**جهش تولید و نقش ژنتیک و به­نژادی در زراعت**

**الهام امامی1، نصیر صیدی2، داود داودی3، شایسته حیدریان4، مسعود کرمی5**

1. **دانشجوی دکتری ژنتیک و به نژادی**، [www.e.emami22@yahoo.com](http://www.e.emami22@yahoo.com)
2. **دکتری مهندسی صنایع و رییس گروه نوسازی و تحول اداری،** saidi1360@gmail.com
3. **دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی،** d.davodi494@gmail.com
4. **فوق لیسانس مدیریت اجرایی،** shh2015shh@gmail.com
5. **دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی،** masou.karami9798@yahoo.com

**چکیده:**

 روش­هاي به­نژادي مدرن می­توانند در به­نژادي گياهاني كه با روش­هاي سنتي اصلاح آنها امكان پذير نيست نقش مؤثر داشته ­باشند. ايجاد تغييرات ژنتيكي براي بهبود كيفيت در هر برنامه اصلاحي لازم و ضروري 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 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 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 پلاسم موجود باروش­های 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 لایت­ها یا ارقام مقاوم به تنش خشکی را گزینش می­نماید. در این پژوهش به بررسی يافته­ها 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 کم آبی 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 به نژادی 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 کویرزایی در اثر خشکسالی، گرمای زیاد، شوری و قلیائیت، حاصلخیزی کم خاک و عدم مدیریت صحیح منابع طبیعی در این مناطق بروز کرده ­است(1999 ,.Arshadi et al). 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:

شاخص حساسیت رقم به تنش خشکی = (شدت تنش خشکی) / ( $\frac{عملکرد در تنش}{عملکرد نرمال}$ -۱)

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

شدت تنش خشکی = {(میانگین عملکرد تمام ارقام در شرایط نرمال) / (میانگین عملکرد تمام ارقام در تنش)} -۱

در اصلاح نباتات برای شرایط تنش برخلاف انتظار، یافتن واریته­ای با عملکرد یکسان در شرایط تنش و نرمال و همچنین تشخیص سازش گیاه به تنش كم­ آبی از طریق بررسی­های تکاملی، مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی 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):

١- 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( 2016,Sameni). 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 نهایتأ كاهش تولید در گیاه را به دنبال خواهد­داشت(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 فاکتورهایی 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- بالابودن 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 نا امیدی

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 نارضایتی مردم

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 نظر­گرفتن مشکل یکنواختی ژنتیکی در ارقام زراعی در مقابله با تنش­های غیر قابل پیش ­بینی، 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 گرفته­است، 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، واریته­ها 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 کافیست 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 بنابر 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.

**به نژادی 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 به نژادی 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 پیش بینی 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 تقریبا 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 کم آبی:**

 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. سرعتاین روند در قرن اخیر، با ورود فنون و تکنیک­های جدید دستکاری کروموزوم­ها، ژن­ها و مولکول­ها شتاب روزافزون و بی وقفه­ای یافته است که بخشی از این تلاش­ها جهت مقابله با تنش کم­آبی و خشکی در نظام کشاورزی و تولید قوت لايموت انسان تحت عنوان "کشاورزی پایدار" و همگام با طبیعت در زیر آمده­ است:

۱- می­توان با خیساندن گیاهچه یا بذر گوجه­فرنگی، لوبیا، ذ*ر*ت، ذرت­خوشه­ای، پنبه، گندم و جو و خشک­کردن 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 زراعي جو در مؤسسه پژوهشی ایکاردا در سوریه مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج نشان می­دهد که پتانسیل بالقوه برای به کارگیری ارقام بومی و وحشی جو در برنامه های اصلاحی ارقام زراعی جو موجود است(Rahimian et al., 1997).

**روش­های نوین به­نژادی برای مقابله با خشکی و کم ­آبی:**

 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

2- تولید آمفی ­پلوئید تری ­پلوئید بین گندم تترا پلوئید تورجدیم مقاوم به شوری و گندم دیپلوئید نیمه ­مقاوم اسپلتوئیدس با تکنیک دوبل­کردن کروموزوم­های آن و تولید هیبرید آمفی­پلوئید 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 غربال­کردن مولکول ژرم­پلاسم 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 أجداد وحشی ارقام زراعی موجود بهره جست. یافتن این ارقام با توجه به ماهیت پیچیده ژنتیکی مقاومت به خشکی، بسیار زمان بر و پر هزینه می­باشد که بخش خصوصی در این خصوص حاضر به *ریسک* سرمایه­گذاری نیست. بنابراین، محققین این *ر*شته، 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 حاظر، 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 اجتناب ناپذیر 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 می باشد، 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:**

1. أرشد، 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 *عصر*ی، 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 ۵۱-۴۵.
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.
7. 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.
8. Famiglietti, J. 2013. The Middle East lost a Dead Sea-Size amount of water in 7 years. University of California. http://savetheeater.org.
9. Haghparast, R., Salvatore Ceccarelli, Maryam Rahmanian, Reze Mohammadi, Saeed Pourdad, Ahmad Taheri, Stefania Grando, Abdolahi Ghaffari, Ramazan Roeentan, Rahman Rajabi. 2010. Poor farmers against poor wheat genetic diversity. 8th International Wheat Conference 1-4 June 2010, St. Petersburg, Russia.
10. Holton TA, Brugliera F & Tanaka Y (1993) Cloning and expression of flavonol synthase from Petunia hybrida. Pl. J. 4: 1003–1010.
11. Howell medders, 1998, Drought tolerance trait found in gencs, soybean today.
12. Jain, SM (2006). Mutation-assisted breeding for improving ornamental plants. Acta Hort. 714: 85-98.
13. 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.
14. Phillips, S.L., Wolfe, 2005. M.S. Centenary review: Evolutionary plant breeding for low input systems. J. Agric. Sci. 140, 1-10.
15. 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.
16. Smith, S. 2008. Intellectual property protection for plant varieties in the 21st century. Crop Sci. 48, 1277-1290.
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.