به‌نژادی تکاملی

روشی برای سازگاری محصولات کشاورزی با تغییرات آب و هوایی،
افزایش تنوع زیستی و حمایت از معیشت پایدار کشاورزان

به‌نژادی تکاملی

روشی برای سازگاری محصولات کشاورزی با تغییرات آب و هوایی، افزایش تنوع زیستی و حمایت از معیشت پایدار کشاورزان

سنستا (موسسه توسعه پایدار و محیط زیست)
زمستان ۱۳۹۲

تنوع زیستی کشاورزی عامل کلیدی در سازگاری موفق کشاورزی با تغییرات آب و هوایی، به‌ویژه در حفاظت و بهره‌برداری پایدار از بذرهای بومی و رقم‌های وحشی هم‌خانواده آنها به شمار می‌آید. با این همه و علی‌رغم وجود شناخت گسترده‌ای که نسبت به اهمیت تنوع زیستی کشاورزی در سازگاری با تغییرات اقلیمی وجود دارد، بسیاری از دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی، سیاست‌ها و بودجه‌های اجرایی و تحقیقاتی خود در زمینه کشاورزی را بر ادامه تولید و تجارت محصولات کشاورزی یکنواخت متمرکز کرده‌اند. اگرچه، رقم‌های اصلاح شده و یکنواخت در شرایطی مشابه ایستگاه های تحقیقاتی و با مصرف نهاده های شیمیایی و مدیریت مطلوب زراعی عملکرد مناسبی دارند، اما این ارقام در شرایط غیر حاصلخیز مزارع کشاورزان معیشتی در مناطق خشک و پرتنش عملکرد مطلوبی نخواهند داشت و به همین دلیل چندان مورد پذیرش کشاورزان قرار نمی‌گیرند.

کشاورزان معیشتی که در شرایط سخت محیطی به امر کشاورزی و تولید محصولات غذایی مشغول هستند، به دنبال راه‌حل‌هایی برای کم کردن هزینه تولید می‌باشند که ضمناً، بطور غیر مستقیم به حفاظت از اکوسیستم و محیط زیست نیز کمک نماید و بر سلامتی مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی تأثیر مثبت بگذارد، در نتیجه، سیاستگذاری‌های بخش کشاورزی باید به شیوه‌ای باشد که از آن ها در این امر مهم از نظر علمی و تدارکاتی حمایت نماید. یکی از این سیاست‌ها که باید به آن توجه بیشتری کرد افزایش تنوع ژنتیکی و حمایت از سیستم‌های محلی تکثیر بذر برای تامین بذر سازگار و ارزان قیمت است. سیستم تولیدی که محصولات سالم، اکوسیستم پایدار و معیشت پایدار برای کشاورزان خرده‌پا را به همراه دارد بر استفاده از تنوع زیستی تکیه دارد. ولی چالش اصلی در این راه محدود بودن سطح دسترسی کشاورزان به منابع ژنتیک گیاهی است. بنابراین، کشاورزان باید دسترسی راحت‌تری به منابع ژنتیکی گیاهی در مراکز تحقیقاتی و بانک‌های ژن داشته باشند (منابعی که بدون سرمایه‌گذاری و همکاری کشاورزان در تحقیقات میدانی در طول سده‌های متمادی به‌دست نمی‌آمد). به علاوه آنها به همکاری و مشارکت دانشمندان و محققان کشاورزی نیز نیاز دارند تا در کنار یکدیگر به ارتقای وضعیت کشاورزی و محصولات کشاورزی بپردازند. متأسفانه کشاورزان در بیشتر مناطق دنیا نه به منابع ژنتیکی دسترسی دارند و نه همکاری واقعی محققان را در کنار خود احساس می‌کنند. در حالی‌که بروز تغییرات آب و هوایی گسترده‌ای که با آن مواجه هستیم، افزایش سریع تنوع زیستی را در سطح مزارع کشاورزی ضروری ساخته است.

اجرای برنامه بهنژادی مشارکتی[1] گیاهان و به‌نژادی تکاملی[2] گیاهان در ایران را می‌توان نمونه‌ای موفق از غلبه بر این موانع و کمبودها به شمار آورد. در این طرح‌ها، ما توانسته‌ایم روشی را ایجاد و توسعه دهیم که بر اساس آن در زمانی کوتاه تعداد زیادی از کشاوزان به حجم وسیعی از تنوع زیستی دسترسی پیدا کنند. کشاورزان مشارکت‌کننده در فرآیندهای به‌نژادی مشارکتی، با رسیدن به درک بهتری از تنوع زیستی به جای استفاده از بذرهای یکنواخت، توده‌های مخلوط ارقام کشاورزی را ترجیح داده و به کشت توده‌های تکاملی یا مخلوط ارقام با تنوع زیستی گسترده[3] اقدام می‌کنند. (مراجعه کنید به نقشه ایران)

---

۱ Participatory Plant Breeding (PPB).

۲ Evolutionary Plant Breeding (EPB).

۳ Mega-Diversity.

بهنژادی مشارکتی گیاهان (PPB)؛ روش مشارکتی پویا و مداومی است که در آن از مزیت‌های نسبی موسسات تحقیقات کشاورزی که وظیفه‌ی به‌نژادی کلاسیک گیاهی را به عهده دارند و مزیت بهره وری از تجربیات کشاورزان در کنار هم استفاده می‌شود. در به‌نژادی مشارکتی، بذرهای متنوعی در مزرعه کشاورزان کشت می‌شود و خود کشاورزان تصمیم می‌گیرند که کدام رقم‌ها را برای کشت سال بعد انتخاب کنند. با استفاده از این روش، کشاورز دسترسی بیشتری به ارقام سازگار با شرایط اقلیمی و محیطی خود دارد و تنوع زیستی نیز در مزارع افزایش می‌یابد.

بهنژادی تکاملی گیاهان (EPB)؛ یک روش پویا و ارزان قیمت برای ایجاد سازگاری میان محصولات کشاورزی با تغییرات اقلیمی است. در روش به‌نژادی تکاملی یک توده متشکل از ارقام مختلف با تنوع ژنتیکی بسیار زیاد در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد و در مزارع آنها کشت می‌شود. این توده به مرور زمان از یک طرف با اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی و از طرف دیگر با تغییر در نوع مدیریت کشاورزان سازگار شده و به تدریج تکامل می‌یابد. فرآیند انتخاب طبیعی می‌تواند با انتخاب دستی گیاهان برتر و سازگار با شرایط اقلیمی و محیطی توسط کشاورزان هر منطقه تسریع شود. بنابراین جمعیت تکاملی مانند یک «بانک ژن زنده» در مزارع کشاورزان است.

مخلوط‌ها؛ توده‌هایی از بذر هستند که با استفاده از بذر ارقام مختلف یک یا چند محصول کشاورزی ساخته می‌شوند. دلیل ساخت توده‌های مخلوط این است که به طور عمومی پایداری عملکرد در فصل های مختلف در توده‌های مخلوط بیشتر از ارقام یکنواخت است. همچنین، به طور کلی توده‌های مخلوط نسبت به ارقام یکنواخت، مقاومت بیشتری در مقابل بیماری‌ها از خود نشان می‌دهند.

ارقام بومی؛ که عموماً به عنوان ارقام سنتی و ارقام محلی شناخته می‌شوند، ابزار مهمی برای ایجاد سازگاری با تغییرات اقلیمی و همچنین ارتقای کیفیت محصولات کشاورزی به شمار می‌آیند. این میراث غنی ژنتیکی بر اثر جایگزین شدن با ارقام و گونه‌های مدرن گیاهی به شدت در حال فرسایش و نابودی است، اما برخی از آن‌ها در بانک‌های ژن نگهداری و حفاظت می‌شود. کشاورزان باید به ارقام بومی موجود در بانک‌های ژن دسترسی داشته و از آن‌ها استفاده کنند.

روند گسترش طرح از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲

نقشه تحقیقات مشارکتی با هدف افزایش تنوع زیستی کشاورزی در ایران

بهترین استفاده از «باقیمانده» ارقام آزمایشی

دکتر سالواتور چکرلی[1] به‌نژادگر جو که از دانشمندان معروف در امر برنامه به‌نژادی مشارکتی است و با این برنامه در ایران همکاری دارد، داستان برخی از کشاورزان سوریه‌ای مشارکت کننده در طرح به‌نژادی مشارکتی این کشور را برای گروهی از کشاورزان ایران تعریف کرد. آزمایش مقایسه عملکرد آنها در روستاهای کشور سوریه با کشت ۱۶۰ رقم متفاوت جو در ۲۰۰ کرت (پلات) آغاز شده بود. هر سال به‌نژادگران مشارکت کننده در این طرح تنها بخش کوچکی از محصول هر کرت (پلات) را برداشت می‌کردند و بقیه محصول را باقی می‌گذاشتند تا خود کشاورز آن را برداشت کند و هرگونه که مایل بودند از آن استفاده کنند. در یکی از سفرهای میدانی، دکتر چکرلی از کشاورزان پرسید که آیا آنها از رقم‌هایی که انتخاب کرده‌اند راضی هستند یا خیر. در پاسخ کشاورزان رضایتشان را اعلام کردند ولی اضافه کردند که توده‌های مخلوط از تمام ارقام انتخاب شده بهتر است. دکتر چکرلی از آن‌ها پرسید که منظورشان از «توده‌های مخلوط» چیست؟ کشاورزان توضیح دادند که بعد از آنکه به‌نژادگران نمونه‌های مورد نظر خود را از هر پلات (کرت) برداشت کردند، کشاورزان کل زمین -بقایای ۲۰۰ پلات آزمایشی- را با کمباین و به صورت یکجا برداشت کردند و تصمیم گرفتند که به جای تعلیف دام‌های خود با این محصول (چیزی که به‌نژادگران فرض می‌کردند)، کل آن را به صورت مخلوط کشت نمایند. در نتیجه این مخلوط از هر لاین موجود در آزمایش به صورت جداگانه و -حتی ارقام رایج- عملکرد بیشتری داشت.

---

۱ Dr. Salvatore Ceccarelli.

از ارقام جداگانه تا توده‌های مخلوط

در ایران، اولین آزمایش‌های بهنژادی مشارکتی در سال ۱۳۸۵ با همکاری موسسه توسعه پایدار و محیط زیست (سنستا)، کشاورزان محلی، مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا)[۱] ، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه و موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود آغاز شد. آزمایش‌های بهنژادی مشارکتی گندم و جو در چندین مزرعه در استان‌های کرمانشاه و سمنان اجرا شد. مانند بیشتر تحقیقات به‌نژادی مشارکتی، کار با استفاده از تعداد زیادی از ارقام مختلف شروع شد. بعد از چهار سال انتخاب ارقام توسط کشاورزان، در نهایت این حجم زیاد، با موفقیت، به تعداد معدودی رقم بومی سازگار خلاصه شد و کشاورزان، ارقام انتخاب شده را به صورت خالص تکثیر کرده و کشت نمودند.

در سال دوم، تحقیقات دیگری به موازات بهنژادی مشارکتی آغاز و توسعه داده شد. این بخش به پیشنهاد دکتر سالواتور چکرلی بود؛ کسی که به ما کمک کرد تا طرح به‌نژادی مشارکتی را در ایران با همکاری موسسه ایکاردا اجرا کنیم. به علاوه، دکتر چکرلی تجربیات کشاوزان در دیگر نقاط جهان در مورد به‌نژادی مشارکتی را با ما به اشتراک گذاشت.

بیشتر کشاورزانی که او ملاقات کرده بود، تاکید داشتند که توده‌های مخلوط از چندین رقم مختلف (و در برخی از موارد چند محصول) باعث پایداری و عملکرد بهتر بذر شده و در برخی از موارد محصولاتی با کیفیت مطلوب‌تر را در پی داشته است. آنها معتقد بودند که افزایش تنوع ژنتیکی در توده‌های مخلوط، در گذر زمان، پایداری و ثبات بیشتری در عملکرد آن‌ها به ارمغان آورده است.

در حقیقت مزایای استفاده از تنوع ژنتیکی ارقام کشاورزی در مقالات علمی نیز ثبت شده است. دی فالکو و کاواس[۲] ، با بررسی این مقالات نشان دادند که کاشت ارقام مختلفی که هر کدام واکنش‌های متفاوتی در مقابل شرایط آب و هوایی و تغییرات نامنظم دمایی دارند به پایداری مخلوط آن‌ها در مقابل خشک‌سالی و آفت‌ها کمک می‌کند. آفت‌ها و علف‌های هرز به احتمال زیاد زمانی که با محصول یکنواخت مواجه می‌شود، امکان بیشتری برای رشد و توسعه خواهند داشت.

بیان این تجربیات برای کشاورزان ایرانی باعث شد که آنها نیز ارقام منتخب خود را از میان آزمایش‌های به‌نژادی مشارکتی، به صورت مخلوط کشت کنند. در زمان برداشت، کشاورزان از نتایج به دست آمده از کشت این مخلوط بسیار راضی بودند و برخی از آنها تصمیم گرفتند که این تجربه را با استفاده از مخلوط‌های خود ادامه دهند.

در حال حاضر کشاورزان تعداد زیادی توده‌های مخلوط گندم و جو در اختیار دارند. آن‌ها تصمیم گرفته‌اند که کاشت توده‌های مخلوط آزمایشی، شامل ۱۶ توده مخلوط از رقم‌های متفاوت گندم و ۲۱ توده مخلوط متفاوت جو را آغاز کنند. بعضی از این توده‌های مخلوط انگشت‌شماری از رقم‌های متفاوت هستند، بعضی شامل چند صد رقم، بعضی دیگر فقط شامل ارقام بومی هستند، بعضی دارای ارقام جدید و گونه‌های تجاری و در نهایت برخی شامل هر دو رقم بومی و تجاری هستند.

[علی ترکی، کشاورز سوری در کنار کارشناس ایکاردا -مایکل میکائیل- در مزرعه "یانا"؛ نامی که علی به مخلوط رقم‌هایش داده است.]

۱. The International Centre for Agricultural Research in the Dry Area (ICARDA)

۲. Di Falco and Chavas.

Year 1

Year 10

ایده‌هامان تکامل پیدا می‌کنند، همچنان که بذرهایمان...

پس از ایجاد توده‌های مخلوط، ما به شیوه جدیدی برای افزودنِ تنوع زیستی بیشتری به سطح مزارع کشاورزان دست یافتیم که همان به‌نژادی تکاملی گیاهان (EPB) است.
«به‌نژادی تکاملی گیاهان» راهکاری پویا و کم هزینه برای افزایش سریع سازگاری میان محصولات کشاورزی در مقابله با اثرات سوء ناشی از تغییرات اقلیمی محسوب می‌شود. (چکرلی و همکاران ۲۰۱۳؛۲۰۱۰). با این حال، ایده به‌نژادی تکاملی گیاهان مفهومی جدید نیست؛ در سال ۱۹۲۹ میلادی، هرلان[۱] و مارتینی[۲] روش تلاقی[۳] (روش CC) را برای اصلاح نباتات و به‌نژادگری جو مطرح کردند. روش تلاقی (CC) بر پایه انباشتن نتایج نسل اول[۴] ، که از طریق پیوند زدن (هیبریده کردن) ارقام با منشاها و ساختار ژنتیکی مختلف و تنوع رقم مبدأ و بهسازی ژنتیکی حاصل آمده‌اند، انجام می‌شود تا توده ناهمگونی از ژنوتیپ‌های نوترکیب ایجاد کند. سپس این توده باید در محیط‌های مشخصی که به گونه‌های بومی سازگار احتیاج است، تکثیر یابند.
روند کار باید متضمن افزایش متناوب ژنوتیپ‌های سازگار شده بدون ایجاد یک جمعیت یکنواخت باشد.
بعدها سانسون[۵] این ایده را به یک روش رسمی «به‌نژادی تکاملی گیاهان» توسعه بخشید (سانسون، ۱۹۵۶). با استفاده از این شیوه، سانسون ۹ رقم جوی ترکیبی (CC) را ثبت نمود تا به عنوان لاین‌های والد برای تولید ارقام جدید و اساسی برای مطالعه ژنتیک توده جمعیتی مورد استفاده قرار گیرند.
ما اولین برنامه به‌نژادی مشارکتی-تکاملی را در سال ۱۳۸۷ با کشت مخلوط ۱۶۰۰ نوع جو در نسل دوم پس از تلاقی (F2) اجرا کردیم. این بذرها شامل تمام تلاقی‌های جو که موسسه ایکاردا در آن سال انجام داده بود. شامل ژرم‌پلاسم[۶] بسیار گسترده و وسیع بود: از والدین ارقام جو وحشی تا ارقام بومی چند کشور مختلف و ارقام اصلاح شده مدرن. علاوه بر ایران، این جمعیت جو در کشورهای سوریه، اردن، الجزایر، اریتره و دو سال بعد نیز در کشور ایتالیا کشت شد.
در حال حاضر، توده‌ی تکاملی جو و دو توده تکاملی گندم، در محیط‌های اقلیمی مختلف، با انتخاب کشاورزان و تحت تنش‌های منفرد زنده و غیرزنده و یا حتی ترکیبی از این تنش‌ها و با تحت انواع مختلف مدیریت زراعی در حال تکامل هستند.
در به‌نژادی تکاملی، کشاورز می‌تواند مقدار کمی (۴ تا ۵ کیلوگرم) از توده تکاملی را در یک محل مشخص و برای چند سال متوالی کشت و برداشت نماید. پیش‌بینی می‌شود که فراوانی ژنوتیپ‌ها با شرایط محلی، به تدریج افزایش خواهد یافت.
حتی این امکان وجود دارد و بسیار مطلوب است که نمونه‌هایی از توده تکاملی با کشاورزان مناطق دیگر نیز به اشتراک گذاشته شود و این توده در مزارع تحت استرس‌های مختلف یا ترکیبی از چند استرس نیز کشت شوند. به عنوان مثال، در آغاز این برنامه در سال ۸۷ در ایران، توده تکاملی جو توسط دو کشاورز و در دو استان کشت شد و در سال زراعی ۹۰-۹۱ کشت این توده تکاملی در ۹ استان کشور توسعه یافت و توسط ۵۰ کشاورز کشت شد و در حال حاضر این توده توسط ۸۰ کشاورز در ۱۷ استان کشور و در مساحتی بیش از ۴۰ هکتار کشت می‌شود. در سال ۲۰۱۴، توده‌های تکاملی گندم و جو در بیش ده استان کشور ایتالیا نیز کشت شده است.

---

۱. Harlan
۲. Martini.
۳. Composite cross.
٤. F۱ Progenies.
٥. Suneson.
٦. Germplasm.

توده‌های تکاملی؛

بانک ژن زنده در مزارع کشاورزان

برنامه به‌نژادی تکاملی مشارکتی، تلاشی است در جهت پویاتر کردن روند حفاظت از تنوع زیستی در محل[1] با ترکیب مشارکت و تکامل. یکی از راه‌های مناسب برای بهره‌گیری از توان سازگاری مداوم توده‌های تکاملی، استفاده از این توده‌ها به عنوان منابع تهیه ارقام جدید سازگار با شرایط در حال تغییر کشاورزی و شرایط اقلیمی است؛ به عبارت دیگر، یک بانک ژن زنده در مزرعه‌های کشاورزان. برای تحقق این امر، کشاورزان (یا به تنهایی و یا با مشارکت با کارشناسان و محققان) می‌توانند خوشه‌های مورد نظر خود را انتخاب کرده و از آنها در برنامه‌های به‌نژادی مشارکتی استفاده کنند. برای کشاورزانی که ترجیح می‌دهند به جای رقم‌های یکنواخت از ارقام مخلوط استفاده کنند، توده‌های تکاملی می‌تواند نقش منبع ژرم‌پلاسم برای ایجاد مخلوط جدید بازی کنند. اهمیت دسترسی داشتن مطمئن به ژرم‌پلاسم، در نمونه مطالعه شده در به‌نژادی مشارکتی گیاه در اردن به خوبی مشخص شده است. ایکاردا تنها محل تأمین مواد مورد نیاز به‌نژادی در برنامه‌های مشارکتی در اردن به شمار می‌رفت. با آغاز جنگ داخلی در سوریه – محل استقرار مرکز سازمان ایکاردا – و ایجاد تغییراتی در الویت‌های برنامه تحقیقاتی، ایکاردا توزیع ارقام و مواد برنامه به‌نژادی را متوقف کرد. بنابراین کشاورزان و محققین در اردن به سمت استفاده از توده‌های تکاملی به عنوان منابع تأمین ژرم‌پلاسم برای برنامه‌های به‌نژادی مشارکتی خود روی آوردند. نتایج به دست آمده گویای این حقیقت بود که ارقام بدست آمده از توده‌های تکامل یافته در اردن می‌توانند، حتی بهتر از ارقامی باشند که از خارج به اردن وارد می‌شد.

روش دیگری برای حفاظت از تنوع زیستی در محل، ساختن توده‌های تکاملی جدید با استفاده از ارقام بومی بدست آمده از بانک‌های ژن است. اگرچه بانک‌های ژن نقش مهمی در حفاظت از ارقام بومی دارند باید این مطلب را در نظر داشت که در بانک ژن با منجمد کردن بذرها در فرآیند تکامل و انطباق آن‌ها اختلال ایجاد می‌کنند. بنابراین رقم‌های بومی و وحشی باید در محل رشد طبیعی خود تحت حفاظت قرار گیرند. کشاورزان در گرمسار که بر روی تکامل توده‌ای از ارقام بومی جو و گندم کار کرده‌اند (۱۶۰ رقم از هرکدام) توانسته‌اند از طریق ایجاد توده مخلوط از این ارقام بومی به توده‌ی تکاملی خودشان دست پیدا کنند.

مزرعه جو تکاملی

۱. *in situ*

دستاوردهای غیر منتظره: گسترش سریع و پیش‌بینی نشده توده های تکاملی

در سال اول آغاز طرح به‌نژادی تکاملی (EPB)، هر کشاورز ۴ کیلوگرم از توده تکاملی را در بخش کوچکی از مزرعه خود کشت کرد. برای ادامه کار انتظار می‌رفت که این کشاورزان هر سال تنها ۴ کیلوگرم از این توده تکاملی را کشت کنند، این مقدار برای به تکامل رسیدن این توده تکاملی و برای سازگار شدن این ژرم پلاسم با شرایط اقلیمی و محیطی هر منطقه کافی بود. اساسِ تمام تحقیقات مشارکتی، کم بودن سطح مزارع آزمایشی است تا معیشت کشاورزان که زمین خود را به بحث تحقیقات اختصاص می‌دهند، تهدید نشود.

یکی از مهمترین دستاوردهای غیرمنتظره آزمایش به‌نژادی تکاملی بذر در ایران، این بود که برخی از کشاورزان به دلیل عملکرد بسیار مطلوب این توده تکاملی، تصمیم گرفتند که کل محصول برداشت شده در سال اول را به عنوان بذر بپذیرند و در سال بعد کشت نمایند (متن سمت چپ). به عبارت دیگر، این کشاورزان به سرعت وارد مرحله تکثیر این بذرهای تکاملی شدند و این توده را به عنوان محصول اصلی و در سطح وسیع‌تری کشت کردند. در حالی که ما انتظار نداشتیم که این توده تکاملی با مزرعه کشاورزان به این خوبی و در مدت زمان کوتاه (به ویژه در مناطق کشت دیم) سازگار شود و کشاورزان آن را در مقیاس وسیعی کشت نمایند.

نتایج سریع و امیدبخش

برنامه به‌نژادی تکاملی جو دیم در سال زراعی ۸۸ -۸۷ با استفاده از مخلوط ۱۶۰۰ رقم جو در نسل دوم (F۲) که از ایکاردا گرفته شده بود، آغاز شد. این مخلوط در مزرعه یکی از کشاورزان- شهریار محمودی، منطقه دالاهو استان کرمانشاه کشت شد. با وجود کشت دیر هنگام این مخلوط در یک منطقه سردسیر، کشاورز مشارکت‌کننده در این طرح از عملکرد این مخلوط بسیار راضی بود و در سال زارعی ۸۹ -۸۸، او بذرهای برداشت شده را در نیم هکتار از زمین خود کشت کرد. این جمعیت تکاملی عملکرد بالاتری از ارقام بومی و حتی ارقام بهبود یافته جو در ایستگاه تحقیقاتی سرارود، از خود نشان داد. این کشاورز از عملکرد این توده حتی در فصل‌های خشک نیز بسیار راضی بود و در نهایت تصمیم گرفت تا این مخلوط را در سطح وسیع‌تری از زمین خود کشت کند و آن را میان کشاورزان دیگر نیز پخش نماید.

بر اساس موفقیتی که در بهنژادی تکاملی جو بدست آمده بود، دکتر رضا حق پرست، کارشناس و به‌نژادگر گندم در ایستگاه تحقیقات گندم دیم سرارود، در سال ۸۸-۸۹ برنامه مشابهی برای گندم نان تنظیم کرد. او برای ساخت مخلوط تکاملی گندم از بذرهای گندم نان که در انبار موسسه تحقیقات سرارود نگه‌داری می‌شد و همچنین از توده‌های مجزا شده از برنامه بهنژادی گندم خود، استفاده کرد. این توده تکاملی، در سال ۸۸-۸۹، در مزرعه یکی از کشاورزان منطقه صحنه استان کرمانشاه، که از لحاظ بارندگی میانگین بالاتری از حد معمول در کرمانشاه دارد، کشت شد. عملکرد این توده تکاملی تحت شرایط دیم، ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود، در صورتی که عملکرد ارقام بومی مشهور این منطقه مانند سرداری به دلیل بروز تنش‌هایی چون خوابیدگی (ورس) و زنگ زرد تنها ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. در سال‌های بعد، که نسبتا خشک بود و تنش‌های محیطی دیگر زیاد بود، باز هم جمعیت تکاملی عملکرد بهتری نسبت به گندم سرداری داشت.

نتایج به دست آمده حتی در مناطق گرمسیر نیز امیدوارکننده بود. در سال زراعی ۹۲ -۹۱ جمعیت تکاملی گندم در یکی از مناطق گرمسیر استان کرمانشاه (سر پل ذهاب) عملکردی در حدود ۱۷۰۰ کیلوگرم در هکتار داشت، در حالی‌که محصول رقم بومی این منطقه تنها ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین در منطقه روانسر استان کرمانشاه، عملکرد محصول به طور میانگین ۱۶ درصد بیشتر از ارقام بومی بود و در منطقه سرابِ نیلوفر، عملکرد محصول ۵۱ درصد بیشتر از سرداری بود. در همان سال، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه با انجام یک پروژهٔ چندساله بهنژادی تکاملی در این استان و حمایت مالی از آن موافقت کرد.

اگرچه بهنژادی تکاملی در مناطقی که کشت آبی انجام می‌شود، گسترش کمتری داشته است ولی در این زمینه هم گزارش‌هایی از نتایج مطلوب به دست آمده وجود دارد. در سال زراعی ۹۲ -۹۱ توده تکاملی گندم که در موسسه سرارود تهیه شده بود، در شهرستان گرمسار (استان سمنان) تحت شرایط کشت آبی کشت شد. عملکرد این مخلوط تکاملی، تقریبا ۹,۲ درصد بیشتر از رقم پیشتاز (رقم بهبودیافته و شاهد محلی) بود. کشاورزی که این توده تکاملی را کشت کرده بود، اعتقاد داشت که حضور علف‌های هرز و آفات در مزرعه تکاملی کمتر از مزرعه پیشتاز است و این درحالی است که این کشاورز از هیچگونه علف‌کش و آفت‌کش استفاده نکرده بود. این امر بیان‌گر آن است که توده تکاملی می‌تواند از یک طرف برای کشاورزی ارگانیک مفید باشد و از سوی دیگر هزینه‌های تولید را کاهش دهد.

توده‌های تکاملی و سوال مصرف‌کننده‌ها

بیشتر مردمی که در مورد به‌نژادی تکاملی بذر اخبار و گزارش‌هایی را مشاهده می‌کنند، نگران کیفیت محصول نهایی هستند. آیا محصول نهایی کیفیت مناسبی دارد و قابل استفاده است؟ در ایران ما مدت زیادی بر روی گندم و جو کار کرده‌ایم و با نتایجی که به‌دست آورده‌ایم دلیلی برای نگرانی احساس نمی‌کنیم. در ایران از جو معمولا برای تغذیه دام استفاده می‌شود و در نتیجه، نگرانی درباره کیفیت پخت آن وجود ندارد. از نظر کیفیت غذای دام نیز باید اشاره کرد که کشاورزان گرمسار (آن‌دسته از کشاورزانی که دام نیز دارند)، درخواست کردند که برای آنالیز میزان پروتئین موجود در ارقام مختلف جو استفاده شده در برنامه بهنژادی مشارکتی، آزمایشی انجام شود. نتیجه حاصل از این آزمایش نشان داد که میزان پروتئین توده تکاملی جو بیشتر از رقم جو بومی (که در برنامه تحقیقاتی دولتی رسمی بهبود یافته بود) بود.

همچنین در مورد گندم، کشاورزان و تعدادی از نانواهای استان‌های سمنان و کرمانشاه تلاش کردند که از توده تکاملی گندم، نان تولید کنند. آنها از نتایج بدست آمده بسیار راضی بودند. برخی از آنها اقدام به فروش این نان‌ها در سیتم نانوایی‌های صنعتی محلی کردند. در ایتالیا و فرانسه هم کشاورزانی را ملاقات کردیم که معتقد بودند استفاده از توده‌های مخلوط نه تنها به محصول بیشتر و پایدارتری می‌انجامد، بلکه رایحه و کیفیت بهتری را هم برای نان به همراه دارد. بدیهی است که مناسب بودن استفاده از توده‌های تکاملی به عنوان محصول اصلی، بستگی به نحوه استفاده از محصول و همچنین عملکرد فرهنگی کشاورزان محلی و مصرف‌کنندگان دارد. واضح است در صورتیکه که محصول توده تکاملی به صورت مخلوط برای مصرف مناسب نباشد (مانند بسیاری از ارقام سبزیجات)، توده‌های تکاملی همچنان می‌توانند به عنوان یک بانک ژن زنده و منبع ژرم-پلاسم‌های جدید و سازگار شده با محیط برای تولید و تکثیر ارقام تک لاین جدید مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال، در ایتالیا استفاده از بهنژادی تکاملی برای سبزیجاتی مانند سیب‌زمینی، لوبیا و کدو سبز در حال انجام است.

تنوع زیستی، توده‌های تکاملی و قوانین مرتبط با حقوق مالکیت معنوی بذر (قوانین بذر)

کشاورزان بخش بزرگی از جمعیت (۲۵ درصد) و اقتصاد (۲۰ درصد) ایران را تشکیل می‌دهند. اکثریت قریب به اتفاق کشاورزان ایرانی زمین‌داران کوچک و خرده‌پا هستند (۷۵ درصد کشاورزان کمتر از ۵ هکتار زمین دارند) که اغلب متکی به استفاده از بذر خودمصرفی برای تولید اغلب محصولات کشاورزی خود از جمله غلات، حبوبات، برنج و علوفه هستند. این محصولات بخش مهمی از محصولاتی که در کشور تولید می‌شوند را تشکیل می‌دهند: یعنی در حدود ۸۶ درصد از سطح زیرکشت کشور.

بر اساس قانون ثبت و گواهی بذر و نهال ایران، مصوب ۱۳۸۱، کلیه بذرهای ثبت شده باید جدید، متمایز، یکنواخت و پایدار باشند. کاملاً مشخص است که توده‌های تکاملی نمی‌توانند این معیارها را بر آورده نمایند. در حقیقت، مزیت اصلی توده‌های تکاملی در تنوع زیستی ارقام کشاورزی و پویایی تکامل آن‌ها است. در هر صورت این قانون شامل بذرهایی می‌شود که به صورت تجاری، خرید و فروش می‌شوند، در صورتی‌که توده‌های تکاملی خرید و فروش نمی‌شود و میان کشاورزان بسیار ساده مبادله می‌گردد و در حال حاضر منع قانونی برای این کار وجود ندارد. به‌علاوه، براساس سند ملی بذر و نهال «کشاورزانی که بذر خودمصرفی تولید و استفاده می‌کنند، حق ذخیره، استفاده، انتقال و پخش مواد گیاهی خود را دارند.»

پیامدهای منفی که قانون بذر و حقوق مالکیت معنوی گونه‌های گیاهی بر تنوع زیستی دارد، در کنار سود هنگفتی که از این راه عاید شرکت‌های چند ملیتی بذر می‌شود، نگرانی‌های عمده‌ای در زمینه حقوق کشاورزان ایجاد کرده است. به باور گزارش‌گر ویژه حق بر غذای سازمان ملل متحد، «گسترش و فراگیر شدن حقوق مالیکت معنوی [گونه‌های گیاهی] می‌تواند مانعی بر سر انطباق مناسب میان سیاست‌های مشوق حفاظت و نگهداری از تنوع زیستی کشاورزی و ارقام مصرفی کشاورزان باشد.» (گزارش‌گر ویژه ملل متحد درباره حق بر غذا، ۲۰۰۹) اگر دولت ایران به کنوانسیون و اتحادیه حفاظت از ارقام جدید گیاهی (UPOV) پیوسته بود – که البته برخی از به‌نژادگرهای صنعتی در ایران برای انجام آن تلاش می‌کنند – محدویت‌های زیادی برای به‌کارگیری و استفاده از توده‌های تکاملی و استفاده از تنوع زیستی ارقام کشاورزی ایجاد می‌شد. در سند ۱۹۹۱ حفاظت از ارقام جدید گیاهی - که اگر ایران به UPOV پیوسته بود، موظف به اجرای آن می‌شد - اجازه استفاده از بذر خودمصرفی تنها در موارد استثنایی وجود دارد (GRAIN ۲۰۰۷). در حالی‌که در نسخه‌های پیشین UPOV مصوب سال‌های ۱۹۶۱ و ۱۹۷۸ میلادی، محدودیتی برای استفاده از بذر خودمصرفی توسط کشاورزان وجود نداشت. به علاوه، در بسیاری از کشورهایی که قوانین بذر آن‌ها بر اساس سیستم UPOV شکل گرفته است، خرید و فروش تجاری بذر بر اساس درخواست قبلی برای ثبت بذر و دریافت مجوز قرار دارد، درحالی‌که، در نظام‌های حقوق مالکیت معنوی نظیر UPOV الزامی است که تمامی بذرهای ثبت شده تحت معیارهای تمایز، یکنواختی و پایداری باشند. همان‌طور که اشاره شد، مزیت اصلی توده‌های تکاملی به طور خاص به این حقیقت وابسته است که هیچ کدام از معیارهایی که تمایل به یکنواخت کردن و از بین بردن تنوع را دارند را برآورده نمی‌سازند.

به کجا می‌رویم؟

توسعه کشت توده تکاملی گندم و جو در سراسر ایران از طریق مبادله بذر میان کشاورزان و تشکل‌های کشاورزان مانند تشکل توسعه پایدار دشت گرمسار و همچنین از طریق بخش غلات معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود، سازمان جهاد کشاورزی استان فارس و موسسه توسعه پایدار و محیط زیست (سنستا) ادامه می‌یابد. چالش اصلی ما در برنامه به‌نژادی تکاملی گندم و جو، گسترش سریع و فراتر از پیش‌بینی بذرهای تکاملی بین کشاورزان و در مناطق مختلف کشور است که امکان پیگیری، بررسی نتایج حاصل از کشت و همچنین حمایت از کشاورزان متقاضی کشت توده تکاملی (مانند اینکه این توده چیست و چگونه باید از آن استفاده کرد) را در مناطق مختلف کشور با مشکل روبه‌رو ساخته است.

اولین کارگاه ملی به‌نژادی تکاملی بذر با همکاری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس در دی ماه ۱۳۹۱ در شهر شیراز برگزار شد. در این کارگاه کشاورزان مشارکت کننده در این طرح از استان‌های مختلف کشور، تجربیات خود را با یکدیگر به اشتراک گذاشتند. برگزاری منظم کارگاه‌های محلی، منطقه‌ای و ملی و بازدیدهای میدانی از مزارع، امری ضروری برای تقویت و ارتقای دانش کشاورزان در مورد نحوه استفاده از توده‌های تکاملی بذر به شمار می‌روند. همچنین، آگاه‌سازی کشاورزان نسبت به پیامدها و آثار احتمالی اجرای قوانین و سیاست‌های متفاوت بذر، منطبق با حقوق مالکیت معنوی گونه‌های گیاهی، بر معیشت کشاورزان و همچنین حقوق آن‌ها بر ذخیره، تبادل، توسعه و استفاده پایدار از بذرهای خودمصرفی کشاورزی، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

References

Allard, R.W. and Hansche, P.E. (1964) Some Parameters of Population Variability and their Implications in Plant Breeding. Advances in Agronomy, 325–281 ,16.

Cardinale BJ, Duffy JE, Gonzalez A, et al. (2012). ‹Biodiversity loss and its impact on humanity›, *Nature*, 67 –59 ,486.

Ceccarelli, S., Grando, S., Maatougui, M., Michael, M., Slash, M., Haghparast, R., Rahmanian, M., Taheri, A., Al-Yassin, A., Benbelkacem, A., Labdi, M., Mimoun, H. and Nachit, M. (2010). ‹Plant breeding and climate changes›, *Journal of Agricultural Science*, 638–627 ,148.

Ceccarelli, S. (2012). ‹Living Seed – Breeding as Co-evolution›, in Seed Freedom: A Global Citizens Report, Navdanya.

Ceccarelli, S., Galié, A., and Grando (2013). ‹Participatory Breeding for Climate Change-Related Traits›. In C. Kole (ed.), *Genomics and Breeding for Climate-Resilient Crops,* Vol. 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 376-331.

Di Falco, S. and Chavas, J.P. (2006), ‹Crop genetic diversity, farm productivity and the management of environmental risk in rainfed agriculture›, *European Review of Agricultural Economics*, 314–289 ,(3) 33.

FAO (2010), Second Report on the State of the World›s Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome.

GRAIN, (2007), ‹The end of farm-saved seed? Industry's wish list for the next revision of UPOV›, available at *http://www.grain.org/fr/article/entries/-58the-end-of-farm-saved-seed-industry-s-wish-list-for-the-next-revision-of-upov*
Hahgparast, R. et. al. (2013), Ahamiat-e Behnjedai-e Takamoli Ghalaat-e Deym Dar Moghaabele Ba Ta›aghirat-e Eghlimi, (article submitted to the Second Iranian Conference on Agriculture and Climate Change)

Harlan, H., and Martini, M. (1929) A composite hybrid mixture. Journal American Society of Agronomy, 490–487 ,21.

High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (2012). *Food Security and Climate Change*, Rome:FAO.

Hooper, D.U., Adair, E.C., Cardinale, B.J., et al. (2012). ‹A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change›, *Nature*, 8–105 ,486.

SPCRI (2003)*, Act of Plant Varieties Registration, Control and Certification of Seeds and Plant Materials*, available from *http://spcri.org/en/Pages/ActofPlantVarietiesRegistration,Control.aspx*

SPCRI (2003), *Act of Plant Varieties Registration, Control and Certification of Seeds and Plant Materials*, available from http://*spcri.org/en/Pages/ActofPlantVarietiesRegistration,Control.aspx*

SPCRI, Seed and Plant Policy Document of the Islamic Republic of Iran, available from *http://spcri.org/en/Pages/SeedandPlantPolicy.aspx*

Special Rapporteur on the Right to Food (2013), *Seed policies and the right to food: enhancing agrobiodiversity and encouraging innovation.*

Suneson, C.A. (1956) An Evolutionary Plant Breeding Method. Agronomy

IFAD
Enabling the rural poor to overcome poverty

The International Treaty
ON PLANT GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE

drynet

UNDP

gef

SGP The GEF Small Grants Programme

گروه توسعه پایدار کشاورزان دشت کرمسار

معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم

سازمان جهاد کشاورزی استان فارس

خوان نان و نعمت

گروه تولیدی نان
کشاورز- نانوا

Cenesta

تنوع زیستی می‌تواند اثرات منفی تغییرات اقلیمی را کاهش دهد. بنابراین حفاظت و مدیریت پایدار تنوع زیستی در حل مشکلات ناشی از تغییرات اقلیمی نقش مهمی دارد. یکی از دلایل کاهش قابل توجه عملکرد دانه و ناپایداری عملکرد غلات دیم در ایران در اثر تغییرات اقلیمی، کمبود تنوع ژنتیکی ارقام زراعی در مزارع است. دلیل دیگر، غیر یکنواختی ریز اقلیم‌ها در نواحی دیم‌خیز ایران است که در این شرایط به تنوع ژنتیکی بیشتری نیازمندیم تا از اثر متقابل ژنوتیپ در محیط با کارآمدی بیشتر استفاده شود. در حال حاضر برنامه‌های متداول به‌نژادی نتوانسته تنوع ژنتیکی مورد نیاز را در مناطق دیم‌خیز ایران ایجاد کند و با ادامه همین الگو در آینده نیز نخواهد توانست. روش موثر، کوتاه و مقرون به صرفه برای حل این مشکل، برنامه به‌نژادی تکاملی است که از الگوی تکامل در طبیعت برای افزایش تنوع زیستی در مزارع غلات دیم تبعیت می‌کند. دستاورد نهایی این برنامه یک جمعیت تکامل یافته شامل مخلوطی از ژنوتیپ‌های سازگار است که می‌تواند هر گونه شرایط غیر قابل پیشبینی محیطی را بهتر از واریته‌های زراعی خالص تحمل کند. این نگاشته در مورد اهمیت این برنامه در شرایط فعلی اقلیمی ایران و همچنین ارایه نتایج برنامه به‌نژادی تکاملی که از سال ۸۸ -۸۷ توسط موسسه سنستا، موسسه تحقیقات بین‌المللی ایکاردا و معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم و سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌های کرمانشاه و فارس در ایران آغاز شده است.

موسسه توسعه پایدار و محیطزیست (CENESTA)

ایمیل: cenesta@cenesta.org
وبسایت www.cenesta.org

Cenesta