Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران
دوره ۱-۳۸، شماره۲، ۱۳۸۶ (۲۲۸- ۲۱۵)

ارزیابی لاین‌های اینبرد ذرت برای تحمل به خشکی بر اساس شاخص‌های مقاومت و روش بای‌پلات

سعید صفری[۱]، حمید دهقانی[۲*] و رجب چوکان[۳]
۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۳، استادیار پژوهش موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
(تاریخ دریافت: ۸۳/۱۰/۳۰ - تاریخ تصویب: ۸۵/۱۱/۲۸)

چکیده

در این تحقیق ۲۵ رگه خویش آمیخته ذرت برای تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در سه تیمار آبیاری مختلف شامل آبیاری کامل، آبیاری محدود در مرحله رویشی و آبیاری محدود در مرحله زایشی طی سال ۱۳۸۲ در شرایط مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو رژیم آبیاری کامل و آبیاری محدود، شاخص‌های مختلف میانگین حسابی، میانگین هندسی، تحمل به تنش، حساسیت به تنش و تحمل در دو مرحله رویشی و زایشی محاسبه گردیدند. برآورد ضرایب همبستگی بین این شاخص‌ها با عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو رژیم آبیاری کامل و آبیاری محدود در مرحله رویشی نشان داد که شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی و شاخص تحمل به تنش به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های عکس‌العمل ژنوتیپ‌های ذرت در برابر آبیاری محدود بوده و بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های فوق ژنوتیپ‌های ۲۵، ۵، ۱۹، ۸، ۱۲، ۱٤، ۳ و ۱ بودند. همچنین در آزمایش آبیاری محدود در مرحله زایشی شاخص‌های میانگین هندسی و تحمل به تنش به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های عکس‌العمل معرفی شدند و بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس این دو شاخص ژنوتیپ‌های ۲۵، ۵، ۸ و ۹ بودند. استفاده از روش بای‌پلات برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبیاری نشان داد که در آزمایش آبیاری محدود در مرحله رویشی ژنوتیپ‌های متحمل (در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی) شامل ژنوتیپ‌های ۲۵، ۵، ۱۹، ۸، ۱۲، ۱٤ و ۳ بودند. همچنین در آزمایش آبیاری محدود در مرحله زایشی ژنوتیپ‌های ۲۵، ۵، ۸، ۹ و ٦ در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی قرار گرفتند. بنابراین امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی در بین رگه‌های خویش آمیخته مورد مطالعه وجود دارد، بطوریکه می‌توان رگه‌های با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی را گزینش و از آنها برای تولید دورگ‌های متحمل استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، آبیاری محدود، شاخص مقاومت، تحمل، بای‌پلات، خشکی

مقدمه

اصولاً مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاهان آب می‌باشد. از آنجا که بخش اعظم اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند، تعیین تحمل به خشکی در گیاهان زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۶). با مشخص شدن میزان مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های ذرت برای مناطقی که احتمال محدودیت آبیاری در مراحل حساس رشدی بالا بوده و یا محدودیت آبیاری مانع کشت ذرت می‌شود، می‌توان با اطمینان بیشتری اقدام به کشت ارقام مورد نظر نمود (۲). امکان استفاده از رگه‌های خویش

* نویسنده مسئول: حمید دهقانی تلفن: ۰۹۱۲-۲۵۱۴۴۸۲۰ E-mail: dehghanr@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

آمیخته که بتوان بر اساس آنها عملکرد دورگ‌ها در شرایط آبیاری محدود تخمین زد، می‌تواند نیاز به ارزیابی دورگ‌ها را کاهش دهد. بتران و همکاران (۲۰۰۳)، نشان دادند که همبستگی بین عملکرد دانه دورگ‌ها و میانگین والدین آنها در تمام مکانها مثبت و معنی‌دار است. البته همبستگی آنها در شرایط تنش شدید خشکی کمتر از شرایط مطلوب آبی گزارش شده است.

ذرت در همه مراحل رشد به خشکی حساس می‌باشد. اما سه مرحله رشد اولیه، گل‌دهی و پر شدن دانه به عنوان مراحل رشدی بحرانی گیاه نسبت به تنش خشکی معرفی شده است (۲۱، ۲۲). تنش ناشی از خشکی در دوره گل‌دهی منجر به کاهش ۴۰ تا ۸۵٪ عملکرد دانه، افزایش فاصله بین ۵۰ درصد گرده‌دهی تا ۵۰ درصد کاکل‌دهی[1](ASI)، ناقص شدن بلال، سقط دانه، پیچش برگ و تشدید پیری برگ شده است (۸، ۱۵، ۱۸).

یکی از مسائل مهم در ارزیابی ارقام برای مقاومت به خشکی، اندازه‌گیری کمی معیارهای مقاومت به خشکی است (۳، ۱۸). شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین مقاومت و حساسیت آنها ارائه شده است. روزویل و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص تحمل[2](TOL) و شاخص متوسط بهره‌وری[3](MP) را معرفی نمودند. مقدار بالای شاخص تحمل نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش است. فیشر و مائورر (۱۹۸۷) شاخص حساسیت به تنش[4](SSI) را پیشنهاد نمودند. مقدار کمتر شاخص حساسیت به تنش نشان دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و مطلوب می‌باشد. فرناندز (۱۹۹۲)، گیاهان را از نظر عکس‌العمل به دو شرایط تنش و بدون تنش، به چهار گروه A، ژنوتیپ‌هایی که عملکرد نسبتاً خوبی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارند، گروه B، ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط مطلوب عملکرد خوبی دارند، گروه C، ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط تنش عملکرد خوبی دارند، گروه D، ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش عملکرد ضعیفی دارند، طبقه‌بندی کرد. طبق نظریه فرناندز (۱۹۹۲)، شاخص مناسب برای تعیین مقاومت یا تحمل به تنش، شاخصی است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروههای دیگر تشخیص دهد. روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) معتقدند، همانگونه که شاخص متوسط بهره‌وری نمی‌تواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه B تشخیص دهد، شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش هم قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C نمی‌باشند.

فرناندز (۱۹۹۲)، شاخص تحمل تنش[5](STI) را معرفی نمود. ژنوتیپ‌های پایدارتر براساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر شاخص تحمل تنش می‌باشند. شاخص تحمل تنش توانایی شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش را دارد، یعنی می‌تواند ژنوتیپهای گروه A را شناسایی کند (۲۴). شاخص دیگری تحت عنوان میانگین هندسی بهره‌وری توسط فرناندز (۱۹۹۲) و کریستین و همکاران (۱۹۹۷) پیشنهاد گردید.

فرناندز (۱۹۹۲)، ۲۱ رقم ماش را در و شرایط تنش شدید و متوسط آبیاری مورد مطالعه قرار داد و گزارش نمود که، سه شاخص تحمل، متوسط بهره‌وری و حساسیت به تنش قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالقوه بالا و متحمل به تنش نیستند، اما شاخص تحمل به تنش به عنوان بهترین شاخص در شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالقوه بالا و متحمل به تنش گزارش شد. فرناندز (۱۹۹۲)، همچنین رابطه بین شاخص‌های تحمل به تنش را بوسیله نمایش بای‌پلات به تصویر کشید. بطوریکه در شرایط تنش متوسط مولفه اول ۶۹٪ از تنوع داده‌ها را توجیه کرد که آن را بنام مؤلفه پتانسیل عملکرد نامگذاری کرد و مؤلفه دوم را که حدود ۳۰ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد، مؤلفه تحمل به تنش نامید. مولفهٔ اول دارای همبستگی بالا با عملکرد در شرایط نرمال، شاخص متوسط بهره‌وری و تحمل به تنش بود و مولفه دوم دارای همبستگی مثبت با شاخص تحمل به تنش و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط نرمال بود. کارگر و همکاران (۱۳۸۳) به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به خشکی در ارقام سویا،

1. Anthesis Silking Interval
2. Stress Tolerance
3. Mean Productivity
4. Stress Susceptibility Index
5. Stress Tolerance Index

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به همبستگی شاخص‌ها و عملکرد نشان دادند که دو شاخص تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری بهترین شاخص‌ها در تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل می‌باشند. ایزانلو (۱۳۸۱) و احمدزاده (۱۳۷۶) در مطالعه مقاومت به خشکی در ذرت نیز این دو شاخص را به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی کردند.

برآورد شاخص‌های مقاومت به خشکی برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تعیین بهترین شاخص مقاومت، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد از اهداف این تحقیق می‌باشند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۲۵ رگه خویش آمیخته ذرت در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در سه رژیم، آبیاری نرمال، آبیاری محدود در مرحله رویشی، آبیاری محدود در مرحله زایشی در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی بخش ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج از نظر تحمل به خشکی مورد بررسی قرار گرفتند. منطقه کرج با متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۰ میلیمتر و درجه حرارت متوسط ۱۵ درجه سانتیگراد در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه قرار دارد. پس از عملیات تهیه زمین و بلوک‌بندی، بذور هر ژنوتیپ بصورت هیرم‌کاری در کرتهایی به مساحت ۳/۷۵ متر مربع شامل یک خط پنج‌متری با فواصل ردیف ۷۵ سانیتمتری کشت گردید. بلافاصله بعد از کاشت، اولین آبیاری انجام شد. دو هفته پس از کاشت عملیات تنک کردن و وجین دستی نیز انجام شد. عملیات آبیاری پس از آبیاری اول در هر سه آزمایش به فاصله هفت روز یکبار تا مرحله ۶ برگی انجام گردید. پس از آن در آزمایش آبیاری محدود در مرحله رویشی به مدت ۲۱ روز آبیاری قطع گردید در حالی که در آزمایش آبیاری کامل آبیاری کرت‌ها به فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد انجام شد. همچنین، در آزمایش آبیاری محدود در مرحله زایشی رگه‌های ذرت مورد مطالعه به مدت ۲۱ روز در مرحله گل‌دهی آبیاری نشدند. میزان کود نیتروژنه مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید، که در کنار ردیف‌های کاشت در دو مرحله سه برگی شدن و ابتدای مرحله تاج دهی در اختیار گیاه قرار گرفت. با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آزمایش آبیاری نرمال و آبیاری محدود، شاخص‌های مختلف زیر محاسبه گردیدند:

۱- شاخص تحمل تنش $STI = (Yp)(Ys) / (\bar{Y}p)^2$

۲- شاخص حساسیت به تنش $SSI = 1 - (Ys / Yp)) / SI$

شدت تنش $SI = 1 - (\bar{Y}s / \bar{Y}p)$

۳- شاخص تحمل $TOL = Yp - Ys$

۴- شاخص بهره‌وری متوسط $MP = (Ys + Yp) / 2$

۵- شاخص میانگین هندسی بهره‌وری متوسط $GMP = \sqrt{(Yp \cdot Ys)}$

در این روابط Yp عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، Ys عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در شرایط تنش، $\bar{Y}p$ میانگین عملکرد بالقوه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و $\bar{Y}s$ میانگین عملکرد بالقوه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌باشند.

جهت نشان دادن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت و همچنین اختلاف بین سه رژیم آبیاری تجزیه واریانس انجام شد. از طرف دیگر جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی با عملکرد بالا در هر دو محیط از نمودار سه بعدی استفاده گردید که در آن عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور Xها، عملکرد در محیط تنش بر روی محور Zها و یکی از شاخص‌های منتخب متوسط بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش بر روی محور Yها نشان داده شد. جهت ترسیم روابط بین سه متغیر و جدا نمودن ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها (D, C, B) و همچنین سودمندی شاخص مورد نظر به عنوان معیاری برای انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل به خشکی، مقطع X-Z به چهار گروه A، B، C و D تقسیم گردید. از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای نشان دادن روابط بین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های تحمل به خشکی در یک شکل واحد نمودار بای‌پلات روی ماتریس داده‌های ژنوتیپ- شاخص استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در جداول ۱، ۵، ۶ و ۷ نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر قطر بلال، ردیف در بلال،

www.SID.ir

Archive of SID

قطر چوب بلال، ۵۰۰ دانه و عملکرد دانه در هر سه محیط آزمایشی (آبیاری نرمال، آبیاری محدود در دوره رویشی و زایشی) وجود دارد. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مختلف، نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی در رگه‌های ذرت مورد مطالعه جهت استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. ادمیدز و همکاران (۱۹۹۲) و بنزیگر و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که می‌توان از صفاتی که دارای تنوع بالایی می‌باشند و همچنین مرتبط با تحمل به خشکی باشند، در برنامه‌های اصلاحی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی استفاده کرد. بنابراین می‌توان بر اساس صفات قید شده اقدام به انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به آبیاری محدود کرد. همچنین نتایج تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین برای ترکیبات مختلف تیمارهای آبیاری نرمال، آبیاری محدود در مرحله رویشی و آبیاری محدود در مرحله زایشی در جداول ۲ و ۴ نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سه محیط آزمایشی از نظر صفات قید شده می‌باشد. این اختلاف معنی‌دار بر این نکته تاکید دارد که جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل می‌توان در شرایط کمبود آبیاری انتخاب صورت داد.بتران و همکاران(۲۰۰۳b)، ادمیدز و همکاران (۱۹۹۲)، بنزیگر و همکاران (۱۹۹۹)، بولانوس و ادمیدز (۱۹۹۳) و چپمن و ادمیدز (۱۹۹۹)، نیز گزارش کردند که به علت معنی‌دار بودن اختلاف بین عملکرد در دو محیط نرمال و تنش، جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل باید در هر دو محیط انتخاب صورت داد. با توجه به اهمیت اقتصادی عملکرد، عموما در برنامه‌های اصلاحی هدف بهبود عملکرد می‌باشد، لذا بر این اساس برای عملکرد شاخص‌های مقاومت در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه گردید و سایر صفات اقتصادی مرتبط با عملکرد در بخش دیگری یعنی مطالعه روابط علی و معلولی اجزای عملکرد با عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند (نتایج منتشر نشده است). همچنین تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌ها اختلاف بسیار معنی داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و نیز عملکردهای نرمال آبی و آبیاری محدود در مراحل رویشی و زایشی، به استثنای شاخص تحمل تنش در آبیاری محدود در مرحله زایشی نشان داد (جداول۳ ، ۸ و ۹) ، که این امر نشانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان گزینش برای مقاومت به خشکی از طریق این شاخص‌ها می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در آزمایش آبیاری نرمال و آبیاری محدود در مراحل رشد رویشی و زایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	شرایط تنش	میانگین مربعات				
			قطر بلال	ردیف دانه در بلال	قطر چوب بلال	۵۰۰ دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	نرمال	۰/۰۷۶ ns	۰/۶۰۵ ns	۰/۰۳۴ ns	۲۳۸/۳۲۰ ns	۱/۴۰۵ ns
		دوره رویشی	۰/۱۳۸ ns	۱/۲۸ ns	۰/۰۰۶ ns	۹۰/۷۵ ns	۰/۴۱۸ ns
		دوره زایشی	۰/۱۳۵ ns	۰/۵۱۹ ns	۰/۰۰۸ ns	۲۲۵/۸۳ ns	۵/۲۱ ns
تیمار	۲۴	آبیاری نرمال	۰/۴۵ **	۷/۷۱۲ **	۰/۱۷۶ *	۱۱۰۱/۳۸ **	۵/۹۹۴ **
		دوره رویشی	۰/۶۹۶ **	۱۱/۱۴ **	۰/۲۶۱ **	۱۰۴۶/۲۱ **	۳/۳۶۴ **
		دوره زایشی	۰/۵۴۵ **	۱۵/۰۹ **	۰/۰۵۶ ns	۱۰۶۲/۳۱ **	۶/۹۸ **
خطا	۴۸	آبیاری نرمال	۰/۱۴۳	۲/۱۵۳	۰/۰۹۸	۳۹۱/۱۶۴	۰/۸۹۵
		دوره رویشی	۰/۲۷۰	۴/۳۳	۰/۰۸۴	۴۱۱/۲۶	۰/۷۳۲
		دوره زایشی	۰/۱۳۰	۴/۶۵	۰/۰۶۵	۳۸۴/۶۶	۰/۵۳۴
C.V. %		آبیاری نرمال	۸/۴۳	۹/۳۴	۱۲/۱۸	۴/۴۱	۱۶/۱۸
		دوره رویشی	۱۲/۷۸	۱۴/۰۴	۱۱/۴۷	۱۳/۵۹	۱۱/۹۶
		دوره زایشی	۱۱/۷۵	۲۲/۵۹	۱۰/۷۹	۱۳/۰۳	۱۷/۹۱

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در هر سه رژیم رطوبتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		قطر بلال	ردیف در بلال	قطر چوب بلال	۵۰۰ دانه	عملکرد دانه
رژیم آبیاری	۲	۳۹/۲۷۱**	۸۳۲/۱۷۶**	۰/۹۱۶**	۸۹۲۷/۵۷۹**	۴۳۲/۹۷۸**
رژیم / تکرار	۶	۰/۱۱۶	۰/۸۰۲	۰/۰۱۶	۲۶۳/۴۲۷	۰/۶۳۸
ژنوتیپ	۲۴	۰/۶۱۱**	۱۶/۴۵۷**	۰/۲۴۱**	۱۴۵۵/۹۶۵**	۵/۸۳۷**
رژیم × ژنوتیپ	۴۸	۰/۵۴۰**	۸/۷۴۲**	۰/۱۲۶*	۵۸۸/۵۶۳**	۲/۱۷۷**
خطا	۱۴۴	۰/۱۸۱	۳/۷۰۹	۰/۰۸۳	۳۴۱/۶۴۹	۰/۵۹۷
C.V.%		۱۰/۹۸	۱۴/۴۲	۱۱/۵۴	۱۱/۸۴	۲۰/۳۷
χ^2	۲	۴/۲۱۱	۵/۸۳۷	۴/۵۸۲	۶/۷۱۱	۵/۹۱۴

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

χ^2 آماره کای اسکور برای نشان دادن همگنی واریانس‌ها در آزمون بارتلت.

جدول ۳- تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی برای صفت عملکرد در دو رژیم آبیاری محدود در مراحل رشد رویشی و زایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	آبیاری محدود	میانگین مربعات				
			TOL	MP	GMP	STI	SSI
تکرار	۲	مرحله رویشی	۰/۶۱۶^{ns}	۰/۷۵۷^{ns}	۰/۷۲۰^{ns}	۰/۰۴۵^{ns}	۰/۱۸۹^{ns}
		مرحله زایشی	۰/۰۳۶^{ns}	۰/۲۷۷^{ns}	۰/۰۵۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}
تیمار	۲۴	مرحله رویشی	۳/۴۸۶**	۳/۸۰۸**	۳/۷۹۸**	۰/۳۲۱**	۱/۱۴۸**
		مرحله زایشی	۰/۱۳۹**	۱/۹۸۴**	۱/۶۳۳**	۰/۰۴۸**	۰/۰۷**
اشتباه	۴۸	مرحله رویشی	۰/۵۱۳	۰/۶۸۵	۰/۶۹۱	۰/۰۵	۰/۲۲۹
		مرحله زایشی	۰/۰۶	۰/۲۲۵	۰/۱۲۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۴
C.V. %		مرحله رویشی	۲۸/۹۷	۱۶/۱۸	۱۶/۵۵	۲۸/۲۵	۲۲/۰۸
		مرحله زایشی	۱۸/۱۸	۱۳/۵۵	۱۴/۰۵	۱۴/۰۵	۱۲/۰۳

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

TOL: شاخص تحمل، MP : شاخص میانگین بهره‌وری، GMP: شاخص میانگین هندسی،

STI: شاخص تحمل به تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

جدول ۴- مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری بر اساس آزمون دانکن از نظرعملکرد و اجزای عملکرد

رژیم آبیاری	عملکرد دانه	وزن ۵۰۰ دانه	قطر چوب بلال	ردیف در بلال	قطر بلال
آبیاری نرمال	۵/۸۴a	۱۶۸/۶a	۲/۸۴a	۱۶/۰۸a	۴/۷۷a
دوره رویشی	۴/۳۸b	۱۶۰/۲b	۲/۵۵b	۱۴/۸۱b	۴/۰۶b
دوره زایشی	۱/۱۴۹c	۱۵۰/۵c	۲/۳۰c	۹/۵۵c	۳/۰۷c

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد به روش دانکن در آزمایش آبیاری نرمال

ژنوتیپ	عملکرد دانه	وزن ۵۰۰ دانه	قطر چوب بلال	ردیف دانه در بلال	قطر بلال
۱	۶/۵۸abcd	۱۶۸/۶۵abcd	۲/۵۵abc	۱۶/۰۸abcde	۴/۷۸ abcde
۲	۵/۱۵cdefg	۱۶۱/۴۳abcd	۲/۳۱abc	۱۴/۳۳bcde	۴/۳۰ bcde
۳	۵/۷۵bcdef	۱۶۷/۲۳abcd	۲/۸۵abc	۱۵/۰۶abcde	۴/۳۹abcde
۴	۳/۸۲fg	۱۵۷/۲۲abcd	۲/۶۶abc	۱۳/۵۹de	۴/۱۹bcde
۵	۷/۶۹ab	۱۸۸/۱۵ab	۲/۷۷abc	۱۸/۲۲a	۴/۹۸abcd
۶	۵/۵۹bcdef	۱۷۲/۷۸abcd	۲/۷۳abc	۱۸/۱۰ab	۴/۴۳ abcde
۷	۳/۹۵efg	۱۵۲/۳۲bcd	۲/۶۲abc	۱۳/۷۰de	۴/۰۲de
۸	۶/۸۲abcd	۱۹۸/۲۲a	۳/۱۱a	۱۷/۲۸abcd	۴/۷۳abcde
۹	۶/۳۷abcde	۱۷۰/۱۸abcd	۲/۳۵abc	۱۶/۳۹abcde	۴/۸۵abcde
۱۰	۵/۰۴cdefg	۱۵۹/۲۷abcd	۲/۵۲abc	۱۵/۲۱abcde	۴/۳۰bcde
۱۱	۵/۳۳bcdefg	۱۴۹/۶۵cd	۲/۷۱abc	۱۶/۲۷abcde	۴/۶۵abcde
۱۲	۶/۵۵abcd	۱۷۳/۲۲abcd	۲/۳۵abc	۱۶/۳۳abcde	۴/۷۱abcde
۱۳	۳/۹۱fg	۱۵۰/۵۰bcd	۲/۷۰abc	۱۴/۴۲abcde	۴/۱۹ bcde
۱۴	۶/۲۴abcdef	۱۶۸/۸۰abcd	۳/۰۰ab	۱۶/۳۱abcde	۴/۵۳abcde
۱۵	۳/۱۷g	۱۴۷/۴۷d	۲/۴۳abc	۱۲/۹۷e	۳/۸۹e
۱۶	۷/۱۲abc	۱۷۹/۶۵abcd	۲/۵۱abc	۱۵/۴۱abcde	۵/۰۷ab
۱۷	۵/۳۶bcdefg	۱۶۳/۶۲abcd	۲/۳۵abc	۱۳/۰۰e	۴/۱۲bcde
۱۸	۶/۳۵abcde	۱۸۲/۷۷abcd	۲/۳۶abc	۱۶/۲۲abcde	۴/۳۱bcde
۱۹	۶/۹۵abcd	۱۷۴/۰۰abcd	۲/۹۰abc	۱۶/۵۷abcde	۴/۳۰ bcde
۲۰	۸/۳۷a	۱۸۴/۶۵abcd	۲/۶۵abc	۱۸/۲۲a	۵/۰۳ abc
۲۱	۵/۱۲cdefg	۱۶۱/۷۷abcd	۲/۳۷abc	۱۵/۵۱abcde	۴/۱۰ bcde
۲۲	۴/۶۴defg	۱۶۱/۰۷abcd	۲/۱۵c	۱۴/۶۷abcde	۴/۰۳ cde
۲۳	۷/۳۷abc	۱۷۷/۵۰abcd	۲/۷۲abc	۱۷/۵۸abc	۴/۷۱ abcde
۲۴	۴/۵۳defg	۱۶۰/۶۷abcd	۲/۳۹abc	۱۳/۹۹cde	۴/۰۷ cde
۲۵	۸/۳۶a	۱۸۷/۲۵abc	۲/۳۰bc	۱۷/۴۳abcd	۵/۳۵ a

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد به روش دانکن در آزمایش آبیاری محدود در مرحله رشد رویشی

ژنوتیپ	عملکرد دانه	وزن ۵۰۰ دانه	قطر چوب بلال	ردیف دانه در بلال	قطر بلال
۱	۴/۶۸abcdef	۱۵۰/۴۰abcd	۲/۴ab	۱۴/۰۰abcd	۴/۰۲abc
۲	۴/۳۳abcdefg	۱۴۴/۷۲abcd	۲/۲۹abc	۱۴/۸۹abcd	۴/۰۰abc
۳	۵/۷۱abc	۱۵۷/۲۰abcd	۲/۸۵ab	۱۴/۴۴abcd	۴/۵abc
۴	۳/۵۴cdefg	۱۲۵/۵۸cd	۲/۶۱ab	۱۶/۸۹abc	۴/۴۱abc
۵	۵/۸۰ab	۱۶۵/۵abcd	۲/۴۹ab	۱۶/۱۱abcd	۳/۸abc
۶	۴/۱۲bcdefg	۱۳۹/۰۲abcd	۲/۱۸bc	۱۶/۰۰abcd	۳/۸۲abc
۷	۳/۵۶cdefg	۱۳۱/۱۸bcd	۳/۰۳a	۱۷/۵۶a	۴/۰۳abc
۸	۵/۳۶abc	۱۶۲/۱۷abcd	۲/۷۴ab	۱۴/۲۲abcd	۳/۴۳bc
۹	۴/۰۸bcdefg	۱۷۱/۲۸abc	۲/۲۴bc	۱۵/۷۸abcd	۴/۹۸a
۱۰	۴/۹۵abcde	۱۲۹/۲۳bcd	۲/۵۳ab	۱۶/۲۲abcd	۴/۰۹abc
۱۱	۴/۴۱abcdefg	۱۳۰/۵۲bcd	۲/۸۶ab	۱۵/۱۱abcd	۴/۲۳abc
۱۲	۵/۴۵abc	۱۵۱/۰۲bcd	۲/۷۳ab	۱۴/۴۵abcd	۴/۵۱abc
۱۳	۳/۶۰bcdefg	۱۱۸/۲۲cd	۲/۷۱ab	۱۴/۶۷abcd	۳/۵۳bc
۱۴	۵/۳۰abcd	۱۴۵/۰۳abcd	۲/۷۱ab	۱۶/۲۲abcd	۴/۵۴abc
۱۵	۲/۲۹g	۱۴۸/۲۷abcd	۲/۴۷ab	۱۲/۰۰bcd	۳/۸۸abc
۱۶	۳/۵۴cdefg	۱۸۶/۶۵a	۲/۲۴bc	۱۲/۵۶abcd	۳/۵۹bc
۱۷	۲/۵۴fg	۱۶۱/۲۲abcd	۲/۱۹bc	۱۱/۶۷cd	۳/۱۹c
۱۸	۲/۹۷efg	۱۶۶/۰۳abcd	۲/۸۵ab	۱۶/۳۳d	۳/۷۳abc
۱۹	۵/۲۳abcd	۱۳۶/۷۲abcd	۲/۸ab	۱۷/۴۸ab	۳/۸۲abc
۲۰	۵/۳۶abc	۱۶۸/۶۲abc	۲/۷ab	۱۶/۷۸abcd	۴/۶۴ab
۲۱	۴/۵۴abcdef	۱۴۹/۶۲abcd	۲/۵۸ab	۱۴/۸۹abcd	۴/۳۸abc
۲۲	۳/۱۲defg	۱۶۵/۴۵abcd	۱/۶۷c	۱۱/۷۸cd	۳/۴۴bc
۲۳	۴/۳۵abcdefg	۱۱۴/۰۸d	۲/۵۷ab	۱۶/۸۲abcd	۴/۳۴abc
۲۴	۴/۳۶abcdefg	۱۸۱/۱۸ab	۲/۴۳ab	۱۶/۲۲abcd	۵/۰۰a
۲۵	۶/۳۵a	۱۸۴/۶۷a	۲/۴ab	۱۲/۲۲abcd	۳/۶۴abc

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد به روش دانکن در آزمایش آبیاری محدود در مرحله رشد زایشی

ژنوتیپ	عملکرد دانه	وزن ۵۰۰ دانه	قطر چوب بلال	ردیف دانه در بلال	قطر بلال
۱	۱/۱۵۴abcd	۱۶۸/۰۵ab	۲/۵۰a	۱۰/۱۷abcde	۳/۳۳bcdef
۲	۰/۷۵۴abcd	۱۶۶/۷۰ab	۲/۴۰a	۸/۰۰abcde	۲/۷۷abcdef
۳	۰/۵۸۲abcd	۱۲۲/۲۵ab	۲/۱۰a	۶/۳۳abcde	۲/۶۳abcdef
۴	۰/۹۴۲e	۱۴۱/۲۰c	۲/۴۷a	۸/۶۷f	۳/۰۰g
۵	۰/۸۶۵d	۱۵۹/۲۳ab	۲/۲۳a	۱۲/۳۰bcde	۳/۷۲def
۶	۱/۱۲۴d	۱۳۸/۶۸ab	۲/۲۳a	۱۴/۲۷e	۳/۹۲e
۷	۰/۹۶۵bcd	۱۶۳/۴۷ab	۲/۴۳a	۷/۹۳bcde	۲/۹۷bcdef
۸	۲/۱۲۵abc	۱۶۱/۴۸ab	۲/۳۰a	۱۲/۶۰abcd	۳/۷۷abc
۹	۲/۹۵۱a	۱۶۷/۴۵ab	۲/۴۰a	۱۲/۷۰a	۳/۶۳a
۱۰	۰/۹۵۶bcd	۱۴۱/۹۷ab	۲/۴۰a	۸/۳۰bcde	۲/۹۳bcdef
۱۱	۲/۶۵۳a	۱۲۷/۳۲ab	۲/۴۳a	۸/۵۳abc	۲/۵۷ab
۱۲	۰/۶۲۴abc	۱۲۸/۴۳ab	۲/۲۳a	۷/۰۷ab	۲/۵۳abcd
۱۳	۱/۱۷۳bcd	۱۳۳/۸۸ab	۲/۶۰a	۸/۶۷bcde	۳/۱۳bcdef
۱۴	۰/۸۵۳d	۱۵۲/۰۳ab	۲/۵۳a	۸/۳۳bcde	۲/۶۰ef
۱۵	۰/۹۸۸d	۱۶۴/۱۲ab	۲/۳۰a	۱۲/۰۳bcde	۳/۴۷ef
۱۶	۱/۳۰۲cd	۱۷۲/۵۳ab	۲/۳۷a	۱۱/۱۷bcde	۳/۴۰abcdef
۱۷	۰/۴۸۱cd	۱۲۳/۷۰ab	۲/۴۷a	۷/۰۰bcde	۲/۷۷ef
۱۸	۰/۹۵۳ab	۱۵۸/۵۷ab	۲/۴۷a	۱۰/۰۰abcd	۲/۹۰abcde
۱۹	۰/۹۲۱abcd	۲۰۱/۰۵a	۲/۴۷a	۸/۶۷abcde	۲/۹۷abcdef
۲۰	۰/۳۲۵d	۱۶۹/۰۷ab	۲/۲۰a	۱۱/۴۳cde	۳/۲۰def
۲۱	۰/۵۰۳bcd	۱۱۶/۲۷ab	۲/۰۷a	۶/۹۰abcde	۲/۴۷bcdef
۲۲	۰/۸۶۵bcd	۱۴۵/۵۰ab	۲/۴۷a	۷/۱۰bcde	۲/۸۰bcdef
۲۳	۰/۹۵۴abcd	۲۰۰/۴۰a	۲/۴۳a	۹/۲۷abcde	۳/۰۰abcdef
۲۴	۰/۸۷۵d	۱۹۲/۴۵b	۲/۴۳a	۸/۵۰de	۲/۷۳f
۲۵	۰/۸۵۲cd	۱۴۱/۸۲ab	۲/۲۰a	۱۲/۷۳bcde	۳/۵۷cdef

جدول ۸- مقایسه میانگین شاخص های مقاومت به خشکی به روش دانکن در شرایط آبیاری محدود در مرحله رشد رویشی

ژنوتیپ	SSI	STI	GMP	MP	TOL
۱	۱/۱۲abcdefg	۰/۹۱bcde	۵/۵۴abcd	۵/۶۲abcdefg	۱/۸۹abcdefg
۲	۰/۶۴cdefg	۰/۶۵def	۴/۷۱bcd	۴/۷۴bcdefgh	۰/۸۲efg
۳	۰/۰۳g	۰/۹۶bcde	۵/۷۲abcd	۵/۷۲abcdefg	۰/۰۴fg
۴	۰/۲۸defg	۰/۳۹ef	۳/۶۷de	۳/۶۷gh	۰/۲۷fg
۵	۰/۹۷abcdefg	۱/۳۰abc	۶/۶۷ab	۶/۷۴abc	۱/۸۸abcdefg
۶	۱/۰۱abcdefg	۰/۶۷def	۴/۷۹bcd	۴/۸۵bcdefg	۱/۴۷cdefg
۷	۰/۳۳defg	۰/۴۱ef	۳/۷۴de	۳/۷۵fgh	۰/۳۸fg
۸	۰/۸۲bcdefg	۱/۰۶abcd	۶/۰۳abc	۶/۰۹abcd	۱/۴۶cdefg
۹	۱/۳۸abcde	۰/۷۶bcdef	۵/۰۷bcd	۵/۲۲bcdefg	۲/۲۸abcde
۱۰	۰/۰۸fg	۰/۷۷bcdef	۴/۹۹bcd	۴/۹۹bcdefg	۰/۰۹g
۱۱	۰/۵۵cdefg	۰/۵bcdef	۴/۸۳bcd	۴/۸۷bcdefg	۰/۹۲efg
۱۲	۰/۶۵cdefg	۱/۰۴abcd	۵/۹۶abc	۵/۹۹abcde	۱/۰۹defg
۱۳	۰/۲۲defg	۰/۴۹def	۳/۷۵de	۳/۷۵fgh	۰/۳۰fg
۱۴	۰/۵۶cdefg	۰/۹۶bcde	۵/۷۲abcd	۵/۷۶abcdefg	۰/۹۴efg
۱۵	۱/۱۳abcdefg	۰/۲۱f	۲/۶۱e	۲/۷۲h	۰/۸۸efg
۱۶	۱/۹۹ab	۰/۷۳cdef	۵/۰۱bcd	۵/۳۳abcdefg	۳/۵۸a
۱۷	۲/۰۹a	۰/۴۰ef	۳/۶۹de	۳/۹۵defgh	۲/۸۱abcd
۱۸	۲/۱۱a	۰/۵۴def	۴/۳۲cde	۴/۶۵cdefgh	۳/۳۸ab
۱۹	۰/۹۸abcdefg	۱/۰۶abcd	۶/۰۳abc	۶/۰۹abcd	۱/۷۲bcdefg
۲۰	۱/۴۳abcd	۱/۳۱ab	۶/۶۹ab	۶/۸۶ab	۳/۰۰abc
۲۱	۰/۴۵cdefg	۰/۶۸def	۴/۸۱bcd	۴/۸۳bcdefg	۰/۵۸efg
۲۲	۱/۳۱abcdef	۰/۴۳ef	۳/۸۰de	۳/۸۸efgh	۱/۵۱cdefg
۲۳	۱/۶۳abc	۰/۹۴bcde	۵/۶۵abcd	۵/۸۵abcdef	۳/۰۱abc
۲۴	۰/۱۵efg	۰/۶۵def	۴/۴۴cde	۴/۴۴defgh	۰/۱۷fg
۲۵	۰/۹۶abcdefg	۱/۵۶a	۷/۲۸a	a۷/۳۵	۲/۰۰abcdef

TOL: شاخص تحمل، MP : شاخص میانگین بهره وری، GMP: شاخص میانگین هندسی،
STI: شاخص تحمل به تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹ - مقایسه میانگین شاخص های مقاومت به خشکی به روش دانکن در شرایط آبیاری محدود در مرحله رشد زایشی

ژنوتیپ	SSI	STI	GMP	MP	TOL
۱	۱/۰۱abc	۰/۲۲cdefg	۲/۷۳cdef	۳/۸۶bcdefgh	۱/۹abc
۲	۱/۰۶ab	۰/۱۱fg	۱/۹۶fgh	۲/۹۵fghij	۱/۳۲abc
۳	۱/۱۱a	۰/۰۹g	۱/۷۵gh	۳/۱۶efghij	۱/۳۴abc
۴	۰/۹۳abc	۰/۱۰g	۱/۸۹fgh	۲/۳۷j	۱/۳۲abc
۵	۰/۹۴abc	۰/۴۱ab	۳/۷۸ab	۴/۷۷abc	۱/۶۹abc
۶	۰/۷۶bc	۰/۳۴abcd	۳/۴۳abc	۳/۸۵bcdefgh	۱/۳۹abc
۷	۰/۹۳abc	۰/۱۱fg	۱/۹۴fgh	۲/۴۵ij	۱/۰۹c
۸	۰/۸۵abc	۰/۴۲a	۳/۸۰ab	۴/۴۷abcd	۱/۱۵bc
۹	۰/۸۵abc	۰/۳۶abc	۳/۴۳abc	۴/۱۶abcdef	۱/۲۱abc
۱۰	۱/۰۰abc	۰/۱۴fg	۲/۱۹efgh	۳/۰۰fghij	۱/۲۵abc
۱۱	۱/۰۴ab	۰/۰۹g	۱/۸۰gh	۲/۹۹fghij	۱/۷۷ab
۱۲	۱/۱۲a	۰/۱۲fg	۱/۹۹fgh	۳/۵۸cdefghij	۱/۳۶abc
۱۳	۰/۷۳c	۰/۱۱fg	۱/۹۴fgh	۲/۵۴ij	۱/۴۲abc
۱۴	۱/۰۷ab	۰/۱۵fg	۲/۲۹efgh	۳/۵۴defghij	۱/۳۲abc
۱۵	۰/۴۵d	۰/۱۸efg	۲/۵defgh	۲/۵۷ij	۱/۱۴bc
۱۶	۱/۰۱abc	۰/۲۷bcdef	۲/۰۳bcde	۴/۲۱abcde	۱/۳۰abc
۱۷	۱/۱۳a	۰/۰۷g	۱/۶۰h	۲/۹۲ghij	۱/۳۶abc
۱۸	۱/۰۵ab	۰/۱۷efg	۲/۴۴efgh	۳/۶۵bcdefghi	۱/۵۴abc
۱۹	۱/۰۸a	۰/۱۸efg	۲/۵۲defg	۳/۹۳abcdefg	۱/۲۴abc
۲۰	۱/۰۴ab	۰/۳۲abcde	۳/۳۲abcd	۴/۸۴ab	۱/۶۷abc
۲۱	۱/۱۲a	۰/۰۷g	۱/۵۹h	۲/۸۱ghij	۱/۳۹abc
۲۲	۱/۰۱abc	۰/۱۱fg	۱/۹۹fgh	۲/۷۵ghij	۱/۰۸c
۲۳	۱/۰۸a	۰/۲۰defg	۲/۶۴cdefg	۴/۱۶abcdef	۱/۲۹abc
۲۴	۰/۹۷abc	۰/۱۲fg	۱/۹۶fgh	۲/۷۰hij	۱/۸۱a
۲۵	۰/۹۶abc	۰/۴۵a	۳/۹۳a	۵/۱۰a	۱/۲۴abc

TOL: شاخص تحمل، MP : شاخص میانگین بهره وری، GMP: شاخص میانگین هندسی،
STI: شاخص تحمل به تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

جدول ۱۰ - ضرایب همبستگی بین شاخصهای مقاومت به خشکی از نظر صفت عملکرد در آزمایش آبیاری محدود در مراحل رشد رویشی و زایشی

شاخص	آبیاری محدود	YS	TOL	MP	GMP	STI	SSI
YP	مرحله رویشی	۰/۶۵۸**	۰/۶۴۵**	۰/۹۳۳**	۰/۹۰۰**	۰/۸۹۴**	۰/۳۹۷*
	مرحله زایشی	۰/۲۴۸ns	۰/۹۲۹**	۰/۹۴۹**	۰/۶۷۱**	۰/۶۶۹**	۰/۳۷۲ns
YS	مرحله رویشی		-۰/۱۵۲ns	۰/۸۸۵**	۰/۹۱۹**	۰/۹۰۸**	-۰/۴۲۰*
	مرحله زایشی		-۰/۱۲۸ns	۰/۵۳۹**	۰/۸۷۷**	۰/۸۷۰**	-۰/۷۶۳**
TOL	مرحله رویشی			۰/۳۲۶ns	۰/۲۴۹ns	۰/۲۵۲ns	۰/۹۴۷**
	مرحله زایشی			۰/۷۶۶**	۰/۳۵۲ns	۰/۳۵۳ns	۰/۶۷۲**
MP	مرحله رویشی				۰/۹۹۶**	۰/۹۸۷**	۰/۰۴۵ns
	مرحله زایشی				۰/۸۶۸**	۰/۸۶۴**	۰/۰۷۶ns
GMP	مرحله رویشی					۰/۹۹۲**	۰/۰۳۴ns
	مرحله زایشی					۰/۹۹۴**	-۰/۳۷۷ns
STI	مرحله رویشی						۰/۰۲۳ns
	مرحله زایشی						-۰/۳۵۸ns

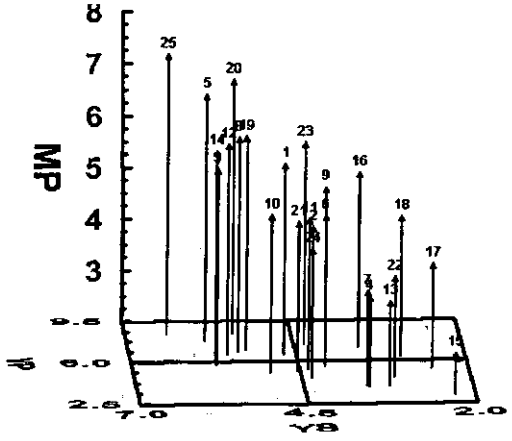
ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.
YP: عملکرد نرمال آبی، YS: عملکرد در شرایط آبیاری محدود، TOL: شاخص تحمل،
MP: شاخص میانگین بهره وری، GMP: شاخص میانگین هندسی، STI: شاخص تحمل به تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

www.SID.ir

Archive of SID

در این بررسی جهت تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، از شاخص‌های مقاومت و تحمل مختلف براساس عملکرد ارقام در محیط آبیاری نرمال [1](YP) و در محیط آبیاری محدود [2](YS) استفاده گردید. براساس تحلیل همبستگی بین شاخص‌های تحمل و عملکرد در شرایط آبیاری محدود و نرمال آبی، شاخص‌های مقاومت غربال و مناسب‌ترین شاخص‌ها با توجه به ضرایب همبستگی آنها با عملکرد انتخاب شدند. بلوم (۱۹۸۸) و فرناندز (۱۹۹۲) با توجه به همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش، بهترین شاخص‌ها را معرفی کردند. با توجه به ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها در آزمایش آبیاری محدود در مرحله رویشی، شاخص‌های متوسط بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و شاخص تحمل به تنش همبستگی بسیار معنی‌داری با عملکرد در دو محیط آبیاری نرمال و آبیاری محدود در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند(جدول ۱۰). از آنجایی که انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل بر اساس عملکرد در هر دو محیط نرمال آبی و آبیاری محدود قابل اعتماد می‌باشد (۹، ۱۷)، لذا این شاخص‌ها، مناسب‌ترین شاخص‌هایی می‌باشند که می‌توانند برای تخمین پایداری عملکرد و همچنین دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا مورد استفاده قرار گیرند. امام جمعه (۱۳۷۸) و فرشادفر(۱۳۸۰) این سه شاخص را به علت همبستگی بالای آنها با عملکرد در دو محیط نرمال و تنش، به عنوان مناسب‌ترین شاخص معرفی نمودند. در آزمایش تنش زایشی دو شاخص میانگین هندسی بهره‌وری و شاخص تحمل تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد در هر دو محیط در سطح احتمال ۱٪ بودند که به عنوان بهترین شاخص‌ها برای تخمین پایداری عملکرد و همچنین دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند (جدول ۱۰). فرناندز (۱۹۹۲) و احمدی و همکاران (۱۳۷۹) نیز این دو شاخص را به عنوان بهترین شاخص معرفی کردند.

در بررسی نمودار سه بعدی شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، عملکرد نرمال و عملکرد در شرایط آزمایش آبیاری محدود در مرحله رویشی ژنوتیپ‌های ۲۵، ۲۰، ۵، ۱۹، ۸، ۱۲، ۱۴، ۳ و ۱ در گروه A (گروه با عملکرد بالا در هر دو شرایط نرمال آبی و آبیاری محدود) قرار گرفتند، یعنی دارای تحمل به خشکی و عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند (شکل۲). همچنین نتایج حاصل از نمودارهای سه بعدی عملکرد نرمال و عملکرد در شرایط آزمایش آبیاری محدود با شاخص‌های بهره‌وری متوسط و تحمل تنش تقریبا مشابه با نتایج فوق‌الذکر می‌باشد (شکل‌های۱و۳). در آزمایش آبیاری محدود در مرحله زایشی استفاده از دو شاخص میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش برای رسم نمودارهای سه بعدی با عملکرد نرمال و عملکرد در شرایط آزمایش آبیاری محدود در مرحله زایشی نشان داد که ژنوتیپ‌های ۲۵، ۵، ۸ و ۹ در گروه A قرار دارند (شکل‌های ۴ و ۵). شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل توسط نمودارهای سه بعدی به علت اینکه بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط صورت می‌گیرد، استراتژی قابل اعتمادی می‌باشد. بیرنی و همکاران (۱۹۹۵) و بنزیگر و همکاران (۱۹۹۹) از عملکرد هر دو محیط برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل استفاده کردند، چرا که همبستگی بین عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط به علت تاثیر تنش کاهش می‌یابد (۱۱، ۲۰، ۲۶). برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها فرناندز (۱۹۹۲)، احمدی و همکاران (۱۳۷۹)، امام جمعه (۱۳۷۸) و فرشادفر (۱۳۸۰) در گیاهان مختلف از نمودارهای سه بعدی استفاده کردند.

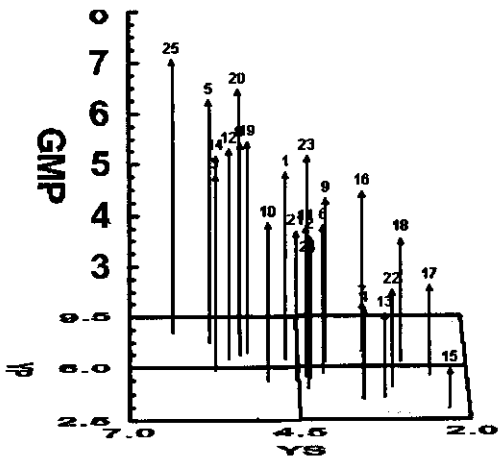


شکل ۱- نمودار تعیین ژنوتیپهای متحمل به خشکی بر اساس MPدر آبیاری محدود در مرحله رشد رویشی

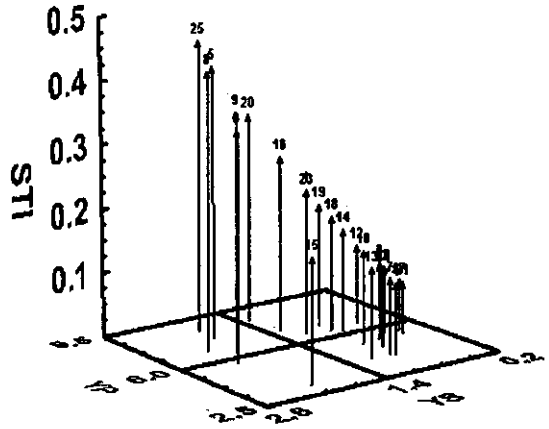
1. Yield Potential
2. Yield Stress

www.SID.ir

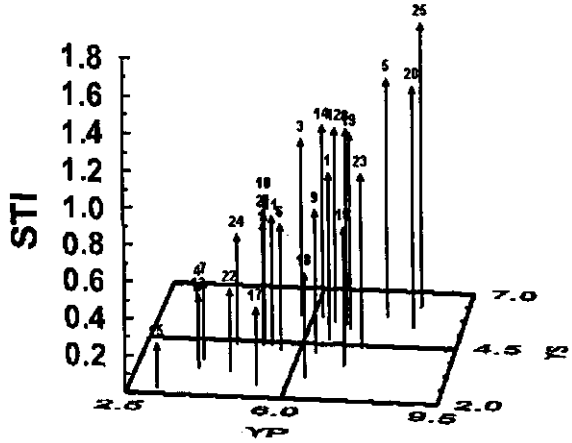
Archive of SID



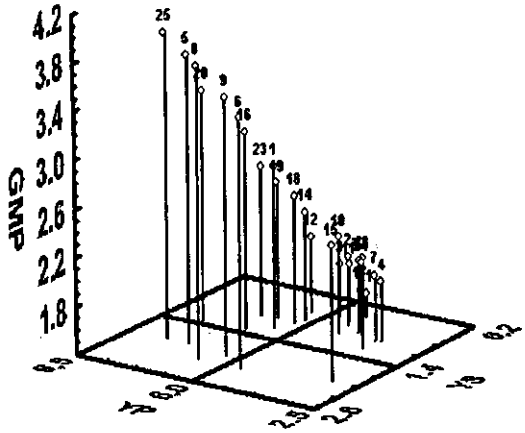
شکل۲- نمودار تعیین ژنوتیپهای متحمل به خشکی بر اساس GMPدر آبیاری محدود در مرحله رشد رویشی



شکل ۵- نمودار تعیین ژنوتیپهای متحمل به خشکی بر اساس STI در آبیاری محدود در مرحله رشد زایشی



شکل۳- نمودار تعیین ژنوتیپهای متحمل به خشکی بر اساس STI در آبیاری محدود در مرحله رشد رویشی



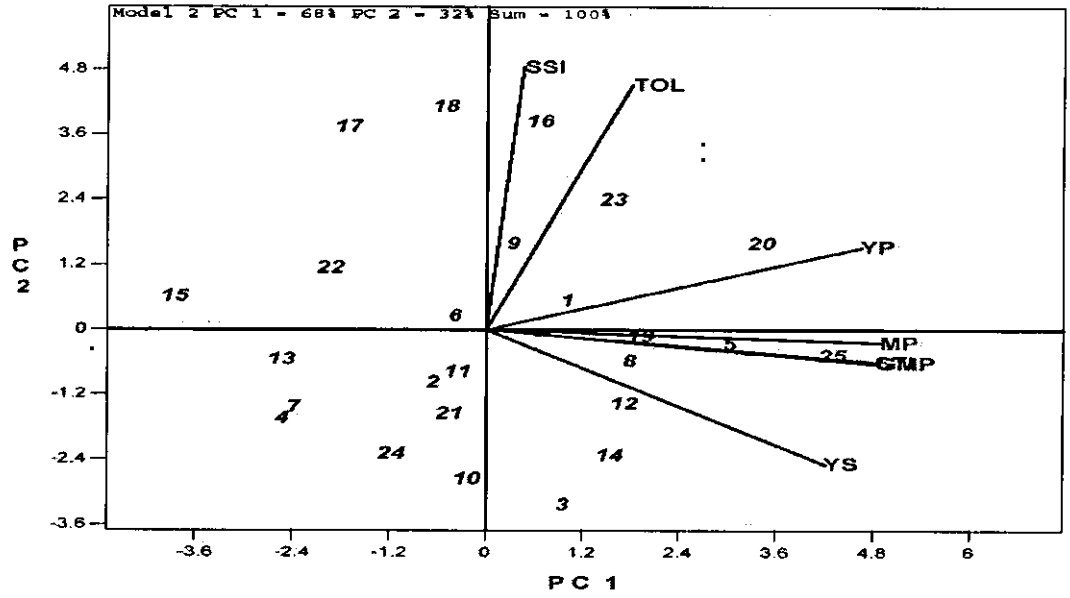
شکل ۴- نمودار تعیین ژنوتیپهای متحمل به خشکی بر اساسGMP در آبیاری محدود در مرحله رشد زایشی

نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای ماتریس داده‌های مربوط به ۷ شاخص و ۲۵ لاین اینبرد بر اساس ماتریس واریانس- کوواریانس در جدول ۱۱ ارائه شده است. نتایج مذکور نشان داد که در آزمایش آبیاری محدود در مرحله رویشی ۹۹/۶ درصد از تغییرات مورد نظر بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اصلی اول بیان می‌شود. بنابراین ترسیم بای‌پلات براساس دو مؤلفه اصلی اول صورت گرفت (شکل‌های ۶ و ۷). در این محیط اولین مؤلفه ۶۷/۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد در شرایط بدون تنش و با شاخص‌های متوسط بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش داشت. از طرف دیگر میزان بالای این شاخص‌ها مطلوب هستند، بنابراین در صورت بالا بودن میزان مولفه اصلی اول، ارقامی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد بالا در شرایط نرمال آبی و مقادیر بالایی برای شاخص‌های متوسط بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش هستند. بنابراین می‌توان مؤلفه اصلی اول را " مؤلفه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی" نامگذاری کرد. مؤلفه اصلی دوم ۳۱/۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان کرد و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط آبیاری محدود و شاخص‌های متوسط بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش و همبستگی مثبت با شاخص تحمل و حساسیت به تنش داشت. بنابراین مؤلفه اصلی دوم را می‌توان بعنوان مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری کرد. این

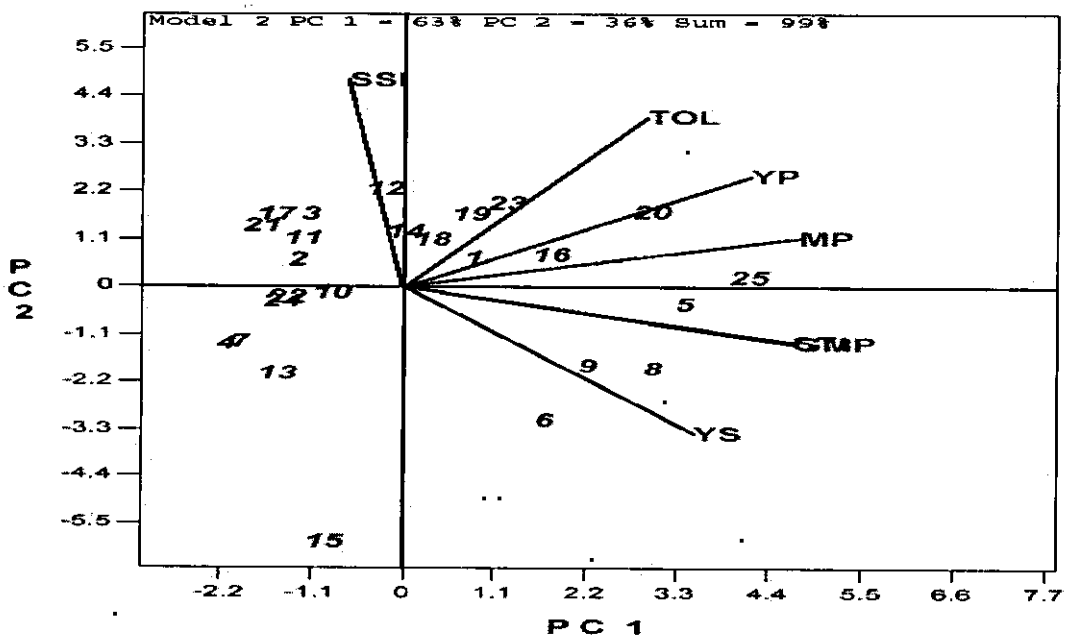
www.SID.ir

Archive of SID

مؤلفه اصلی می‌تواند ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط تنش را شناسایی کند. از آنجا که مقادیر بالای شاخص‌های متوسط بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش و مقادیر پایین شاخص تحمل و حساسیت به تنش مطلوب می‌باشد، بنابراین اگر در بای‌پلات حاصله نواحی با میزان پایین این مؤلفه اصلی را در نظر بگیریم، می‌توانیم ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط آبیاری محدود و شاخص تحمل و حساسیت به تنش پایین را انتخاب نمائیم. احمدی و همکاران (۱۳۷۹)، کارگر و همکاران (۱۳۸۳) و فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) نیز مولفه اصلی اول را مولفه تحمل به خشکی و مولفه اصلی دوم را مولفه حساسیت به تنش نامگذاری کردند.



شکل ۶- نمایش بای پلات در هفت شاخص و بر اساس مولفه های اصلی اول ودوم در آبیاری محدود در مرحله رشد رویشی



شکل ۷- نمایش بای پلات در هفت شاخص و بر اساس مولفه های اصلی اول ودوم در آبیاری محدود در مرحله رشد زایشی

YP: عملکرد نرمال آبی، YS: عملکرد در شرایط آبیاری محدود، TOL: شاخص تحمل، MP : شاخص میانگین بهره وری، GMP: شاخص میانگین هندسی، STI: شاخص تحمل به تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱ - مقادیر ویژه، سهم تجمعی و بردارهای ویژه شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی برای صفت عملکرد در شرایط آبیاری محدود در مراحل رشد رویشی و زایشی

آبیاری محدود	مولفهٔ	مقادیر ویژه	سهم تجمعی مولفه‌ها	TOL	MP	GMP	STI	SSI
مرحله رویشی	اول	۴/۷۴۰	۰/۶۷۷	۰/۱۷۱	۰/۴۵۸	۰/۴۵۵	۰/۴۵۳	۰/۰۴۴
	دوم	۲/۲۲۹	۰/۹۹۶	۰/۶۲۰	-۰/۰۳۳	-۰/۰۸۷	-۰/۰۸۲	۰/۶۶۴
	سوم	۰/۰۱۹	۰/۹۹۸	-۰/۳۹۸	-۰/۱۸۹	-۰/۰۶۹	۰/۶۵۴	۰/۵۲۹
	چهارم	۰/۰۱۰	۱/۰۰۰	۰/۳۹۵	-۰/۱۸۱	-۰/۱۷۸	۰/۵۹۶	-۰/۵۲۶
	پنجم	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۲۲	-۰/۲۹۷	۰/۸۶۵	-۰/۰۷۲	-۰/۰۲۳
	ششم	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۵۰۶	۰/۲۹۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	هفتم	-۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۲۴	۰/۷۴۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
مرحله زایشی	اول	۴/۳۹۵	۰/۶۲۸	۰/۲۸۵	۰/۴۶۴	۰/۴۸۵	۰/۴۵۶	۰/۰۶۴
	دوم	۲/۵۱۷	۰/۹۸۸	۰/۵۰۲	-۰/۱۴۲	-۰/۱۷۰	-۰/۱۶۴	۰/۶۱۱
	سوم	۰/۰۸۰	۰/۹۹۹	-۰/۳۲۴	-۰/۲۰۲	۰/۲۳۷	۰/۴۳۲	۰/۷۲۳
	چهارم	۰/۰۰۴	۱/۰۰۰	۰/۰۷۴	-۰/۰۳۱	-۰/۶۵۹	۰/۷۱۶	-۰/۱۵۸
	پنجم	۰/۰۰۲	۱/۰۰۰	۰/۱۵۵	-۰/۳۰۸	۰/۵۲۱	۰/۲۵۴	-۰/۲۷۳
	ششم	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۳۵۲	۰/۷۸۷	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	هفتم	-/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۶۳۹	-۰/۰۹۰	-/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰

TOL: شاخص تحمل، MP : شاخص میانگین بهره وری، GMP: شاخص میانگین هندسی، STI: شاخص تحمل به تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

با توجه به مطالب فوق، ترسیم بای‌پلات براساس دو مولفهٔ اصلی اول و دوم (شکل۶) نشان داد که درمورد تنش رویشی رگه‌های ۲۵، ۵، ۱۹، ۸، ۱۲، ۱۴ و ۳ در ناحیه‌ای با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی قرار دارند و رگه‌های ۱۸، ۱۷،۲۲، ۶ و ۱۵ در ناحیه‌ای با عملکرد پایین و حساسیت بالا به خشکی قرار گرفتند. نتایج حاصل از روش بای‌پلات در شرایط آبیاری محدود در مرحله زایشی نیز در شکل۷ نشان داده شده است. در این آزمایش ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۹، ۸، ۵ و ۲۵ در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی و در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش قرار دارند و ژنوتیپ‌های ۲۰، ۱۶، ۱، ۲۳، ۱۹، ۱۸ و ۱۴ در ناحیه با عملکرد پایین و حساسیت بالا به خشکی قرار گرفتند.

به طور کلی در آبیاری محدود در مرحله رویشی با توجه به اینکه رگه‌های خویش آمیخته ۲۵، ۵، ۱۹، ۱۴، ۱۲، ۸ و ۳ در ناحیه مطلوب بای‌پلات (با پتانسیل بالا و حساسیت پایین به خشکی) قرار گرفته و همان لاین‌های انتخابی از طریق بهترین شاخص‌ها در نمودارهای سه بعدی می‌باشند، لذا به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به آبیاری محدود در مرحله رویشی شناخته می‌شوند. همچنین در آبیاری محدود در مرحله زایشی نیز با توجه به اینکه لاین‌های اینبرد ۶، ۹، ۸، ۵ و ۲۵ هم در ناحیه مطلوب بای‌پلات قرار گرفته و هم لاین‌های انتخابی از طریق بهترین شاخص‌ها می‌باشند، لذا به عنوان بهترین لاین‌ها با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به آبیاری محدود در مرحله زایشی معرفی می‌گردند. از طرف دیگر ژنوتیپ‌های ۲۵، ۵ و ۸ در هر دو رژیم آبیاری محدود رویشی و زایشی در ناحیه مطلوب بای‌پلات قرار گرفتند که بیانگر این مطلب است که این ژنوتیپ‌ها در هر دو مرحله متحمل به آبیاری محدود می‌باشند و امکان گزینش در بین لاین‌های مزبور برای مقاومت به خشکی وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده REFERENCES

۱. احمدزاده، ا. ۱۳۷۶. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاین‌های برگزیده ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.

۲. احمدی، ج.، ح. زینالی، م. ع. رستمی و ر. چوگان. ۱۳۷۹. بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و استفاده از روش بای‌پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۱ : ۵۲۳-۵۱۳

۳. اشکانی، ج. و ح. پاک‌نیت. ۱۳۸۱. بررسی ژنتیکی شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در گلرنگ بهاره. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۷: ۳۱-۳۵.

۴. امام جمعه، ع. ۱۳۷۸.تعیین فاصله ژنتیکی توسط RAPID-PCR، ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی وتحلیل سازگاری در نخود ایرانی. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه.

۵. ایزانلو، ع.، ح. زینالی خانقاه، ع. حسین زاده و ن. مجنون حسینی. ۱۳۸۱. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ارقام تجارتی سویا. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

۶. کارگر، م. ع.، م. ر. قنادها، ر. بزرگی‌پور، ا. ع. خواجه احمد عطاری و ح. ر. بابایی. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵: ۱۲۹-۱۴۲.

۷. فرشادفر، ع.، م. زمانی. م. مطلبی و ع. ع. امام جمعه. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران. ۳۲ : ۷۶-۶۵

8. Banziger, M., G.O. Edmeades, & H.R. Lafitte. 2002. Physiological mechanisms contributing to the increased N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. Field Crops Research, 75: 223-233.

9. Banziger, M., & M. Cooper. 2001. Breeding for low input conditions and consequences for participitation plant breeding examples from tropical maize and wheat. Euphytica, 122: 503-519.

10. Banziger, M., G.O. Edmeades, & H.R. Lafitte. 1999. Selection for drought tolerance increases maize yield across a range of nitrogen levels. Crop science, 39: 1035-1040.

11. Banziger, M., , F.J. Betran & H.R. Lafitte. 1997. Breeding tropical maize for low N environmental. Crop Science, 37: 1103-1109.

12. Betran, F.j., D. Beck, M. Banziger & G.O Edmeades. 2003a. Genetic analysis of inbred and Hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. Crop Science, 43: 807-817.

13. Betran, F.J., , J.M. Ribaut, D. Beck, & D.G. Lean. 2003b. Genetic diversity, specific combining ability and heterosis in tropical maize under stress and nonstress environments. Crop Science, 43: 797-806.

14. Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC press. Boca Raton, FL. pp. 38-78.

15. Bolanos, J. & G.O. Edmeades. 1996. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. Field Crops Research, 48: 65-80

16. Bolanos, J., & G.O. Edmeades. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Response in yield. biomass and radiation utilization. Field Crops Research, 31: 233-252.

17. Byrne, P.F., J. Bolanos, G.O. Edmeades & D.L. Eaton. 1995. Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. Crop Science, 35: 63-69.

18. Clark, J. M. M.D. Ronald. & T.F. Towenly-Smith. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Science, 32: 723-728.

19. Chapman, S.C. & G.O. Edmeades. 1999. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: direct and correlated responses among secondary traits. Crop Science, 39: 1315-1324.

20. Cooper, M., R.F. Stucher, H.I. Delacy & B.D. Harch. 1997. Wheat breeding nurseries target environment and indirect selection for grain yield. Crop Science, 37: 1163-1176.

21. Edmeades, G.O., J. Bolanos, S.C. Chapman, H.R. Lafitte & M. Banziger. 1999. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: I. Gains in biomass. Grain yield and harvest index. Crop Science, 39: 1306-1315.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Edmeades, G.O. J. Bolanos & H.R. Lafitte.1992. Progress in breeding for drought tolerance in maize. 47th Annul. Washington Agriculture press.
23. Kristin, A.A., R.R. Serna, F.I. Perez. B.C. Enriquez, J.A.A. Gallegos, P.R. Vallejo, N. Wassimi, & J.D. Kelley. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science, 37: 43-50.
24. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for Assessing plant stress tolerance. In: C. G. Kuo. (eds.), Adaptation of food crops to temperature and water-stress, AVRDC, Shanhau, Taiwan. pp. 259- 270.
25. Fischer, R. & R. Mourer. 1987. Drought resistant in spring wheat cultivar. I. Grain responses. Australian Journal of Agriculture Research, 29: 897-912.
26. Fukai, S., G. Pantuwan, B. Jongdee & M. Cooper. 1999. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. Field Crops Research, 64: 61-74.
27. Rosielle, A. T. & J. Hambelen. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. Crop science, 21: 493-498.

www.SID.ir