدام *الأجروباكتيريام* أو تقنية قصف الجسيمات، مرة أخرى يتحمس المجتمع العالمي العلمي لإمكانيات تقنية حيوية زراعية جديدة تسمى "تعديل الجينوم أو الجين". هناك أنواعًا مختلفة من تقنيات تعديل الجينوم، أحدث واحدة تسمى كريسبر (وهي اختصار لحروف تشير إلى موضع صبغي يحتوي على عدة تكرارات مباشرة قصيرة) وقد قيل عنها من قِبَل العديد من الجهات المعنية بأنها تقنية واعدة. تسمح هذه التقنيات الجديدة بقطع الحمض النووي في مكان محدد مسبقًا والإدراج الدقيق لطفرة، أو تغييرات نووية منفردة في الموضع الأمثل في الجينوم ليحدث التعبير بأقصى قدرته. ويرجع القراء إلى مقالتي على تقنيات التربية الجديدة وتطبيقات تعديل الجينوم في مجموعة من المقالات الدعوية في الوثيقة المرفقة للموجز على موقع هيئة ISAAA.

ويعتقد الخبراء في هذا المجال أن "القوة الحقيقية" لهذه التكنولوجيات الجديدة تكمن في قدرتها على "تعديل" وتغيير جين فردي أو جينات متعددة أصلية في النبات (بدون هندسة وراثية)، المشفرة لصفات هامة مثل الجفاف، لإنتاج محاصيل محسنة مفيدة غير مُهندَسة وراثيًا. يجري بالفعل تطوير المنتجات وتشمل جميع محاصيل الغذاء والأعلاف الرئيسية: الكانولا (مقاومة مبيدات الأعشاب)، والذرة (تَحْمَلُ الجفاف)، والقمح (مقاومة الأمراض وتكنولوجيا التهجين)، وفول الصويا (جودة الزيت)، والأرز (مقاومة الأمراض)، والبطاطس (تحسين خواص التخزين)، والبطاطم (نضج الثمار)، والفول السوداني (خالي من المواد المثيرة للحساسية). ويُخَطَّط لتطوير صفات أكثر تعقيدًا يشفر لها جينات متعددة، مثل تحسين عملية التمثيل الضوئي، في المستقبل الذي قد يكون أقرب مما يظن بعض الناس. وقد حصلت تقنية كريسبر على جائزة مجلة *ساينس* لعام ٢٠١٥ "طفرة العام". التكنولوجيا التي كانت في المركز الثاني في عام ٢٠١٢ و ٢٠١٣، تُحدِث ثورة الآن في بحوث الجينات والعلاج الجيني، وقد وصفها مراسل مجلة *ساينس* جون ترافيس في عدد ١٨ ديسمبر بأنها "تجاوزت نظرائها لتكشف قوتها الحقيقية في سلسلة من الإنجازات الرائعة".

اعترافًا بأنه لا يوجد تكنولوجيا تمثل حلًا سحريًا أو رصاصة فضية، بما في ذلك تعديل الجينوم، يرى العديد من المراقبين الملمين بالأمر في المجتمع العلمي (العلاج الجيني في الطب، حيث تم تطوير هذه التقنية لأول مرة، وتحسين المحاصيل في الزراعة) أن تقنية تعديل الجينوم تقدم مجموعة من المزايا النسبية الكبيرة الملائمة لحينها والفريدة من نوعها عن المحاصيل التقليدية والمحاصيل المُهندَسة وراثيًا في أربعة نطاقات: **الدقة** - نظرًا لقدرتها على التحكم بدقة في جينات مفردة أو متعددة مما يؤدي إلى منتجات لا تختلف عن الطفرات الطبيعية؛ و**التنظيم** - على عكس اللوائح التنظيمية المرهقة التي تُطبَّق حاليًا على المنتجات المُهندَسة وراثيًا، تعير المنتجات الناتجة عن تعديل الجينوم نفسها على نحو منطقي للوائح الملائمة القائمة على العلم والمناسبة للغرض؛ و**السرعة** - بعض المنتجات، مثل البطاطس المشتقة من تعديل الجينوم، تطورت في سنة واحدة فحسب، مقارنةً بما يصل إلى ١٠ سنوات باستخدام التكنولوجيا التقليدية أو الهندسة الوراثية؛ و**التكلفة** - السرعة العالية في تحسين المحاصيل وقلة التنظيم يُترجمان إلى توفير إجمالي كبير. فالتكلفة المتوسطة لتطوير محصول مُهندَس وراثيًا هي ١٣٥ مليون دولار منها ٢٥ مليون دولار خاصة بتكاليف عمليات التنظيم المرهقة. الأمل هو أن لا تطلب الهيئات التنظيمية في جميع أنحاء العالم تنظيمًا صارمًا للمحاصيل المستمدة من تقنية تعديل الجينوم وأن تسهل تنسيق اللوائح دوليًا إلى أقصى حد ممكن. هذا يبشر بالخير لتقنيات تعديل الجينوم الجديدة التي ستسمح بتقديم محاصيل متفوقة أقل أسعارًا ومطورة بأحدث التقنيات للمنتجين والمستهلكين.

على حد علم هيئة ISAAA، فإن أول منتج غير مُهندَس وراثيًا ومُعدَّل جينوميًا ينتظر الموافقة والتسويق هو صنف الكانولا إس يو™ المطور بواسطة شركة سيبوس والمزروع على مساحة ١٠ آلاف فدان (٤ آلاف هكتار) في الولايات المتحدة الأمريكية في عام ٢٠١٥. وقد وافقت كندا أيضًا على زراعة صنف الكانولا إس يو™. يجري تطوير منتجات مماثلة غير مُهندَسة وراثيًا في العديد من المختبرات على مستوى العالم بهدف تسويقها مبكرًا من قِبَل المزارعين خلال خمس سنوات من الآن في عام ٢٠٢٠. على سبيل المثال، ذكرت شركة دوبونت أنها تزرع بالفعل نباتات الذرة والقمح المستمدة من تقنية كريسبر في الصوب النباتية وتأمل في إجراء الاختبارات الحقلية الأولى في عام ٢٠١٦. درست العديد من الدول - الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والسويد والأرجنتين، بالفعل تنظيم المنتجات المحورة ببساطة من خلال

تقنية كريسبر والتقنيات المشابهة، وخلصوا إلى أن أنهم لا يحتاجون إلى إزالة اللوائح التنظيمية في ظل لوائح الهندسة الوراثية الوطنية الخاصة ببلادهم. ويرى د. جانسون من السويد أن "قرار مجلس الزراعة السويدي هو القرار المنطقي الوحيد" لمنتجاتهم الخاصة المعدلة جينومياً. الأهم من ذلك أنه ينبغي أن يركز توجه الحاجة إلى التنظيم على منتج معين وليس على العملية نفسها.

ويرى كبار علماء المجتمع العلمي العالمي أن التنسيق الدولي للتنظيم القائم على العلم للمحاصيل المعدلة جينومياً أمراً في غاية الأهمية لبرامج تربية النبات. وذلك لأن تلك البرامج مطلوبة للزيادة العاجلة لإنتاجية المحاصيل العالمية، لتحقيق الأمن الغذائي لـ ١١ مليار نسمة في عام ٢١٠٠، وكذلك لتخفيف التحديات الإضافية الهائلة مثل موجات الجفاف الشديدة والمتكررة الناجمة عن تغير المناخ. ويُتَوَقَّع أن تدلي دول الاتحاد الأوروبي والعديد من الدول الأخرى بنتائجها ومواقفها وقراراتها بشأن تنظيم تقنيات تعديل الجينوم على المدى القريب – وهذه من شأنها أن تكون قرارات حاسمة لتغيير قواعد اللعبة مع الآثار العالمية لدور العلم في الأمن الغذائي وتغير المناخ وتخفيف وطأة الجوع والفقر لما يقرب من مليار شخص في الدول النامية.

باختصار، إن درجة الاهتمام والحماس الغربية في تعديل الجينوم أنها، بالنسبة إلى التقنيات التقليدية والهندسة الوراثية الأخرى، تقنية بسيطة وسريعة ودقيقة وبتكلفة معقولة – وهي ميزات تجعل منها مجال جذاب للتطوير عالمياً لمعظم الجهات المعنية. يمكن أن تساعد تقنية تعديل الجينوم في حل بؤس نحو ٨٥٠ مليون فقير يعانون من انعدام الأمن الغذائي في الدول النامية، حيث يموت ألف شخص كل ساعة من الجوع وسوء التغذية – وهو وضع غير مقبول في مجتمع عادل. وأعرب نورمان بورلوج عن رأيه بأنه لا يمكن بناء السلام على معدة خاوية، وأن التكنولوجيا يمكن أن تسهم في تحقيق الأمن الغذائي وتحسين جودة الحياة لملايين الفقراء – وقد كان مُحِقّاً – فإن حق الغذاء الكافي أمر لا بد منه، والتكنولوجيا الحيوية يمكن أن تساعد في حدوث ذلك.

افاق المستقبل

هناك ثلاثة نطاقات تستوجب بعض الاعتبارات:

أولاً، ارتفاع معدلات اعتماد (٩٠% إلى ١٠٠%) محاصيل التكنولوجيا الحيوية الرئيسية الحالية تكاد لا تدع مجالاً للتوسع في الأسواق المتوازنة في الدول الرئيسية المُنتِجة لمحاصيل التكنولوجيا الحيوية. ومع ذلك، هناك إمكانية كبيرة لمنتجات مختارة مثل الذرة المُهندَسة وراثياً. على سبيل المثال، يوجد في آسيا حوالي ٦٠ مليون هكتار محتملاً من الذرة المُهندَسة وراثياً، مع ٣٥ مليون هكتار في الصين وحدها؛ وهناك احتمالاً مماثلاً في أفريقيا يصل إلى ٣٥ مليون هكتار من الذرة والقطن المُهندَسين وراثياً، في حوالي ١٠ دول أفريقية تزرع ١٠٠ ألف هكتار أو أكثر من القطن.

ثانياً، إن خط الإنتاج مليء بمنتجات محاصيل التكنولوجيا الحيوية الجديدة التي يمكن (وفقاً لموافقة الجهات التنظيمية للزراعة واستيراد) أن تكون متاحة خلال السنوات الخمس المقبلة أو نحو ذلك – وهناك مجموعة مدرجة في الموجز الكامل لأكثر من ٨٥ منتج محتمل. تشمل تلك المنتجات الذرة المُهندَسة

المقاومة للجفاف المستمدة من مشروع WEMA والمُتَوَقَّع إصدارها في أفريقيا في عام ٢٠١٧، ومجموعة واسعة من المحاصيل والصفات الجديدة بما في ذلك المنتجات التي تتمتع بأساليب متعددة لمقاومة الآفات/الأمراض وتَحْمُل مبيدات الأعشاب، وكذلك مقاومة النيوماتودا. ويسير الأرز الذهبي مع الاختبار الحقل في آسيا. وتبدو المحاصيل الموجهة للفقراء واعدة، تحديداً في أفريقيا مثل الموز المقوى واللوبياء المقاومة للآفات، وقد نجحت الشراكات المؤسسية بين القطاع العام والخاص نسبياً في تطوير وتقديم المنتجات المعتمدة للمزارعين - وهناك أربع دراسات حالة لشراكات القطاع العام والخاص، يضمون مجموعة واسعة من محاصيل وصفات التكنولوجيا الحيوية المختلفة في جميع القارات الثلاث من الجنوب، معروضة في ملحق الموجز الكامل.

ثالثاً، ظهور المحاصيل المعدلة جينومياً قد تكون إلى حد بعيد أهم تطور حدده المجتمع العلمي اليوم. أحد التطبيقات الحديثة والواعدة هي تقنية قوية تسمى **كريسبر**. ويرى العديد من المراقبين الملمين بالأمر في المجتمع العلمي أن تقنية تعديل الجينوم تقدم مجموعة من المزايا النسبية الكبيرة والقوية والفريدة والملائمة لحينها عن المحاصيل التقليدية والمحاصيل المهندسة وراثياً في أربعة نطاقات: **الدقة والسرعة والتكلفة والتنظيم** - على عكس اللوائح التنظيمية المرهقة التي تُطبَّق حالياً على المنتجات المهندسة وراثياً، تعبر المنتجات الناتجة عن تعديل الجينوم نفسها على نحو منطقي للوائح الملائمة القائمة على العلم والمناسبة للغرض. وسوف يكون إحراز تقدماً مع النطاق الأخير بمثابة ميزة هائلة. لمزيد من التفاصيل يرجع القارئ إلى مقالتي في الوثيقة المرفقة للموجز رقم ٥١ على موقع هيئة ISAAA (للاحتفال بالذكرى العشرين لتسويق محاصيل التكنولوجيا الحيوية) تصف تطور تكنولوجيا تحسين المحاصيل، وتحديدًا دور تقنيات التربية الجديدة. وهي تشتمل على استراتيجية تطلعية مُقترحة لاستخدام ثلاثية؛ الجينات المحورة؛ وتعديل الجينوم؛ والميكروبات (استخدام مجموعات الميكروبيوم النباتي كمصدر جديد للجينات الإضافية لتعديل الصفات النباتية) لزيادة إنتاجية المحاصيل التي بدورها يمكن أن تسهم في تحقيق الهدف النبيل المتمثل في تحقيق الأمن الغذائي وتخفيف وطأة الجوع والفقير.

تعليقات الخاتمة

النهج المستقبلي

النهج المستقبلي هو العمل الجماعي - التعاون بين الشمال والجنوب والشرق والغرب، شراكات القطاع العام والخاص، استخدام كل من التطبيقات التقليدية (الأصول الوراثية المتكيفة بشكل جيد) وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية (الصفات المفيدة المحسنة). خلال استعراض مشاريع نقل تكنولوجيا المحاصيل على مدى العقدين الماضيين، كان التقدم المحرز وعود شراكات القطاع العام والخاص ملفتين للنظر. حيث تقدم مشاريع شراكات القطاع العام والخاص المرونة وكانت ناجحة في ظل مجموعة واسعة جداً من الظروف. الأهم من ذلك، أن شراكات القطاع العام والخاص توفر مزايا تزيد من احتمال تقديم منتج مهندَس وراثياً معتمدة على مستوى المزارع في فترة زمنية معقولة. وتوضح أربعة دراسات حالة/مشاريع على شراكات القطاع العام والخاص، تم اختيارهم ومراجعتهم

من قِبَل هيئة ISAAA، مدى التنوع في مشاريع نماذج شراكات القطاع العام والخاص الأربعة: باذنجان الـ Bt في بنجلاديش، وفول الصويا المقاوم لمبيدات الأعشاب في البرازيل، وقصب السكر المقاوم للجفاف في إندونيسيا، والذرة المقاومة للجفاف بمشروع WEMA في دول مختارة في أفريقيا. لراحة القراء، يوجد أوصاف مُحدّثة ومختصرة لكل دراسة من دراسات الحالة الأربع ملخصة في ملحق الموجز رقم ٥١ لعام ٢٠١٥.

تراث نورمان بورلوج وتأيد تكنولوجيا المحاصيل الحيوية

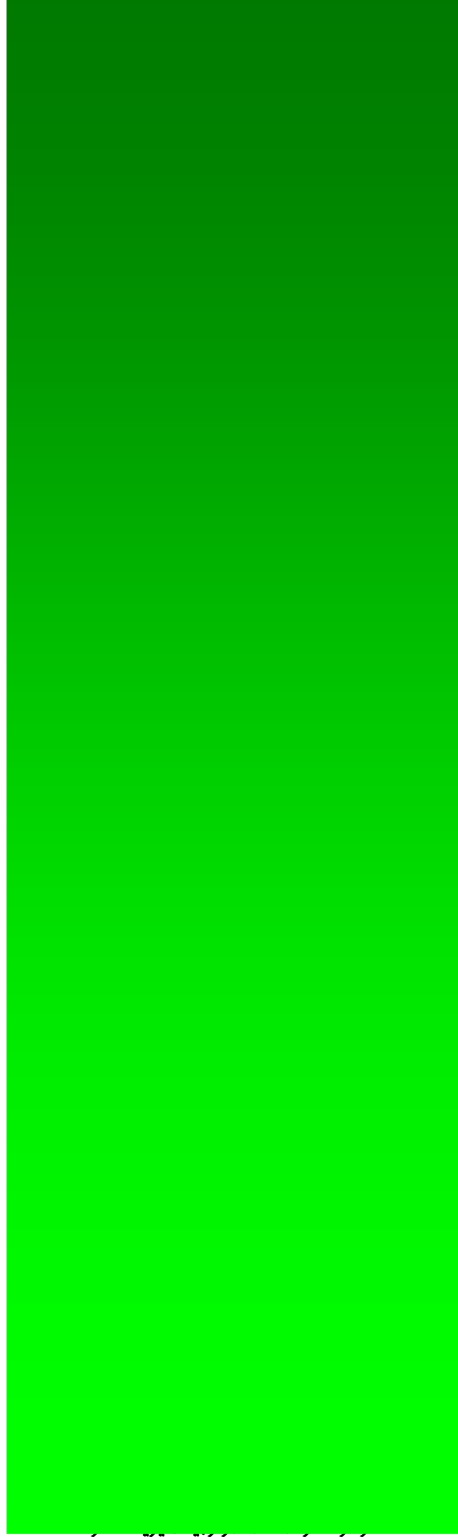
من المناسب والملائم الآن إغلاق الاحتفالية السنوية رقم ٢٠ لموجز هيئة ISAAA لعام ٢٠١٥، من خلال تدوين مشورة نورمان بورلوج، الحائز على جائزة نوبل للسلام في أواخر عام ١٩٧٠، على التكنولوجيا الحيوية بما في ذلك المحاصيل المُهندَسة وراثيًا. حصل نورمان بورلوج، الذي ساعد في إنقاذ مليار شخص من الجوع، على جائزة نوبل للسلام لتأثير عمله في تكنولوجيا القمح شبه القزمي على التخفيف من وطأة الجوع والفقر. وكان نورمان بورلوج أيضًا الراعي المؤسس لهيئة ISAAA، وأنبى داعية للتكنولوجيا الحيوية والمحاصيل المُهندَسة وراثيًا في جميع أنحاء العالم.

فيما يلي اقتباس نورمان بورلوج البارز، والذي يدعو إلى **شجاعة** قادتنا، (العلماء والسياسيين) لدعم تكنولوجيا المحاصيل الحيوية التي يمكن أن تسهم في تحقيق الأمن الغذائي العالمي وعالم أكثر سلامًا. وجزير بالذكر أن هذا الاقتباس من الرجل الذي عرف أكثر من أي شخص حول إطعام العالم لأنه **"فعلها"** خلال الثورة الخضراء في ستينات القرن الماضي وفهم خلاصة المثل - **القراءة تَعَلِّم والمشاهدة أدعى للتصديق، ولكن العمل معرفة - إدراك**. ويسعى هذا الموجز لمشاركة المعرفة بحرية حول جميع جوانب محاصيل التكنولوجيا الحيوية مع احترام حقوق القراء لأخذ قراراتهم الخاصة المدروسة بشأن التكنولوجيا الحيوية الزراعية.

اقتباس نورمان بورلوج:

"ما نحتاجه هو شجاعة قادة تلك الدول التي لا يزال فيها المزارعون لا يملكون خيارًا سوى استخدام الأساليب القديمة والأقل فعالية. الثورة الخضراء والتكنولوجيا الحيوية النباتية الآن يساعدان على تلبية الطلب المتزايد على إنتاج الأغذية، مع الحفاظ على بيئتنا للأجيال القادمة" (هيئة ISAAA، 2009).

منظمة الـ ISAAA هي منظمة غير هادفة للربح، مدعومة من مؤسسات القطاع العام والخاص. يتم تقدير المساحات المنزرعة بمحاصيل التكنولوجيا الحيوية المنشورة في مطبوعات الـ ISAAA يتم حسابها مرة واحدة، بغض النظر عن عدد الصفات المدرجة في المحاصيل. يمكن الاطلاع على تفاصيل عن المراجع المدرجة في الموجز التنفيذي في ملخص ٥١ الكامل " الذكري السنوي علي مرور ٢٠ عاماً علي التسويق العالمي للمحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية (١٩٩٦ - ٢٠١٥)، والقاء الضوء على المحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية لعام ٢٠١٥"، من تأليف جيمس كليف. لمزيد من المعلومات، يرجى زيارة <http://www.isaaa.org> او الاتصال بـ ISAAA SEAsiaCenter تليفونياً +63 49 536 7216 او بالبريد الالكتروني info@isaaa.org



EBIC- ISAAA
Tel.: +202-35720328 Fax: + 202-5720328/35707192/
URL: <http://www.e-bic.net>
nabdallah@e-bic.net

للحصول على تفاصيل حول كيفية الحصول على نسخة من ملخص رقم ٥١ لـ ISAAA
عام ٢٠١٥، عن طريق البريد الإلكتروني publications@isaaa.org