

اهمیت به نژادی تکاملی غلات دیم در مقابله با تغییرات اقلیمی

رضا حق پرست¹، سالواتوره چکارلی²، سعید سعید پورداد¹، مریم رحمانیان³، احمد طاهری⁴، رحمان رجبی¹، خدیجه رضوی³، مائده سلیمی³، رضا محمدی¹، ژیلا مرادی⁵، صحبت بهرامی نژاد⁶، زری صالحی نیا⁷، صباح محمدی⁷

1. معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کرمانشاه، 2. مرکز بین المللی تحقیقات در مناطق خشک (ایکاردا)، 3. سازمان مردم نهاد سنستا، 4. تشکل توسعه پایدار دشت گرمسار، 5. مرکز خدمات کشاورزی سراب نیلو فر، کرمانشاه، 6. دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه، 7. مرکز خدمات کشاورزی روانسر
رضا حق پرست، rezahaghparast@yahoo.com

چکیده

تنوع زیستی میتواند اثرات منفی تغییرات اقلیمی را کاهش دهد. بنا براین 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 میباشد. دلیل دیگر غیر یکنواختی ریز اقلیمها در نواحی دیم خیز ایران میباشد که در این شرایط به تنوع ژنتیکی بیشتری نیازمندیم تا از اثر متقابل ژنوتیپ در محیط با کارآمدی بیشتر استفاده شود. در حال حاضر برنامه های متداول بهنژادی نتوانسته است که تنوع ژنتیکی مورد نیاز را در مناطق دیمخیز ایران ایجاد کند و با ادامه همین الگودرآینده نیز نخواهد توانست. روشی موثر، کوتاه و مقرون به صرفه برای حل این مشکل، برنامه بهنژادی تکاملی است که از الگوی پدیده تکامل در طبیعت برای افزایش تنوع زیستی در مزارع غلات دیم تبعیت میکند. دستاورد نهایی این برنامه یک جمعیت تکامل یافته شامل مخلوطی ژنوتیپهای سازگار است که می تواند هر گونه شرایط غیر قابل پیشبینی محیطی را بهتر از وارسته های زراعی خالص تحمل نماید. این مقاله در مورد اهمیت این برنامه در شرایط فعلی اقلیمی ایران و همچنین ارائه نتایج برنامه بهنژادی تکاملی که از سال 87-1388 در ایران آغاز شده است، میباشد.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیمی، به نژادی تکاملی، غلات، دیم

مقدمه

بر اساس نتایج تحقیقات دانشمندان دانشگاه کالیفرنیا ایروین، مرکز پروازهای فضایی گودارد ناسا، و مرکز ملی تحقیقات جوی آمریکا، کشور های منطقه خاورمیانه شامل ترکیه، سوریه، عراق و ایران منطقه ای از جهان محسوب می شود که به دلیل تغییرات آب و هوایی میزان بارندگی کمتری را در 30 سال آینده تجربه خواهد کرد (Famiglietti, 2013). در این شرایط تامین غذا برای جمعیت در حال رشد یکی از موضوعهای مهم مورد بحث در مجامع علمی میباشد. نگرانی از این موضوع همزمان با بروز مشکلاتی بر سر راه تولید محصولات عمده غذایی مانند گندم ناشی از تغییرات اقلیمی (Pimentel, 2011) و اثرات سوء ناشی از آن بر گیاهان زراعی میباشد. در این شرایط، منابع و نهاده هایی که می تواند این اثرات منفی را کاهش دهد، در حال کاهش است یا هزینه استفاده از آنها افزایش یافته است (Pimentel, 2011). در این مقاله اهمیت برنامه بهنژادی تکاملی مشارکتی به عنوان روشی برای افزایش تنوع ژنتیکی ارقام زراعی در مزارع برای مقابله با تغییرات اقلیمی مورد بحث قرار می گیرد و نتایج اجرای برنامه بهنژادی تکاملی که از سال 1387 در ایران آغاز شده است نیز ارائه خواهد شد.

تنوع ژنتیکی و تغییرات اقلیمی

چون تنوع ژنتیکی قابل توجهی بین وارسته های یک گیاه زراعی در مواجهه با عوامل تنش زا وجود دارد، راهبرد غالب در برنامه های بهنژادی استفاده بهینه از این تنوع ژنتیکی برای انتخاب ژنوتیپهایی است که به تنشهای زیستی و محیطی بیشترین سازگاری را داشته باشد (Cattivelli et al, 2008). در برنامه های بهنژادی گیاهی متداول با استفاده از تکنیکهای رایج ارقام زراعی جدیدی تولید می شوند که

از نظر ژنتیکی یکنواخت هستند و ترکیب متناسبی از صفاتی را دارند که موجب می‌گردد گیاه شرایط تنش را بهتر تحمل نماید. این ارقام یکنواخت از نظر ژنتیکی در نسل‌های متمادی ظاهر یکنواخت خود را حفظ می‌نمایند که در قوانین ثبت واریته‌های زراعی به آن پایداری گفته می‌شود (Smith, 2008). این مفهوم پایداری ژنتیکی با مفهوم پایداری که در زراعت مطرح می‌شود تفاوت اساس دارد و حتی می‌توان گفت متضاد است، چون در مباحث زراعی مفهوم پایداری بر اختلاف کم عملکرد و یا کیفیت محصول یک رقم زراعی در مقایسه با ارقام دیگر در طول زمان و مکان متمرکز می‌باشد (Piepho, H.P. 1998 و Becker and Léon, 1988). در هر صورت روش‌هایی که پیامد آن تولید ارقام زراعی یکنواخت و " پایدار " از نظر ساختار ژنتیکی و توسعه کشت آنها در مساحت بسیار وسیعی از اراضی می‌باشد، روش‌های مناسبی برای مقابله با تغییرات اقلیمی و دیگر تهدیدهای جاری و پیش‌بینی شده در کشاورزی، نمی‌باشند. معمولاً تنوع و غیر یکنواختی ارقام زراعی موجب کاهش ریسک از بین رفتن محصول در اثر تغییرات غیر قابل پیش‌بینی محیطی می‌گردد. این موضوع در تضاد با هدف به‌نژادی مدرن گیاهی برای یکنواختی محصول است. ارقام زراعی یکنواخت از نظر ژنتیکی، نمی‌توانند در مقابل تغییرات محیطی و اقلیمی و همچنین عوامل تنش‌زای جدید (مانند نژاد‌های جدید یک بیماری و یا تنش‌های محیطی غیر قابل پیش‌بینی) مقاومت نمایند (Verboom et al., 2010). اگر چه این واریته‌ها به خوبی بر علیه تنش‌های خاصی مجهز شده‌اند، ممکن است در مقابل تنش‌های دیگر در شرایط محیطی متغیر و غیر قابل پیش‌بینی به دلیل یکنواختی ژنتیکی بسیار حساس باشند. با در نظر گرفتن مشکل یکنواختی ژنتیکی در ارقام زراعی در مقابله با تنش‌های غیر قابل پیش‌بینی، در این مقاله این موضوع مطرح می‌شود که برای حل این مشکل، به سازگاری وسیع‌تر نیاز است و می‌توان به این نوع سازگاری، با گسترش تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای یا به عبارت دیگر کشت مخلوط، دست یافت. به همین منظور اگر هدف افزایش تنوع ارقام زراعی در مزارع است، دو راه وجود دارد. اول اینکه کشاورزان بذر تعدادی از ارقام زراعی موجود را به نسبت مساوی با هم دیگر مخلوط و کشت نمایند. روش دوم اینکه در محصولاتی مثل غلات بذر تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های مختلف یک رقم زراعی را با هم مخلوط گردند و کشت گردند. در روش دوم، ژنوتیپ‌هایی که بذر بیشتری در یک سال زراعی تولید نمایند، در سال زراعی آینده در جمعیت مخلوط، سهم بیشتری خواهند داشت. به روش دوم "به‌نژادی تکاملی" گفته می‌شود که در آن نوعی جمعیت گیاهی ایجاد می‌شود که نه یکنواخت است و نه پایدار از نظر ژنتیکی. این جمعیت از نظر ژنتیکی بسیار متنوع می‌باشد و ساختار ژنتیکی آن در طول زمان تغییر خواهد کرد (Thomas et al., 2011). در این مقاله کلمه "جمعیت یا جمعیت گیاهی" به تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های یک محصول زراعی در یک مزرعه گفته می‌شود که در آن هر گیاه از گیاه دیگر از نظر ژنتیکی متفاوت می‌باشد. دو مورد ویژه از جمعیت گیاهی عبارتند از جمعیت کمپوزیت کراس و یا مخلوط واریته‌ها و لاین‌های اصلاحی. چون فراوانی ژنوتیپ‌ها در این گونه جمعیت‌ها از سالی به سال دیگر متغیر است و این تغییر در جمعیت به میزان تنوع ژنتیکی موجود و قدرت و جهت متغیرهای محیطی وابسته است، به آنها " جمعیت‌های تکاملی " گفته می‌شود. از نظر تنوع درون گونه‌ای این جمعیت تکاملی مشابه "واریته‌های بومی قدیمی" می‌باشد (Carolina et al., 2005 و Zeven, 1998) بنا بر این، این جمعیت‌ها را می‌توان " واریته‌های بومی جدید " نامید (Murphy et al., 2005). نظر به اینکه نتایج تحقیقات در زمینه به‌نژادی تکاملی تقریباً نیم قرن پیش منتشر شده است (Suneson 1956) و علیرغم تحقیقات پرباری که توسط رابرت آلارد و همکارانش (Allard and Adams, 1969) و Jain and Allard, 1966) در باره برنامه به‌نژادی تکاملی، این برنامه هنوز مسیر اصلی خود را در برنامه‌های تجاری به‌نژادی نیافته است (Phillips and Wolfe, 2005). با این وجود در سال‌های اخیر علاقه شدیدی به این برنامه برای مقابله با تنش‌های زیستی و محیطی ناشی از تغییرات اقلیمی از طریق افزایش تنوع ژنتیکی، در بین به‌نژادگران گیاهی ایجاد شده است.

مزایای کشت مخلوط

وجود تنوع ژنتیکی در جمعیت مخلوط محصولات زراعی مانند غلات دیم چهار مزیت دارد. نخستین مزیت را می‌توان " مکمل بودن یا complementation " نامید. معمولاً در جمعیت‌های مخلوط ژنوتیپ‌های موجود در جمعیت بدلیل تفاوتی که در ریخته ژنتیکی دارند، از پروفیل‌های متفاوتی از منابع استفاده می‌کنند و بنابراین آنها بر سر استفاده از منابع محدودی که در اختیار دارند رقابت بسیار کمتری دارند و به عبارت دیگر، یکدیگر را در استفاده بهتر از منابع تکمیل می‌نمایند (Finckh and Wolfe, 1997 و Thomas et al., 2011). بعنوان مثال در مزرعه‌ای که جمعیت مخلوط کشت می‌شود، ژنوتیپ‌هایی که الگوهای متفاوتی از ریشه دارند (ریشه‌های سطحی، عمیق و یا بینابین) از مواد غذایی و آب موجود در خاک با کارآمدی بیشتری در مقایسه مزرعه کشت شده با یک رقم خالص استفاده می‌کنند،

چون ژنوتیپهایی با عمق ریشه متفاوت از اعماق مختلف آنها را جذب می کنند ولی در مزرعه رقم خالص که تمام گیاهان یک الگوی ریشه دارند، رقابت سختی برای جذب مواد غذایی و آب از پروفیل مشخصی از خاک وجود دارد. این موضوع در باره الگوی متفاوت جذب نور در ژنوتیپهای یک گیاه زراعی نیز صادق است و در جمعیت‌های مخلوط کارایی جذب نور بیشتر از مزارع ارقام خالص است. همچنین ژنوتیپهای با الگوی متفاوت مقاومت به بیماریها فشار انتخاب کمتری بر عامل بیماری ایجاد می نمایند که این امر موجب کاهش ریسک پیدایش نژاد های جدید بیماری میشود (Finckh and Wolfe, 1997). دومین مزیت تنوع ژنتیکی در جمعیت مخلوط را می توان "همکاری" نامید که شامل پدیده ای مانند مقاومت القا شده بر علیه بیماریهای گیاهی میباشد. بعنوان مثال در تراکنش بین گونه زراعی جو و نوعی شته با نام علمی *Rhopalosiphum padi* L.، برخی از ژنوتیپهای جو در جمعیت مخلوط موادی فرار تولید می کنند که باعث القاء مقاومت در دیگر ژنوتیپهای مجاور بر علیه این آفت می گردد (Ninkovic and Aman, 2009). همچنین در جمعیت های مخلوط فاصله بین گیاهان حساس به یک بیماری خاص بیشتر است و این امر موجب می گردد که انتشار بیماری از طریق تماس بین گیاهان حساس کمتر شود (Finckh and Wolfe, 1997). دو مزیت دیگر تنوع ژنتیکی در جمعیت مخلوط در دو شرایط متضاد قابل توضیح هستند و می توان بطور خلاصه آنها را "جبران" یا compensation و "ظرفیت" یا capacity نامید. ابتدا در مورد جبران با ذکر یک مثال بحث می شود. بر اساس اصل اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، هر ژنوتیپ خاص حد اکثر توان و ظرفیت خود را در یک محیط خاص نشان می دهد. در شرایط محیطی غیر قابل پیشبینی که بر دیمزارهای ایران نیز حاکم است، یک رقم زراعی خالص از نظر ژنتیکی در سالهای متفاوت با شرایط متفاوتی مواجه است و شرایط محیطی مطلوب برای این رقم زراعی در بعضی از سالها ممکن است فراهم باشد و در بعضی از سالها نباشد، که این پدیده موجب ناپایداری عملکرد این رقم در یک دوره چند ساله می گردد. حال رقم زراعی خالص دیگری را در نظر بگیرید که واکنش آن به محیط در مقایسه با رقم اول بر عکس است. در این شرایط این سوال مطرح می که کدام یک از این ارقام برای این شرایط قابل پیش بینی توصیه می شود؟ یک جواب منطقی این می تواند باشد که بهتر است هر دو رقم زراعی به نسبت مساوی در دو مزرعه جداگانه کشت گردند تا در این شرایط غیر قابل پیش بینی برآیند عملکرد این دو رقم موجب پایداری عملکرد محصول گردد یا به عبارت دیگر یک رقم عملکرد ضعیف دیگر را "جبران" نماید. جواب منطقی دیگر که دو مزیت "مکمل بودن" و "همکاری" را نیز می تواند در بر گیرد این است که می توان مخلوط این دو رقم را در یک مزرعه کشت نمود و به این ترتیب عملکرد را پایدار تر نمود. با توجه به وسعت زیاد اراضی دیم در ایران که در مناطق مختلف از نظر حاصلخیزی خاک و شرایط اقلیمی وجود دارد، شرایط محیطی بسیار متنوع و غیر قابل پیش بینی بر این سیستم کشت حاکم است و برای استفاده بهینه از این شرایط، نیاز به تعداد زیادی رقم زراعی با ویژگیهای ژنتیکی متفاوت میباشد تا موجب افزایش پایداری عملکرد دیمزارها در شرایط اقلیمی و محیطی بسیار متغیر و غیر قابل پیش بینی گردد. بنا بر این یکی از روشهای مقابله با تنشهای ناشی از تغییرات شرایط محیطی و اقلیمی، افزایش تنوع ژنتیکی در مزارع از طریق کشت مخلوط تعداد زیادی از ارقام مختلف میباشد که این جمعیت مخلوط می تواند نتیجه برنامه بهنژادی تکاملی باشد. در چنین شرایطی جمعیتی بزرگ از مخلوط ژنوتیپهای متفاوت داریم که هر کدام از این ژنوتیپها توان ویژه ای در محیطی ویژه دارند.

بهنژادی تکاملی: راهکار کارآمد افزایش تنوع ژنتیکی

بهنژادی تکاملی یک روش قدیمی برای حل مشکلات جاری ناشی از کاهش تنوع ژنتیکی ارقام زراعی در مزارع و کاهش اثرات سوء ناشی از تغییرات اقلیمی است. این روش توسط دانشمندان دانشگاه کالیفرنیا در سال 1920 ابداع گردید. در این روش کشاورزان مناطق مختلف که در شرایط متفاوتی از نظر آب و هوا، تنشهای زیستی و محیطی، مدیریت زراعی و حاصلخیزی خاک کار می کنند، مخلوطی بسیار متنوع از تعداد زیادی از ارقام زراعی، واریته ها و یا لاینهای موجود در نسلهای در حال تفکیک را که در بانکهای ژن و ایستگاههای تحقیقاتی موجود هستند (Haghparsat et al. 2010)، را سالهای متعددی کشت می کنند، تا هر سال بر اساس شرایط آب و هوایی و تنشهای غالب موجود، بذر ارقامی که به شرایط محیطی و تنشهای زیستی و محیطی در مزرعه سازگار نیستند، حذف شوند و بذر ارقام سازگار به شرایط محیطی در جمعیت باقی بماند. پس از چند سال کشاورزان مجری این برنامه به مخلوطی از ارقام متنوع خواهند رسید که برای شرایط مزرعه ای که طی چند سال در آن کشت شده اند، تکامل نسبی یافته اند و آنها می توانند این بذر را که ترکیبی از ارقام مخلوط سازگار به شرایط محیطی است را در صورت برتری، با ارقام زراعی قبلی که کشت می کردند، بتدریج

جایگزین نمایند. شرایط مزرعه بسیاری از کشاورزان از نظر حاصلخیزی، امکانات، مدیریت زراعی و تنشهای غالب زیستی و محیطی همانند مزارع ایستگاههای تحقیقاتی که در آن برنامه متداول بهنژادی اجرا می گردد نیست. بنا بر این ارقام اصلاح شده در ایستگاههای تحقیقاتی نیاز بسیار از این کشاورزان را در مناطق هدف برطرف نمی کنند. ضمناً اجرای آزمایشهای مقایسه عملکرد در قالب برنامه های بهنژادی مشارکتی همانند شیوه ای که در ایستگاههای تحقیقاتی اجرا می شود، از روشهای بسیار موثر برای افزایش تنوع ژنتیکی است، ولی اجرای این روش برای بسیاری از کشاورزان که نیاز به افزایش تنوع ژنتیکی در مزرعه را دارند، به سادگی امکان پذیر نیست. برای چنین شرایطی یکی از روشهای بسیار آسان و موثر "برنامه بهنژادی تکاملی" است. در این برنامه کفایت که مقداری بذر مخلوط تعداد زیادی از ژنوتیپها، که در این مقاله به آن "بذر تکاملی" گفته می شود، در اختیار کشاورزان قرار بگیرد و از آنها خواسته شود که بر اساس تراکم بذر توصیه شده برای هر محصول بر اساس عرف منطقه، مساحت کوچکی از مزرعه را به برنامه بهنژادی تکاملی اختصاص دهد و بذر تکاملی را بر اساس روش مدیریت زراعی خود کشت نماید و چند سال کشت این بذر را تکرار نماید تا بر اساس انتخاب طبیعی و حتی انتخاب خود کشاورز از بین ارقام متنوع موجود در این مخلوط بذر، ارقامی در جمعیت باقی بماند که به شرایط محیطی و مدیریتی مزرعه کشاورز سازگار باشند. در حین اجرای برنامه بهنژادی تکاملی کشاورز مجری می تواند بذر مازاد بدست آمده از برنامه را در اختیار کشاورزان دیگر که نیاز به افزایش تنوع ژنتیکی را درک کرده اند، قرار دهد. اجرای این برنامه برای کشاورز کم هزینه است و نیاز به آگاهی از اصول طرحهای آماری کشاورزی و رعایت اصول برنامه های متداول بهنژادی را ندارد.

بهنژادی تکاملی: تقلیدی از طبیعت برای افزایش تنوع ژنتیکی

به نژادی نوین گیاهی به عنوان "تکامل هدایت شد گیاهان زراعی توسط انسان" تعریف شده است (Ceccarelli, 2009). اما ارقام بسیار متفاوتی از گندم و جو که قبل از علم ژنتیک و بهنژادی نوین در طبیعت بوجود آمده اند، حاصل از دورگ گیری طبیعی بین ارقام مختلف بوده است. احتمال وجود یک تا دو در صد دگرگشتی بین ارقام گندم و جو شاید بسیار کم و ناچیز به نظر برسد، ولی همین مقدار کم دگرگشتی بین ارقام مختلف گندم و جو در طبیعت موجب ایجاد تنوع بسیار گسترده ارقام این دو محصول شده است. روشهای بهنژادی گیاهی با الگو گرفتن از طبیعت برای ایجاد تنوع ژنتیکی و گزینش نوترکیبهای برتر از والدین از بین این تنوع ژنتیکی ایجاد شده، پایه گذاری شده است. با این تفاوت که انتخاب والدین در روشهای بهنژادی، هدفمند و بر اساس ویژگیهای والدین و نقاط ضعف و قوت آنها میباشد و هدف اصلی این است که نوترکیبهای جدیدی ایجاد شود که نقاط قوت دو والد تلاقی را داشته باشند و آنرا در صورت داشتن عملکرد و کیفیت برتر نسبت به والدین اولیه، بنام رقم اصلاح شده معرفی و در اختیار کشاورزان قرار دهند. طبیعت نیز در واقع یک برنامه بهنژادی را طراحی کرده است که موجب ایجاد نوترکیبهای جدید و در نهایت افزایش تنوع ژنتیکی شود و بر اساس انتخاب طبیعی در مناطق مختلف آب و هوایی و شرایط حاصلخیزی خاک، نوترکیبهای برتر در جمعیت باقی بمانند و نوترکیبهای ضعیف و حساس نسبت به تنشهای محیطی به تدریج از جمعیت حذف شوند. پس از اینکه انسان به کشاورزی مشغول شد، از بین این تنوع ایجاد شده ارقام زراعی محصولات مهم غذایی را گزینش کرد و ارقامی که محصول بیشتر و با کیفیت تر داشت و برای شرایط منطقه خاصی تکامل یافته بودند، از بقیه جدا نمود و بصورت انبوه در قطعه زمینی بنام مزرعه در آن منطقه خاص کشت کرد. به این ترتیب در زمانهای بسیار دور، شروع کشاورزی بر اساس کشت ارقام زراعی بود که سازگاری خصوصی به منطقه سکونت کشاورزان اولیه داشتند، یعنی ارقام زراعی که برای آن منطقه خاص توسط اولین به نژادگر دنیا، یعنی طبیعت، در یک سیر تکاملی، ایجاد شده بودند. روند کشت ارقام زراعی با سازگاری خصوصی در مناطق خاص تا قبل و حتی بعد از ظهور علم ژنتیک و بهنژادی گیاهی ادامه داشت، اما بعد از سپردن مسئولیت برنامه های بهنژادی به دست بهنژادگران بخشهای دولتی و خصوصی و تدوین قوانین در خصوص تولید بذر استاندارد با خلوص ژنتیکی بالا و توجه بیشتر به سازگاری عمومی ارقام به دلیل وجود مشکلات فراوان بر سر راه حفظ خلوص و تکثیر تعداد زیادی از ارقام اصلاح شده با سازگاری خصوصی، بشر عملاً در جهت کاهش تنوع ژنتیکی که از هدایای ارزشمند خداوند به انسان از طریق قوانین و اصول طبیعت برای افزایش پایداری تولید بود، گام برداشت. بهنژادی تکاملی از روشهای موثر برای بازگرداندن تنوع ژنتیکی از دست رفته توسط انسان، به دست کشاورزان است که در شرایط غیر یکنواخت و غیر قابل پیش بینی محیطی مشغول به امر مهم کشاورزی هستند. در این روش بهنژادگران بخشهای دولتی که از بودجه های عمومی به فعالیت بهنژادی اشتغال دارند، باید با این کشاورزان همکاری نمایند تا از اصول جدید و شناخته شده ژنتیک و بهنژادی گیاهی برای احیای مجدد تنوع ژنتیکی در مزرعه کشاورزان استفاده بهینه گردد. همکاری بهنژادگران در این برنامه به این صورت است که مخلوطی از تنوع ایجاد شده در برنامه های بهنژادی متداول را در

اختیار کشاورزان علاقمند به مشارکت قرار دهند. بر اساس تجربیات و دانش ارزنده بومی، کشاورزان تمایل دارند تا خطر ناشی از عملیات کشاورزی و اقلیم نامناسب را در شرایط بروز تنشهای مختلف با استفاده از رعایت سه نوع تنوع، کاهش و پایداری تولید را افزایش دهند که این تنوعها عبارتند از: تنوع در کشت محصولات مختلف، تنوع در کشت ارقام مختلف یک محصول، و یا ایجاد تنوع در یک مزرعه با کشت ارقام مخلوط یک محصول. به این ترتیب خطر از بین رفتن کل محصول در اثر تغییرات محیطی ناخواسته و شرایط اقلیمی غیر قابل پیش بینی و همچنین بروز تنشهای مختلف زیستی و محیطی بسیار کاهش می یابد. این درحالیست که بهنژادی نوین گیاهان بدون در نظر گرفتن این نیاز واقعی کشاورزان در مناطق حاشیه ای و پر تنش به سمت یکنواختی محصول پیش رفته است و همچنان پیش می رود. بعد از ظهور بهنژادی نوین گیاهی، اصلاح گیاهان زراعی از مزرعه کشاورزان به ایستگاه های تحقیقاتی و از کشاورزان به بهنژادگران انتقال یافت. کاری که بوسیله تعداد زیادی کشاورز در مکانهای مختلف انجام می شد، در این زمان بوسیله تعداد نسبتاً کمی از دانشمندان و در تعدادی محدودی ایستگاه تحقیقاتی، انجام می شد. در حال حاضر مشکل ناشی از این تغییر سیستم در مناطق خشک کشورهای در حال توسعه و اراضی حاشیه ای که منجر به کاهش تنوع ژنتیکی در مزارع کشاورزان شده است، به وضوح نمایان است. شایان ذکر است که هدف نگارندگان این مقاله جایگزین شدن برنامه های متداول به نژادی با برنامه به نژادی تکاملی نیست، بلکه هدف، اجرای به نژادی تکاملی، در کنار برنامه به نژادی متداول و استفاده بهینه از تنوع ژنتیکی ایجاد شده در ایستگاههای تحقیقاتی، با مشارکت کشاورزانی است که از بذور خود مصرفی استفاده می کنند. در حال حاضر تقریباً 70 درصد بذر غلات دیم در ایران بذور خود مصرفی است و برنامه بهنژادی تکاملی با هدف افزایش تنوع ژنتیکی در مقابله با تنشهای زیستی و محیطی، می تواند بذور خود مصرفی را ساماندهی و اصلاح نماید و "تهدید" استفاده از بذور خود مصرفی را به "فرصتی" برای افزایش تنوع ژنتیکی تبدیل نماید. در حال حاضر ایستگاههای تحقیقاتی توانایی لازم را برای تکثیر بذر بیشتر از 3 تا 5 رقم اصلاح شده خالص غلات دیم را ندارند و در آینده نزدیک نیز نخواهند داشت و بنا بر این قادر نخواهند بود تنوع ژنتیکی مورد نیاز ریز اقلیمهای متفاوت و شرایط بسیار غیر یکنواخت در ایران را تامین نمایند. اما همکاری بهنژادگران با کشاورزان در اجرای برنامه به نژادی تکاملی می تواند ما را در رسیدن این هدف مهم کمک نماید.

تاریخچه و نتایج برنامه بهنژادی تکاملی در ایران

در سال زراعی 88-87 بذور مخلوط 1600 لاین F2 که در برنامه بهنژادی جو در موسسه بین المللی ایکاردا تولید شده بود، توسط آقای دکتر سالواتوره چکارلی برای اجرای برنامه بهنژادی تکاملی جو دیم به ایران ارسال شد و در استان کرمانشاه در روستای طلسم در منطقه دالاهو کشت گردید. علیرغم کشت دیر هنگام این بذور کشاورز مجری طرح از عملکرد در مقایسه با ارقام زراعی جو موجود در منطقه بسیار راضی بود و در سال زراعی بعد (88-89) که سال مناسبی از نظر میزان و توزیع بارندگی بود، بذور بدست آمده را در سطح 4000 متر مربع کشت کرد که عملکرد آن برابر 4500 کیلو گرم در هکتار، تقریباً معادل عملکرد رقم زراعی اصلاح شده سرارود 1 بود. در حال حاضر (سال زراعی 91-92) کشاورز مجری طرح این بذور تکاملی جو را در سطح وسیع تکثیر می نماید و آنرا در اختیار سایر کشاورزان قرار میدهد. با توجه به موفقیت برنامه بهنژادی تکاملی جو، برنامه بهنژادی تکاملی گندم نان نیز از سال زراعی 88-89 با مخلوط بذور گندم نان در برنامه های بهنژادی غلات در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم در استان کرمانشاه آغاز گردید و هم اکنون نیز ادامه دارد. در سال زراعی پر باران 88-89 مزرعه گندمی که در قالب برنامه بهنژادی تکاملی در مزرعه کشاورزی در روستای الهیه از توابع شهرستان صحنه کشت شده بودند، توان تولید بالایی برابر 3500 کیلوگرم در هکتار (در مقایسه با 1500 کیلو گرم در هکتار عملکرد دانه رقم زراعی سرداری) را داشت و این درحالی بود که این مزرعه گندم در این سال زراعی پر باران دچار ورس نگردید و مقاومت بسیار خوبی نسبت به بیماری زنگ داشت در صورتیکه مزرعه گندم سرداری مجاور این طرح بشدت ورس کرده بود و دچار بیماری زنگ زرد شده بود. عملکرد این دانه بذور تکاملی در سال زراعی خشک و پر تنش 89-90 نیز نسبت به رقم زراعی سرداری بیشتر بود. که بیانگر پایداری عملکرد بذور تکاملی جدید نسبت به رقم زراعی بومی سرداری، که ماهیتاً مخلوط است و خود نتیجه برنامه بهنژادی تکاملی طبیعت است، در شرایط محیطی متفاوت میباشد. در سال زراعی 90-91 عملکرد بذور تکاملی گندم ارسالی از معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم که در شرایط آبیاری در روستایی در شهرستان گرمسار در استان سمنان کشت شده بودند، در مقایسه با مزرعه گندم پیشتاز مجاور در شرایط مساوی کشت شده بودند، 9.2 درصد بیشتر بود. ضمناً بر اساس اظهارات

کشاورز مجری طرح، در مزرعه گندم تکاملی شیوع علفهای هرز و آفت شته و سن نشبت به مزرعه گندم پیشتاز به حدی کمتر بود که نیازی به کنترل شیمیایی است آفات و علفهای هرز نبود ولی مزرعه گندم پیشتاز بر علیه این آفات سمپاشی شد. ضمناً ایشان اظهار داشتند که کیفیت نان حاصل از گندم تکاملی نیز برتر بود. در سال زراعی 91-90 پر تنش از نظر خشکی مزرعه گندم تکاملی در سال دوم اجرای طرح در روستای آئینه در منطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه، که منطقه گرمسیری میباشد، با 1700 کیلو گرم در هکتار عملکرد دانه در مقایسه با 800 کیلو گرم عملکرد دانه مزرعه مجاور برتر بود. در سال زراعی 92-91 برنامه بهنژادی تکاملی مشارکتی گندم دیم در قالب طرح تحقیقی کاربردی با همکاری سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه در چند منطقه اجرا گردید. براساس نتایج بدست آمده از سال اول اجرای این طرح عملکرد دانه بذر تکاملی در دو روستای آهنگران و مراد آباد در منطقه روانسر کرمانشاه برتر از مزرعه ارقام شاهد سرداری و آذر 2 بود و بطور متوسط 16 درصد برتری داشت. در سال زراعی 92-91 در روستای سفید چقادوده در منطقه سراب نیلوفر، کرمانشاه عملکرد مزرعه گندم تکاملی در شرایط یکبار آبیاری تکمیلی در مرحله اوایل ساقه دهی 12 درصد بیشتر از مزرعه رقم زراعی آذر 2 بود. در روستای خسرو آباد سراب نیلوفر در شرایط دیم عملکرد مزرعه تکاملی در مقایسه مزرعه گندم سرداری مجاور، 51 درصد برتر بود. معمولاً قبل از اجرای برنامه بهنژادی تکاملی به کشاورزان همکار طرح توضیح داده میشود که از بذر تکاملی در سال اول نباید انتظار داشت که برتری قابل توجهی از نظر عملکرد نسبت به ارقام شاهد داشته باشد و برتری عملکرد این بذر 3 تا 4 سالهای بعد از اجرای این برنامه و بعد از حذف ژنوتیپهای حساس و تکثیر ژنوتیپهای سازگار ممکن است اتفاق بیافتد. خوشبختانه در اکثر موارد بذور تکاملی از همان سال اول برتری خود را از نظر عملکرد و همچنین دیگر مزایای که در بخشهای قبلی به آنها اشاره شد، نشان داده است.

فهرست منابع

- Allard, R.W., Adams, J. 1969. Population studies in predominantly self-pollinating species. XIII. Intergenotypic competition and population structure in barley and wheat. *Am. Nat.* 103, 621-645.
- Becker, H.C, Léon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 101, 1-23.
- Carolina, T., Villa, C., Maxteda, N., Scholten, M., Ford-Lloyd, B. 2005. Defining and identifying crop landraces. *Plant Genet. Resour. Charact. Util.* 3, 373-384.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A., Francia, E., Marè, C., Tondelli, A., Stanca, A. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Res.*, 105, 1-14 .
- Ceccareli S. 2009. *Journal of Agriculture and Environment for International Development.* 103 , 131-145.
- Famiglietti, J. 2013. The Middle East lost a Dead Sea-Size amount of water in 7 years. University of California. <http://savethewater.org>.
- Finckh, M.R., Wolfe, M.S. 1997. The Use of Biodiversity to Restrict Plant Diseases and Some Consequences for Farmers and Society. In *Ecology in Agriculture*; Jackson, L.E., Ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA.; pp. 203-237.
- Haghparsat, R., Salvatore Ceccarelli, Maryam Rahmanian, Reza Mohammadi, Saeed Pourdard, Ahmad Taheri, Stefania Grando, Abdolali Ghaffari, Ramazan Roentan, Rahman Rajabi. 2010. Poor farmers against poor wheat genetic diversity. 8th International Wheat Conference 1-4 June 2010, St. Petersburg, Russia.
- Jain, S.K., Allard, R.W. 1966. The effects of linkage, epistasis, and inbreeding on population changes under selection. *Genetics* 53, 633-659 .
- Murphy, K., Lammer, D., Lyon, S., Carter, B., Jones, S. 2005. Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renew. Agric. Food Syst.* 20, 48-55.
- Ninkovic, V., Åman, I. 2009. Aphid acceptance of *Hordeum* genotypes is affected by plant volatile exposure and is correlated with aphid growth. *Euphytica*, 169, 177-185.

12. Phillips, S.L., Wolfe, 2005. M.S. Centenary review: Evolutionary plant breeding for low input systems. *J. Agric. Sci.* 140, 1-10.
13. Piepho, H.P. 1998. Methods for comparing the yield stability of cropping systems—A review. *J. Agron. Crop Sci.* 180, 193-213.
14. Pimentel, D. 2011. Food for thought: A review of the role of energy in current and evolving agriculture. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 30, 35-44.
15. Smith, S. 2008. Intellectual property protection for plant varieties in the 21st century. *Crop Sci.* 48, 1277-1290 .
16. Suneson, C.A. 1956. An evolutionary plant breeding method. *Agron. J.* 48, 188-191 .
17. Thomas F. D., Knapp S., Kovacs G., Murphy K. and Wolfe M. S. 2011. Evolutionary Plant Breeding in Cereals—Into a New Era. *Sustainability.* 3, 1944-1971.
18. Verboom, J., Schippers, P., Cormont, A., Sterk, M., Vos, C., Opdam, P. 2010. Population dynamics under increasing environmental variability: Implications of climate change for ecological network design criteria. *Landsc. Ecol.*, 25, 1289-1298 .
19. Zeven, A.C. 1998. Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica* 104, 127-139.

Importance of evolutionary plant breeding in rainfed cereals in tackling with climate change

Reza Haghparast¹, Salvatore Ceccarelli², Seyed Saeed Pourdad¹, Maryam Rahmanian³, Ahmad Taheri⁴, Rahman Rajabi¹, Khadije Razawi³, Maede Salimi³, Reza Mohammadi¹, Zhila Moradi⁵, Sohbat Bahram nezhad⁶, Zari Salehi nia⁷, Sabah Mohammadi⁷

1. Dryland Agricultural Research Sub-Institute, 2. International Center for Agricultural Research in Dryland Area (ICARDA), 3. CENESTA NGO, 4. Garmsar Sustainable Development Association, 5. Sarab Nilofar Agricultural Service Center, Kermanshah, 6. Agricultural Faculty, Razi University, 7. Ravansar Agricultural Service Center

Reza Haghparast, rezahaghparast@yahoo.com

Abstract

Biodiversity can mitigate climate change negative impacts. Thus, conserving and sustainably managing biodiversity is critical to addressing climate change. One of the reason for significant yield loss and instability in rainfed cereal production in Iran due to climate change, is low cultivar biodiversity in fields. Another reason is related to vast heterogeneity in rainfed areas of Iran, where we need more genetic biodiversity to better use of genotype by environment interaction. So far, current conventional plant breeding program could not enhance the required biodiversity in this area and by following the same pattern, it will not. One effective solution is evolutionary plant breeding, which is following the evolution pattern of nature to enhance genetic biodiversity in rainfed cereal fields in a short and cost effective way. The final out put of this program is an evolutionary population consists of different adapted genotypes which can tolerate any unpredictable environmental condition better than pure release cultivar. In this paper we show the importance of this program in current climatic condition of Iran and also report the out puts of rainfed cereal evolutionary breeding program that we started in Iran since cropping season 2007-2008.

Key words: Climate change, Evolutionary plant breeding, Cereal, Rainfed