

بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی در هیبریدهای جدید ذرت دانه ای (*Zea mays L.*)

محمد گلباشی^{۱*} - محسن ابراهیمی^۲ - سعید خاوری خراسانی^۳ - محمدحسین صبور^۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۹

تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۴

چکیده

کمبود آب از مهمترین عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران است. بمنظور مطالعه اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۳۴ رقم ذرت هیبرید، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت شرایط تنش خشکی (۸۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک) و آبیاری در شرایط بدون تنش (۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که تحت هر دو شرایط آبیاری در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بین هیبریدها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. در شرایط آبیاری بدون تنش هیبرید تجاری سینگل کراس ۵۰۰ و در شرایط تنش خشکی هیبرید شماره ۱۱ از بیشترین مقدار عملکرد دانه (به ترتیب ۱۳/۷۹ و ۵/۶۹ تن در هکتار) برخوردار بودند. بر اساس عملکرد دانه هیبریدهای مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی و تنش رطوبتی، شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص حساسیت، شاخص تحمل، میانگین محصول دهی، میانگین هندسی محصول دهی، میانگین هارمونیک و همچنین شاخص جدید میانگین طلایی عملکرد دانه برآورد شد. نتایج آزمایش نشان داد که از بین شاخص‌های تحمل به خشکی بهترین شاخص برای ذرت شاخص‌های MP و GMP و STI و MHAR می باشد. و از بین هیبریدهای مورد مطالعه، ترکیب‌های امید بخش شماره ۱۱ و ۱۲ و هیبرید تجاری سینگل کراس ۲۵۰ بیشترین تحمل به خشکی را در شرایط آب و هوایی مشهد از خود نشان دادند. توزیع هیبریدها در فضای بای پلات گابریل وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی را نشان داد. تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی، هیبریدها را در سه کلاستر جداگانه قرار داد طوری که هیبریدهای متحمل به خشکی در کلاس مشترکی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌های چندمتغیره، شاخص تحمل، میانگین طلایی عملکرد، میانگین محصول دهی

مقدمه

که مواد غذایی به شدت در دانه‌ها ذخیره می‌گردد باعث کاهش عملکرد می‌گردد (۷)، شیری (۳) بیان نمود که عملکرد دانه کاربردی‌ترین شاخص برای شناسایی ارقام سازگار به محیط‌های واجد تنش است. با این حال در محیط‌های پر تنش عملکرد دانه به تنهایی همیشه مفیدترین و یا ساده‌ترین صفت انتخابی نیست. برای شناسایی ارقام سازگار به محیط‌های پر تنش ضمن ارزیابی عملکرد گیاه استفاده از صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با عملکرد و موثر بر تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف توصیه شده است (۵ و ۹). کمبود آب در مرحله گل دهی باعث تأخیر در ظهور گل تاجی و ابریشم شده و منجر به افزایش فاصله بین ۵۰ درصد گرده افشانی و ۵۰ درصد ظهور کاکل می‌گردد و در نهایت موجب می‌شود انتشار و دریافت دانه گرده تقریباً و یا کلاً انجام نشود. ابریشم‌های ظاهر شده، ممکن است در اثر کمبود آب و درجه حرارت بالا خشکیده و در نتیجه پذیرش دانه گرده و بدنبال آن جوانه زدن و رشد لوله گرده در کلاله و

در مناطق خشک کافی نبودن آب آبیاری، وجود گرمای شدید و هوای بسیار خشک، تولید گیاهان در این نواحی را محدود می‌کند. تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده عملکرد ذرت محسوب می‌شود. میزان آب مورد نیاز ذرت بسته به شرایط محیطی و غذایی بین ۶ الی ۱۲ هزار متر مکعب در هکتار است (۱۷). کمبود آب در مدت ۳۰ تا ۴۰ روز پس از تشکیل دانه، یعنی زمانی

۱- دانشجوی دکتری تخصصی نانوبیوتکنولوژی دانشگاه تهران
(*) نویسنده مسئول: mgolbasy@ut.ac.ir Email:

۲- استادیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابرویحان دانشگاه تهران
۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۴- استادیار، عضو هیات علمی دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران

شاخصهای تحمل به تنش استفاده می‌گردد و شاخصی که همبستگی قوی و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط داشته باشد بعنوان بهترین شاخص معرفی می‌گردد. فرناندز (۱۴) در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش چهار نوع واکنش برای ژنوتیپ‌ها قائل شد: عملکرد بالاتر از میانگین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش گروه (A)، عملکرد بالاتر از میانگین در شرایط بدون تنش (گروه B)، عملکرد بالاتر از میانگین در شرایط تنش (گروه C)، عملکرد پائین‌تر از میانگین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش (گروه D). شاخصی مناسب است که بتواند هیبریدهای گروه A را از هیبریدهای گروه‌های دیگر تفکیک نماید. فیشر و مورر (۱۵) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را ارائه دادند. هرچه مقدار SSI محاسبه شده یک هیبرید کمتر باشد، آن هیبرید مقاومت به تنش بیشتری دارد. انتخاب بر اساس شاخص SSI باعث گزینش هیبریدهایی می‌شود که در محیط تنش عملکرد بالایی داشته ولی در محیط بدون تنش عملکرد پایینی دارند. رزلی و هامبلین (۲۱) شاخص تحمل به تنش (TOL) و نیز شاخص متوسط محصول دهی (MP) را ارائه دادند. هرچه شاخص تحمل تنش کوچکتر باشد نشان‌دهنده این است که عملکرد هیبرید در دو محیط بدون تنش و تنش نزدیک بوده و یا گیاه مقاوم به تنش است. فرناندز (۱۴) همچنین شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) را نیز ارائه داد. STI بخوبی قادر است ژنوتیپ‌های گروه A را از بقیه ژنوتیپ‌ها تفکیک کند. این تحقیق به منظور بررسی عکس‌العمل تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای نسبت به تنش خشکی و نیز تعیین بهترین معیارهای انتخاب جهت افزایش و بهبود عملکرد هیبریدها در دو محیط تنش و بدون تنش با اهداف بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در هیبریدهای مختلف ذرت دانه‌ای، بررسی تنوع صفات کمی بین هیبریدهای مورد بررسی در هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی و گروه بندی هیبریدها از لحاظ صفات مختلف در شرایط تنش و بدون تنش و تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در تعیین هیبریدهای مقاوم به خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۲۸ رقم هیبرید جدید متحمل به گرما (که از بین جمعیت‌های اصلاحی آزاد کرده افشان غربال و در شرایط گرم خوزستان اصلاح شده‌اند) به همراه ۶ رقم تجاری و امید بخش به عنوان شاهد در ایستگاه طرق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. این ایستگاه در ۶ کیلومتری جنوب شرق مشهد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول شرقی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد.

داخل تخمک‌ها تحت تاثیر قرار گرفته و باروری به خوبی صورت نگیرد که در نهایت تعداد دانه در بلال کاهش یابد (۴). در تحقیقات کاکر (۱۱) بر روی ذرت بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری بدون تنش بدست آمده و تنش آبی موجب ۴۰٪ کاهش عملکرد دانه شده است. قهفرخی و همکاران (۱۶) در آزمایشی که برای بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء 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 در هر بلال از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشتند. آنها بیان کردند که تنش در مرحله رویشی و گل‌دهی، صفات مورد بررسی را بیشتر تحت تاثیر قرار داد و در بین اجزاء عملکرد ذرت، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان دادند.

شائوزونگ و همکاران (۲۲) طی آزمایشی بر روی ذرت نتیجه گرفتند که کمبود آب خاک در مرحله گیاهچه‌ای تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه ندارد، اما گیاهانی که در این مدت تحت تنش رطوبتی قرار گرفته‌اند نسبت به کمبود آب در مراحل بعدی رشد سازگاری بهتری پیدا کرده‌اند. کامپوس و همکاران (۱۲) در آزمایشی که برای بهبود مقاومت به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ذرت در مرحله گل‌دهی، زمان رشد خامه و گرده افشانی بیشتر به خشکی حساس است. آنها گزارش کردند که عملکرد در شرایط تنش در مرحله گل‌دهی، همبستگی بسیار قوی با تعداد دانه در هر بلال دارد. جعفری و ایمانی (۱۸) در بررسی اثر تنش خشکی در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پرشدن دانه‌های ذرت به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی در هر یک از مراحل فوق باعث کاهش معنی‌دار عملکرد ذرت می‌شود ولی تنش در مرحله گل‌دهی بیشترین خسارت را بر عملکرد دانه داشت و باعث کاهش ۴۲ درصدی عملکرد گیاه شد. تنش در مرحله پرشدن دانه ۱۵/۸ درصد و در مرحله قبل از گل‌دهی نیز ۱۲/۵ درصد کاهش عملکرد را به همراه داشت. آشفته‌بیرگی و همکاران (۹) در بررسی تاثیر تنش رطوبتی بر میزان همبستگی بین عملکرد و اجزاء آن گزارش کردند که بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و نیز بین عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. پین‌هیرو و همکاران (۲۰) بیان نمودند که بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه، بعنوان حاصل‌نهایی رشد و نمو، می‌تواند بیانگر عکس‌العمل کلی گیاه به تنش خشکی باشد. اسپورن و همکاران (۱۹) بیان کردند که شدت خسارت خشکی بر عملکرد بسته به طول مدت و شدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است، بطوری که تنش خشکی پیش از گلدهی، هنگام گلدهی و پس از آن عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش داد. کارگر و قنادها (۶) بیان نمودند که برای تعیین بهترین شاخصها از همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با

جدول ۱- اسامی جمعیت‌های آزاد گرده افشان و هیبریدهای تجاری ذرت دانه مورد استفاده

نام جمعیت	نام جمعیت	نام جمعیت	نام جمعیت
Th 91A 1354-G 42 O NTR-2	Th 91A 1353-G 41 Q NTR-1	Th 92B 6270-10-POb-44G2	Th 92B 6270-10-POb-44G2
Th 97B 6088-POb-91 CD	Th 88A 1344-S87 P 69Q	Th 89B 6324-Rio-Hater (1)-8561	Th 89B 6324-Rio-Hater (1)-8561
Th 94A 1126-Side-9245	Th 91A 1305 Comp-1-112	Th 93B 6020--Pob-47-cC5	Th 93B 6020--Pob-47-cC5
Th 94A 1128-Acress 9245	PR 91A 1306 Comp-1-54	PR 91B 5301 EDS 90620 Flint	PR 91B 5301 EDS 90620 Flint
Th 87B 6089-Pob-92 C0	Th 94A 1122--E	PR 93B 5212-c peel.16 C21	PR 93B 5212-c peel.16 C21
Th 94A 1128 Acress 9245	Th 93A 1121- Sakha-9134	Th 83A 1321 R-4-Acress -8569	Th 83A 1321 R-4-Acress -8569

آماری مورد استفاده قرار گرفت.

در مرحله برداشت ابتدا بوته هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه شمارش و برداشت بالابها به صورت جداگانه انجام شد. آنگاه صفات مرتبط با عملکرد دانه شامل طول بلال (سانتی متر)، قطر بلال (میلی متر)، قطر چوب بلال (میلی متر)، عمق دانه (میلی متر)، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال و وزن ۳۰۰ دانه (گرم) روی ۱۰ بلال تصادفی در هر کرت اندازه گیری شد و پس از جدا کردن دانه ها با شیلر و تعیین درصد رطوبت دانه ها توسط رطوبت سنج دستی دیجیتالی مدل Dicky John، میزان عملکرد نهایی دانه (تن در هکتار) در هر کرت آزمایشی بر اساس ۱۴ درصد رطوبت تصحیح و بر حسب تن در هکتار محاسبه شد.

برای محاسبه شاخص‌های تحمل به تنش (STI^۲)، شاخص تحمل (TOL^۳)، میانگین هندسی بهره وری (GMP^۴)، میانگین بهره وری (MP^۵)، شاخص حساسیت به تنش (SSI^۶) و میانگین هارمونیک (Harm)^۷ از معادلات ۱ تا ۶ استفاده شد:

$$STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\bar{Y}_P)^2} \quad \text{معادله ۱:}$$

$$TOL = Y_P - Y_S \quad \text{معادله ۲:}$$

$$GMP = \sqrt{(Y_P)(Y_S)} \quad \text{معادله ۳:}$$

$$MP = \frac{Y_P + Y_S}{2} \quad \text{معادله ۴:}$$

$$SSI = \frac{\left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)}{1 - \left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)} \quad \text{معادله ۵:}$$

2-Stress Tolerance Index

3- Tolerance Index

4-Geometric Mean Productivity

5- Mean Productivity

6- Stress Susceptibility Index

7- Harmonic Mean

ارتفاع آن از سطح دریا ۹۸۵ متر و متوسط بارندگی سالیانه آن ۲۸۶ میلی متر می باشد و بارندگی ها عمدتاً در دو فصل پاییز و زمستان صورت می گیرد. آب و هوای آن بر اساس روش آمبرژه خشک و سرد است. والدین ۲۸ هیبرید جدید محتمل به گرما ارزایی شده در این پژوهش، از ۱۸ جمعیت آزاد گرده افشان (جدول ۱) استخراج شده بودند.

بذر هر یک از ارقام هیبرید در دو خط ۳/۱۵ متری با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. برای هر یک از شرایط محیطی (آبیاری معمول و تنش کم آبی) یک آزمایش جداگانه در نظر گرفته شد. در هر کپه ۳ بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه ها به یک بوته تقلیل یافت. کاشت در ۲۰ خرداد ماه ۱۳۸۸ انجام شد.

کلیه عملیات زراعی کاشت، داشت و برداشت غیر از آبیاری، کاملاً برای هر دو آزمایش یکسان و طبق عرف منطقه و روش‌های علمی صورت گرفت. پس از آماده سازی بستر کاشت ۱۳۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار به زمین داده شد و ۸۸ کیلوگرم در هکتار اوره نیز در مرحله ۷ برگه شدن بوته ها به صورت سرک و به صورت ردیفی مصرف شد.

برای اعمال تیمارهای آبیاری، زمان آبیاری بر اساس نمونه گیری از خاک و بر مبنای ۵۰ درصد (آبیاری معمول) و ۸۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک (تنش کم آبی) تعیین و آبیاری بصورت شیاری سطحی انجام شد.

در طی فصل رشد خصوصیات زراعی و ظاهری ارقام مد نظر قرار گرفت و سپس صفات فنولوژیک شامل تاریخ گرده افشانی و ظهور کاکل، فاصله بین گرده افشانی و ظهور کاکل (ASI) و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک بر مبنای حداقل ۵۰ درصد تظاهر صفت در هر کرت آزمایشی ثبت شد. صفات زراعی مورد بررسی شامل ارتفاع بوته (سانتی متر)، ارتفاع محل بلال (سانتی متر)، طول گل آذین نر (سانتی متر)، قطر ساقه (میلی متر)، تعداد کل برگ در بوته و تعداد برگ بالای بلال بودند که روی ۱۰ بوته رقابت کننده تصادفی در هر کرت اندازه گیری شد و سپس میانگین آنها برای انجام تجزیه‌های

1-Anthesis Silking Interval

دلیل آن را می‌توان در افزایش ارتفاع تشکیل بلال، کاهش وزن ۱۰ بلال، کاهش تعداد ردیف دانه در بلال و همچنین کاهش طول بلال این هیبرید نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه در این آزمایش دانست. هیبرید تجاری سینگل کراس ۷۰۴ از نظر صفات طول بلال و عمق دانه برتر از سایر هیبریدها بود اما از نظر عملکرد دانه (۳/۲۸ تن در هکتار) نسبت به سایر هیبریدهای تجاری مورد مطالعه (سینگل کراس ۲۵۰ و ۴۰۰ و ۳۰۲) بیشتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته است. نتایج فوق با گزارش شعاع حسینی و همکاران (۴) مبنی بر تاثیر زیاد تنش خشکی بر عملکرد هیبرید تجاری سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به سایر هیبریدهای تجاری مورد مطالعه مطابقت دارد. گلپاشی و همکاران (۸) در دو آزمایش جداگانه بیان کردند که تحت شرایط آبیاری بدون تنش هیبریدهای تجاری سینگل کراس ۷۰۱ و ۷۰۴ دارای بیشترین مقدار عملکرد نسبت به سایر هیبریدها می‌باشند. بررسی همبستگی ساده بین صفات اندازه گیری شده نشان داد که عملکرد دانه در شرایط آبیاری بدون تنش تنها با صفات تعداد کل برگ و تعداد برگ بالای بلال، وزن چوب ۱۰ بلال، وزن ۳۰۰ دانه و قطر بلال غیرمعنی دار ($P \geq 0.05$) و با سایر صفات مورد مطالعه معنی دار است (جدول ۳) که این نتیجه تا حدودی با گزارشات سایر محققین مطابقت دارد (۱۰).

بررسی همبستگی ساده در تیمار تنش خشکی نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی داری (در سطح احتمال ۱٪) با صفات میانگین تعداد بلال در بوته، وزن ۱۰ بلال، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد کل دانه، طول بلال، عمق دانه و درصد دانه می‌باشد (جدول ۴). تنها همبستگی عملکرد دانه با درصد چوب بلال (** -0.61) منفی بود. تعداد دانه در ردیف بلال دارای بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد دانه می‌باشد در حالی که تحت شرایط آبیاری بدون تنش همبستگی قطر بلال با عملکرد دانه بیشتر از سایر صفات مورد مطالعه بود (جدول ۳ و ۴). شعاع حسینی و همکاران (۲) بیان نمودند که تحت شرایط تنش خشکی، عملکرد دانه دارای همبستگی‌های مثبت و معنی داری با صفات تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰ بلال می‌باشد.

مقادیر عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Y_P) و شرایط تنش خشکی (Y_S) و شاخص‌های تحمل به خشکی در جدول ۱ ارائه شده است. طبق نظر فرناندز (۱۴) مناسب ترین معیار گزینش برای تنش باید بتواند ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط تنش و بدون تنش تظاهر مطلوب و یکسانی دارد، از سایر گروه‌ها تفکیک نماید. همچنین بهترین شاخص‌ها آنهایی هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد دانه تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش می‌باشند و می‌توانند هیبریدهای گروه A را از سایر گروه‌ها تمیز دهند.

$$\text{معادله ۶: } HARM = \frac{2(Y_P \times Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

در این آزمایش علاوه بر شاخص‌های انتخاب مذکور که در اکثر آزمایش‌های تحت تیمار تنش جهت شناسایی هیبریدهای متحمل و یا مقاوم استفاده می‌شود، شاخص دیگری به نام میانگین طلائی عملکرد (GOL) که نسبت مجموع عملکرد به تفاوت عملکرد در دو محیط بدون تنش و تنش می‌باشد نیز توسط نویسنده محاسبه گردید که بدین منظور از معادله ۷ استفاده شد:

$$\text{معادله ۷: } GOL = \frac{Y_P + Y_S}{Y_P - Y_S}$$

Y_S میانگین عملکرد در شرایط تنش خشکی، Y_P میانگین عملکرد در شرایط آبیاری بدون تنش، \bar{Y}_S میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و \bar{Y}_P میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری بدون تنش است.

پس از جمع‌آوری اطلاعات برداشتی، داده‌ها توسط نرم افزار Excel مرتب شدند و سپس توسط نرم افزارهای آماری SAS (ver 9.1) و SPSS (Ver 16) فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس داده‌ها بررسی و پس از اطمینان از برآورده شدن فرضیات مورد نظر، اقدام به تجزیه واریانس مشاهدات آزمایش و سایر تجزیه‌های تکمیلی گردید. مقایسات میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

هیبریدهای مختلف از نظر کلیه صفات مورد مطالعه در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند ($P \leq 0.01$) (جدول ۲). نتیجه مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید تجاری سینگل کراس ۵۰۰ در شرایط بدون تنش و هیبرید شماره ۱۱ در شرایط تنش خشکی دارای بیشترین مقدار عملکرد کل دانه (به ترتیب ۱۳/۷۹ و ۵/۶۹ تن در هکتار) بودند، هرچند که در شرایط آبیاری بدون تنش از نظر عملکرد کل دانه، تفاوت معنی داری بین هیبرید سینگل کراس ۵۰۰ و هیبریدهای تجاری سینگل کراس ۳۰۲، ۷۰۴ و ۲۵۰ و همچنین هیبریدهای شماره ۱۲، ۱۸، ۱۰، ۹، ۲۰، ۱۳، ۷، ۲، ۱۱، ۱۹، ۲۶ و ۱۷ ذرت دانه‌ای مشاهده نشد. کمترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش مربوط به هیبرید شماره ۲۴ (۷/۶۹ تن در هکتار) بود.

در شرایط تنش خشکی نیز کمترین مقدار عملکرد دانه در هیبرید سینگل کراس ۵۰۰ به دست آمد (۱/۱۹ تن در هکتار) که احتمالا

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای تحت شرایط آبیاری بدون تنش و تنش خشکی

تنش خشکی					آبیاری بدون تنش						
درصد تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	خطا	هیبرید	تکرار	میانگین	ضریب تغییرات	خطا	هیبرید	تکرار	
-۳۲/۸۰	۱۵۶/۴	۶/۰۵	۸۹/۸۱	۴۷۹/۰۵**	۴۲۴۲/۰۳**	۲۳۲/۷۳	۵/۰۸	۱۴۰/۰۲	۷۴۹/۱۹**	۱۱۴۰/۳۷**	ارتفاع بوته (cm)
-۳۰/۵۷	۷۳/۵۷	۷/۵۳	۳۰/۷	۲۳۱/۹**	۱۰۹۶/۷**	۱۰۵/۹۷	۷/۲۱	۵۸/۴	۴۹۴/۰۶**	۴۹/۲۳ ^{ns}	ارتفاع بلال (cm)
-۱۷/۰۲	۱۶/۳۳	۱۰/۳۷	۲/۸۷	۱۱/۳۱**	۱۳/۹۶*	۱۹/۶۸	۹/۷۱	۳/۶۵	۹/۹۸**	۲۲/۴۷**	قطر ساقه (mm)
۱/۳۱	۱۳/۱۱	۳/۲۲	-۰/۱۷	۲/۶۲**	۵/۴۵**	۱۲/۹۴	۳/۳۵	-۰/۱۸	۲/۱۷**	۷/۰۴**	تعداد کل برگ
-۱/۵۵	۵/۷۳	۲/۷۴	-۰/۰۲	-۰/۳۵**	-۰/۰۰۳ ^{ns}	۵/۸۲	۳/۳۴	-۰/۰۳	-۰/۵۲**	-۰/۰۵ ^{ns}	تعداد برگ بالای بلال
۲۶/۴۲	۱/۳۴	۱۲/۴۳	-۰/۰۲	-۰/۱۹**	-۰/۰۰۶ ^{ns}	۱/۰۶	۱۲/۵۳	-۰/۰۱	-۰/۰۴**	-۰/۰۰۴ ^{ns}	تعداد بلال در بوته
-۶۷/۸۲	-۰/۸۴	۱۳/۸۶	-۰/۰۱	-۰/۱**	-۰/۰۳ ^{ns}	۲/۶۱	۷/۵۴	-۰/۰۳	-۰/۲۲**	۱/۵۵**	وزن ۱۰ بلال (kg)
-۴۴	-۰/۲۸	۱۲/۵۵	-۰/۰۰۱	-۰/۰۱**	-۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۵	۱۱/۳۶	-۰/۰۰۳	-۰/۰۳**	-۰/۰۵**	وزن ۱۰ چوب بلال (kg)
-۱۳/۹	۷۲/۲۶	۹/۶۲	۴۸/۳۵	۱۵۵/۴۵**	۱۷۵/۴۷*	۸۳/۹۳	۹/۹	۶۹/۰۷	۲۳۵/۵۹**	۳۶۴/۲۸**	وزن ۳۰۰ دانه (gr)
-۲۶/۹۸	۱۱/۹۶	۷/۶۵	-۰/۸۳	۴/۷۶**	۵/۴۶**	۱۶/۲۸	۴/۵۴	-۰/۵۵	۵/۷۸**	-۰/۱۱ ^{ns}	تعداد ردیف دانه در بلال
-۵۴/۸۲	۱۷/۹۵	۱۳/۰۵	۵/۴۹	۳۳/۸۸**	۴/۹۵ ^{ns}	۳۹/۷۳	۴/۵۷	۳/۳	۲۰/۰۹**	۹۰/۸۷**	تعداد دانه در ردیف بلال
-۶۶/۲۶	۲۱۹/۲۴	۱۸/۷۷	۱۶۹۴/۳۷	۹۹۶۵/۱۳**	۵۴۵۲/۰۸*	۶۴۹/۷۷	۷	۲۰۷۲/۳۶	۹۳۹۶/۶۳**	۳۰۸۴۲/۸۲**	تعداد کل دانه
-۲۷/۸۲	۱۲/۰۴	۸/۱۲	-۰/۹۵	۶/۹۲**	۳/۸۱*	۱۶/۶۸	۴/۶۶	-۰/۶	۶/۴۲**	۱۴/۸۷**	طول بلال (cm)
-۲۳/۴۴	۳۷/۵۹	۸/۱	۹/۲۸	۲۵/۰۳**	۹/۶۶ ^{ns}	۴۹/۱	۲/۶۴	۱/۶۸	۱۴/۳۷**	۳۲/۴۶**	قطر بلال (mm)
-۱۷/۰۴	۲۳/۲۲	۸/۴۸	۳/۸۸	۱۶/۴۳**	-۰/۰۸ ^{ns}	۲۷/۹۹	۴/۲	۱/۳۸	۹/۳۳**	۴/۸۸*	قطر چوب بلال (mm)
-۳۱/۲۸	۷/۲۵	۸/۶۴	-۰/۳۹	۲/۲۵**	-۰/۹۹ ^{ns}	۱۰/۵۵	۶/۷۸	-۰/۵۱	۲/۱۳**	۳/۰۴**	عمق دانه (mm)
-۷۱/۵۴	۲/۹۶	۲۰/۹۸	-۰/۳۸	۲/۵۸**	۴/۱۸**	۱۰/۴	۱۵/۶۲	۲/۶۴	۷/۱۲**	۲۸/۴۶**	عملکرد کل (ton/ha)

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ns غیر معنی دار

به تنش در مرحله پرشدن دانه‌ها معرفی نمودند. همچنین هر چه مقدار عددی شاخص GOL بزرگتر باشد نشان می‌دهد که مقدار عملکرد در شرایط تنش نزدیک به پتانسیل عملکرد بوده و هیبرید مورد مطالعه خسارت کمتری تحت شرایط تنش دیده است. براساس شاخص GOL هیبریدهای ۱۱ (۳/۲) و ۲۸ (۳/۰۱) و ۳۰ (۲/۰۹) از مقاومت بیشتری در برابر تنش نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بودند.

بنابراین شاخص‌های SSI و GOL گزینش را بسوی ارقام متحمل و کم‌بازدهی که دارای تغییرات عملکرد کمتر در هر دو محیط تنش و بدون تنش هستند سوق می‌دهد.

هر چه مقدار عددی شاخص SSI کوچکتر باشد، حساسیت به تنش کمتر و تحمل نسبی ژنوتیپ به تنش رطوبتی بیشتر است، عبارتی هر قدر عملکرد در شرایط تنش خشکی نزدیکتر به عملکرد پتانسیل (بدون تنش) باشد، به همان اندازه حساسیت آن هیبرید به خشکی کمتر خواهد بود.

در این پژوهش ترکیبات ۱۱ (۰/۶۷) و ۲۸ (۰/۷۰) و ۳۰ (۰/۸۳) کمترین حساسیت را به تنش نشان دادند، در صورتیکه رقم هیبرید تجاری کرج ۵۰۰ با ۱/۲۸ بیشترین میزان حساسیت به تنش را دارا بود (جدول ۵). شیرین زاده و همکاران (۴) در آزمایشی هیبریدهای SC720 و SC724 را متحمل‌ترین هیبریدها به تنش آب در مرحله رشد رویشی و هیبریدهای SC724 و SC704 را متحمل‌ترین ارقام

جدول ۳- همبستگی ساده بین برخی از صفات مورد ارزیابی در هیبریدهای ذرت دانه ای تحت شرایط آبیاری بدون تنش

درصد دانه	عمق دانه	قطر بلال	طول بلال	تعداد کل	تعداددانه	تعداددیف	وزن	وزن ۱۰ دانه	۳۰۰ دانه در بلال	در بوته	تعداد بلال	تعدادبرگ	قطر ساقه	ارتفاع بلال	ارتفاع بوته	عملکرد دانه
۰/۲۹**	۰/۶۸**	۰/۶۸**	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۴۶**	۰/۳۹**	۰/۸۹*	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۵۸**	۰/۴۳**	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۲۳*	۰/۲۳*	۰/۲۹**	۰/۳۷**	۰/۳۷**	۰/۳۷**
۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۱۶	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۰۳	۱	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۵۵	۰/۳۴	۰/۶۸	۰/۲۱	۱	۰/۴۸	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۰/۲۴	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۶۲	۰/۵۵	۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۴۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
۰/۰۶	۱	۰/۶۳	۰/۰۱۳	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ns غیر معنی دار

جدول ۴- همبستگی ساده بین برخی از صفات مورد ارزیابی در هیبریدهای ذرت دانه ای تحت شرایط تنش خشکی

درصد دانه	عمق دانه	قطر بلال	طول بلال	تعداد کل	تعداددانه	تعداددیف	وزن	وزن ۱۰ دانه	۳۰۰ دانه در بلال	در بوته	تعداد بلال	تعدادبرگ	قطر ساقه	ارتفاع بلال	ارتفاع بوته	عملکرد دانه
۰/۶۱**	۰/۳۰**	۰/۱۹*	۰/۵۴**	۰/۷۵**	۰/۷۹**	۰/۵۱**	۰/۲۸**	۰/۷۴**	۰/۳۹*	۰/۲۲*	۰/۲۲*	۰/۲۲*	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}
۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۷	۰/۳۵	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۳	۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
۰/۶۴	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۸۶	۰/۶۹	۱	۰/۰۶	۰/۴۹	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹
۰/۵۹	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۶۳	۰/۹۵	۱	۰/۶۹	۰/۱۱	۰/۸۳	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
۰/۵۷	۱	۰/۴۶	۰/۰۵	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ns غیر معنی دار

جدول ۵- برآورد شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در هیبریدهای ذرت بر اساس عملکرد دانه (تن در هکتار) در شرایط آبیاری بدون تنش و تنش خشکی

MHAR	STI	GMP	MP	TOL	SSI	GOL	Ys	Yp	Hybrid
۴/۷۰	-/۲۶	۵/۲۸	۵/۹۴	۵/۴۵	-/۸۸	۲/۱۸	۳/۲۲	۸/۶۷	H1
۴/۹۷	-/۳۳	۵/۹۲	۷/۰۶	۷/۶۸	-/۹۹	۱/۸۴	۳/۲۲	۱۰/۹۰	H2
۲/۵۷	-/۱۴	۳/۸۸	۵/۸۵	۸/۷۶	۱/۲۰	۱/۳۴	۱/۴۷	۱۰/۲۳	H4
۴/۹۷	-/۳۰	۵/۷۰	۶/۵۴	۶/۴۲	-/۹۲	۲/۰۴	۳/۳۳	۹/۷۵	H5
۵/۸۰	-/۳۹	۶/۴۷	۷/۲۱	۶/۳۸	-/۸۶	۲/۲۶	۴/۰۲	۱۰/۴۰	H6
۵/۱۱	-/۳۴	۶/۰۳	۷/۱۲	۷/۵۷	-/۹۷	۱/۸۸	۳/۲۴	۱۰/۹۱	H7
۳/۴۰	-/۱۶	۴/۱۷	۵/۱۲	۵/۹۵	۱/۰۳	۱/۷۲	۲/۱۵	۸/۱۰	H8
۴/۷۲	-/۳۲	۵/۸۳	۷/۱۹	۸/۴۱	۱/۰۴	۱/۷۱	۲/۹۸	۱۱/۳۹	H9
۵/۴۴	-/۳۸	۶/۲۹	۷/۵۱	۷/۸۸	-/۹۷	۱/۹۱	۳/۵۷	۱۱/۴۵	H10
۴/۴۷	-/۵۸	۷/۸۷	۸/۲۸	۵/۱۷	-/۶۷	۳/۲۰	۵/۷۰	۱۰/۸۷	H11
۶/۱۳	-/۴۸	۷/۱۴	۸/۳۲	۸/۵۳	-/۹۵	۱/۹۵	۴/۰۵	۱۲/۵۹	H12
۴/۵۴	-/۲۹	۵/۶۰	۶/۹۰	۸/۰۸	۱/۰۴	۱/۷۱	۲/۸۷	۱۰/۹۴	H13
۳/۳۳	-/۱۹	۴/۴۹	۶/۰۴	۸/۰۸	۱/۱۲	۱/۴۹	۲/۰۰	۱۰/۰۸	H14
۳/۰۵	-/۱۶	۴/۰۹	۵/۵۰	۷/۳۳	۱/۱۲	۱/۵۰	۱/۸۳	۹/۱۶	H15
۳/۷۰	-/۱۹	۴/۵۶	۵/۶۱	۵/۵۶	۱/۰۳	۱/۷۱	۲/۳۳	۸/۸۹	H16
۳/۹۰	-/۲۴	۵/۰۴	۶/۵۳	۸/۳۰	۱/۰۹	۱/۵۷	۲/۳۸	۱۰/۸۶	H17
۴/۶۴	-/۳۳	۵/۹۳	۷/۵۸	۹/۴۴	۱/۰۸	۱/۶۱	۲/۸۶	۱۲/۳۰	H18
۴/۵۲	-/۲۹	۵/۵۵	۶/۸۳	۷/۹۴	۱/۰۳	۱/۷۲	۲/۸۶	۱۰/۸۰	H19
۴/۳۴	-/۲۸	۵/۴۶	۶/۸۶	۸/۳۱	۱/۰۶	۱/۶۵	۲/۷۱	۱۱/۰۲	H20
۳/۶۸	-/۱۹	۴/۵۶	۵/۶۴	۶/۶۵	۱/۰۴	۱/۷۰	۲/۳۲	۹/۷۸	H22
۴/۰۹	-/۲۴	۵/۰۴	۵/۲۱	۷/۲۶	۱/۰۴	۱/۷۱	۲/۵۸	۹/۸۴	H23
۳/۸۶	-/۱۹	۴/۴۵	۵/۱۳	۵/۱۲	-/۹۳	۲/۰۱	۲/۵۷	۷/۷۰	H24
۴/۳۹	-/۲۷	۵/۴۰	۶/۶۴	۷/۷۲۲	۱/۰۳	۱/۷۲	۲/۷۸	۱۰/۵۰	H25
۳/۸۲	-/۲۳	۴/۹۸	۶/۵۱	۸/۳۶	۱/۱۰	۱/۵۶	۲/۳۲	۱۰/۶۹	H26
۴/۱۸	-/۲۲	۴/۸۰	۵/۵۰	۵/۳۹	-/۹۲	۲/۰۴	۲/۸۱	۸/۲۰	H27
۵/۹۲	-/۳۷	۶/۲۸	۶/۶۵	۴/۴۲	-/۷۰	۳/۰۱	۴/۴۴	۸/۸۷	H28
۴/۵۵	-/۲۸	۵/۴۴	۶/۵۱	۷/۱۳	-/۹۹	۱/۸۲	۲/۹۴	۱۰/۰۷	H29
۴/۷۹	-/۲۶	۵/۲۷	۵/۸۰	۴/۸۵	-/۸۳	۲/۳۹	۳/۳۸	۸/۲۳	H30
۲/۹۳	-/۱۵	۳/۹۴	۵/۲۸	۷/۰۴	۱/۱۲	۱/۵۰	۱/۷۶	۸/۸۰	DC370
۶/۶۷	-/۵۴	۷/۵۹	۸/۶۴	۸/۲۵	-/۹۱	۲/۰۹	۴/۵۱	۱۲/۷۷	SC250
۵/۳۱	-/۴۰	۶/۵۶	۸/۱۲	۹/۵۵	۱/۰۴	۱/۷۰	۳/۳۴	۱۲/۸۹	SC302
۵/۸۳	-/۴۰	۶/۵۰	۷/۲۳	۶/۳۶	-/۸۶	۲/۲۷	۴/۰۵	۱۰/۴۱	SC400
۲/۲۰	-/۱۵	۴/۰۶	۷/۴۹	۱۲/۶۰	۱/۲۸	۱/۱۹	۱/۱۹	۱۳/۸۰	SC500

YS : عملکرد در شرایط تنش YP : عملکرد در شرایط بدون تنش (SI=0.71)

(۱۴) بیان نمودند که انتخاب براساس شاخص Tol باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکردشان در محیط بدون تنش کم و نیز میانگین بهره وری (MP) پائینی دارند. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب شماره ۲۸ با ۴/۴۲ و هیبرید تجاری کرج ۵۰۰ با ۱۲/۶ بترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین هیبریدها براساس شاخص Tol نسبت به تنش خشکی می‌باشند (جدول ۵). بنابراین شاخص Tol در گزینش هیبریدهای بالاتر از میانگین در شرایط بدون تنش موفق بوده

در ارزیابی هیبریدها با استفاده از شاخص TOL ، مقدار بالای آن حاکی از تغییرات بیشتر عملکرد هیبریدها در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی است و حساسیت را نسبت به شرایط بدون تنش آب نشان می‌دهد. براساس شاخص TOL تحمل نسبی بیشتر متعلق به هیبریدی است که شاخص TOL کمتری داشته باشد (۴) و گزینش برای تحمل تنش با حداقل اختلاف بین عملکرد پتانسیل و عملکرد شرایط تنش همراه است. همچنین رزلی و هامبلین (۲۱) و فرناندز

به عنوان معیاری مناسب برای انتخاب بهترین هیبریدها و شاخص‌ها به کار رود. همبستگی میان شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی محاسبه شد (جدول ۶). چوگان و همکاران (۱) در مطالعه خود شاخص‌های STI، GMP، Harm و MP را که دارای بیشترین همبستگی با عملکرد در شرایط بدون تنش و سطوح مختلف تنش بودند به عنوان شاخص‌های برتر معرفی نمودند. نتایج همبستگی‌ها حاکی از وجود رابطه قوی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد پتانسیل (بدون تنش) با شاخص‌های TOL، MP، GMP، STI و MHAR می‌باشد، در حالیکه همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش فقط با شاخص SSI رابطه منفی و معنی‌دار ($**0/82$) و با شاخص‌های GMP و STI و MHAR و MP رابطه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار (به ترتیب $0/92$ ، $0/92$ ، $0/99$ ، $0/66$) می‌باشد (جدول ۶). فرناندز (۱۴) معتقد است شاخص‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها انتخاب می‌شوند. در این پژوهش از آن‌جا که شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری، میانگین هارمونیک و شاخص فرناندز همبستگی بالا، مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش (آبیاری بدون تنش) و تنش خشکی نشان دادند، لذا به عنوان شاخص‌های برتر معرفی می‌شوند. فررز و همکاران (۱۳) معتقدند در بررسی واکنش ارقام نسبت به تنش خشکی بایستی بیشترین توجه را به حساسیت عملکرد آنها نسبت به خشکی معطوف کرد.

تجزیه به مولفه‌های اصلی برای عملکرد دانه با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی انجام شد (جدول ۸). همانگونه که مشاهده می‌گردد مولفه اول دارای ضرایب منفی بر روی شاخص‌های SSI و TOL و مولفه دوم دارای ضرایب منفی بر روی شاخص‌های Ys و HARM و GOL می‌باشد.

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که مولفه اول ۶۵٪ از تغییرات کل را توجیه کرده و همبستگی قوی و معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش خشکی و همچنین شاخص‌های SSI و MP و GMP و STI و HARM و GOL دارد (اطلاعات نمایش داده نشده‌اند). در نتیجه می‌توان مولفه اول را به نام پتانسیل عملکرد نامگذاری کرد که قادر به جداسازی هیبریدهایی با عملکرد بالا در شرایط تنش بود.

چوگان و همکاران (۳) نیز در مطالعه خود نتیجه مشابهی را گزارش نمودند. دومین مولفه ۳۳٪ درصد از تغییرات مدل را توجیه می‌کرد و همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط تنش و نیز شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش و همچنین میانگین بهره‌وری داشت، از این رو مولفه دوم به نام حساسیت به تنش نامگذاری شد.

است، ولی در رابطه با شرایط تنش رطوبتی نتوانسته است بنحو مطلوبی عمل نماید.

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص‌های SSI و TOL ($r=0.69**$) نشان می‌دهد که این دو شاخص قدرت نسبتاً یکسانی در گروه‌بندی و تفکیک هیبریدها دارند (جدول ۵). همانگونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود بیشترین همبستگی رتبه‌ای مثبت بین شاخص‌های GMP و STI (۱) و بیشترین همبستگی منفی شاخص‌های GOL و SSI (-۱) وجود دارد.

شاخص MP گزینش را بسوی انتخاب در هر دو شرایط تنش و بدون تنش سوق می‌دهد. در این بررسی نیز هیبرید سینگل کراس امید بخش KSC250 با $8/64$ و ترکیب شماره ۸ با $5/12$ بترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین هیبریدها به تنش بودند (جدول ۵). بعلاوه هیبرید امید بخش KSC250 عملکرد نسبتاً بالایی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت. نتایج این بررسی با نتایج احمدی (۱) و مقدم و هادی زاده (۲۳) که اعلام نمودند شاخص MP در گزینش هیبریدهای متحمل به تنش نسبت به شاخص‌های SSI و TOL بهتر عمل می‌کند، مطابقت دارد. براساس مدل فرناندز شاخص STI براساس میانگین هندسی عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش محاسبه می‌شود. مبنای ریاضی این شاخص طوری طراحی شده است که در صورت اختلاف زیاد بین دو مقدار عملکرد تنش و بدون تنش که میانگین گیری می‌شود میانگین هندسی GMP به سمت عدد کوچکتر متمایل می‌شود. از اینرو در انتخاب هیبریدهای متحمل به تنش کارایی زیادی دارد. به علت هم‌ریشه بودن شاخص‌های STI و GMP همبستگی رتبه‌ای هیبریدها براساس این دو شاخص برابر واحد می‌باشد (جدول ۶).

هیبرید شماره ۴ با $3/88$ و هیبرید شماره ۱۰ با $7/87$ بترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین هیبریدها به کم‌آبیاری براساس شاخص میانگین هندسی شناخته شدند (جدول ۵). مقدار بالای شاخص STI حاکی از تحمل بیشتر ژنوتیپها نسبت به تنش خشکی است. با توجه به عملکرد دانه هیبریدها، هیبرید شماره ۱۱ ($0/58$) و هیبرید امید بخش KSC250 با $0/54$ بیشترین تحمل را به تنش نشان دادند (جدول ۵). بعلاوه شاخص MHAR نیز برتری ترکیب شماره ۱۱ را نسبت به سایرین از نظر تحمل به تنش نشان داد ($7/47$)، در شرایطی که رقم تجاری کرج ۵۰۰ کمترین تحمل را نسبت به تنش توسط این شاخص نشان داد (جدول ۵). شایان ذکر است که ترکیب هیبرید شماره ۱۱ از نظر شاخص‌های SSI و TOL نیز متحمل‌تر از سایر ترکیبات و ارقام تجاری مورد بررسی در این تحقیق شناخته شد و می‌تواند به عنوان یک ترکیب امید بخش در برنامه‌های به‌نژادی مدنظر قرار گیرد (جدول ۶).

همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد می‌تواند

جدول ۶- ضرائب همبستگی اسپیرمن بین رتبه هیبریدها از نظر شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد دانه در شرایط آبیاری بدون تنش و تنش خشکی

	Ys	SSI	TOL	MP	GMP	STI	MHAR	GOL
Yp	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۷۹ ^{**}	۰/۸۸ ^{**}	۰/۵۵ ^{**}	۰/۵۵ ^{**}	۰/۳۶ [*]	۰/۲۲ ^{ns}
Ys		۰/۸۲ ^{**}	۰/۲۴	۰/۶۶ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۰/۹۹ ^{**}	۰/۸۲ ^{**}
SSI			۰/۶۹ ^{**}	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۵۹ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}	۰/۷۷ ^{**}	۰/۱ ^{**}
TOL				۰/۴۶ ^{**}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۶۹ ^{**}
MP					۰/۸۴ ^{**}	۰/۸۴ ^{**}	۰/۷۱ ^{**}	۰/۲۱ ^{ns}
GMP						۱	۰/۹۶ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}
STI							۰/۹۶ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}
MHAR								۰/۷۷ ^{**}

جدول ۷- هیبریدهای انتخاب شده براساس شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی

شاخص‌های مختلف	هیبریدهای انتخاب شده
انتخاب براساس Yp	SC250 و SC302 و SC500
انتخاب براساس Ys	H28 و SC250 و H11
انتخاب براساس TOL	H24 و H30 و H28
انتخاب براساس SSI	H30 و H28 و H11
انتخاب براساس MP	H11 و H12 و SC250
انتخاب براساس GMP	H12 و SC250 و H11
انتخاب براساس STI	H12 و SC250 و H11
انتخاب براساس MHAR	H12 و SC250 و H11
انتخاب براساس GOL	H30 و H28 و H11

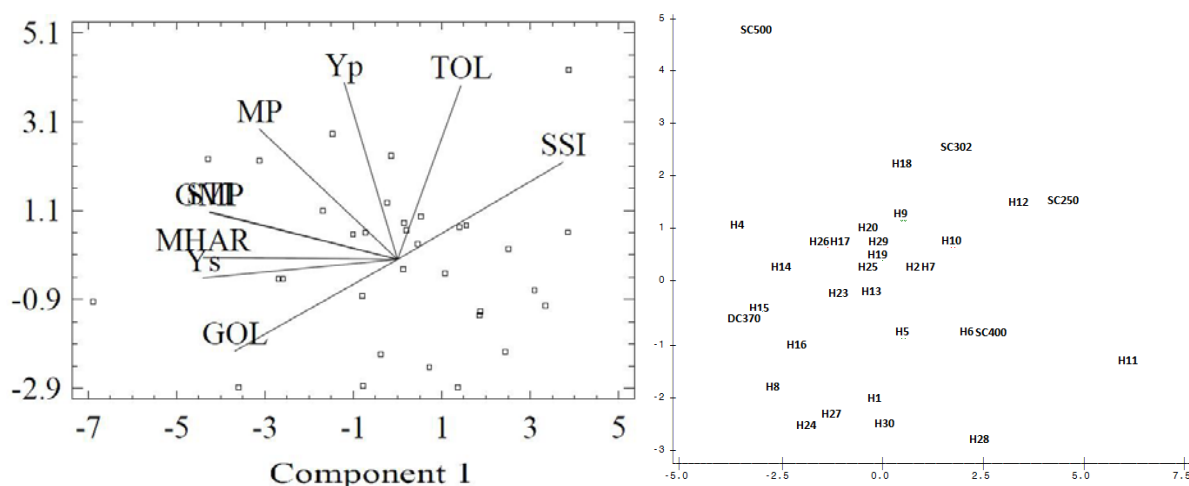
جدول ۸- تجزیه به مولفه‌های اصلی در هیبریدهای ذرت با استفاده از عملکرد دانه

شاخص‌ها	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم
Yp	۰/۱۱۲	۰/۵۵۶	۰/۲۵۴	۰/۱۰۴
Ys	۰/۴۰۹	۰/۰۵۸	۰/۰۴۲	۰/۱۰۳
SSI	۰/۳۴۷	۰/۳۰۵	۰/۲۲۱	۰/۶۱۳
TOL	۰/۱۳۳	۰/۵۴۶	۰/۲۵۹	۰/۱۵۶
MP	۰/۲۹	۰/۴۰۹	۰/۱۷۹	۰/۰۳۱
GMP	۰/۳۹۵	۰/۱۴۷	۰/۳۱۲	۰/۲۱۱
STI	۰/۳۹۵	۰/۱۵	۰/۳۳۵	۰/۶۲۳
MHAR	۰/۴۰۸	۰/۰۰۵	۰/۳۳۲	۰/۲۳۱
GOL	۰/۳۴۱	۰/۲۸۸	۰/۷۲۲	۰/۲۹۹
%Variance	۰/۶۵۵	۰/۳۲۹	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱
%Cumulative variance	۰/۶۵	۰/۹۸	۰/۹۹۸	۰/۹۹۹

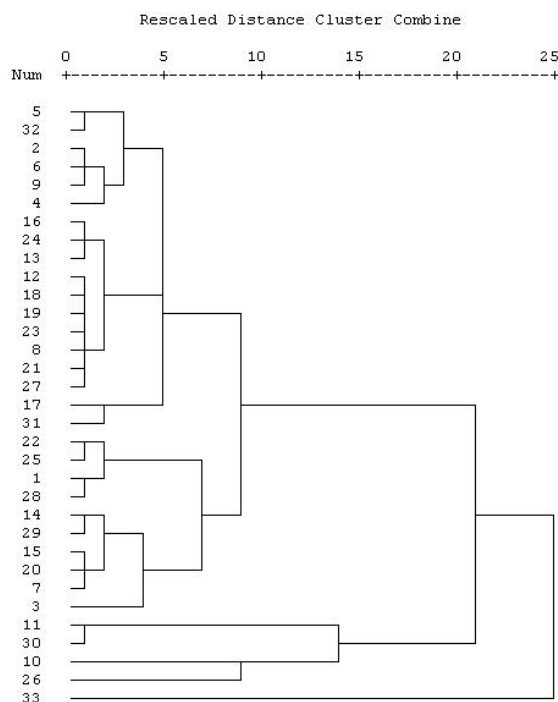
خشکی انجام شد (شکل ۲) که هیبریدها به سه گروه تقسیم شدند. در گروه اول هیبرید سینگل کراس ۵۰۰ و در گروه دوم هیبریدهای شماره ۱۱ و ۱۲ و ۲۸ و هیبرید سینگل کراس ۲۵۰ قرار گرفتند. هرچند که هیبریدهای شماره ۱۱ و ۱۲ و هیبرید سینگل کراس ۲۵۰ در یک گروه مشترک قرار گرفته اند ولیکن هیبرید شماره ۱۱ متحمل تر از سایر ترکیبات و ارقام تجاری مورد بررسی در این تحقیق شناخته شد.

با توجه به اینکه بیش از ۹۹ درصد از تغییرات کل توسط دو مولفه اول قابل تفسیر بود و حذف سایر مولفه‌ها تاثیر بسیار ناچیزی در میان تغییرات داشت، ترسیم بای پلات براساس این دو مولفه انجام شد (شکل ۱).

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد هیبریدهای شماره ۱۱، ۱۲ و هیبرید سینگل کراس ۲۵۰ که بعنوان هیبریدهای متحمل ارزیابی شده بودند (جدول ۷) در یک ناحیه نمودار و نزدیک هم قرار گرفته اند. تجزیه خوشه ای ارقام به کمک شاخص‌های تحمل به



شکل ۱- نمودار مولفه‌های اصلی اول و دوم در برابر هم برای هیبریدهای مورد مطالعه



شکل ۲- گروه بندی هیبریدهای ذرت دانه ای بر اساس شاخص‌های تحمل و مقاومت به خشکی

تجاری سینگل کراس ۲۵۰ بیشترین تحمل به خشکی را در شرایط آب و هوایی مشهد از خود نشان دادند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقای مهندس مهدی ضرابی و سرکار خانم مهندس مریم آشفته بیرگی به خاطر همکاری صمیمانه در اجرای این طرح قدردانی می شود.

نتایج تجزیه خوشه ای نشان می دهد از آنجایی که صفت تحمل به خشکی توسط مکان‌های ژنی زیادی بصورت کمی کنترل می شود؛ لذا حتی در بین ژنوتیپ‌های متحمل برای این صفت نیز تنوع زیادی دیده می شود. نتیجه گیری نهایی از این آزمایش نشان داد که از بین شاخص‌های تحمل به خشکی بهترین شاخص برای ذرت شاخص‌های MP و GMP و STI و MHAR می باشد. و از بین ۳۴ هیبرید مورد مطالعه، ترکیب‌های امید بخش شماره ۱۱ و ۱۲ و هیبرید

منابع

- ۱- چوکان، ر.، حیدری، ع.، محمدی، ع.، و حدادی، م. ح. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به خشکی در هیبریدهای ذرت دانه ای با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش خشکی. نهال و بذر ۲۴: ۵۶۲-۵۴۳
- ۲- شعاع حسینی، م.، خاوری خراسانی، س.، و فارسی، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش کمبود آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه ای با استفاده از تجزیه علیت. مجله دانش کشاورزی ۱۸ شماره ۱، صفحه ۸۵-۷۱
- ۳- شیرینی، م. ر. ۱۳۷۸. ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد واریته‌های گندم در تنش خشکی. پایان نامه کاشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل. صفحه ۱۴۳.
- ۴- شیرین زاده، ع.، ر.، زرغامی و م. ر. شیرینی. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به خشکی در هیبریدهای دیررس و متوسط رس ذرت با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰ (۴): ۴۲۷-۴۱۶
- ۵- عبدمیثانی، س. و ع. شاه نجات بوشهری. ۱۳۷۵. اصلاح نباتات تکمیلی. جلد ۲. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- کارگر، س. م. ع.، م. ر. قنادها. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۱، صفحه ۱۴۲ - ۱۲۹
- ۷- گلباشی، م. م.، ابراهیمی، س.، خاوری خراسانی، ر.، چوگان، م.، ضرابی. ۱۳۸۹. ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۲ شماره ۱، صفحه ۸۴ - ۷۵.
- ۸- گلباشی، م. م.، س.، خاوری خراسانی، م.، ابراهیمی، ر.، چوگان. ۱۳۸۹. مطالعه عکس‌العمل ذرت دانه ای نسبت به آبیاری محدود. چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲-۴ مرداد. دانشگاه شهید بهشتی. صفحه ۲۱۸.
- 9- Ashofteh beiragi M, Ebrahimi M, Mostafavi Kh, Golbashy M, Khavari Khorasani S. 2011. A Study of Morphological Basis of corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress condition using Correlation and Path Coefficient Analysis. Journal of Cereals and Oilseeds. 2(2): 32-37.
- 10- Aslam, M., and Tahir, M. H. 2003. Correlation and path analysis of different morphophysiological traits of maize inbreds under water stress conditions. International Journal of Agriculture and Biology. 5. 446-448.
- 11- Caker, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research. 89 (1): 1-16.
- 12- Campose, H., Cooper, M., Habben, J. E., and Schussler, J. R. 2004. Improving drought tolerance in maize: A view from Industry. Field Crops Research. 89: 1-16.
- 13- Fereres, E., Gimenez, C., Brenngena, J., Fernandez, J., and Domiguez, J. 1983. Genetic variability of sunflower cultivar in response to drought. Helia 6: 17-21.
- 14- Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of the Symposium of AVRDC, 13-16 Aug. Taiwan.
- 15- Fisher, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
- 16- Ghahfarrokhi, A. R., Khodabandeh, N., Ahmadi, A., and Bankehsaz, A. 2004. Study on effect of drought stress in different growth stages on yield, yield components and quality of grain maize. Abstracts of the 8th. Iranian Congress of Crop Sciences. College of Agriculture, University of Guilan, Rasht. Page 239 (in Farsi).
- 17- Golbashy M, Ebrahimi M, Khavari Khorasani S, Choucan R. 2010. Evaluation of drought tolerance of some corn (*Zea mays* L.) hybrids in Iran. African Journal of Agricultural Research, 5(19): 2714-2719.
- 18- Jaafari, P., and Imani, M. R. 2004. Study of drought stress and plant density on yield and some agronomical traits of maize KSC 301. Abstracts of the 8th. Iranian Congress of Crop Sciences. College of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran. P. 235 (in Farsi).
- 19- Osborne, S.L., Scheppers, J.S., Francis, D.D., and Schlemmer, M.R., 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen and water – stressed corn. Crop Sci. 42: 165-171.
- 20- Pinheiro, C., J. A. Passarinhoa and C. P. Ricardo. 2004. Effect of drought and rewatering on the metabolism of *Lupinus albus* organs. J. Plant Physiol. 161: 1203-1210.
- 21- Rosielli, A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environment. Crop Science 21: 493.
- 22- Shaozhong, K., W. Shi. And Zhang. 2000. An improved water use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crops Research. 67: 207-214.