نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۲۶۳-۱۲۵۰

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1250-1263

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد واجزای عملکرد هیبریدهای ذرت

علیرضا حیدری[1*]- رجب چوکان[2]- عسکری تشکری[3]- حسین کلانتری[4]

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۳۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت و نیز ارزیابی همبستگی بین صفات و عملکرد در سطوح مختلف تنش، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار با استفاده از ۱۵ هیبرید ذرت در سال زراعی ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح تنش خشکی بود: a1: آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر a2: آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر a3: آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر a4: آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر. در کرت‌های فرعی هیبریدهای ذرت قرار داشتند. درشرایط نرمال، تنش ملایم و شدید، هیبریدOSGT14 به ترتیب با عملکرد۴۴۵/۹، ۲۷۰/۹ و ۳۵۲/۸ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد بود. در شرایط تنش خیلی شدید، هیبرید SPGT12 با عملکرد ۴۵۵/۷ تن در هکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. از میان اجزای عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، قطر بلال و طول بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان دادند. به عبارتی می‌توان گفت این صفات بیشترین تأثیر را روی عملکرد دانه داشتند. همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب بهترین هیبریدها و نیز بهترین شاخص‌ها به کار رود. از آنجا که همبستگی بالایی بین شاخص‌های MP، GMP، Harm و STI با یکدیگر وجود داشت و از طرفی این شاخص‌ها دارای بالاترین همبستگی با عملکرد در شرایط نرمال و سطوح مختلف تنش بودند می‌توان از آنها به عنوان برترین شاخص‌ها نام برد و به کمک آنها ارقام متحمل و حساس را شناسایی نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، ذرت، شاخص‌های تحمل

مقدمه

خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان است که حدود نیمی از اراضی کشاورزی جهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۶). به‌طوری که متوسط کاهش عملکرد سالانه ذرت به واسطه خشکی در جهان ۱۷درصد می‌باشد که حتی در بعضی سال‌ها کاهش عملکرد تا ۷۰درصد نیز گزارش شده است (۱۹). در مناطق خشک و نیمه‌خشک جریان آب قابل دسترس گیاه به اندازه کافی موجود نیست و این امر به طرق مختلف باعث کاهش در تولید محصولات زراعی می‌شود. بارندگی در این مناطق هم از جهت مقدار و هم از جهت توزیع، غیرقابل پیش‌بینی است. لذا ارقامی که در دامنه وسیعی از شرایط رطوبتی بتوانند پاسخ مناسبی نشان دهند مورد توجه اصلاح‌گران گیاه و فیزیولوژیست‌ها می‌باشند (۱۸). کیکر (۸) در آزمایشی که برای مطالعه تأثیر تنش رطوبتی بر مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی ذرت انجام داد به این نتیجه رسید که تنش خشکی طی کاکل‌دهی منجر به کاهش ارتفاع گیاه و نیز توسعه سطح برگ می‌شود. کاهش آب طی رشد رویشی سریع موجب کاهش ۳۲-۲۸ درصدی وزن ماده خشک نهایی می‌شود.

کامپوس و همکاران (۹) در آزمایشی که برای بهبود تحمل به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که مرحله گلدهی، زمان رشد خامه و گرده‌افشانی بیشتر به خشکی حساس است. آنها گزارش نمودند که عملکرد تحت تنش در مرحله گلدهی همبستگی بسیار زیادی با تعداد دانه در هر بلال دارد. خلیلی و همکاران (۲) در بررسی تاثیر تنش خشکی روی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های دیررس ذرت در شرایط نرمال و تنش در مراحل

۱- کارشناس موسسه تحقیقات چغندرقند
(*- نویسنده مسئول: Email: arhbreeder@yahoo.com)
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۳- استادیار گروه آبیاری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر
۴- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

رویشی و زایشی نشان دادند که شاخص‌های GMP[1] و STI[2] قادر به شناسایی هیبریدهایی با عملکرد بالا در هر دو محیط نرمال و تنش می‌باشند.

اشنایدر وهمکاران (۱۶) انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین هندسی عملکرد را به عنوان راهکار اصلاحی توصیه کرده‌اند. درارا و همکاران (۱۱) در مطالعات انجام شده در سیمیت روی گندم و ذرت در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که عملکرد دانه بیشتر به تعداد دانه بستگی دارد.

قهفرخی و همکاران (۴) در آزمایشی که برای بررسی اثر تنش خشکی روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای انجام دادند به این نتیجه رسیدند که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال، طول بلال و تعداد دانه هر بلال از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشتند. ولی صفات تعداد ردیف هر بلال، وزن هزار دانه و شاخص برداشت اختلاف معنی داری نداشتند.

آنها بیان نمودند که تنش در مرحله رویشی و گلدهی، صفات مورد بررسی را بیشتر تحت تأثیر قرار داده است و در بین اجزای عملکرد ذرت، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان دادند.

چیمن و همکاران (۱۰) در آزمایشی که برای بهبود تحمل به خشکی در جمعیت‌های ذرت گرمسیری انجام دادند به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه ارتباط زیادی با تعداد دانه در هر متر مربع در هر دو محیط آبیاری نرمال وتنش دارد. آنها معتقدند عملکرد دانه هر خوشه بارور همبستگی زیادی با فاصله کاکل‌دهی تا شکوفایی تحت شرایط تنش دارد.

احمدی و همکاران (۱) در بررسی تاثیر تنش رطوبتی بر میزان همبستگی بین عملکرد و اجزای آن به این نتیجه رسیدند که بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ و نیز بین عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف همبستگی معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد.

شارما و همکاران (۱۷) تعدادی لاین متحمل به خشکی را در دو سال و چند منطقه بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که عملکرد دانه همبستگی مثبت با ارتفاع بوته، ارتفاع استقرار بلال، شاخص سطح برگ، طول بلال و تعداد دانه در بلال داشت. همچنین آنها همبستگی ضعیفی را بین عملکرد و وزن ریشه در سال اول و عملکرد با قطر بلال در سال دوم گزارش نمودند.

فرناندز (۱۳) براساس عملکرد هیبریدها در شرایط واجد تنش و فاقد تنش (نرمال) آنها را به چهار گروه تقسیم‌بندی کرد.

گروه A: در این گروه هیبریدهایی قرار می‌گیرند که عملکرد مناسبی در شرایط تنش و نرمال دارند.

گروه B: هیبریدهای این گروه فقط عملکرد خوبی در محیط فاقد تنش (نرمال) دارند.

گروه C: شامل هیبریدهایی است که عملکرد خوبی در محیط تنش دارند.

گروه D: هیبریدهای این گروه عملکردکم در هر دو محیط دارند.

او معتقد است مناسب‌ترین معیار جهت انتخاب برای تنش، معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. طبق نظر فرناندز شاخص‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش (نرمال) دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌گردند. زیرا این شاخص‌ها قادر به جداسازی هیبریدهایی با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند.

روسیلا وهامبلن (۱۵) دو شاخص تحمل (TOL[3]) و میانگین بهره‌وری (MP[4]) را ارائه نمودند.

مقادیر زیاد شاخص TOL نمایانگر حساسیت بیشتر هیبریدها به خشکی بوده و هر چه میزان این شاخص کمتر باشد، مطلوبتر خواهد بود. MP قادر به تفکیک هیبریدهای گروه A ازB نمی‌باشد و انتخاب براساس مقادیر بالای MP صورت می‌گیرد.

گلایز و همکاران (۱۴) در یک آزمایش اسپلیت پلات با دو تیمار رطوبتی ۱۴ لاین ذرت را برای تحمل، تنش آبی مورد ارزیابی قرار دادند. در تنش خشکی کاهش در بیوماس گیاه و عملکرد مشاهده شد. کاهش عملکرد عمدتاً در اثر کاهش در اندازه بلال بود. هیچ تغییری در تعداد بلال مشاهده نشد. کاهش وزن بلال در اثر کاهش تعداد دانه گزارش شد.

با توجه به وقوع چندین دوره خشکسالی طی چند سال اخیر واحتمال ادامه این روند در سال‌های آینده دستیابی به ارقام متحمل به خشکی از ضروریات است. در بررسی واکنش ارقام نسبت به تنش خشکی بایستی به عملکرد توجه ویژه‌ای نمود. به کمک شاخص‌های تحمل به خشکی می‌توان واکنش ارقام نسبت به خشکی را تعیین کرد. شاخص‌هایی که همبستگی زیادی با عملکرد در شرایط نرمال و تنش داشته باشند برای شناسایی ارقام با عملکرد زیاد بسیار مفیدند. از طرفی شناسایی صفاتی که همبستگی بالایی با عملکرد دارند و آن‌را به مقدار زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهند برای تعیین راهکار اصلاحی لازم وضروری‌ست. هدف از انجام این تحقیق، شناسایی صفات و شاخص‌هایی است که بیشترین همبستگی را با عملکرد دارند تا به کمک آنها بتوان ارقام حساس و متحمل را شناسایی کرد.

1- Geometrical mean productivity
2- Stress tolerance index
3- Tolerance index
4- Mean productivity

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیرسطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت و نیز ارزیابی همبستگی بین صفات وعملکرد در سطوح مختلف تنش، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار با استفاده از ۱۵ هیبرید ذرت در سال زراعی ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل اجرا گردید. ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل در کیلومتر ۶ جاده قائمشهر به بابل در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۷/۱۴ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی سالانه آن ۵۵۰ میلی‌متر می‌باشد. متوسط درجه حرارت در گرم‌ترین ماه سال (مرداد) ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط درجه حرارت سردترین ماه سال (بهمن) ۶/۹ درجه سانتی‌گراد است. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی بوده، PH آن ۷/۸ و میزان هدایت الکتریکی ۰/۵۲ =EC دسی‌زیمنس بر متر بود.

سطوح مختلف تنش شامل:

a_1: آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A (شرایط نرمال)

a_2: آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر (تنش ملایم)

a_3: آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر (تنش شدید)

a_4: آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر (تنش خیلی شدید)

در کرت‌های اصلی و هیبریدهای مختلف (جدول ۱) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

جدول ۱- لیست هیبریدهای مورد آزمایش

شماره رقم	نام هیبرید
۱	KSC 704
۲	KSC 700
۳	KSC 720
۴	KSC- N84-01
۵	KSC 708GT
۶	KSC- N84-02
۷	KSC 710 GT
۸	KSC - Mog 84-062
۹	KSC 712 GT
۱۰	BGT 10
۱۱	BGT 11
۱۲	SPGT 12
۱۳	SPGT 13
۱۴	OSGT 14
۱۵	BGT 15

هر کرت فرعی شامل دو ردیف کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود که فاصله بوته روی هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. زمین مورد نظر در پائیز شخم زده شده و در بهار دو بار به صورت عمود بر هم دیسک خورده و در انتها عملیات تسطیح توسط ماله صورت پذیرفت. کودهای فسفات آمونیوم به مقدار۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، اوره به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و نیز سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شدند. کودهای فسفره و پتاس به همراه نیمی از کود ازته قبل از کاشت به زمین داده شد و بقیه کود ازته به صورت سرک در مرحله ۸ برگی مورد استفاده قرار گرفت. کاشت بذور در ۲۲ فروردین‌ماه با دست انجام گرفت و در هر چاله کاشت ۳ بذر قرار گرفت. در مرحله ۴ برگی تنک و به یک بوته کاهش داده شدند. برای کنترل علف‌های هرز عملیات وجین با دست صورت گرفت. برای تامین آب مورد نیاز مزرعه از آب چاه کشاورزی استفاده شد.

در زمان رسیدگی (۱۵ مرداد)، پس از برداشت کلیه بلال‌ها، تعداد ۱۰ بلال به طور تصادفی انتخاب و نسبت به جداکردن دانه‌ها از چوب بلال اقدام شد. وزن دانه‌ها و میزان رطوبت تعیین و عملکرد نهایی دانه محاسبه گردید.

همبستگی بین صفات با عملکرد براساس شاخص‌های انتخاب و نیز براساس سطوح مختلف تنش خشکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS و MINITAB انجام گرفت.

شاخص‌های میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی محصول(GMP)، میانگین هارمونیک (Harm)، شاخص فرناندز (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص SDI به کمک روابط زیر محاسبه گردید.

۱- میانگین بهره‌وری (Mean productivity)

$$MP_1 = \frac{Y_P + Y_S}{2}$$

۲- میانگین هندسی بهره‌وری (Geometrical mean productivity)

$$G_{MP} = \sqrt{Y_s \times Y_P}$$

۳- میانگین هارمونیک (Harmonic mean)

$$Harm = \frac{2(Y_P . Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

۴- شاخص تحمل به تنش (stress tolerance index)

$$STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\overline{Y}_P)^2}$$

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ذرت در شرایط نرمال(a۱)

	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه بلال	ارتفاع بوته	ارتفاع استقرار بلال	طول گل تاجی	سطح برگ بلال	سطح برگ پرچم	قطر ساقه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	قطر بلال	قطر چوب بلال	طول دانه	طول بلال	درصد چوب بلال
وزن هزار دانه																	
تعداد دانه در ردیف	۰/۳۹۵**																
تعداد ردیف دانه	-۰/۱۶۶	-۰/۱۳۷															
دانه در بلال	۰/۲۲۸	۰/۳۲۵**	۰/۵۲۴**														
ارتفاع بوته	-۰/۳۰۶**	۰/۲۲۱	-۰/۰۴۷	۰/۱۵۷													
ارتفاع استقرار بلال	-۰/۲۴۰	۰/۲۴۸	-۰/۰۹۶	۰/۱۴۵	۰/۹۲۳**												
طول گل تاجی	-۰/۱۰۰	۰/۱۵۸	۰/۰۳۳	۰/۱۱۱	۰/۱۷۷	۰/۲۵۰											
سطح برگ بلال	-۰/۱۶۰	۰/۲۱۸	۰/۱۱۱	۰/۱۶۰	۰/۱۷۸	۰/۲۲۶	۰/۲۱۶										
سطح برگ پرچم	-۰/۰۸۸	-۰/۰۵۸	۰/۲۳۵	۰/۱۰۷	۰/۱۲۰	۰/۱۳۴	۰/۲۳۸	۰/۰۸۴									
قطر ساقه	-۲۹۰*	-۰/۰۱۹	۰/۲۱۹	۰/۱۲۵	۰/۲۶۸*	۰/۲۵۷*	۰/۲۲۸	۰/۳۷۲*	۰/۱۲۹								
عملکرد بیولوژیک	۰/۴۹۵**	۰/۵۵۴**	-۰/۱۴۱	۰/۳۷۰**	۰/۲۳۰	۰/۲۰۳	-۰/۱۰۱	۰/۳۰۷*	-۰/۰۴۸	-۰/۰۹۰							
شاخص برداشت	-۰/۰۹۰	-۰/۱۱۰	-۰/۲۰۲	۰/۲۳۳	-۰/۱۷۸	-۰/۰۷۳	۰/۲۲۶	-۰/۱۲۴	۰/۱۹۹	۰/۰۷۱	-۰/۵۶۱**						
قطر بلال	۰/۵۶۷**	۰/۰۹۹	-۰/۱۱۷	۰/۱۶۳	-۰/۳۷۴**	-۰/۴۶۳**	-۰/۱۲۹	-۰/۰۰۳	۰/۲۵۳	-۰/۱۹۷	۰/۱۹۴	-۰/۱۱۷					
قطر چوب بلال	۰/۱۱۷	۰/۲۴۳	-۰/۰۴۵	۰/۱۷۱	-۰/۱۷۳	-۰/۱۵۲	-۰/۱۲۸	۰/۱۴۸	۰/۱۴۲	-۰/۲۴۱	۰/۳۹۵	-۰/۲۳۱	۰/۶۸۵**				
طول دانه	-۰/۱۰۸	۰/۲۶۵*	-۰/۰۹۴	-۰/۲۳۹	-۰/۱۸۸	۰/۲۰۳**	۰/۰۲۰	-۰/۰۳۱	۰/۲۲۲	-۰/۰۱۸	-۰/۲۰۵	۰/۱۵۲	۰/۱۴۷	-۰/۱۱۰			
طول بلال	۰/۳۱۲*	۰/۶۱۰**	+۰/۲۸۱**	۰/۲۵۶*	۰/۴۰۷**	۰/۴۲۰**	۰/۰۰۲	۰/۱۰۷	-۰/۰۰۶	-۰/۰۳۹	۰/۷۰۴**	-۰/۱۹۷	۰/۰۲۳	۰/۲۱۴	-۰/۱۸۱		
درصد چوب بلال	۰/۱۲۸	۰/۰۶۲	-۰/۰۲۹	۰/۰۳۸	۰/۲۱۶	۰/۲۱۵	۰/۰۹۳	۰/۰۷۶	-۰/۱۰۳	-۰/۰۳۲	۰/۰۵۰	-۰/۱۸۲	-۰/۰۱۵	۰/۱۴۴	-۰/۳۳۴**	۰/۰۵۱	
عملکرد دانه	۰/۵۱۸**	۰/۵۴۹**	+۰/۲۷۱*	۰/۲۷۶*	۰/۱۵۰	۰/۱۵۴	-۰/۰۳۳	۰/۱۷۲	-۰/۰۹۱	-۰/۰۸۸	۰/۹۰۲**	+۰/۳۷۸**	+۰/۳۲۳*	۰/۱۲۷	۰/۱۶۹	۰/۱۷۱	-۰/۰۲۱

۵-شاخص تحمل (tolerance index)

$$TOL = YP-YS$$

۶- شاخص حساسیت به تنش (stress susecpibility index)

$$SSI = \frac{1-\left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)}{1-\left(\frac{\overline{Y_S}}{Y_P}\right)}$$

۷- عملکرد تنش(yield in stress condition) Ys

۸- عملکرد بتانسیل (Yield potential) Yp

شاخص‌هایی که همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط تنش و نرمال داشتند به عنوان شاخص‌های برتر معرفی شدند.

نتایج و بحث

همبستگی بین صفات و عملکرد در شرایط نرمال محاسبه گردید (جدول ۲). در شرایط نرمال عملکرد دانه با وزن هزاردانه ($r=0.518^{**}$) تعداد دانه در ردیف ($r=0.541^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r=0.902^{**}$) و شاخص برداشت ($r=0.378^{**}$) در سطح احتمال ۱٪ و نیز با قطر بلال ($r=0.322^{*}$)، تعداد ردیف دانه ($r=0.271^{*}$) و تعداد دانه در بلال ($r=0.276^{*}$) در سطح احتمال ۵٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. همانطور که مشاهده می شود عملکرد بیولوژیک همبستگی بسیار زیادی با عملکرد دانه داشته و می‌توان به نقش تعیین کننده آن در عملکرد دانه پی برد.

همبستگی صفات با عملکرد در شرایط تنش ملایم محاسبه شد (جدول ۳) در تنش ملایم عملکرد دانه با وزن هزار دانه ($r=0.557^{**}$)، تعداد دانه در ردیف ($r=0.430^{**}$)، تعداد دانه در بلال ($r=0.404^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r=0.903^{**}$)، شاخص برداشت ($r=0.340^{**}$)، قطر بلال ($r=0.346^{**}$) و طول بلال ($r=0.614^{**}$) همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. در تنش ملایم نیز عملکرد بیولوژیک همبستگی بسیار بالایی با عملکرد دانه دارد و از میان اجزاء عملکرد صفت طول بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان می‌دهد. به عبارتی بایستی در زمان انتخاب برای عملکرد به طول بلال و وزن هزار دانه توجه ویژه‌ای نمود.

تجزیه همبستگی صفات با عملکرد در شرایط تنش شدید محاسبه گردید (جدول ۴).

در تنش شدید عملکرد دانه با وزن هزار دانه ($r=0.420^{**}$)، تعداد دانه در ردیف ($r=0.502^{**}$)، تعداد دانه در بلال ($r=0.467^{**}$) و عملکرد بیولوژیک ($r=0.857^{**}$) در سطح احتمال ۱٪ و نیز با تعداد ردیف دانه ($r=0.264^{*}$)، ارتفاع بوته ($r=0.263^{*}$)، ارتفاع استقرار بلال ($r=0.307^{*}$)، شاخص برداشت ($r=0.328^{*}$)، قطر بلال ($r=0.309^{*}$) و طول بلال ($r=0.263^{*}$) در سطح احتمال ۵٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان می‌دهد. از میان اجزای عملکرد تعداد دانه در ردیف، همبستگی بالاتری را با عملکرد نشان می‌دهد.

تجزیه همبستگی صفات با عملکرد در شرایط تنش خیلی شدید محاسبه شد (جدول ۵). در تنش خیلی شدید بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه ($r=0.805^{**}$)، تعداد دانه در ردیف ($r=0.750^{**}$)، تعداد ردیف دانه ($r=0.679^{**}$)، تعداد دانه در بلال ($r=0.746^{**}$)، ارتفاع بوته ($r=0.675^{**}$)، ارتفاع استقرار بلال ($r=0.686^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r=0.832^{**}$)، شاخص برداشت ($r=0.820^{**}$)، قطر بلال ($r=0.699^{**}$) و طول بلال ($r=0.684^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. به عبارتی می‌توان گفت این صفات بیشترین تاثیر را روی عملکرد دانه دارند. زمانی که هدف انتخاب براساس عملکرد است اصلاح‌گر بایستی به این صفات بیش از بقیه توجه نماید و برای دسترسی به عملکرد بالاتر باید درصدد اصلاح این صفات برآید.

احمدی و همکاران (۱) بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و نیز بین عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ گزارش کردند. آنها بیشترین همبستگی را بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه اعلام کردند. بولانوس و همکاران (۷) در تحقیقی به منظور بررسی اهمیت ASI در اصلاح ذرت برای تحمل به خشکی همبستگی بالایی را بین ASI و عملکرد گزارش نمودند. ادمیدز و همکاران (۱۲) همبستگی بین عملکرد دانه و ASI را برابر $r=-0.7$ گزارش کردند. قهفرخی و همکاران (۴) به این نتیجه رسیدند که در بین اجزای عملکرد ذرت، تعداد دانه در بلال، قطر دانه در ردیف و قطر بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد دارند و نیز بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و بالایی گزارش نمودند.

در شرایط نرمال و نیز تمامی سطوح تنش عملکرد بیولوژیک بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد. که حاکی از ارتباط تنگاتنگ این صفت با عملکرد دانه است. لذا توصیه می‌شود در برنامه‌های اصلاحی زمانی که هدف دسترسی به عملکرد بالاست، توجه ویژه‌ای نسبت به این صفت نمود.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ذرت در شرایط تنش ملایم (ره)

	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه بلال	ارتفاع بوته	ارتفاع استقرار بلال	طول گل تاجی	سطح برگ بلال	سطح برگ برچم	قطر ساقه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	قطر بلال	قطر چوب بلال	طول دانه	طول بلال	درصد چوب بلال
وزن هزار دانه																	
تعداد دانه در ردیف	۰/۳۱۵**																
تعداد ردیف دانه	-۰/۰۲۱	-۰/۳۳۴*															
دانه در بلال	۰/۳۲۳*	۰/۸۹۰**	۰/۱۴۲														
ارتفاع بوته	۰/۱۰۸	۰/۲۱۵	-۰/۰۶۸	۰/۱۹۲													
ارتفاع استقرار بلال	-۰/۲۱۸	۰/۳۱۰*	-۰/۰۷۲	۰/۱۸۹	۰/۶۸۸**												
طول گل تاجی	-۰/۰۵۰	۰/۱۰۵	۰/۱۱۲	۰/۱۶۸	-۰/۰۳۵	۰/۰۹۴											
سطح برگ بلال	۰/۱۵۷	۰/۰۷۱	۰/۱۰۲	۰/۱۲۳	۰/۱۴۴	-۰/۰۶۱	-۰/۰۷۵										
سطح برگ برچم	۰/۱۶۱	-۰/۰۲۹	-۰/۱۳۳	-۰/۰۹۷	-۰/۲۴۲	-۰/۲۲۰	-۰/۰۹۴	۰/۰۰۶									
قطر ساقه	۰/۰۸۸	۰/۱۸۷	-۰/۱۰۷	۰/۱۴۲	۰/۱۲۶	-۰/۰۶۷	-۰/۲۴۱	۰/۰۷۱	۰/۰۰۲								
عملکرد بیولوژیک	۰/۴۱۴**	۰/۳۲۹**	-۰/۰۸۳	۰/۳۵۸**	۰/۱۲۸	۰/۲۸۵*	-۰/۱۲۶	۰/۴۵۲**	-۰/۰۰۵	۰/۱۱۳							
شاخص برداشت	-۰/۰۲۱	۰/۰۸۹	-۰/۰۹۵	۰/۰۴۸	۰/۱۱۴	۰/۰۸۶	۰/۰۶۸	-۰/۱۲۴	۰/۱۱۱	۰/۰۵۴	-۰/۵۸۰**						
قطر بلال	۰/۶۰۲**	۰/۲۷۲*	-۰/۱۰۴	۰/۲۴۲	۰/۱۱۵	۰/۰۲۵	۰/۱۴۶	۰/۱۵۹	۰/۰۹۴	-۰/۰۴۴	۰/۲۰۱	۰/۱۰۱					
قطر چوب بلال	۰/۱۶۱	۰/۲۷۰*	-۰/۰۹۹	۰/۲۳۹	۰/۰۷۸	-۰/۰۲۷	۰/۰۷۰	۰/۱۶۱	۰/۱۶۲	۰/۰۷۵	۰/۱۸۶	۰/۲۳۰	۰/۷۵۰**				
طول دانه	-۰/۰۵۷	-۰/۱۱۶	۰/۱۲۸	-۰/۰۵۶	۰/۰۲۷	۰/۱۰۷	۰/۲۴۵	۰/۱۱۸	-۰/۱۴۲	۰/۰۱۷	-۰/۱۹۰	-۰/۰۷۰	۰/۰۱۳	۰/۰۵۹			
طول بلال	۰/۳۰۸*	۰/۵۴۶**	-۰/۲۳۱	۰/۴۶۰**	۰/۳۰۴*	۰/۵۰۷**	۰/۰۴۱	۰/۲۶۴*	-۰/۰۶۱	۰/۱۴۲	۰/۵۷۸**	۰/۰۰۱	۰/۳۰۱*	۰/۲۵۲	-۰/۱۸۴		
درصد چوب بلال	۰/۰۱۰	-۰/۰۶۲	۰/۰۱۹	-۰/۰۵۲	۰/۱۲۰	۰/۱۱۲	۰/۲۱۱	۰/۰۸۹	-۰/۰۸۵	-۰/۲۰۸	۰/۱۲۵	-۰/۱۶۹	۰/۲۲۵	۰/۰۷۸	-۰/۱۴۸	۰/۱۱۵	
عملکرد دانه	۰/۵۵۷**	۰/۴۳۰**	-۰/۰۹۸	۰/۴۰۴**	۰/۱۱۹	۰/۱۸۴	-۰/۱۶۹	۰/۲۰۲	۰/۱۰۵	۰/۱۳۸	۰/۹۰۳**	+۰/۳۴۰**	۰/۳۴۶**	۰/۱۸۸	-۰/۲۰۵	۰/۶۱۴**	-۰/۰۴۰

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ذرت در شرایط تنش شدید (ds)

	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه بلال	ارتفاع بوته	ارتفاع استقرار بلال	طول گل تاجی	سطح برگ بلال	سطح برگ پرچم	قطر ساقه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	قطر بلال	قطر چوب بلال	طول دانه	طول بلال	درصد چوب بلال
وزن هزار دانه																	
تعداد دانه در ردیف	۰/۶۵۵**																
تعداد ردیف دانه	۰/۵۲۴**	۰/۵۱۶**															
دانه در بلال	۰/۶۹۷**	۰/۹۲۸**	۰/۷۷۹**														
ارتفاع بوته	۰/۲۹۴	۰/۲۸۸	۰/۲۵۱	۰/۱۵۴													
ارتفاع استقرار بلال	۰/۱۸۴	۰/۲۰۷	۰/۲۹۲	۰/۱۶۲	۰/۹۱۲**												
طول گل تاجی	۰/۰۷۸	۰/۱۲۵	۰/۰۰۵	۰/۰۹۴	۰/۱۹۳	۰/۱۲۹											
سطح برگ بلال	-۰/۱۱۸	-۰/۱۰۰	-۰/۲۱۳	-۰/۲۰۱	-۰/۰۲۸	-۰/۰۵۹	-۰/۲۰										
سطح برگ پرچم	-۰/۰۷۹	۰/۰۷۳	۰/۰۱۵	۰/۰۵۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸	-۰/۱۰۶	-۰/۲۵۳									
قطر ساقه	۰/۰۳۶	۰/۰۵۶	۰/۰۳۷	۰/۰۵۵	۰/۰۶۳	۰/۰۲۳	-۰/۰۵۸	۰/۲۱۷	۰/۲۵۹*								
عملکرد بیولوژیک	+۰/۴۹۸**	۰/۴۵۳**	۰/۳۰۰*	۰/۴۴۷**	۰/۲۷۱*	۰/۲۵۶*	۰/۰۸۸	-۰/۱۶۰	-۰/۱۳۱	-۰/۱۲۳							
شاخص برداشت	-۰/۱۱۲	۰/۰۲۲	۰/۱۶۷	-۰/۰۴۵	-۰/۰۵۰	۰/۰۸۷	-۰/۰۲۱	-۰/۱۵۴	۰/۱۴۰	-۰/۱۰۰	-۰/۵۸۷**						
قطر بلال	+۰/۶۳۲**	۰/۵۲۹**	۰/۴۸۰**	۰/۵۹۳**	۰/۵۶۱**	۰/۶۱۶**	۰/۱۱۶	-۰/۰۹۴	۰/۰۲۲	۰/۱۸۵	۰/۱۷۷	۰/۰۵۴					
قطر چوب بلال	۰/۲۲۰	۰/۲۴۰	۰/۱۴۷	۰/۱۷۶	۰/۲۷۵	۰/۱۴۷	۰/۱۵۸	-۰/۰۸۹	۰/۰۲۳	۰/۱۱۹	۰/۲۰۹	-۰/۰۱۴	۰/۸۹۰				
طول دانه	۰/۲۳۵	۰/۱۳۳	۰/۱۳۲	۰/۱۵۸	۰/۱۷۷	۰/۱۱۴	۰/۰۶۱	-۰/۱۲۹	-۰/۰۲۶	۰/۰۱۱	۰/۱۶۸	۰/۰۲۴	۰/۱۰۴	۰/۲۱۲			
طول بلال	۰/۵۷۲*	۰/۶۷۶**	۴۶۰**	۰/۶۸۲**	۰/۷۸۷**	۰/۸۰۰**	-۰/۱۸۶	۰/۰۹۱	۰/۰۵۳	-۰/۰۰۳	۰/۲۲۹	۰/۱۹۳	۰/۷۸۰**	۰/۶۶۳**	۰/۱۵۰		
درصد چوب بلال	۰/۰۸۳	-۰/۰۲۶	۰/۲۱۹	۰/۷۷	۰/۱۶۹	۰/۲۱۸	۰/۰۷۵	-۰/۱۴۷	۰/۱۴۱	۰/۲۲۱	۰/۲۴۶	-۰/۰۹۱	۰/۰۷۸	۰/۱۷۱	۰/۱۳۰	۰/۱۵۹	
عملکرد دانه	۰/۴۲۰**	۰/۵۰۲**	۰/۲۴۶*	۰/۴۶۷**	۰/۲۶۳*	۰/۳۰۷*	۰/۰۳۲	-۰/۱۳۱	-۰/۱۵۶	-۰/۰۲۹	۰/۸۵۷**	+۰/۳۲۸*	۰/۳۰۹*	۰/۱۸۸	۰/۱۷۳	۰/۲۶۳*	۰/۱۱۴

جدول ۵ – ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در شرایط تنش خیلی شدید (a_4)

	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه بلال	ارتفاع بوته	ارتفاع استقرار بلال	طول گل تاجی	سطح برگ بلال	سطح برگ پرچم	قطر ساقه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	قطر بلال	قطر چوب بلال	طول دانه	طول بلال	درصد چوب بلال
وزن هزار دانه																	
تعداد دانه در ردیف	۰/۸۲۴**																
تعداد ردیف دانه	۰/۷۲۵**	۰/۸۸۰**															
دانه در بلال	۰/۸۱۸**	۰/۹۸۴**	۰/۹۵۱**														
ارتفاع بوته	۰/۷۲۳**	۰/۸۰۷**	۰/۷۴۷**	۰/۸۱۱**													
ارتفاع استقرار بلال	۰/۷۱۵**	۰/۸۲۵**	۰/۷۵۱**	۰/۸۲۳**	۰/۹۶۹**												
طول گل تاجی	-۰/۰۰۵	-۰/۱۸۸	-۰/۱۱۸	-۰/۱۶۸	-۰/۱۲۷	-۰/۱۲۶											
سطح برگ بلال	-۰/۰۱۱	-۰/۰۰۵	۰/۱۰۱	-۰/۰۳۳	-۰/۰۹۶	-۰/۱۲۳	۰/۱۱۵										
سطح برگ برجم	۰/۱۱۰	۰/۲۰۲	۰/۱۵۶	۰/۱۸۹	۰/۱۶۳	۰/۲۳۴	-۰/۲۰۵	۰/۲۴۲									
قطر ساقه	۰/۱۶۴	۰/۱۵۵	۰/۱۵۳	۰/۱۵۷	۰/۰۹۴	۰/۱۶۵	۰/۱۲۹	۰/۱۲۴	-۰/۰۷۰								
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۸۲**	۰/۵۳۹**	۰/۴۷۰**	۰/۵۲۷**	۰/۵۰۷**	۰/۵۳۲**	۰/۱۶۸	۰/۲۵۰	۰/۹۹	۰/۱۲۷							
شاخص برداشت	۰/۰۶۰	۰/۲۷۷**	۰/۲۵۹*	۰/۲۷۸**	۰/۱۲۹	۰/۱۳۵	-۰/۲۰۸	۰/۲۰۲	۰/۰۳۶	-۰/۰۸۱	-۰/۴۳۴**						
قطر بلال	۰/۸۵۰**	۰/۸۶۳**	۰/۷۷۰**	۰/۵۸۵**	۰/۸۴۸**	۰/۸۴۲**	-۰/۰۸۴	-۰/۴۰۳	۰/۱۷۳	۰/۱۰۷	۰/۴۱۸**	۰/۲۳۲					
قطر چوب بلال	۰/۱۴۲	۰/۱۴۳	۰/۱۱۴	۰/۱۲۵	۰/۱۰۱	۰/۰۹۹	-۰/۰۲۲	-۰/۲۰۵	۰/۱۶۱	۰/۱۱۲	۰/۱۰۵	۰/۱۲۳	۰/۱۵۴**				
طول دانه	۰/۳۲۷*	۰/۲۶۷*	۰/۲۷۳*	۰/۲۷۶*	۰/۲۳۹	۰/۲۵۶*	۰/۰۹۴	۰/۱۵۷	۰/۰۹۸	-۰/۱۰۷	۰/۰۷۲	۰/۳۱۳*	۰/۳۲۲*	۰/۲۸۷*			
طول بلال	۰/۸۱۱**	۰/۸۹۶**	۰/۷۷۵**	۰/۸۸۱**	۰/۹۱۷**	۰/۹۰۶**	-۰/۱۱۲	۰/۱۱۷	۰/۲۳۱	۰/۱۱۸	۰/۴۵۳**	۰/۲۷۲*	۰/۹۳۳**	۰/۱۰۰	۰/۲۲۸		
درصد چوب بلال	۰/۱۳۹	-۰/۰۸۶	-۰/۱۲۰	-۰/۰۷۷	۰/۱۲۵	۰/۱۰۲	۰/۲۵۲	۰/۲۱۰	۰/۱۰۵	-۰/۱۲۳	۰/۱۰۸	۰/۰۲۱	۰/۱۵۱	۰/۱۶۸	۰/۲۰۹	۰/۱۶۹	
عملکرد دانه	۰/۸۰۵**	۰/۷۵۰**	۰/۶۷۹**	۰/۷۲۶**	۰/۶۷۵**	۰/۶۸۶**	۰/۱۶۵	۰/۲۷۵	۰/۱۹۰	۰/۱۹۲	۰/۸۳۳**	+۰/۸۲۰**	۰/۶۹۹**	۰/۲۳۱	۰/۲۳۰	۰/۶۸۴**	۰/۰۴۳

مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی در سطوح مختلف تنش محاسبه گردید (جداول ۶ ، ۷ و ۸).

جدول٦- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط تنش ملایم

شماره و نام هیبرید	Y_p	Y_S	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SSI	SDI
1. KSC 704	۷/۸۲۳	۷/۵۴۳	۰/۲۸۰	۷/۶۸۳	۷/۶۸۱	۷/۶۸۰	۱/۰۲۹	۲/۱۱۷	۰/۰۳۵
2. KSC 700	۶/۹۲۵	۶/۹۰۵	۰/۰۲۰	۶/۹۱۵	۶/۹۱۴	۶/۹۱۴	۰/۸۳۴	۰/۱۷۶	۰/۰۲۸
3. KSC 720	۶/۸۰۲	۶/۷۶۷	۰/۰۳۵	۶/۷۸۴	۶/۷۸۴	۶/۷۸۴	۰/۸۰۳	۰/۳۵۲	۰/۰۰۵
4. KSC- N84-01	۶/۹۸۸	۶/۹۱۰	۰/۰۷۸	۶/۹۴۹	۶/۹۴۸	۶/۹۴۸	۰/۸۴۲	۰/۷۰۵	۰/۰۱۱
5. KSC 708GT	۷/۰۶۹	۶/۹۲۱	۰/۱۴۸	۶/۹۹۵	۶/۹۹۴	۶/۹۹۴	۰/۸۵۳	۱/۲۳۵	۰/۰۲۰
6. KSC- N84-02	۷/۹۱۳	۷/۶۰۳	۰/۳۱۰	۷/۷۵۸	۷/۷۵۶	۷/۷۵۴	۱/۰۴۹	۲/۳۵۲	۰/۰۳۹
7. KSC 710GT	۹/۰۲۲	۸/۸۸۵	۰/۱۳۷	۸/۹۵۳	۸/۹۵۳	۸/۹۵۳	۱/۳۹۸	۰/۹۴۱	۰/۰۱۵
8. KSC–Mog84 -062	۸/۴۷۷	۸/۳۶۲	۰/۱۱۵	۸/۴۱۹	۸/۴۱۹	۸/۴۱۹	۰/۲۳۶	۰/۸۲۳	۰/۰۱۳
9. KSC 712GT	۷/۰۶۵	۶/۹۶۸	۰/۰۹۷	۷/۰۱۶	۷/۰۱۶	۷/۰۱۶	۰/۸۵۸	۰/۸۲۳	۰/۰۱۳
10. BGT 10	۷/۱۱۷	۶/۹۶۵	۰/۱۵۲	۷/۰۴۱	۷/۰۴۰	۷/۰۴۰	۰/۸۶۴	۱/۲۹۴	۰/۰۲۱
11. BGT 11	۷/۵۶۷	۷/۳۰۸	۰/۲۹۵	۷/۴۳۷	۷/۴۳۶	۷/۴۳۵	۰/۹۶۴	۲/۰۵۸	۰/۰۳۴
12. SPGT 12	۷/۵۴۱	۷/۴۹۵	۰/۰۴۶	۷/۵۱۸	۷/۵۱۷	۷/۵۱۷	۰/۹۸۴	۰/۴۱۱	۰/۰۰۶
13. SPGT 13	۶/۹۸۸	۶/۹۲۵	۰/۰۶۳	۶/۹۵۶	۶/۹۵۶	۶/۹۵۶	۰/۸۴۴	۰/۵۸۸	۰/۰۰۹
14. OSGT 14	۹/۴۴۵	۹/۲۷۰	۰/۱۷۵	۹/۳۵۷	۹/۳۵۷	۹/۳۵۷	۱/۵۲۷	۱/۱۱۷	۰/۰۱۸
15. BGT 15	۶/۸۳۰	۶/۷۴۷	۰/۰۸۳	۶/۷۸۸	۶/۷۸۸	۶/۷۸۸	۰/۸۰۳	۰/۷۶۴	۰/۰۱۲

جدول۷- مقادیر شاخصهای تحمل به خشکی در شرایط تنش شدید

شماره و نام هیبرید	Y_p	Y_S	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SSI	SDI
1. KSC 704	۷/۸۲۳	۶/۹۵۰	۰/۸۷۳	۷/۳۸۶	۷/۳۷۳	۷/۳۶۰	۰/۹۴۸	۱/۳۲۶	۰/۱۱۱
2. KSC 700	۶/۹۲۵	۶/۹۸۰	۰/۰۳۵	۶/۹۰۷	۶/۹۰۵	۶/۹۰۷	۰/۸۳۲	۰/۰۶۵	۰/۰۰۵
3. KSC 720	۶/۸۰۲	۶/۷۵۶	۰/۰۳۷	۶/۷۸۳	۶/۷۸۳	۶/۷۸۳	۰/۸۰۲	۰/۰۶۴	۰/۰۰۴
4. KSC- N84-01	۶/۹۸۸	۶/۹۵۰	۰/۰۳۸	۶/۹۶۹	۶/۹۶۸	۶/۹۶۸	۰/۸۴۷	۰/۰۶۵	۰/۰۰۵
5. KSC 708GT	۷/۰۶۹	۵/۶۹۸	۱/۳۷۱	۶/۳۸۳	۶/۳۶۴	۶/۳۰۹	۰/۷۰۲	۱/۱۰۸	۰/۱۹۳
6. KSC- N84-02	۷/۹۱۳	۷/۰۵۰	۰/۸۶۳	۷/۴۸۱	۷/۴۶۹	۷/۴۵۴	۰/۹۷۳	۱/۱۹۵	۰/۱۰۹
7. KSC 710GT	۹/۰۲۲	۷/۹۵۰	۱/۷۰۲	۸/۴۸۶	۸/۴۶۹	۸/۴۵۲	۱/۲۵۱	۱/۲۹۳	۰/۱۱۸
8. KSC – Mog84-062	۸/۴۷۷	۷/۴۷۰	۱/۰۰۷	۷/۹۷۳	۷/۹۵۷	۷/۹۴۲	۱/۱۰۴	۱/۸۸۰	۰/۱۱۸
9. KSC 712GT	۷/۰۶۵	۵/۶۷۶	۱/۳۸۹	۶/۳۷۰	۶/۳۳۲	۶/۲۹۵	۰/۶۹۹	۲/۱۴۱	۰/۱۹۶
10. BGT 10	۷/۱۱۷	۵/۶۴۷	۱/۴۷۰	۶/۳۸۲	۶/۳۳۹	۶/۲۹۷	۰/۷۰۱	۲/۲۵۰	۰/۲۰۶
11. BGT 11	۷/۵۶۷	۷/۰۵۰	۰/۵۱۷	۷/۳۰۸	۷/۳۰۳	۷/۲۹۹	۰/۹۳۰	۰/۷۵۰	۰/۰۶۸
12. SPGT 12	۷/۵۴۱	۷/۴۸۰	۰/۰۶۱	۷/۵۱۰	۷/۵۱۰	۷/۵۱۰	۰/۹۸۴	۰/۰۹۷	۰/۰۰۸
13. SPGT 13	۶/۹۸۸	۶/۸۴۲	۰/۱۰۶	۶/۹۱۵	۶/۹۱۴	۶/۹۱۴	۰/۸۳۴	۰/۲۲۸	۰/۰۱۵
14. OSGT 14	۹/۴۴۵	۸/۳۵۲	۱/۰۹۳	۸/۸۹۸	۸/۸۸۱	۸/۸۵۶	۱/۳۷۶	۱/۲۶۰	۰/۱۱۵
15. BGT 15	۶/۸۳۰	۶/۳۲۹	۰/۵۱	۶/۵۷۹	۶/۵۴۷	۶/۵۷۰	۰/۷۵۴	۰/۸۰۴	۰/۰۷۳

جدول۸- مقادیر شاخصهای تحمل به خشکی در شرایط تنش خیلی شدید

شماره و نام هیبرید	Y_p	Y_S	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SSI	SDI
1. KSC 704	۷/۸۲۳	۵/۸۰۸	۲/۰۱۵	۶/۸۱۵	۶/۷۴۰	۶/۶۶۶	۰/۷۹۲	۱/۳۰۳	۰/۲۵۷
2. KSC 700	۶/۹۲۵	۶/۸۸۵	۰/۰۴	۶/۹۰۵	۶/۹۰۴	۶/۹۰۴	۰/۸۳۱	۰/۰۳۰	۰/۰۰۵
3. KSC 720	۶/۸۰۲	۶/۷۵۵	۰/۰۲۷	۶/۷۷۸	۶/۷۷۸	۶/۷۷۸	۰/۸۰۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۳
4. KSC- N84-01	۶/۹۸۸	۶/۹۴۸	۰/۰۴۷	۶/۹۶۸	۶/۹۶۷	۶/۹۶۷	۰/۸۴۷	۰/۰۳۰	۰/۰۰۶
5. KSC 708GT	۷/۰۶۹	۴/۶۷۲	۲/۳۹۷	۵/۸۷۰	۵/۷۴۶	۵/۶۵۶	۰/۵۷۶	۱/۷۱۷	۰/۳۳۹
6. KSC- N84-02	۷/۹۱۳	۵/۹۱۹	۱/۹۹۴	۶/۹۱۶	۶/۸۴۳	۶/۷۷۲	۰/۸۱۷	۱/۲۷۵	۰/۲۵۱
7. KSC 710GT	۹/۰۲۲	۶/۳۰۰	۲/۷۲۲	۷/۶۶۱	۷/۵۳۹	۷/۴۱۹	۰/۹۹۱	۱/۵۲۵	۰/۳۰۱
8. KSC – Mog84-062	۸/۴۷۷	۶/۰۰۵	۲/۴۷۲	۷/۲۴۱	۷/۱۳۴	۷/۰۲۹	۰/۸۸۸	۱/۴۷۴	۰/۲۹۱
9. KSC 712GT	۷/۰۶۵	۴/۶۰۳	۲/۴۶۲	۵/۸۳۴	۵/۷۰۲	۵/۵۷۴	۰/۵۶۷	۱/۷۶۲	۰/۳۴۸
10. BGT 10	۷/۱۱۷	۴/۳۹۰	۲/۷۲۷	۵/۷۵۳	۵/۵۸۹	۵/۴۳۰	۰/۵۴۵	۱/۹۳۹	۰/۳۸۳
11. BGT 11	۷/۵۶۷	۶/۱۹۳	۱/۳۷۴	۶/۸۸۰	۶/۸۵۴	۶/۸۱۱	۰/۵۱۷	۱/۴۲۴	۰/۱۸۱
12. SPGT 12	۷/۵۴۱	۷/۴۵۵	۰/۰۸۶	۷/۴۹۸	۷/۴۹۷	۷/۴۹۸	۰/۹۸۰	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱
13. SPGT 13	۶/۹۸۸	۶/۸۵۲	۰/۱۳۶	۶/۹۲۰	۶/۹۱۹	۷/۹۱۹	۰/۸۳۵	۰/۲۹۷	۰/۰۱۹
14. OSGT 14	۹/۴۴۵	۶/۷۲۰	۲/۷۲۵	۸/۰۸۲	۷/۹۶۶	۷/۸۵۲	۱/۱۰۷	۱/۴۵۹	۰/۲۸۸
15. BGT 15	۶/۸۳۰	۶/۶۳۵	۱/۱۹۵	۶/۲۳۲	۶/۲۰۳	۶/۱۷۵	۰/۶۷۱	۰/۸۸۳	۰/۱۷۴

SSI = Stress Susceptibility Index
STI = Stress Tolerance Index
TOL=Tolerance index
MP=Mean productivity
GMP=Geometrical mean produt
Harm=Harmonic mean
Ys=Yield in stress condition
Yp=Yield potential

جدول۹- نتایج تجزیه همبستگی بین شاخصهای تحمل به خشکی با صفت عملکرد در هکتار در تنش ملایم

	Y_p	Y_S	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SSI	SDI
Y_p	۱								
Y_S	۰/۸۴۵**	۱							
TOL	۰/۴۱۱	۰/۳۱۵	۱						
MP	۰/۹۸۸**	۰/۹۷۵**	۰/۳۶۵	۱					
GMP	۰/۹۸۴**	۰/۹۸۸**	۰/۳۶۴	۰/۹۹۱**	۱				
Harm	۰/۹۷۹**	۰/۹۸۲**	۰/۳۶۴	۰/۹۸۹**	۰/۹۷۸**	۱			
STI	۰/۹۶۷**	۰/۹۸۴**	۰/۳۴۳	۰/۹۷۱**	۰/۹۸۱**	۰/۹۸۲**	۱		
SSI	۰/۲۸۵	۰/۱۸۵	۰/۸۷۰**	۰/۲۳۷	۰/۲۳۶	۰/۲۳۵	۰/۲۱۳	۱	
SDI	۰/۱۶۳	۰/۰۷۷	۰/۸۱۵**	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱	۰/۱۲۰	۰/۱۰۱	۰/۸۱۵**	۱

* و **: به ترتیب آماری معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و۱٪

جدول ۱۰- نتایج تجزیه همبستگی بین شاخصهای تحمل به خشکی با صفت عملکرد در هکتار در تنش شدید

	Y_p	Y_S	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SSI	SDI
Y_p	۱								
Y_S	۰/۷۷۲**	۱							
TOL	۰/۳۹۲	-۰/۲۸۲	۱						
MP	۰/۹۴۶**	۰/۹۳۷**	۰/۰۷۱	۱					
GMP	۰/۹۴۰**	۰/۹۴۳**	۰/۰۵۳	۰/۹۸۱**	۱				
Harm	۰/۹۳۳**	۰/۹۴۹**	۰/۰۳۵	۰/۹۷۹**	۰/۹۸۵**	۱			
STI	۰/۹۵۰**	۰/۹۳۱**	۰/۰۸۶	۰/۹۸۴**	۰/۹۸۲**	۰/۹۸۸**	۱		
SSI	۰/۲۸۱	-۰/۳۸۲	۰/۹۷۸**	-۰/۰۴۱	-۰/۰۵۹	-۰/۰۷۶	-۰/۰۳۰	۱	
SDI	۰/۲۳۴	-۰/۴۳۶	۰/۹۸۶**	-۰/۰۹۴	-۰/۱۱۲	-۰/۱۳۰	-۰/۰۸۰	۰/۹۸۳**	۱

* و **: به ترتیب آماری معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و۱٪

جدول۱۱- نتایج تجزیه همبستگی بین شاخصهای تحمل به خشکی با صفت عملکرد در هکتار در تنش خیلی شدید

	Y_p	Y_S	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SSI	SDI
Y_p	۱								
Y_S	۰/۶۷۱**	۱							
TOL	۰/۱۸۶	-۰/۱۹۶	۱						
MP	۰/۷۳۲**	۰/۷۹۶**	-۰/۱۲۰	۱					
GMP	۰/۶۷۵**	۰/۸۴۲**	-۰/۱۹۸	۰/۹۸۷**	۱				
Harm	۰/۶۱۸**	۰/۸۷۹**	-۰/۲۷۰	۰/۹۴۷**	۰/۹۸۷**	۱			
STI	۰/۶۳۷**	۰/۷۳۲**	-۰/۱۳۶	۰/۸۹۷**	۰/۹۸۲**	۰/۸۸۲**	۱		
SSI	۰/۴۲۱	-۰/۲۹۹	۰/۹۶۲**	-۰/۲۹۳	-۰/۳۶۵	-۰/۴۳۰	-۰/۳۷۳	۱	
SDI	۰/۴۳۲	-۰/۲۱۳	۰/۹۸۲**	-۰/۲۹۷	-۰/۳۷۲	-۰/۴۳۹	-۰/۳۰۰	۰/۹۸۲**	۱

* و **: به ترتیب آماری معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب بهترین هیبریدها و نیز بهترین شاخص‌ها در شرایط متفاوت به کار رود. همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در تنش ملایم محاسبه شد (جدول ۹). همبستگی بین شاخص‌ها برای صفت عملکرد در هکتار نشان داد که عملکرد در شرایط نرمال با شاخص‌های میانگین بهره‌وری محصول ($r = 0.988^{**}$)، میانگین هندسی ($r = 0.984^{**}$)، میانگین‌هارمونیک ($r = 0.979^{**}$) وشاخص فرناندز ($r = 0.967^{**}$) همبستگی معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارد. عملکرد در شرایط تنش نیز با شاخص‌های میانگین بهره‌وری ($r = 0.975^{**}$)، میانگین هندسی ($r = 0.988^{**}$)، میانگین‌هارمونیک ($r = 0.982^{**}$) و شاخص فرناندز ($r = 0.984^{**}$) همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ دارد.

همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در تنش شدید نیز محاسبه گردید (جدول ۱۰).

عملکرد در شرایط تنش شدید با شاخص‌های میانگین بهره‌وری محصول ($r = 0.937^{**}$)، میانگین هندسی ($r = 0.943^{**}$)، میانگین‌هارمونیک ($r = 0.949^{**}$) و شاخص فرناندز ($r = 0.931^{**}$) در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری را دارد.

همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در تنش خیلی شدید مورد محاسبه قرار گرفت (جدول ۱۱). عملکرد در شرایط تنش خیلی شدید نیز با شاخص‌های میانگین بهره‌وری ($r = 0.796^{**}$)، میانگین هندسی ($r = 0.984^{**}$)، میانگین هارمونیک ($r = 0.879^{**}$) و شاخص فرناندز ($r = 0.732^{**}$) در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری را دارد.

فرناندز (۱۳) اظهار داشت شاخص‌هایی که در هر دو محیط تنش و نرمال همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها انتخاب می‌شوند چرا که آنها قادر به جداسازی و شناسایی هیبریدهایی با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند. یاهوئیان و همکاران (۵) در ارزیابی هیبریدهای سویا در شرایط تنش خشکی بین شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ گزارش کردند. آنها همچنین از شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی و شاخص فرناندز به عنوان شاخص‌های برتر نام می‌برند. زارع (۳) در ارزیابی واکنش ارقام و لاین‌های سویا نسبت به تنش خشکی شاخص‌هایی میانگین هارمونیک، میانگین هندسی و میانگین بهره‌وری را به عنوان بهترین شاخص‌ها انتخاب کرد.

شاخص‌های میانگین بهره‌وری محصول (MP)، میانگین هندسی محصول (GMP)، میانگین‌هارمونیک (Harm) و شاخص فرناندز (STI)، هیبریدهای OSGT14، KSC710GT و KSC-mog84-062 را به عنوان ارقام متحمل به خشکی و BGT10، BGT15، KSC712GT و KSC708GT را به عنوان ارقام حساس به خشکی معرفی می‌کنند.

از نظر شاخص تحمل به خشکی (TOL) و شاخص حساسیت به تنش (SSI) هیبریدهای KSC700، KSC720 و KSC-N84-01 به عنوان ارقام متحمل به خشکی و از طرفی KSC712GT و BGT10 به عنوان ارقام حساس به خشکی می‌باشند. شاخص SDI نیز KSC720 را به عنوان رقمی متحمل و BGT10 و BGT15 را به عنوان ارقامی حساس به خشکی معرفی می‌کند. از آنجا که همبستگی بالایی بین شاخص‌های MP، GMP، Harm و STI با یکدیگر وجود دارد و از طرفی این شاخص‌ها دارای بالاترین همبستگی با عملکرد در شرایط نرمال و تنش می‌باشند می‌توان از آنها به عنوان برترین شاخص‌ها نام برد و به کمک آنها ارقام متحمل و حساس را شناسایی نمود.

نتیجه‌گیری

سطوح مختلف تنش خشکی، صفات زراعی و مورفولوژیک ذرت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با افزایش سطوح تنش، صفات بیشتر تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش معنی‌داری نشان می‌دهند. عملکرد نیز با افزایش سطوح تنش، بیشتر تحت تاثیر قرار گرفته و به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در شرایط تنش ملایم کاهش ۴-۲ درصدی، در شرایط تنش شدید کاهش ۲۰-۱۲ درصدی در شرایط تنش خیلی شدید کاهش ۳۵-۳۰ درصدی عملکرد را شاهد بودیم. از میان اجزای عملکرد صفاتی از قبیل وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول بلال و قطر بلال بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند و باعث کاهش عملکرد می‌شوند که این امر بدلیل وجود همبستگی بسیار بالای این صفات با عملکرد می‌باشد. زمانی که اصلاح‌گر در صدد ایجاد ارقامی متحمل به تنش و دارای عملکرد بالاست بایستی توجه خود را بیشتر روی این صفات متمرکز نماید. استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی می‌تواند به عنوان معیاری مناسب جهت تعیین ارقام متحمل به خشکی به کار رود در آزمایشات مختلف می توان شاخص‌های متفاوتی را محاسبه نمود ولی برترین شاخص‌ها، شاخص‌هایی هستند که همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط نرمال و تنش نشان دهند. در این آزمایش شاخص‌های MP، GMP، Harm و STI به عنوان شاخص‌های برتر معرفی شدند.

منابع

۱- احمدی کلانتر ا.، برزگری م.، سیادت ع. و فتحی ق. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد هیبریدهای تجارتی ذرت در خوزستان. مقالات کلیدی هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نبات.

۲- خلیلی م .، کاظمی ه.، مقدم م. و شکیبا م. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخصهای مقاومت به خشکی در مراحل مختلف رشد ژنوتیپهای ذرت . مقالات کلیدی هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات .

۳- زارع م. ۱۳۸۱. ارزیابی تحمل به خشکی ارقام و لاین های سویا نسبت به تنش خشکی ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۴- قهفرخی ا.ر.، خدابنده ن.، احمدی ع. و بانک‌ساز ا. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و تاثیر آن بر عملکرد و کیفیت ذرت دانه‌ای. مقالات کلیدی هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نبات.

۵- یاهوئیان ح.، قنادها م. ر. بابایی ح.ر. و حبیبی د. ۱۳۸۵. ارزیابی هیبریدهای سویا در شرایط تنش خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. شماره ۲. ص ۷۲-۵۷.

6- Bray E.A. 1997. Plant response to water deficit trends. Plant Sci. 2: 48- 54.

7- Bolanos J., Edmeads O. Hernandez M., and Bello S. 1996. Causes for silk delay in a lowland tropical maize population. Crop. Sci: 33: 1029-1035.

8- Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development Stage on Vegetative and reproductive growth Corn. Field Crop res. 89(1): 1-16.

9- Campose H.M., Cooper J., Habben E., and Schussler J.R. 2004. Improving drought tolerance in maize : a View from Industry. Field Crop Res. 89(1) : 1-16.

10- Chapman S.C., and Edmeades G.O. 1999. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: Directed and Correlated responses among Secondary traits. Crop. Sci: 39: 1315-1324.

11- Derera, N.F., Marshal D.R., and Balaam L.N. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. Exp. Agri. 5:327- 337.

12- Edmeads G.O., Bolanos J., and Ralfitte H. 1990. Selection for drought tolerance in maize adapted to the lowland tropics. Forth asian regional maize workshop. Sep 21-28. Pakistan.

13- Fernendez G.C. 1992. Effective Selection Criteria for assessing plant stress tolerance in proceeding an the sympo. Taiwan. 13-16 Aug.

14- Gelize A., Persolo D., Guevarna E., Avila L.G., and Casped L.M. 1995. Performance of in bred line of maize under Conditions of water stress. Memoria de I a III Reunion latinoamericana YXVI Reunion dela zona Andinia de Mvestigadores en maize. Cochama, Santa Gruz Bolivia.

15- Rosiella A., and Hambelen J. 1981. Theorical of Selection for yield in stress and non- stress environment. Crop Sci: 21.

16- Schneider K.A., Rosales- serna R., Ibarra- perez F., Cazares- Enriquez B., Acosta-Gallegos J.A., Ramirez- Vallejo P., Wassimi N., and Kelly J.D. 1997.Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37:43-50.

17- Sharma J.K., and Bullar S.K. 1987. Path analysis on Some drought tolerant line of maize. Crop Improvement

Society of India. 18: 32-38.
18- Thomas H. 1997. Drought resistance in plant. Mechanisms of environmental stress resistance in plant. Academic publisher.
19- Zaidi H.P., Slinivasan G., Cordova H.S., and Sanchez C. 2004. Gains From improvement for mid season drought tolerance in tropical maize (*Zea mays* L) .

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1250-1263

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۲۶۳-۱۲۵۰

Hybrids (*Zea mays* L.) Effects of Different Levels of drought Stress on Yield and Yield Components of Corn

A. Heidary[1*]- R. Choukan[2]- A. Tashakori [3]- H. Kalantari[4]

Received:16-7-2010
Accepted:21-8-2011

Abstract

To determine the effects of different levels of drought stress on yield and yield components of corn hybrids as well as to determine the correlation between the characteristic and yield in different level of stress a experimental study was done in split plot with 15 corn hybrids placed in Gharakheil. the main plot was contained different levels of stress(a1:irrigation after 50mm evaporation from small tub evaporation. a2: irrigation after 90mm evaporation from small tub evaporatio. a3: irrigation after 130mm evaporation from small tub evaporation. a4:irrigation after 170mm evaporation from small tub evaporation.) and sub plot contained corn hybrids. in normal ,mild and severe stress conditions OSGT14 hybrid respectively with 9. 445,9. 270 and 8. 352 ton/hac had the highest yield. in the severest stress condition SPGT12 hybrid with 7. 445 ton/hac had the highest yield. in the yield components, the weight of 1000 grains,the number of grains in rows,the number of grains in an ear of corn,biological yield,harvest indices and the geight and thickness of an ear of corn showed the most correlation with yield. . in other word,this characteries are having the most important effect on the yield. the correlation between tolerance indicies can be a factor in choosing the best hybrid and the best indices. where as there is a high correlation between MP, GMP, HARM and STI, in the other hand, these indices are having the highest correlation with yield in normal condition and different level of stress ,they can be called the most important indices. with the help of these indicies, probable delicate variaties can be distinguished.

Keywords: Drought stress, Corn, Tolerance indices

1- Expert of Sugar Beet Seed Institute
(*- Corresponding Author Email: arhbreeder @yahoo.com)
2- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj
3- Assistant Professor, Department of Irrigation, Islamic Azad University, Ghaemshahr Branch
4- Former MSc Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran