

تولید ارقام متحمل به کم آبی، راهکاری مؤثر در کاهش معضلات پدیده خشکسالی در گیاهان زراعی

محمد رضا سیاهپوش

عضوهیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس (زرقان)

علی اکبر کامگار حقیقی

دانشیار بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

کمبود آب مهمترین فاکتور محدود کننده عملکرد محصولات زراعی در اکثر نقاط ایران است. در این مناطق اهداف مهم برنامه های اصلاحی گیاهان زراعی تولید ارقامی است که تحمل به خشکی در آنها زیاد باشد. تحمل به خشکی صفتی پلی ژنتیک بوده، مکانیسم کنترل ژنتیکی بسیار پیچیده ای دارد و به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد. این مسائل شناسایی ژنهای مقاومت وانتقال آنها را به ارقام تجاری بسیار سخت ودشوار می کند و باعث عدم دسترسی به ارقام کاملاً متحمل میشود. فرضاً ارقام کویر، نیک نژاد وفلات متحمل ترین ارقام گندمی هستند که در اقلیم های معتدل کشور شناسایی شده اند ولی فقط دارای یک تحمل نسبی می باشند. ژنوتیپهایی شناخته شده اند که دارای پیچیدگی هایی در تولید تحت شرایط ایتیم

و شرایط کمبود آب هستند. اینها را می توان به سه گروه خلاصه کرد. ژنوتیپهای گروه اول در هر دو شرایط اپتیمم و کمبود آب دارای عملکرد بالا، گروه دوم دارای عملکرد بالا در شرایط اپتیمم و عملکرد پایین در شرایط کمبود آب و گروه سوم دارای عملکرد کم تحت شرایط اپتیمم ولی عملکرد بالا تحت شرایط کمبود آب می باشند. مطمئناً دستیابی به ژنوتیپهای گروه اول مطلوب و مناسب است. تحقیقات نشان داده اند که پیشرفت عملکرد در شرایط آب محدود باعث ضایع شدن عملکرد تحت شرایط آب مطلوب نمی شود.

جهت دستیابی به ژنوتیپهای با توانایی تولید بالا در هر دو شرایط اپتیمم و کمبود آب تحقیقات وسیعی در کشورهای توسعه یافته و مراکز بین المللی تحقیقات کشاورزی صورت گرفته است. فرضاً استفاده از سیستم لاین سرس و متد: انتخاب دقیق والدین، انجام کراس، انتخاب مشاهداتی برای عملکرد تحت شرایط آب مطلوب در F₂، انتخاب از نسل های F₃ تا F₅ تحت شرایط آب محدود، ارزیابی لاینها در F₆ تا F₇ تحت شرایط آب مطلوب در مرکز بین المللی سیمیت (CIMMYT) واقع در مکزیک بسیار موفق بوده است. تلاش بر این است که این موارد در این مقاله مورد بحث قرار گیرند تا با آگاهی از آنها بتوان به ارقام متحمل تر به خشکی با توانایی تولید بالا در شرایط اپتیمم دست یافت.

واژه های کلیدی: تحمل به خشکی بازدهی مصرف آب محیط انتخاب الگوهای خشکی

مقدمه

درسالهای اخیر بحران گرم شدن کره زمین و بحران خشکسالی مزید بر بحران رشد فزاینده جمعیت جهان گشته و مسئله تامین غذا را با مشکل مواجه کرده است. کشور ایران به عنوان کشوری واقع در ناحیه خشک و نیمه خشک دنیا در سالهای اخیر با بحران جدی خشکسالی مواجه بوده و خسارت زیادی را در تولید محصولات زراعی و باغی متحمل شده است. عدم درک صحیح از اهمیت این معضل و عدم وجود راهکارهای عملی مقابله با آن کشور ما را به یک دوره بحرانی مواجه نموده است. از نظر هواشناسی خشکی وقتی حادث میگردد که نزولات آسمانی در یک منطقه در یک دوره طولانی کمتر از متوسط دراز مدت منطقه باشد و از نظر کشاورزی خشکی وقتی وجود خواهد داشت که میزان و پراکندگی نزولات آسمانی باعث افت عملکرد محصولات زراعی گردد. گندم، برنج، ذرت، سورگوم و جو محصولات زراعی اصلی تامین کننده غذای مردم جهان می باشند. افزایش تحمل به خشکی این محصولات با تلفیق تلاشهای فیزیولوژیستها و اصلاحگران و متخصصین آبیاری از اهداف اصلی و مهم است. شناسایی عکس العملهای گیاه در مقابله با خشکی و شناسایی و بکارگیری متدهای کاراتر اسکرین ارقام و انتقال ژنهای مقاومت جهت دستیابی به ارقامی با عملکرد و پایداری عملکرد بالا در صورت مواجه شدن با کمبود آب از مهمترین راهکارهای مبارزه با خشکسالی است. ارائه استراتژیهای نوین در این زمینه و بحث و تفصیر پیرامون آنها از اهداف این مقاله است.

- الگوی خشکی در ایران

کاهش رطوبت گیاهی زمانی اتفاق می افتد که تعرق بر ظرفیت ریشه ها در جذب آب از خاک فزونی یابد. چندین الگوی کلی رطوبت کافی و محدود برای گیاه در طول دوره رویشی معین شده است (۱). الگوی خشکی در ایران بیشتر از نوع الگوی مدیترانه ای می باشد. مطابق این الگو بیشتر نزولات در زمستان، قبل از اینکه گیاه زراعی به پوشش کامل زمین برسد بارش می یابد. در این مناطق کاهش فشار بخار با افزایش حرارت در بهار ایجاد میشود. مثلاً استرس رطوبتی برای غلات پاییزه در این مناطق حول و حوش مرحله آنتریزو با افزایش استرس در خلال مرحله پرشدن دانه اتفاق می افتد (۱). ویژگی عمومی محیطهای گرم و خشک تغییرات زیاد در کل میزان بارندگی فصلی و پراکندگی بارندگی در خلال فصل می باشد (۲). ایران نیز از چنین شرایطی برخوردار است. بطور کلی دستیابی به یک الگوی رطوبتی، مفیدتر از آگاهی از میانگین بارندگی

دریافتی در خلال فصل رشد است. با شناخت الگوی خشکی در خلال فصل رشد و براساس اطلاعات دوره های طولانی هواشناسی و مدل سازی با دقت میتوان به مدیریت صحیح تولید ارقام سازگار به الگوی مورد نظر اقدام نمود (۱).

- جنبه های فیزیولوژیکی تحمل به خشکی مکانیسمهای تحمل به خشکی:

پیشبرد تحمل به خشکی و عملکرد پایدار در محصولات زراعی که ۸۰٪ غذای مورد نیاز مردم جهان را تشکیل می دهند. راه حلی مؤثر در رفع مشکل خشکی است (۱). شناخت مکانیسمهای تحمل به خشکی جهت موفقیت در این زمینه ضروری است. عکس العملهای گیاه به کمبود آب بطور خلاصه در جدول ۱ آمده است و مشخص شده که هر عکس العمل گیاه را جهت مقابله با خشکی میان دوره ای یا پایان دوره ای یاری می کند. شناخت این عکس العملهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی می توانند ما را در دستیابی به ارقام متحمل به خشکی در مناطق مختلف ایران و با توجه به نوع خشکی حادث شده در آن مناطق یاری نماید.

- استراتژیهای پیشبرد تحمل به خشکی

مدل ارائه شده توسط پاسوریا در سال ۱۹۷۷ ارزیابی و تعیین صفاتی که باعث پیشبرد عملکرد در شرایط استرس رطوبتی می شود را کارایی بسیار داده است. مدل نشان می دهد که ماده خشک اندامهای بالای سطح خاک (Above Ground Matter = AGDM) حاصلزبری از مقدار آب تعرق یافته توسط گیاه (T) و کارایی آب گیاه (Water Use Efficiency = WUE) در تولید ماده خشک می باشد. بنابراین $WUE \cdot AGDM = T$ اگر دانه محصول اقتصادی باشد AGDM به عملکرد دانه مطابق زیر تفکیک میشود:

$$\text{Grain yield} = TWUE \cdot HI$$

در این رابطه HI شاخص برداشت یعنی نسبت عملکرد دانه به AGDM می باشد. پیشرفت در هر یک از اجزاء رابطه فوق افزایش عملکرد دانه را به همراه خواهد داشت (۳). در این رابطه حسین زاده و همکاران (۱۳۷۹) با بررسی ۱۳ رقم گندم پاییزه در چهار سطح آبیاری بصورت آزمایشی گلدانی اقدام به تفکیک بازدهی مصرف آب به اجزاء تشکیل دهنده آن شامل شاخص برداشت HI، وزن خشک گیاه AGDM، عملکرد

دانه GY، بازدهی تبخیر و تعرق گیاه ETE کردند. براساس این آزمایش آنها یک همبستگی منفی بین بازدهی تبخیر و تعرق با راندمان مصرف آب و شاخص برداشت و عملکرد دست یافتند. همینطور در این تحقیق رابطه بین شاخص برداشت و راندمان مصرف آب با عملکرد مثبت بدست آمد که این موضوع با نتایج اهدایی و ونیز (۱۹۹۱) همخوانی دارد. همینطور با بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای تشکیل دهنده راندمان مصرف آب به روش تجزیه علیت بیشترین اثر مستقیم مثبت روی راندمان مصرف آب را مربوط به شاخص برداشت دانستند (۴). در جدول ۲ صفاتی که در پیشبرد هریک از اجزاء فوق و در نتیجه پیشبرد عملکرد مؤثرند نام برده شده اند. جهت شناسایی دقیقتر هریک از اجزاء فوق می توانند گسترده تر شوند.

مقدار آب تعرق یافته T تابعی از ET، تبخیر و تعرق و ES آب تبخیر شده از سطح خاک می باشند.

$$T = ET - ES$$

این رابطه عنوان می کند که اگر ES بزرگ باشد T کاهش یافته و نتیجتاً AGDM کاهش خواهد یافت. با مدیریت صحیح و با پوشش سریع سطح زمین میتوان ES را کاهش داد. جدول ۳ مقایسه بین گندم و جو از نظر پوشش سطح زمین و نسبت تعرق به تبخیر و تعرق را در دو سه ماه بعد از جوانه زنی نشان می دهد (۵). زمانیکه نسبت تعرق به تبخیر و تعرق افزایش یابد وضعیت بسیار بحرانی است. جو رشد سریعتر و رفتار رویشی رزت شدن و به خاک افتادن دارد و نتیجتاً سریعتر به پوشش سطح زمین می رسد و شاخص سطح برگ و پوشش سریعتر زمین باعث افزایش تعرق که قسمتی از تبخیر و تعرق است می شود. این موارد باعث بازدهی مصرف آب بالاتر جو در مقایسه با گندم در خلال ماههای زمستان می شود. تحقیقات دیگر نیز بیانگر این حقیقت است که افزایش پوشش زمین باعث افزایش عملکرد و بازدهی تبخیر و تعرق می شود (جدول ۳).

فارکوهر و ریچارد بازدهی مصرف آب در سطح برگ را به شکل زیر تفکیک کردند

$$WUE = \frac{(1-Q)(1-r)(1-P_i/P_a)}{1.6\Delta}$$

در این رابطه P_a و P_i عبارتند از فشار نسبی CO_2 در فضایی بین سلولها و در اتمسفر Δe اختلاف در فشار بخار فضای بین سلولی و اتمسفر، r سهم کربن گیاه در ریشه ها و Q سهم کربنی که تثبیت شده ولی بعد بوسیله گیاه تنفس میشود. براساس رابطه فوق چهار راه افزایش WUE وجود دارد. کاهش r ، Q ، P_i/P_a یا که براین اساس صفاتی معرفی شده اند. فرضاً گلوکزی شدن که تحت اثر آن به دلیل سردتر

شدن سطح فتوسنتز کننده کاهش می یابد و باعث افزایش WUE می شود. تبعیض بین ایزوتوپهای کربن که می تواند جهت کاهش Pi/Pa بکار رود. همینطور نسبت قسمتهای هوایی به ریشه که در واقع می تواند بیانگر r باشد (۶). در این زمینه محمدیان وهمکاران (۱۳۷۹) جهت بررسی اثرات خشکی اوایل فصل رشد بر هدایت روزنه ای، دمای برگ (درجه حرارت هوا - درجه حرارت برگ) و مقدار پروتئین در ژنوتیپهای چغندر قند آزمایشی انجام دادند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که از بین شاخصها، دمای برگ روش ساده تر و دقیقتری برای ارزیابی تنش آبی می باشد. همینطور اندازه گیری نسبت قسمت هوایی به ریشه (S/R) در انتهای دوره تنش نشان داد که در تنش ملایم، ژنوتیپهایی که (S/R) کمتری را دارا می باشند هدایت روزنه ای بیشتری دارند ($r = 0/58$) در حالیکه این همبستگی تحت تنش شدید بسیار ناچیز بود ($r = 0/08$)

جدول (۱) عکس العملهای گیاه به کم آبی. این عکس العملها باعث تحمل گیاه به خشکی در صورت برخورد با خشکی دوره ای یا انتهای در طول فصل رشد میشوند.

نوع تحمل (نسبت به خشکی دوره ای یا انتهای)	عکس العمل
	فرار از خشکی
انتهای	فتولوزیکس (گلدهی زود هنگام)
انتهای	حساسیت به فتوپروتئین
دوره ای	انحطاط پاییزی رشدی
انتهای	تجدید انتقال مواد ذخیره ای
	تحمل به خشکی
	اجتناب از پژمردگی (تاخیر)
هر دو	عمل و تراکم ریشه
هر دو	مقاومت هیدرولیک زیاد در ریشه ها
دوره ای	قدرت جوفه زنی سریع
هر دو	تنظیم اسمتیک (تنظیم کننده اسمزی)
هر دو	کاهش هدایت روزنه ای و تکثیر کوتیکولی
هر دو	حرکات برگ (rolling)
هر دو	افزایش تمکاس برگ (گلوکزین شدن)
هر دو	کارایی نسبی بالا
	تحمل به پژمردگی
هر دو	مرگ و میرگم برگها
دوره ای	دوام سطح برگ
دوره ای	تحمل برگ به دمای زیاد
دوره ای	همزمان سازی گلدهی گلهای نر و ماده (ذرت)

بین تعدادی از عکس‌العمل‌های فوق یک رابطه درونی وجود دارد برای مثال تنظیم کننده‌های اسمزی که ریشه‌های گیاه را قادر می‌سازند تا به عمق بیشتر رشد یابند ممکن است با افزایش استرس رطوبتی به حفظ قسمت‌های رویشی کمک کنند.

جدول (۲) خصوصیتی که انتظار است در افزایش عملکرد تحت شرایط خشک مؤثر باشند.

هدف	خصوصیت
حداکثر شدن T به عنوان قسمتی از ET	- پوشش سریع زمین - رفتار رویشی ریزت - رشد زمستانه خوب (قدرت اولیه)
حداکثر شدن TE تحت شرایط خشک	- کارایی کریکسولاسیون بالا - کاهش اثرات بسته شدن روزنه‌ها بر فتوسنتز - خالص (NP) - تنظیم روزنه‌ها در خشکی - روشن شدن رنگ برگ به دنبال تیورگی اولیه
حداکثر شدن شاخص برداشت	- افزایش انتقال مواد غذایی ساخته شده پیش از - آنتیز به سنبله - زمان گلدهی - کوله شدن دوره پرشدن دانه

جدول (۳) درصد اختلاف بین جو (B) و گندم (W) از نظر پوشش زمین ونسبت تعرق به تبخیر و تعرق

روز بعد از سبز شدن	پوشش زمین (B-W)/B %	T/ET (B-W)/B %
۴۰	۱۶	۴۰
۵۰	۱۷	۵۰
۶۰	۱۲	۶۰
۷۰	۱۰	۷۰
۸۰	۹	۸۰

اهدایی اجزاء اولیه WUE را بازدهی تبخیر و تعرق (ETE) ونسبت کل ماده خشک به بخیر و تعرق

وشاخص برداشت (HI) در نظر گرفت.

$$WUE = ETE \times HI$$

چنانچه بتوان آب مورد تعرق گیاه و یا آب تبخیر شده را از آب تبخیر و تعرق تفکیک کرد. آنگاه مدل

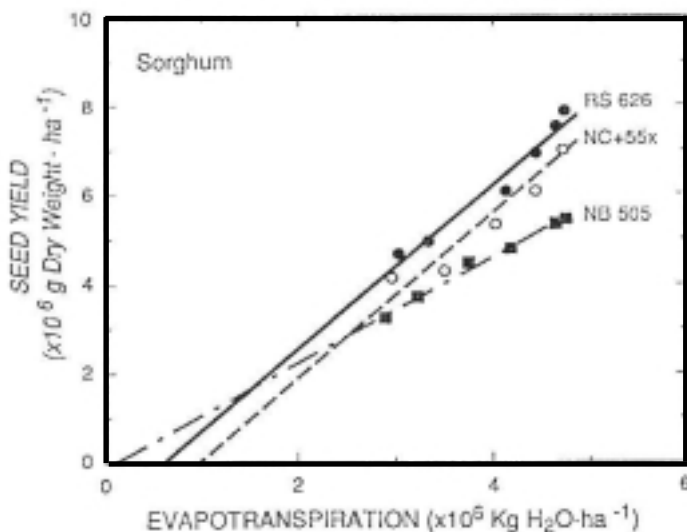
گسترده WUE عبارت خواهد بود از

$$WUE = UE \times TE \times HI$$

UE بازدهی جذب آب (نسبت آب مورد تعرق به آب مصرفی). TE بازدهی تعرق و نسبت کل ماده خشک به آب مورد تعرق و HI شاخص برداشت می باشد (۸). در طی دو آزمایش مزرعه ای صدیکو وهمکاران (۹) و کاندون وهمکاران (۱۰) نشان دادند که هر دو صفت بازدهی تعرق (TE) و شاخص برداشت در بهبود بازدهی مصرف آب مؤثرند. از سویی چون شاخص برداشت در ارقام نیمه پاکوتاه و پاکوتاه جدید تحت شرایط مزرعه به حداکثر میزان خود از نظر تئوری نزدیک می باشد. لذا پیشبرد بازدهی مصرف آب از طریق افزایش این صفت در برنامه های اصلاحی بسیار دشوار به نظر می رسد و می بایست توجه خاصی به بازدهی تعرق مبذول داشت. برای مثال ارقامی که در سیرتاریخی اصلاحی گندم معرفی شده اند بطور نسبی از نظر کارایی مصرف آب بر ارقام قدیمی برتر بوده اند در این افزایش بازدهی مصرف آب، فاکتور بازدهی تعرق نقشی نداشته است. چون ارقام قدیمی و جدید از نظر این صفت تفاوتی ندارند ولی فاکتور شاخص برداشت که در جریان بهبود ژنتیکی عملکرد ارقام افزایش یافته است، بیشترین نقش را در افزایش بازدهی مصرف آب در ارقام جدید به عهده داشته است (۱۱). تا آنجائیکه مطالعه شده بررسی تغییرات کارایی مصرف آب در ارقام گندم معرفی شده در دوره های مختلف اصلاحی تنها در استرالیا انجام شده است. براساس این تحقیقات تنها عاملی که باعث برتری ارقام جدید در کارایی مصرف آب می گردد افزایش شاخص برداشت است. ضرائب همبستگی که در این تحقیقات بین کارایی مصرف آب و شاخص برداشت بدست آمده $r = 0.98$ بوده که نشان از همبستگی شدید این دو صفت دارد (۱۲). پس بطور یقین هنوز جهت پیشبرد WUE از طریق سایر اجزاء آن جای کار بسیار است. اندازه گیری مستقیم WUE در مزرعه بسیار سخت و هزینه بر می باشد. روشهای غیرمستقیم آسانتر دیگری جهت برآورد آن وجود دارد. فرضاً اندازه گیری مستقیم تبادل CO_2 و H_2O از برگها (نسبت CO_2 جذب شده و به H_2O از دست رفته) روش دیگر اندازه گیری نسبت ایزوتوپهای C^{13} به C^{12} در فضای بین سلولی می باشد. با این روش می توان با آنالیز بافت برگ تعداد زیادی گیاه سریعاً به بازدهی مصرف آب آنها پی برد (۱۳). این روش علی رغم سرعت و دقت بسیار متاسفانه به دلیل تکنولوژی

ودستگاههای اندازه گیری پیچیده در کشور ما چندان رواج نیافته است.

جهت آشنایی بیشتر با کاربردهای WUE به مثالی که گاریتی وهمکاران (۱۴) روی سورگوم انجام داده اند پرداخته می شود. همانطوریکه در نمودار ۱ مشخص است عملکرد دانه سه ژنوتیپ سورگوم براساس سطوح مختلف آب مصرف در نبراسکا بررسی شده است. شیب خطوط بیانگر بازدهی مصرف آب ارقام مختلف می باشد. یعنی ۱/۸ گرم ماده خشک به ازای هر کیلو گرم آب مورد استفاده برای رقم RS۶۲۶ و ۱/۹ برای رقم NC+۵۵X و ۱/۲ برای رقم NB۵۰۵. نکته قابل توجه اینکه علی رغم یکسان بودن بازدهی مصرف آب دو رقم NC+۵۵X و RS۶۲۶ عملکرد دانه رقم RS۶۲۶ در شرایط رطوبتی بیش از رقم NC+۵۵X می باشد.



نمودار ۱- عملکرد دانه در سطوح مختلف آب در ژنوتیپ سورگوم در غرب نبراسکا

- تحمل به خشکی و عملکرد پتانسیل

در اکثر موارد عملکرد تحت شرایط خشکی با عملکرد پتانسیل یک رابطه مثبت دارد (۱۵) و عملکرد پتانسیل ممکن است یک معیار انتخاب مفید باشد. در این حالت عملکرد بالاتر در محیطهای خشک می تواند باقیمانده اثر پتانسیل عملکرد بالا باشد (۱۶). صحت این مطلب براساس نتایج سسکارلی وهمکاران (۱۷)

اثبات گردیده است. بلام عنوان کرد راه حل دراز مدت افزایش عملکرد تحت شرایط استرس با پیشبرد عملکرد پتانسیل به تنهایی نمی تواند پایدار باشد (۱۶). در یک تلاش جهت جدا کردن اثرات پتانسیل عملکرد از حساسیت به خشکی فیشر و مارر (۱۵) یک شاخص حساسیت "S" را پیشنهاد کردند.

$$S = (1 - Y/Y_p) / D$$

که در آن Y عملکرد دانه تحت شرایط استرس و Y_p عملکرد تحت شرایط اپتیمم می باشد. شدت استرس $D = 1 - X/X_p$ می باشد که در آن X و X_p نشان دهنده میانگین عملکرد همه ارقام تحت شرایط استرس و اپتیمم می باشد. از رابطه فوق رابطه $Y = Y_p (1 - SD)$ که یک معادله ریاضی است بدست می آید. در این رابطه Y از دو جزء Y_p و S تشکیل یافته است. گرچه S و Y_p در مطالعه پایه فیشر و مارر دارای همبستگی مثبتی می باشند. در مطالعه اهدایی همکاران (۱۸) استقلال این صفات دیده شده است. بر اساس استدلالهای انجام شده پیشبرد عملکرد تحت شرایط اپتیمم اگرچه در محیطهای خشک بصورت باقیمانده اثر پتانسیل عملکرد میتواند تا حدی مانع از افت شدید عملکرد گردد ولی با توجه به همبستگی مثبت بین S و Y_p این عمل نمی تواند پایداری عملکرد را تحت شرایط استرس رطوبتی تضمین کند پس بهتر آن است که از صفات ثانوی وابسته به تحمل به خشکی استفاده کرد. حال اینکه این ارزیابی می بایست تحت شرایط استرس یا شرایط مطلوب رطوبتی صورت گیرد به عبارتی تعیین محیط انتخاب مناسب مبحثی است که در ادامه بحث خواهد شد.

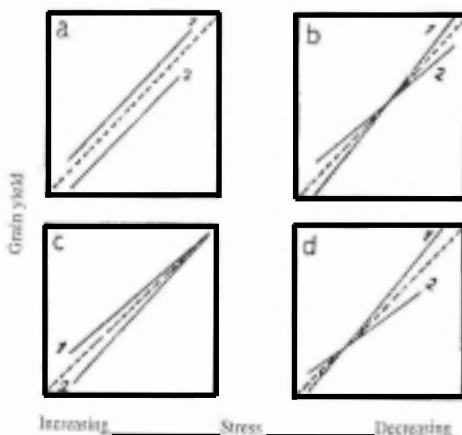
با نگاهی گذرا به ارقام معرفی شده داخلی کشور ایران فرضاً مرودشت و شیراز مشخص می شود که بسیاری از این ارقام علی رغم داشتن پتانسیل عملکرد بالا در شرایط اپتیمم در تنشهای رطوبتی با افت عملکرد روبرو می شوند. این ارقام که با توجه به نیاز منطقه فقط با هدف عملکرد بیشتر و مقاومت به تعدادی آفات و بیماریها در شرایط اپتیمم رطوبتی اصلاح شده اند. با وجود پتانسیل عملکرد بالا پایداری عملکرد لازم در مقابل با تنش رطوبتی را ندارند و این خود تأکیدی بر استفاده از صفات ثانوی وابسته به تحمل به خشکی جهت تولید ارقام متحمل دارد.

جنبه های اصلاحی تحمل به خشکی

اثر متقابل ژنوتیپ در محیط:

اثر متقابل ژنوتیپ در محیط وقتی اتفاق می افتد که اختلافات میان ارقام در همه مناطق آزمایشی در

خلال و بین سالها مشابه نباشد. الگوهای متفاوت اثر متقابل GE در نمودار ۲ نشان داده شده است. نمونه b یک مثال از اثر متقابل GE نوع متقاطع (Crossover) می باشد که در آن ترتیب دو رقم با افزایش سطح استرس معکوس می شود. تجربه آزمایشات ارقام نشان داده است که اثرات متقابل a و d عمومی تر از c و b می باشد. با آگاهی از انواع الگوهای اثرات متقابل GE و آنالیز آنها میتوان نسبت به معرفی ارقام در مناطق تحت استرس اقدام نمود. جنسن و کاواری (۱۹۸۳) عنوان کردند که ژنوتیپهایی شناخته شده اند که دارای پیچیدگیهایی در عملکرد تحت شرایط ایتیمم و کمبود آب هستند آنها با بررسی چهار هیبرید ذرت به این نتیجه رسیدند که بعضی ژنوتیپها دارای عملکرد بالا در هردو شرایط ایتیمم و کمبود آب (هیبریدهای ۳۳۵۸ و ۳۳۷۷)، بعضی ژنوتیپها دارای عملکرد کم در شرایط ایتیمم و عملکرد بالا تحت شرایط کمبود آب (هیبرید ۳۳۸۸) و بعضی عملکرد بالا در شرایط ایتیمم و عملکرد کم در شرایط کمبود آب (هیبرید ۳۳۲۳) هستند (۱۹). مسلماً هیبریدهای ۳۳۵۸ و ۳۳۷۷ ژنوتیپهای مطلوبی می باشند که هم در شرایط استرس رطوبتی و هم در شرایط مطلوب موفق خواهند بود. به عبارتی زمانیکه وقوع استرس حرارتی مسجل نباشد.



نمودار ۲- عکس العمل دو رقم ۱ و ۲ به محیطهایی با سطوح استرس متفاوت. خطوط نقطه چین میانگین عکس العمل همه ارقام را نشان می دهد.

این ژنوتیپها عدم افت عملکرد در صورت بروز خشکی را تضمین می کنند با توجه به مواد اصلاحی دسترس یا میتوان نسبت به تولید ارقام سازگار با مناطق عملکرد بالا و عملکرد پایین بطور مجزا اقدام کرد و یا اینکه از

ترکیبی از ارقام برجسته در مناطق مختلف استفاده کرد و این زمانی امکان پذیراست که ارقام سازگار به مناطق تحت استرس شدید و بدون استرس وجود داشته باشد و سکتوت (۱۹۸۶)(۲۰) بلام (۱۹۸۸) (۱۶) و بیکر (۱۹۸۸)(۲۱) انواع متدهای آنالیز آماری اثر متقابل GE را مورد بررسی قرار دادند. این متدها عبارت از متد رنک (Ranking) آنالیز واریانس (Analysis of Variance) رگرسیون خطی (Regression - Joint linear re) آنالیز الگوها (Analysis of patterns) می باشند.

تعیین محیط انتخاب

وقتی که الگو و شدت خشکی در یک محیط منظم باشد و اثر متقابل ژنوتیپ محیط از نوع متقاطع باشد براساس نظر اسریوستاوا (۱۹۸۷)(۲۲) و آسودو (۱۹۸۷)(۲۳) انتخاب برای عملکرد، تحت شرایط خشکی می بایست صورت گیرد. همینطور تحت این شرایط علاوه بر عملکرد روی صفات همبسته به تحمل به خشکی کار شود. مورگان (۱۹۸۳)(۲۴) در پژوهشی مهمترین گندمها را از نظر تنظیم اسماتیک تحت شرایط آب محدود انتخاب کرد و به افزایش عملکرد دست یافت. بطوریکه این افزایش عملکرد هیچ اثری بر عملکرد تحت شرایط ایتیمم نداشت. یک ویژگی مهم این مطالعه این بود که ژنوتیپهای تست شده ضرورتاً زمینه ژنتیکی یکسانی داشتند و قابلیت تنظیم اسماتیک تنها اختلاف بین آنها بود. خشکی بطور معمول وضعیتی نامشخص است که از نظر زمان وقوع، شدت و مدت زمان تداوم متغیر می باشد. این واقعیت نیاز به انتخاب برای عملکرد در محیطهای آب مطلوب و آب محدود را ضروری می سازد. پیشرفت عملکرد در گندم حدود ۲-۵٪ در سال ناشی از اصلاح نباتات تحت شرایط آب مطلوب و ۷-۰٪ - ۳-۰ درصد در سال ناشی از اصلاح نبات تحت شرایط آب محدود بوده است (۲۵). وراثت پذیری عملکرد اغلب تحت شرایط استرس کاهش می یابد و این بدلیل کاهش واریانس ژنتیکی در مقایسه با واریانس محیطی تحت شرایط استرس است (۱۶). حال سؤال این است که آیا پیشرفت عملکرد در محیطهای تحت استرس با انتخاب برای عملکرد در محیطهای بدون استرس بدست می آید. سسکارلی و همکاران (۱۹۸۷)(۱۷) عنوان کردند که برآورد ارزش انتخاب در محیط Y وقتی محیط هدف X باشد براساس رابطه زیر بدست می آید:

$$CRX = (rA.hy/hx)RY$$

در این رابطه CRX پاسخ وابسته در محیط هدف RY(X) پاسخ مستقیم در محیط Y، hy و hx ریشه دوم وراثت پذیری عملکرد در محیط Y و X و rA همبستگی ژنتیکی بین عملکرد دانه در دو محیط

می باشد. اگر همبستگی ژنتیکی منفی باشد (فرضاً وقتی که اثر متقابل GE از نوع متقاطع صورت پذیرد) اصولاً انتخاب در محیط Y برای پیشبرد عملکرد در محیط X امکان پذیر نیست. بنابراین در تعیین محیط انتخاب مناسب می بایست در قدم اول به این نکته توجه کرد که آیا اثر متقابل متقاطع اتفاق افتاده یا نه و براساس آن آزمایشات را تنظیم نمود. وقتی که میزان بذر اجازه دهد تست چند ناحیه ای در سایتهای مختلف (سایتهای نماینده) محیط مورد نظر ضروری است و در دستیابی به ارقام متحمل به خشکی سازگار با توانایی تولید عملکرد و پایداری عملکرد بالا بسیار مؤثر خواهد بود.

ایران و پیشبرد تحمل به خشکی

با توجه به اینکه کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار گرفته تحقیقات دامنه داری از سالها پیش در زمینه تحمل گیاهان به خشکی می بایست صورت گرفته باشد. ولی متأسفانه با بررسی در پژوهشها ملاحظه می شود که تحقیقات انجام شده با توجه به اهمیت مسئله کافی نبوده است. درسالهای اخیر که خسارات پدیده خشکسالی کاملاً چشمگیر و غیرقابل انکار گشته تحقیقات مبارزه با این معضل رونق بیشتری به خود گرفته و چشمگیرتر شده است که به اختصار به تعدادی از این تحقیقات اشاره میشود.

عبد میثانی و جعثری شبستری به منظور ارزیابی تحمل به خشکی نسبی در ارقام گندم (*T. aestivum*) یک آزمایش با ۳۵ رقم گندم اصلاح شده ایرانی و خارجی تحت شرایط آبیاری متداول و آبیاری محدود در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی کرج انجام دادند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: عملکرد دانه اجزاء عملکرد دانه تاریخ ظهور سنبله و ارتفاع بوته. نتایج آزمایش نشان داد که ارقام پی تیک شاهی و اروند-۱ در شرایط آبیاری محدود بیشترین عملکرد را تولید نمودند. همینطور همبستگی مثبت معنی دار بین عملکرد در شرایط آبیاری محدود و آبیاری متداول ($r=0.71$) نشان داد که پتانسیل عملکرد در شرایط آبیاری متداول می تواند نشان دهنده وضعیت ارقام تحت شرایط آبیاری محدود باشد. بین عملکرد ارقام در شرایط آبیاری محدود و شاخص مقاومت به خشکی یک همبستگی مثبت معنی دار وجود داشت ($r=0.63$) این رابطه نشان می دهد که از شاخص مقاومت به خشکی می توان جهت شناسایی ارقامی که دارای مقاومت نسبی به خشکی هستند استفاده کرد (۲۵). گلستانی و آساد در تحقیقی چهار معیار مقاومت به خشکی شامل دمای کانوبی مقاومت روزنه ای سطح تعرق کننده و سرعت از دست دادن آب از برگهای بریده شده را در دو شرایط تحت شرایط اپتی مم و استرس رطوبتی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین ارقام حساس و مقاوم به خشکی از نظر

دمای کانوپی در اواسط روز اختلاف معنی داری وجود دارد و یک رگرسیون خطی معنی دار بین این معیار و نسبت افت عملکرد) $(Y_P \text{ و } Y_S) = 1 - (Y_S/Y_P)$ به ترتیب عملکرد تحت شرایط استرس و مطلوب می باشند) در مرحله ظهور سنبله بدست آمد. تنها اختلاف معنی دار از نظر مقاومت روزنه ای در شرایط استرس مربوط به سطح فوقانی برگ در مرحله ظهور سنبله بود. هیچگونه اختلاف معنی داری در رگرسیون خطی بین سطح تعرق کننده و نسبت افت عملکرد مشاهده نشد. ارقام از نظر سرعت از دست دادن آب (RWL) و محتوای ابتدایی آب (TWC) در مراحل ظهور سنبله و پر شدن دانه در محیط تحت استرس متفاوت بودند و در نهایت معیارهای دمای کانوپی مقاومت روزنه ای و RWL به عنوان معیارهای خوبی جهت بررسی مقاومت به خشکی تشخیص داده شدند (۲۶). پژوهشی به منظور تعیین محل ژنهای کنترل کننده کارایی مصرف آب شاخص برداشت و کارایی تعرق و تعیین سهم نسبی دو صفت اخیر در واریانس کارایی مصرف آب لاینهای جایگزین شده کروموزمی گندم کاپله در زمینه ژنتیکی گندم بهاره جینی آزمایشی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی انجام شد. تجزیه لاینهای جایگزین برای کارایی مصرف آب شاخص برداشت و کارایی تعرق نشان داد که بیشتر ژنهای کنترل کننده کارایی مصرف آب بر روی کروموزم ۷D کارایی تعرق بر روی کروموزم ۱D و شاخص برداشت و عملکرد دانه بر روی کروموزوم ۶A قرار دارند. با توجه به سهم شاخص برداشت در کارایی مصرف آب و ضریب همبستگی بالا بین شاخص برداشت و عملکرد دانه و نظر به اینکه بیشتر ژنهای کنترل کننده شاخص برداشت و عملکرد دانه بر روی کروموزوم ۶A قرار دارند لذا می توان نتیجه گرفت که کروموزوم ۶A دارای اهمیت زیادی برای اصلاح همزمان کارایی مصرف آب و شاخص برداشت و عملکرد دانه می باشد (۲۷). قائمی و عطاری (۱۳۷۹) با بررسی کارایی مصرف آب شش رقم گندم نان در منطقه ورامین با استفاده از سیستم لاین سرس نتیجه گرفتند که بترتیب ارقام M-۷۵-۱۳ با ۱/۰۰۲ کیلو گرم دانه به ازای یک متر مکعب آب ۱۰-۷۵-M با ۰/۸۹۶ کویر با ۰/۹۲۱، قدس با ۰/۸۸۱ و رقم مهدوی با ۰/۸۲۴ بالاترین کارایی مصرف آب را دارند (۲۸). ولد آبادی و همکاران در طی پژوهشی اثر تنش خشکی بر ویژگیهای کمی و کیفی و شاخصهای رشد ذرت سورگوم و ارزن را مورد مطالعه قرار دادند. سطوح تنش در سه سطح بر اساس محتوای نسبی آب برگ (RWC) اعمال گردید. نتایج آزمایش نشان داد که شاخص سطح برگ سرعت رشد مطلق عملکرد دانه عملکرد ماده خشک درصد پروتئین دانه و درصد نشاسته دانه به شدت تحت تأثیر خشکی قرار گرفتند و تنها درصد روغن دانه تغییر معنی داری را نشان نداد. شدت اثر تنش در بین گیاهان نیز تفاوت داشت بطوریکه در ذرت شدیدتر از ارزن و سورگوم بود.

شاخصهای رشد افت شدیدی داشتند و عملکرد دانه نسبت به عملکرد علوفه افت زیادتری را نشان داد و بطور کلی عنوان شد که با توجه به اثر شدید تنش در ذرت در ناحیه ای که احتمال بروز تنش زیاد است کشت ارزن یا سورگوم به منظور تهیه علوفه ارجح می باشد (۲۹). سپانلو وهمکاران (۱۳۷۹) به منظور بررسی اثر تنش آب بر عملکرد، میزان پروتئین وانتقال مجدد ماده خشک آزمایشی با حضور چهار رقم مارون، ارون، نیک نژاد و داراب ۲ انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که رقم داراب ۲ نسبت به تنش آبی حساسیت معنی داری نشان می دهد. ضمناً میزان پروتئین در این رقم (برخلاف رقمهای دیگر) در اثر تنش تغییری از خود نشان نداد، در حالیکه در قسمتهای دیگر مقدار آن بطور معنی دار افزایش یافت. در مطالعه اخیر مقدار پروتئین شاخص خوبی برای تفکیک رقمها از نظر حساسیت به تنش رطوبتی تشخیص داده شد (۳۰).

بر اساس پژوهشهای عنوان شده وبسیاری پژوهشهای دیگر مشاهده می شود که در اکثر تحقیقات ما محدود به اندازه گیری تعدادی صفت جهت انتخاب و یا اسکرین تعدادی رقم شده ایم. هر چند که این موضوع امری لازم و ضروری است ولی در عین حال کافی نیست. در جریان مطالب عنوان شده در این مقاله تلاش شد تا اهمیت آگاهی از الگوهای خشکی، مکانیسم های تحمل به خشکی، صفات مؤثر در پیشبرد تحمل به خشکی، محیط انتخاب و مطالبی دیگر جهت دستیابی به ارقام متحمل به خشکی ارائه گردد. جهت آگاهی بیشتر از راهکارهای مدرن و مؤثر مراکز بین المللی تحقیقات جهانی مانند سیمیت جهت پیشبرد تحمل به خشکی در ارقام توجه شما را به مبحث زیر جلب می نمایم.

متدولوژی پیشبرد تحمل به خشکی در سیمیت

در سیمیت (CIMMYT) مرکز تحقیقات بین المللی گندم و ذرت واقع در مرکزیک دستیابی به نسلهای در حال تفکیک و یک روند سیستماتیک برای تولید ارقام گندم متحمل به خشکی از اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز گردیده است. هدف اصلاحی پیشرفت همزمان پایداری عملکرد و تحمل به خشکی در یک زمینه ژنتیکی با عملکرد بالا و مقاومت به بیماریها میباشد. انتخاب دقیق والدین مستقیم ترین راه ورود یک صفت در یک برنامه اصلاحی است. ورود ژنوتیپهایی که صفت مورد نظر را به شکل مطلوب بروز دهند و پیوستگی نزدیکی با صفات نامطلوب نداشته باشند شانس موفقیت را افزایش می دهد. در یک متد دوگ گیری بطور بسیار خلاصه پس از تلاقی والدین انتخابی و بدست آوردن نسل F_۱، در نسل F_۲ انتخاب مشاهده ای برای عملکرد و خصوصیات مطلوب تحت شرایط آبیاری مطلوب انجام می شود و نسلهای F_۳ تا F_۵ تحت شرایط استرس

رطوبتی از نظر عملکرد وسایر خصوصیات مرتبط با تحمل به خشکی که توضیح تعدادی از آنها در بحثهای گذشته آمده است ارزیابی می شوند. تستهای مقایسه عملکرد تحت شرایط آبیاری مطلوب از نسلهای F۶ و F۷ آغاز می گردد و طبق روال خود بصورت مقدماتی، تکراردار و ناحیه ای ادامه می یابند. در نهایت لاینهای پیشرفته بصورت سالانه در یک سیستم آبیاری لاین سرس بمنظور شناسایی لاینهای مقاوم ووالدینی جهت هیبریداسیون سالها بعد مورد ارزیابی قرار می گیرند(۱).

. نتیجه گیری

با توجه به موقعیت کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین وجود تحقیقات دامنه دار و هدفمندی در این زمینه بسیار ضروری است. با توجه به پیچیدگی تحمل به خشکی نیاز است که در درجه اول فیزیولوژی مکانیسمهای تحمل به خشکی را شناخت و براساس آن به معیارهای مناسب ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام دست یافت که در قسمت‌های قبل به تعدادی از آنها اشاره شد. پیشبرد تحمل به خشکی نیاز به یک متدولوژی کارا دارد که بسیاری از مراکز بین المللی تحقیقات کشاورزی دنیا و بسیاری کشورهای پیشرفته به آن دست یافته اند. فرضاً روش بکار گرفته شد در سمیت که در بخش قبل آمده است روشی است که با کارایی زیاد در ایران قابل اجرا است. همینطور شناخت الگوهای خشکی در مناطق مختلف میتواند ما را در یک مدیریت آبیاری منطقی و مناسب در طول فصل رشد و همینطور دستیابی به ارقامی که با توجه به لزوم در مراحل مختلف رویش خود قابلیت تحمل به خشکی را داشته باشند بسیار یاری می کند.

مراجع

- 1- Edmeades G. O., J. Bolanos, H. R. Lafitte, S. Rajaram, W. Pfeiffer, and R. A. Fisher. (1989). Traditional to breeding for drought resistance in cereals. In: Baker F.W.G(eds). Drought Resistanse in cereals. C. A. B. international U.K. P.P. 13-52.
- 2- Fisher, R. A., and N. C. Turner(1978). Plant Productivity in the arid and semi- arid Zones. Annual Review of plant Physiology. 29:277-317.
- 3- Passioura, J. B.(1977) Grain yield, harvest index and water use of wheat. Journal of the Australian Institute of Agricultural science 43: 117-120.
- ۴ - حسین زاده، ح.، م. ضعیفی زاده، ت. حسین پور، ک. امیرپور، م. ولی زاده. ۱۳۷۹. بررسی پتانسیل مصرف آب در ارقام گندم. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندران . صفحه ۲۵۶.
- 5- Acevedo, E. and S. ceccarelli(1989).Role of the Physiologist-breeder in a breeding program for drought resistance conditions-In: Baker, F. W. G. (eds). Resistance in cereals. C. A. B. International U, K. PP. 108-117.
- 6- Farquhar, G. D., and R. A. Richards. (1984) Isotopic composition of plant carbon correlates with water use efficiency of wheat genotypes. Australian Journal of plant physiology 11: 539-552.
- ۷ - محمدیان، ر.، ف. رحیم زاده خوی، م. مقدم، ک. قاسمی گلعدانی، ح. رحیمیان مشهدی، س. ی. صادقیان مطهر. ۱۳۷۹. اثرات تنش خشکی اوایل فصل رشد بر هدایت روزنه ای، دمای برگ و مقدار پرولین در ژنوتیپهای چغندرقدند. چکیده مقالات ششمین کنگره اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندران . صفحه ۲۵۹.
- 8- Ehdaie, B., and J. G. Waines. 1993. Variation in water use efficiency and its component in wheat: I. Well- watered pot experiment. Crop Sci. 33: 294-299.
- 9- Siddique, K. H. M., R. K. Relford, M. W. Perry, and D. Tennant.(1989). Growth development and light interception of old and modern cultivars in a mediterranean-type environment. Aust. J. Agric Res. 41:431-447.

- 10- Condon, A. C., R. A. Richards, and G. D. Farquhar.(1993). Relationships between carbon isotope discrimination, water use efficiency and transpiration, Efficiency for dry land wheat. *Aust. Agric. Res.* 44: 1693-1711.
- 11- Gastoro, A. and C. A. Slaffer. (1994). Genetic improvement of field crop. Current Affiliation. School of Agriculture and Forstry of melborne. Prokuittes victoria , Australia.
- 12- Siddque, K. H. M., D. Tennant, M.W. Perry, and R.K. Belford(1990). Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediteranean-type environment. *Aust. J. Agric. Res.* 41:431-452.
- 13- Ehdaie, B. AE Hall. G. D. Farquhar, N. T. Nguyen, and J. G. waines (1991). Water use efficiency and carbon isotope discrimination in wheat. *Crop. Sci.* 31: 1282-1288.
- 14- Garrity, D. P., D. G. watts, C. Y. Sullivan, and J. R. Gilley (1982). Moisture deficits and grain sorghum performance: Evapotranspiration - yield relationships. *Agron. J.* 74:815-820.
- 15-Fischer, R. A. and R. Maurer. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural research*, 29: 897-912.
- 16-Blum, A. (1988) plant breeding for stress Environments. CRC press, Florida.
- 17- Ceccarellia, S., M. M. Ferrara, G. O. Mekni, M.S. Tahir, M. vanlevy, and J. P. srivastava. (1987). Breeding strategies for improving cereal yield and stability under drought. In: srivastava. J. P., porceddu, E. Aceveda, E., and varma, S. (eds). *Drought Tolerance in winter cereals.* Wiley & New York, pp. 101-114.
- 18-Ehdaie, B., J. G. Waines, and A. E. Hall. (1988). Differential response of landrace and improving spring wheat genotypes to stress environments. *Crop Sci.* 28: 838-842.
- 19- Jenson, M., and R. Cavalieri. (1983). Drought tolerance in U. S. Maize. In “ Plant production and Management under Drought conditions” (J. F. Stone and W. O. Willis, eds). PP. 223-236. *Developments in Agricultural and Mangedal- Forest Ecology* 12, Elsevier science publishers, New York.

- 20- Westcott, B.(1986). Some methods of analyzing genotype-environment interaction .Heredity 56: 243-253.
- 21- Baker R. J. (1988). Analysis of genotype- environmental interaction in crop In: 1st Atlas science. O894-3791. Animal and plant science. ISI press PP. 1-4.
- 22- Srivastava, J. P. (1987). Barley and wheat improvement for moisture limiting areas in west Asas and North Africa In: strivastava, J. P., Proceddu, E., Acevedo, E., and vorma, S. (eds) Drought tolerance in winter cereals. Wiley & Sons, New York. PP. 65-78.
- 23- Acevedo, E. (1987). Assessing Crop and Plant attributes for cereal improvement in winter- limited Mediterranean environments. In: Srevastava, J. P., Proceddu, E., Acevedo, E., and varma, S. (eds). Drought tolerance in winter cereals, wiley & sons, New York Pp. 303-320.
- 24- Morgan, J. M. (1983). Osmoregulations as a selection criterion for drought tolerance in wheat. Aust. J. Agric. Res. 34, 607-614.
- ۲۵ - عبد میسانی س. و ج. جعفری شبستری. ۱۳۶۷. ارزیابی ارقام گندم برای مقاومت به خشکی . مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۱۹. شماره های ۲ و ۱. ۳۷-۴۳.
- 26-Golestani Araghi, S. and M.T. Assad.1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat.Euphytica. 103:293-299.
- ۲۷ - فرشادفر ع. و م. فرشادفر. ۱۳۷۹. تعیین محل ژنهای کنترل کننده کارایی استفاده از آب و اجزاء تشکیل دهنده آن در گندم در شرایط تنش آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۱. شماره ۲. ۲۳۱-۲۳۹.
- ۲۸- قائمی، م. ر.، ا. ع. عطاری. ۱۳۷۹. بررسی کارایی آب آبیاری به روش بارانی در عملکرد ارقام گندم . چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندران . صفحه ۲۵۴.
- ۲۹- ولد آبادی، س.ع.، د.، مظاهری، ق. نور محمدی و ا.ح. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۹. بررسی اثر تنش خشکی بر خواص کمی و کیفی و شاخصهای رشد ذرت، سورگوم و ارزن. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲. شماره ۱. ۳۹-۴۷.
- ۳۰- سیانلو، م. ح.، سیادت، ع.، سعیدی. ۱۳۷۹. اثر تنش آب خاک بر عملکرد، میزان پروتئین و انتقال

مجدد ماده خشک چهار رقم گندم در شرایط مزرعه . چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، انتشارات دانشگاه مازندران . صفحه ۳۳۹.

Production of drought tolerant varieties a safe solution to problems of drought in agriculture

Mohammad Reza Siahpoosh, Faculty member of Fars Agricultural Research
Ali akbar Kamgar Haghighi, associate professor Irrigation Department. Shiraz
University

Water deficit is the most important factor limiting agricultural production in most part of Iran. In these areas crop improvement programs are based on crop tolerance to drought. Tolerance to drought is a ploygenetic trait and this genetic control is very complex and seriously influenced by environmental factors. These problems make it difficult to recognize these genes and transferring them to commercial varieties. These causes improving varieties that are not completely tolerant to drought. For example KAVIR, NIKNEJAD and FALAT are most tolerant varieties for moderate climate of Iran, but they are relatively tolerant to drought. There are genotypes that affect production under drought and optimum conditions. We can categorize them into three groups. In first group genotypes have good yield in optimum and drought condition. In second group they have high yield under optimum conditions and low yield under drought condition and group three they have high yield under drought condition and low yield under optimum condition. Acheiveing genotypes group one is desired.

In order to recognize genotypes to produce high yield under drought and optimum conditions, extensive research have been done in developed countries. For example using line source, selection of parents, crossing, observation for yield evaluation under optimum condition in F2, selection from F3 to F5 under drought, evaluating F6 to F7 lines under optimum condition in CIMMYT have been very successful. These subjects will be discussed in this paper in order to produce varieties that have high yield both under drought and optimum condition.