

## جهش تولید و نقش ژنتیک و به‌نژادی در زراعت

الهام امامی<sup>۱</sup>، نصیر صیدی<sup>۲</sup>، داود داودی<sup>۳</sup>، شایسته حیدریان<sup>۴</sup>، مسعود کرمی<sup>۵</sup>

۱. دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی، [www.e.emami22@yahoo.com](mailto:www.e.emami22@yahoo.com)
۲. دکتری مهندسی صنایع و رییس گروه نوسازی و تحول اداری، [saidi1360@gmail.com](mailto:saidi1360@gmail.com)
۳. دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، [d.davodi494@gmail.com](mailto:d.davodi494@gmail.com)
۴. فوق لیسانس مدیریت اجرایی، [shh2015shh@gmail.com](mailto:shh2015shh@gmail.com)
۵. دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی، [masou.karami9798@yahoo.com](mailto:masou.karami9798@yahoo.com)

### چکیده:

روش‌های به‌نژادی مدرن می‌توانند در به‌نژادی گیاهانی که با روش‌های سنتی اصلاح آنها امکان پذیر نیست نقش مؤثر داشته باشند. ایجاد تغییرات ژنتیکی برای بهبود کیفیت در هر برنامه اصلاحی لازم و ضروری است و 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 دلنه و ناپایداری عملکرد غلات دیم در ایران در اثر تغییرات اقلیمی، کمبود تنوع ژنتیکی ارقام زراعی در مزارع می‌باشد. دلیل دیگر، غیر یکنواختی ریز اقلیمی‌ها 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، برنامه‌های متداول به‌نژادی نتوانسته است که تنوع ژنتیکی مورد نیاز را در مناطق دیم خیز ایران ایجاد کند و با ادامه همین الگو در آینده نیز نخواهد توانست. روشی مؤثر، کوتاه و مقرون به‌صرفه 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. اصولاً در به‌نژادی سنتی اصلاح‌گر تنها به گزینش بهترین ارقام مقاوم به کم‌آبی در ژرم پلاسما موجود با روش‌های طرح‌های آزمایشی می‌پردازد در حالی که در روش‌های به‌نژادی نوین به‌نژادگر، پا را فراتر نهاده و به ایجاد ارقام جدید از طریق دورگ‌گیری پرداخته و مواد ژنتیکی جدید خود را با روش‌های نوین و کمکی اصلاح، مانند مهندسی کروموزوم، مهندسی ژن و بیوتکنولوژی مولکولی، ارزیابی نموده و لایتهای ارقام مقاوم به تنش خشکی را گزینش می‌نماید. در این پژوهش به بررسی یافته‌ها و کاربرد انواع این روش‌ها در اصلاح گیاهان پرداخته و نمونه‌هایی از ارقام و محصولات نهایی زراعی و باغی گزینش شده و یا پدیده آمده از این تکنیک‌ها، برای مقابله پایدار و دراز مدت و کاهش احتمال تکرار بحران‌های خانمان سوز حاصل از کم‌آبی و خشکسالی پرداخته شده است. بنابراین، در کنار مؤلفه‌های مورد نیاز برای مقابله با بحران خشکسالی مانند مدیریت منابع آب و مدیریت به‌زراعی در زمان تنش خشکی، اثرات مخرب زیست محیطی خشکسالی و سیاست‌گذاری‌های مدیریتی کلان کشور، توجه به مؤلفه مدیریت اصلاح و به‌نژادی گیاهان برای مقاومت در مقابل خشکسالی و کم‌آبی را باید افزود و مجموعه اجرایی و پژوهشی مربوط به این مقوله را در کشور، شناسایی و تقویت نمود تا در کنار راهکارهای عملی و اجرایی دیگر، در دراز مدت در رویارویی با پدیده خشکسالی و کم‌آبی کارساز و مؤثر واقع شود.

کلمات کلیدی: پدیده خشکسالی، به‌نژادی تکاملی، به‌نژادی نوین، تغییرات ژنتیکی و جهش تولید

## مقدمه:

بر اساس نتایج تحقیقات دانشمندان دانشگاه کالیفرنیا ایروین، مرکز پروازهای فضایی گودارد ناسا و مرکز ملی تحقیقات جوی آمریکا، کشورهای منطقه خاورمیانه شامل ترکیه، سوریه، عراق و ایران منطقه‌ای از جهان محسوب می‌شود که به دلیل تغییرات آب و هوایی، میزان بارندگی کمتری را در 30 سال آینده، تجربه خواهد کرد (Famiglietti, 2013). در این شرایط تأمین 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 و اثرات سوء ناشی از آن بر گیاهان زراعی می‌باشد. در این شرایط، هزینه منابع و نهاده‌هایی که می‌تواند این اثرات منفی را کاهش دهد، افزایش یافته است (Pimental, 2011). فقیرترین کشورهای جهان، با نرخ رشد جمعیت زیاد، مساحت زیادی از اراضی نامرغوب برای دیمکاری سنتی را دارا می‌باشند. از طرفی مشکلات بحرانی تازه‌ای در رابطه با کاهش باروری اراضی، فرسایش آنها و کوپرزایی در اثر خشکسالی، گرمای زیاد، شوری و قلیائیت، حاصلخیزی کم خاک و عدم مدیریت صحیح منابع طبیعی در این مناطق بروز کرده است (Arshadi et al., 1999). با توجه به اینکه جمعیت قابل توجهی از جهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک زندگی می‌کنند، باید راهی برای تهیه مواد غذایی مورد نیاز آنها با توجه به محدودیت‌های آب و خاک این مناطق یافت. یافتن ارقام گیاهی مقاوم به خشکی یکی از راه‌های عمده برای برخورد علمی و پایدار با این معضل است. مفهوم این مقاومت، توان زنده ماندن یک گونه گیاهی تحت شرایط آب قابل دسترس در محدوده تنش خشکی است که بسیار فراتر از بقاء گیاه در یک دوره خشکسالی است و در کشاورزی این مفهوم شامل توان تولید اقتصادی گیاه در شرایط خشکی است که این مهم در روش‌های اصلاح گیاهان برای شرایط خشکی باید مد نظر قرار گیرد. از طرفی عدم وجود استراتژی و روش‌های آزمایشی مناسب در دستیابی به دامنه ژنتیکی تحمل به تنش خشکی در گیاهان، مکانیزم‌های فیزیولوژیک مناسب آن، ناچیز بودن امکان تجمع ژن‌های مقاومت در یک ژنوتیپ گیاهی و فقدان رابطه بین خواص ویژه مرفولوژیک و مقاومت به خشکی در برنامه‌های عملی اصلاح عملکرد، پایداری و ثبات آن به عنوان یک راهنما و ضابطه اصلی، برای انتخاب گیاهان متحمل به تنش خشکی به کار می‌رود. این پایداری عملکرد، مساوی تفاوت عملکرد پتانسیل در شرایط نرمال و عملکرد واقعی یک ژنوتیپ تحت شرایط تنش است و برای تعیین تحمل نسبی هر ژنوتیپ در تنش از رابطه زیر استفاده شده است:

$$\text{شاخص حساسیت رقم به تنش خشکی} = (\text{شدت تنش خشکی}) / \left( \frac{\text{تنش در عملکرد}}{\text{نرمال عملکرد}} - 1 \right)$$

در رابطه فوق شدت تنش به خشکی یک رقم، از معادله زیر به دست می‌آید:

شدت تنش خشکی =  $\left\{ \frac{\text{میانگین عملکرد تمام ارقام در شرایط نرمال}}{\text{میانگین عملکرد تمام ارقام در تنش}} - 1 \right\}$   
 در اصلاح نباتات برای شرایط تنش برخلاف انتظار، یافتن وارته‌ای با عملکرد یکسان در شرایط تنش و نرمال و همچنین تشخیص سازش گیاه به تنش کم آبی از طریق بررسی‌های تکاملی، مرفولوژیک، فیزیولوژیک و متابولیکی

دارای اهمیت است و گزینش ارقام با درجه مداومت به خشکی و با درجه سازش بیشتر به دو روش زیر انجام می‌شود (Milani, 1999):

۱- انتخاب مستقیم ارقام دارای عملکرد بیشتر در شرایط نرمال در مقایسه با تنش، که پیشرفت‌های زیادی با کاربرد این روش در گیاهان مختلف مانند گندم، جو، برنج، ذرت، سورگوم و سویا حاصل شده است.

۲- انتخاب معیارهای غیرمستقیم ارقام برای خواص مرفولوژی و فیزیولوژی مرتبط با تحمل به تنش خشکی، که می‌توان نمونه‌هایی از کاربرد این روش را در گیاهان مختلف ذکر کرد:

الف- میزان رشد ریشه و ارتباط آن با عملکرد ارقام تحت تنش خشکی در برنج، سویا، سورگوم و ارقام پا کوتاه گندم و برنج با کمک لاین‌های ایزوژن غلات.

ب- صفات ارتفاع، تنظیم اسمزی و ارتباط آن با عملکرد اقتصادی ارقام تحت تنش در گندم، سورگوم، ارزن و پنبه.

ج- مطالعه دمای تاج پوشه و ارتباط آن با عملکرد گیاه در تنش در مرحله مشخصی از رشد گیاه در ذرت و سورگوم.

د- تا شدن برگ‌های گیاهان و رابطه آن با عملکرد ارقام تحت تنش در بقولات، برنج، گندم و سورگوم و ذرت.

از نظر لویت (Levit) به توان گیاه در جلوگیری از کاهش یا ترمیم صدمات ناشی از تنش‌های محیطی مانند خشکی تحمل به تنش خشکی گویند که با مفهوم مقاومت به تنش و یا اجتناب از تنش که به خاطر موانع فیزیکی و یا شیمیایی می‌باشد، فرق دارد (Sameni, 2016). یکی از خطرات عمده در تولید محصولات زراعی در جهان تنش خشکی است که برآیندی مرکب از مجموعه عوامل فیزیکی و محیطی مولد تنش داخلی در گیاه است که نهایتاً کاهش تولید در گیاه را به دنبال خواهد داشت (pormirzaie et al., 1999). خشکی دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم است که از اثرات مستقیم آن می‌توان کاهش محصول، کاهش سطح آب زیرزمینی و افزایش آتش‌سوزی را نام برد که نتیجه آنها به صورت اثرات غیرمستقیم مانند کاهش درآمد کشاورزان، افزایش فاکتورهای مانند قیمت مواد غذایی، بیکاری، مهاجرت، کاهش مالیات بر محصولات کشاورزی و وام‌های بانکی خواهد بود. بنابراین، تخمین اثرات خشکسالی را می‌توان در سه عنوان کلی اقتصادی، محیطی و اجتماعی به شرح زیر بیان نمود (Khairandish, 1399):

### اثر اقتصاد خشکی:

الف- کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و تولید فرآورده‌های دامی و لبنی

ب- کاهش درآمد کشاورزان و دیگر مشاغل وابسته

پ- کاهش صنعت جهانگردی و افزایش بیکاری

ت- بالا بودن هزینه تولید منابع جدید

ث- هزینه بالا در صنعت تولید انرژی

### محیطی:

الف- خسارت به گونه‌های گیاهی و حیوانی

ب- افزایش آتش‌سوزی‌ها و از دست رفتن اراضی

پ- اثرات خاکی مانند تغییر در مقدار شوری، پایین افتادن سطح آب زیر زمینی و کاهش تنوع حیاتی

ت- افزایش فرسایش آبی و خاکی

## اجتماعی:

- الف- کمبود غذا و کاهش استاندارد تغذیه و افزایش سوء تغذیه، قحطی و در خطر بودن زندگی انسان
- ب- تنش‌های جسمی و روحی مانند اضطراب، افسردگی و ناامیدی
- پ- ایجاد مشکلات بهداشتی از جمله، کاهش حرکت فاضلاب‌ها، افزایش آلاینده‌ها و کاهش توان مقابله با آنها
- ت- افزایش بیماری‌ها
- ث- افزایش درگیری‌های انسانی جهت به دست آوردن آب
- ج- کاهش یا تغییر فعالیت‌های تفریحی و افزایش ناراضی‌مردم
- چ- مهاجرت مردم روستایی به مناطق شهری و حتی به کشورهای دیگر.

## تنوع ژنتیکی و تغییرات اقلیمی

راهبرد غالب در برنامه‌های به‌نژادی استفاده بهینه از تنوع ژنتیکی برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که به تنش‌های زیستی و محیطی بیشترین سازگاری را داشته باشد (Cattivelli et al., 2008). در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی، با استفاده از تکنیک‌های رایج، ارقام زراعی جدیدی تولید می‌شوند 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). تنوع و غیر یکنواختی ارقام زراعی موجب کاهش ریسک از بین رفتن محصول در اثر تغییرات غیرقابل 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). در این مقاله، با در نظر گرفتن مشکل یکنواختی ژنتیکی در ارقام زراعی در مقابله با تنش‌های غیر قابل پیش‌بینی، این موضوع مطرح می‌شود که برای حل این مشکل به سازگاری وسیع‌تر نیاز است و می‌توان با گسترش تنوع ژنتیکی درون‌گونه‌ای یا به عبارت دیگر کشت مخلوط دست یافت. به همین منظور، کشاورزان بذر تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های مختلف یک رقم زراعی را با هم مخلوط نموده و کشت می‌کنند. ژنوتیپ‌هایی که بذر بیشتری در یک سال زراعی تولید نمایند، در سال زراعی آینده در جمعیت مخلوط، سهم بیشتری خواهند داشت. به این روش "به‌نژادی تکاملی" گفته می‌شود که در آن نوعی جمعیت گیاهی ایجاد می‌شود که از نظر ژنتیکی نه یکنواخت است و نه پایدار. این جمعیت از نظر ژنتیکی بسیار متنوع می‌باشد و ساختار ژنتیکی آن در طول زمان تغییر خواهد کرد (Thomas et al., 2011).

نظر به اینکه نتایج تحقیقات در زمینه به‌نژادی تکاملی تقریباً نیم قرن پیش منتشر شده است و علیرغم تحقیقات پرباری که در این خصوص انجام گرفته است، این برنامه هنوز مسیر اصلی خود را در برنامه‌های تجاری به‌نژادی نیافته است (Philips & wolfe, 2010)، اما 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.

## 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 و کشاورزان مناطق مختلف، مخلوطی بسیار متنوع از تعداد زیادی از ارقام زراعی، وارینته‌ها و یا لاین‌های موجود در نسل‌های در حال تفکیک که در بانک‌های ژن و ایستگاه‌های تحقیقاتی موجود هستند (Haghparast et al., 2010)، را در سال‌های متعددی کشت می‌کنند، 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 در جمعیت باقی بماند. پس از چند سال کشاورزان مجری این برنامه به مخلوطی از ارقام متنوع خواهند رسید که برای شرایط مزرعه‌ای که طی چند سال در آن کشت شده‌اند، تکامل نسبی یافته و می‌توانند این بذر را که ترکیبی از ارقام مخلوط سازگار به شرایط محیطی است، با ارقام زراعی قبلی که کشت می‌کردند به تدریج جایگزین نمایند. اجرای آزمایش‌های مقایسه عملکرد در قالب برنامه‌های به‌نژادی مشارکتی از روش‌های بسیار مؤثر برای افزایش تنوع ژنتیکی است، ولی اجرای آن برای بسیاری از کشاورزان که نیاز به افزایش تنوع ژنتیکی در مزرعه دارند، به سادگی امکان‌پذیر نیست. برای چنین شرایطی، یکی از روش‌های بسیار آسان و مؤثر "برنامه به‌نژادی تکاملی" است. در این برنامه کفایتیست که مقداری بذر مخلوط از تعداد زیادی ژنوتیپ که در این مقاله به آن "بذر تکاملی" گفته می‌شود، در اختیار کشاورزان قرار بگیرد، تا بر اساس تراکم بذر توصیه شده برای هر محصول بنا بر عرف منطقه، مساحت کوچکی از مزرعه را به برنامه به‌نژادی تکاملی اختصاص دهد و بذر تکاملی را بر اساس روش مدیریت زراعی خود کشت نموده و چندین سال کشت این بذر را تکرار نماید، تا بر اساس انتخاب طبیعی و انتخاب خود کشاورز، ارقامی در جمعیت باقی بماند که به شرایط محیطی و مدیریتی مزرعه سازگار باشند. اجرای این برنامه برای کشاورز کم هزینه است و نیاز به آگاهی از اصول طرح‌های آماری کشاورزی و برنامه‌های به‌نژادی ندارد.

## به‌نژادی تکاملی؛ تقلیدی از طبیعت برای افزایش تنوع ژنتیکی

در طبیعت، یک برنامه به‌نژادی طراحی شده است که موجب ایجاد نوترکیب‌های جدید و افزایش تنوع ژنتیکی می‌شود و بر اساس انتخاب طبیعی در مناطق مختلف آب و هوایی و شرایط حاصلخیزی خاک، نوترکیب‌های برتر در جمعیت باقی مانده و نوترکیب‌های ضعیف و حساس نسبت به تنش‌های محیطی به تدریج از جمعیت حذف می‌شوند. ارقام بسیار متفاوتی از گندم و جو که قبل از علم ژنتیک در طبیعت به وجود آمده‌اند، حاصل دورگ‌گیری طبیعی بین ارقام مختلف بوده است. احتمال وجود یک تا دو درصد دگرگشنی بین ارقام گندم و جو شاید بسیار کم و ناچیز به نظر برسد، ولی همین مقدار کم دگرگشنی، 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 پایه‌گذاری 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 یافته را داشته باشند و آن را در صورت داشتن عملکرد و کیفیت برتر نسبت به والدین اولیه، به نام "رقم اصلاح شده" معرفی و در اختیار کشاورزان قرار دهند.

در روش به‌نژادی تکاملی که از روش‌های مؤثر برای بازگرداندن تنوع ژنتیکی از دست رفته توسط کشاورزانی است که در شرایط غیر یکنواخت و غیر قابل پیش‌بینی محیطی مشغول به کشاورزی هستند، به‌نژادگران بخش‌های دولتی که



از بودجه‌های عمومی مشغول فعالیت به‌نژادی هستند، باید مخلوطی از تنوع ایجاد شده در برنامه‌های به‌نژادی را در اختیار کشاورزان علاقمند به قرار دهند، تا با استفاده از این روش، تنوع ژنتیکی در مزرعه احیاء گردد. به این ترتیب خطر از بین رفتن کل محصول در اثر تغییرات محیطی ناخواسته و شرایط اقلیمی غیر قابل پیش‌بینی و همچنین بروز تنش‌های مختلف زیستی و محیطی بسیار کاهش می‌یابد.

شایان ذکر است که هدف از نگارش این مقاله، جایگزین شدن برنامه‌های متداول به‌نژادی با برنامه به‌نژادی تکاملی نیست، بلکه هدف، اجرای به‌نژادی تکاملی، در کنار برنامه به‌نژادی متداول و استفاده بهینه از تنوع ژنتیکی ایجاد شده در ایستگاه‌های تحقیقاتی، با مشارکت کشاورزانی است که از بذور خود مصرفی استفاده می‌کنند. در حال حاضر تقریباً 70٪ بذر غلات دیم در ایران بذر خود مصرفی است و برنامه به‌نژادی تکاملی با هدف افزایش تنوع ژنتیکی در مقابله با تنش‌های زیستی و محیطی، می‌تواند بذور خود مصرفی را ساماندهی و اصلاح نماید و "تهدید" استفاده از بذور خود مصرفی را به "فرصتی" برای افزایش تنوع ژنتیکی تبدیل نماید.

### روش‌های به‌نژادی سنتی برای مقابله با خشکی و کم‌آبی:

به مجموعه تکنیک‌های علمی و عملی که بتوان از نعمت‌های خدادادی به همان گونه که در نظام هستی وجود دارند، بهترین‌ها را برای اهداف خاصی مانند شرایط کم‌آبی و خشکی انتخاب نمود و یا مبادرت به ایجاد ارقام و گونه‌های جدیدی نمود به‌نژادی سنتی گفته می‌شود. بشر از ابتدای خلقت، مبادرت به انجام این هنر زیبا و بی‌بدیل هستی و کاربرد آن در جهت رفع مشکلات خود نموده است و موفق به یافتن انواعی جالب و تاثیرگذار بر روند زندگی خود نیز شده است. سرعت این روند در قرن اخیر، با ورود فنون و تکنیک‌های جدید دستکاری کروموزوم‌ها، ژن‌ها و مولکول‌ها شتاب روزافزون و بی‌وقفه‌ای یافته است که بخشی از این تلاش‌ها جهت مقابله با تنش کم‌آبی و خشکی در نظام کشاورزی و تولید قوت لایموت انسان تحت عنوان "کشاورزی پایدار" و همگام با طبیعت در زیر آمده است:

۱- می‌توان با خیساندن گیاهچه یا بذر گوجه‌فرنگی، لوبیا، ذرت، ذرت خوشه‌ای، پنبه، گندم و جو و خشک کردن متناوب آنها مقاومت اکتسابی ایجاد کرد و این مقاومت قابل توارث می‌باشد. پروتوپلاسم گیاهان مقاوم به خشکی آب را بهتر نگه می‌دارد و نسبت ریشه به شاخ و برگ در این گیاهان بیشتر است (Pormirzaie et al., 1999).

۲- میزان سازگاری ارقام بومی و زراعی جو در مؤسسه پژوهشی ایکاردا در سوریه مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد که پتانسیل بالقوه برای به‌کارگیری ارقام بومی و وحشی جو در برنامه‌های اصلاحی ارقام زراعی جو موجود است (Rahimian et al., 1997).

### روش‌های نوین به‌نژادی برای مقابله با خشکی و کم‌آبی:

برخی از نمونه‌های پژوهشی انجام شده با استفاده از روش‌های نوین ژنتیکی، سیتوژنتیکی، کروموزومی، کشت بافت، مولکولی و سایر متدها همراه با دستکاری‌های لازم در سطح کروموزوم، مولکول و ژن‌های سازنده حیات:

۱- تولید آمفی پلوئید جدید (تریتی پیرم) مقاوم به شوری و خشکی از طریق مهندسی کروموزوم بین ارقام زراعی و وحشی گندم (Holton, 1993) از والد مادری گندم دوروم و والد پدری گندم علف شور

۲- تولید آمفی پلوئید تری پلوئید بین گندم تترا پلوئید تورجدیم مقاوم به شوری و گندم دیپلوئید نیمه مقاوم اسپلتوئیدس با تکنیک دابل‌کردن کروموزوم‌های آن و تولید هیبرید آمفی پلوئید و مشاهده مقاومت به تنش بیشتر اینها نسبت به والدین به دلیل تجمع ژن‌های مقاومت به شوری از والدین (Howell, 1998).

۳- یافتن رابطه بین الگوی الکتروفورزی پروتئین‌ها و مقاومت به شوری و خشکی ارقام گندم (Jain, 2006) و تغییرات ناشی از تنش در سطوح پروتئین‌های خاص و تعیین آنها به عنوان معیار و ابزار مطمئن در غربال کردن مولکول ژرم پلاسما گیاهان مختلف متحمل به تنش شوری مانند گندم، برنج و توتون (Marchant, 1998) در دست اقدام در ارگان‌های پژوهشی داخل کشور می‌باشد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

بررسی توأم مقاومت به خشکی و عملکرد بالقوه در تحقیقات بر روی منابع ژنتیکی مقاومت، اهمیت ویژه‌ای دارد. گرچه برخی از جدیدترین واریته‌های زراعی سطوح مناسبی از مقاومت به خشکی را با خود به همراه دارند، ولی مفیدترین منابع ژنتیکی مقاومت را می‌توان در نژادهای بومی گیاهان زراعی مانند ذرت، سورگوم و گندم یافت که از شاخص مقاومت به خشکی می‌توان در شناسایی ارقامی که دارای درجه مقاومت به خشکی نسبی هستند استفاده نمود. جهت دست‌یابی و انتخاب مقاوم‌ترین واریته‌های زراعی به تنش‌های محیطی، مانند شوری و خشکی باید از روش‌های کلاسیک و نوین مهندسی کروموزوم و ژنتیک در جهت اصلاح ارقام و ایجاد الگوی کشاورزی پایدار از جمله اجداد وحشی ارقام زراعی موجود بهره جست. یافتن این ارقام با توجه به ماهیت پیچیده ژنتیکی مقاومت به خشکی، بسیار زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد که بخش خصوصی در این خصوص حاضر به ریسک سرمایه‌گذاری نیست. بنابراین، محققین این رشته، جهت اجرای طرح‌های پژوهشی و انجام رسالت عملی و کاربردی یافته‌های جدید، نیاز به پشتیبانی جدی مدیران اجرایی کشور به ویژه در بخش کشاورزی دارند.

در حال حاضر، استفاده از روش‌های به‌نژادی در زراعت و باغبانی در جهان رو به گسترش است. از آنجا که در روش‌های سنتی علیرغم صرف وقت و هزینه بالا، محصولات تولید شده اغلب فاقد شاخص‌های مورد نظر به‌نژادگران بوده و این روش‌ها به تنهایی پاسخگوی نیاز بازار تنوع طلب مصرف کنندگان نیست، بنابراین، استفاده از روش‌های نوین به عنوان مکمل و حتی جایگزین روش‌های سنتی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. لذا، با دستیابی به تکنیک‌های نوین نظیر القاء جهش، پلی‌پلوئیدی و یا مهندسی ژنتیک، می‌توان با تغییرات جزئی در ساختار ژنتیکی گیاه و حفظ صفات مطلوب، شاهد نقش مؤثر استفاده از این تکنیک‌ها در کشاورزی بود.

سهم ایران از تحقیقات به‌نژادی برای مقاومت گیاهان به کم‌آبی، بسیار ناچیز بوده و به کارگیری روش‌های اصلاحی نوین برای کشاورزی پایدار در کشور، مخصوصاً در استان کرمانشاه، با توجه به نوع اصلاح که بیشتر سنتی و کلاسیک می‌باشد، مقوله‌ای نا آشنا و یا حداقل بسیار جوان است، که جا دارد، با دستیابی به تکنیک‌های نوین نظیر القاء جهش، پلی‌پلوئیدی و یا مهندسی ژنتیک و ایجاد تغییرات جزئی در ساختار ژنتیکی گیاه و حفظ صفات مطلوب، شاهد نقش مؤثر استفاده از این تکنیک‌ها در کشاورزی بود.

امید است دست اندرکاران این همایش، به مؤلفه به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی برای شرایط کم آبی و خشکسالی توجه نموده تا زمینه‌های بهبود و جهش تولیدات در بخش‌های کشاورزی و باغی فراهم گردد.

### منابع:

- ۱- آرشد، ی، و عبادوز، غ، بررسی تنش گرما روی توده گندم‌های موجود در بانک ژن، چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه مازندران، ۱۳۷۸. ص ۵۳.

2- پورمیرزایی، الف و عصری، ک، بررسی رابطه پوشش گیاهی با میزان شوری خاک در هامون جازموریان استان کرمان، مجموعه مقالات هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۷۸.

3- ثامنی، ع، کویرزایی، چگونه مردم کویر می‌سازند و چگونه می‌توانند آن را متوقف کنند و چرا این کار را نمی‌کنند. (ترجمه)، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۷۴.

4- خیراندیش، آ، تازه‌های علم بیوتکنولوژی، نشریه کمیسیون بیوتکنولوژی شورای پژوهش‌های علمی کشور، جلد ۲، شماره ۱، ۱۳۷۸، ص ۴۵-۵۱.

5- رحیمیان، ح و بنایان، م، مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۶، ص ۱۷۱-۱۶۵.

6- مهاجر میلانی، پ، صرفه‌جویی در مصرف آب برای اصلاح خاک‌های شور و قلیا، مجموعه مقالات هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۷۸.

- 1- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A., Francia, E., Mare, 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.
- 2- Famiglietti, J. 2013. The Middle East lost a Dead Sea-Size amount of water in 7 years. University of California. <http://savetheeater.org>.
- 3- Haghparast, R., Salvatore Ceccarelli, Maryam Rahmanian, Reze Mohammadi, Saeed Pourdad, Ahmad Taheri, Stefania Grando, Abdolahi Ghaffari, Ramazan Roentan, Rahman Rajabi. 2010. Poor farmers against poor wheat genetic diversity. 8<sup>th</sup> International Wheat Conference 1-4 June 2010, St. Petersburg, Russia.
- 4- Holton TA, Brugliera F & Tanaka Y (1993) Cloning and expression of flavonol synthase from *Petunia hybrida*. *Pl. J.* 4: 1003–1010.
- 5- Howell medders, 1998, Drought tolerance trait found in gencs ,soybean today.
- 6- Jain, SM (2006). Mutation-assisted breeding for improving ornamental plants. *Acta Hort.* 714: 85-98.
- 7- Marchant R (1998) Expression of a chitinase transgene in rose (*Rosa hybrida* L.) reduces development of blackspot disease (*Diplocarpon rosae* Wolf ). *Mol. Breed.* 4: 187–194.
- 8- Phillips, S.L., Wolfe, 2005. M.S. Centenary review: Evolutionary plant breeding for low input systems. *J. Agric. Sci.* 140, 1-10.
- 9- Pimentel, D. 2011. Food for thought : A review on the role of energy in current and evolving agriculture. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 30, 35-44.
- 10- Smith, S. 2008. Intellectual property protection for plant varieties in the 21<sup>st</sup> century. *Crop Sci.* 48, 1277-1290.
- 11- 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.
- 12- 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.