دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی تحمل به تنش خشکی در هیبریدهای سینگل کراس ذرت دانه‌ای

مهرنوش علیپورکریم‌آباد[۱]، غلامعلی رنجبر[۲]، سعید خاوری‌خراسانی[۳] و نادعلی بابائیان جلودار[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسئول: mehrnoosh.alipoor@yahoo.com)
۲ و ۴- دانشیار و استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد ۶۰ هیبرید سینگل کراس ذرت دانه‌ای، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار، در دو شرایط نرمال (۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک) و تنش خشکی (۸۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک) در ایستگاه طرق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در شرایط نرمال و تنش، اختلاف بین هیبریدها در تمامی صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین هیبریدها با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان داد که بالاترین عملکرد دانه در شرایط نرمال مربوط به ترکیب هیبرید L5×k1263/1 با ۱۳/۳۰ تن در هکتار و در شرایط تنش مربوط به هیبرید L10×k1263/1 با ۹/۰۲ تن در هکتار و در شرایط نرمال عملکرد ۱۰/۶۰ تن در هکتار می‌باشد. با توجه به شاخص‌های MP، GMP، STI و HARM از بین هیبریدهای مورد مطالعه، L1×k1263/1، L5×k1263/1 و L10×k1263/1 بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. طول دوره رشد کمتر در این هیبریدها و عدم برخورد دوره گرده افشانی با دماهای بالا می‌تواند دلیلی بر برتری ترکیبات مذکور نسبت به سایرین باشد. نتایج همبستگی‌ها حاکی از وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد پتانسیل (بدون تنش) با شاخص‌های MP، GMP، STI، TOL و HARM می‌باشد. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص‌ها، مربوط به GMP و STI (۰/۹۹) بود. بنابراین هیبریدهای L1×k1263/1، L5×k1263/1، L10×k1263/1 و 14×k1263/1 با توجه به بالا بودن میزان تحمل به خشکی در برنامه‌های اصلاح و معرفی و پیشنهاد هیبریدهای جدید در برنامه‌های اصلاحی می‌توان بهره برد.

واژه‌های کلیدی: ذرت دانه‌ای، تنش خشکی، تجزیه خوشه‌ای، شاخص‌های تحمل

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

مقدمه

گیاه ذرت (Zea mays *L.*) گیاهی C4 است که در جهان سومین محصول مهم غذایی بعد از گندم و برنج می‌باشد و غذای اصلی میلیون‌ها انسان است (۶). میانگین بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر، ایران را در زمره کشورهای خشک جهان قرار داده است. آب از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان به‌خصوص در مناطق خشک است. بهبود عملکرد در شرایط خشکی یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاح گیاهان می‌باشد. با توجه به اینکه تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در بخش کشاورزی است، تلاش‌های زیادی برای حفظ عملکرد گیاهان تحت شرایط خشکی صورت گرفته است. درحالی که انتخاب طبیعی، سازوکار مناسبی برای سازگاری و حفظ حیات گیاه در شرایط کم‌آبی می‌باشد ولی هدف اصلاح‌گران انتخاب مستقیم جهت افزایش عملکرد اقتصادی ارقام زراعی می‌باشد (۷).

جعفری و ایمانی (۸) 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. تنش در مرحله گلدهی بیشترین خسارت را بر عملکرد دانه خواهد داشت و باعث کاهش ۴۲ درصدی عملکرد گیاه شد. تنش در مرحله پر شدن دانه ۱۵/۸ درصد و در مرحله قبل از گلدهی نیز ۱۲/۵ درصد کاهش عملکرد را به همراه داشت.

احمدی و همکاران (۱) در بررسی تحمل به خشکی در هیبریدهای دیررس تجارتی ذرت دانه‌ای در سه رژیم آبیاری نشان دادند که بین هیبریدها از نظر صفات رویشی، مراحل نمو، عملکرد و اجزای آن تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. در این بررسی اکثر صفات مورد بررسی نسبت به شرایط تنش واکنش منفی نشان دادند و بیشترین اثر تنش بر عملکرد دانه بود که ناشی از کاهش تعداد دانه در ردیف، طول بلال و وزن ۵۰۰ دانه بوده است. خلیلی و همکاران (۹) نیز در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در هشت ژنوتیپ ذرت دیررس در شرایط بدون تنش و تنش در مرحله زایشی و رویشی نشان دادند که بر اساس شاخص‌های GMP و STI هیبریدهایی با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش و با استفاده از شاخص‌های SSI هیبریدهایی با میانگین عملکرد بالا در شرایط تنش انتخاب گردیدند. چوکان و همکاران (۲) در بررسی واکنش ۱۵ هیبرید ذرت به سطوح مختلف تنش و ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی ارقام متحمل را شناسایی کردند. در شرایط نرمال، تنش ملایم و تنش شدید هیبرید OSGT14 به ترتیب با عملکرد ۹/۴۴۵، ۹/۲۷۰، ۸/۳۵۲ تن در هکتار و در شرایط تنش خیلی شدید هیبرید SPGT12 با عملکرد ۷/۴۵۵ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد بودند. در این آزمایش از شش شاخص استفاده گردید و شاخص‌های

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

MP، GMP، Harm و STI که دارای بیشترین همبستگی با عملکرد در شرایط نرمال و سطوح مختلف تنش بودند به‌عنوان شاخص‌های برتر معرفی شدند. حاجی بابایی و عزیزی (۷) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد چند هیبرید جدید ذرت به این نتیجه رسیدند که از هفت شاخص استفاده شده، شاخص‌های MP، GMP و STI را با توجه به شرایط نرمال و تنش ملایم و شاخص‌های TOL و SSI را با در نظر گرفتن شرایط نرمال و تنش شدید به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای تعیین ارقام متحمل به تنش کم‌آبی میان هیبریدهای مختلف ذرت می‌توان معرفی نمود. این تحقیق با هدف غربالگری و گزینش هیبریدهای ذرت با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه طرق) در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تعداد ۶۰ ژنوتیپ ذرت دانه‌ای (شامل ۵۷ هیبرید ذرت دانه‌ای به همراه ۳ رقم هیبرید تجاری سینگل کراس کارون، KSC704، مبین به عنوان شاهد) در دو آزمایش جداگانه در شرایط آبیاری نرمال (۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک) و تنش خشکی (۸۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک) مورد بررسی قرار گرفتند.

هر آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردید. برای تهیه زمین در پاییز سال قبل شخم عمیق و در بهار شخم نیمه‌عمیق زده شد. کودهای مصرفی براساس آزمون خاک و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور کود شامل ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که تمامی کودهای فسفات و پتاسه به همراه یک چهارم کود ازته در زمان کاشت و مابقی کود ازته بصورت سرک در مرحله ۵-۲ برگی و ۱۲-۱۰ برگی با کودکار پشت تراکتوری مصرف گردید. به‌منظور جلوگیری از ایجاد غیریکنواختی در بلوک‌ها، ۵۶ ترکیب هیبرید به همراه ۴ رقم شاهد به دو بخش ۳۰ تیماری تقسیم و در دو بلوک در مجاورت هم کشت شدند. در هر آزمایش هر کدام از هیبریدها روی دو خط ۵ متری با تراکم ۷/۶ بوته در متر مربع کشت شد. فاصله بین ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی‌متر و بین بوته‌ها روی هر ردیف ۱۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بنابراین مساحت هر کرت آزمایشی ۷/۵ مترمربع بود.

کاشت بصورت دستی و عمق کاشت بذور ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عمل وجین علف‌های هرز با دست و در مراحل ۶-۴ برگی و ۱۰-۸ برگی انجام شد. آبیاری با استفاده از روش نشتی (شیار سطحی) انجام گردید. در آزمایش شرایط آبیاری کامل، آبیاری برحسب نیاز گیاه انجام گرفت. آبیاری نرمال بر اساس ۷۰ میلی‌متر و آبیاری شرایط تنش بر اساس ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس آ انجام گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته تا بلال اصلی، ارتفاع بوته تا انتهای تاسل، طول تاسل، تعداد برگ بالای بلال، تعداد کل برگ، سطح برگ بلال و قطر ساقه،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

روی ۱۰ بوته تصادفی و وزن هزار دانه با رطوبت ۱۴٪، درصد چوب، طول و قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه بودند که روی ۱۰ بلال بطور تصادفی اندازه‌گیری شدند. در مرحله تنش آبیاری شاخص‌های مربوط به تحمل به خشکی محاسبه گردید. نحوه محاسبه شاخص‌ها بدین صورت بود:

$$1.Harm = \frac{2(Y_P \times Y_S)}{Y_P + Y_S} \qquad 2.SSI = \frac{(\frac{Y_S}{Y_P})}{1 - (\frac{\overline{Y_S}}{\overline{Y_P}})} \qquad 3.TOL = Y_P - Y_S$$

$$4.STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\overline{Y_P})^2} \qquad 5.GMP = \sqrt{(Y_P)(Y_S)} \qquad 6.MP = \frac{Y_P + Y_S}{2}$$

جدول ۱- مشخصات هیبریدهای جدید استفاده شده درآزمایش سال ۱۳۹۲

ردیف	مشخصه ژنوتیپ	ردیف	مشخصه ژنوتیپ
۱	L1×k1263/1	۳۱	L1×A679
۲	L2×k1263/1	۳۲	L2×A679
۳	L3×k1263/1	۳۳	L3×A679
۴	L5×k1263/1	۳۴	L4×A679
۵	L6×k1263/1	۳۵	L5×A679
۶	L7×k1263/1	۳۶	L7×A679
۷	L8×k1263/1	۳۷	L8×A679
۸	L9×k1263/1	۳۸	L9×A679
۹	L10×k1263/1	۳۹	L10×A679
۱۰	L11×k1263/1	۴۰	L11×A679
۱۱	L13×k1263/1	۴۱	L12×A679
۱۲	L14×k1263/1	۴۲	L13×A679
۱۳	L15×k1263/1	۴۳	L14×A679
۱۴	L16×k1263/1	۴۴	L15×A679
۱۵	L18×k1263/1	۴۵	L16×A679
۱۶	L19×k1263/1	۴۶	L17×A679
۱۷	L20×k1263/1	۴۷	L18×A679
۱۸	L21×k1263/1	۴۸	L19×A679
۱۹	L22×k1263/1	۴۹	L20×A679
۲۰	L23×k1263/1	۵۰	L21×A679
۲۱	L24×k1263/1	۵۱	L22×A679
۲۲	L25×k1263/1	۵۲	L23×A679
۲۳	L26×k1263/1	۵۳	L24×A679
۲۴	L27×k1263/1	۵۴	L26×A679
۲۵	L28×k1263/1	۵۵	L27×A679
۲۶	L29×k1263/1	۵۶	L28×A679
۲۷	L30×k1263/1	۵۷	L29×A679
۲۸	L31×k1263/1	۵۸	L31×A679
۲۹	کارون	۵۹	k19×k3651
۳۰	مبین	۶۰	KSC704

1- Harm: Harmonic mean 2- SSI: Stress Susceptibility Index Ys: Yield stres Yp: Yield potential
3- TOL: Tolerance Index 4- STI: Stress Tolerance Index 5- GMP: Geometrical Mean Productivity
6- MP: Mean Productivity

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

برای تجزیه واریانس داده‌ها، (Ver 9.1) SASاستفاده شد. برای تجزیه‌های آماری چند متغیره از نرم‌افزار Minitab (Ver 16) استفاده شده است.

نتایج و بحث

نتیجه مقایسه میانگین هیبریدها با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن (جدول ۲) نشان داد که بالاترین عملکرد دانه در شرایط نرمال مربوط به L4×K1263/1 با ۱۳/۳۰ تن در هکتار و L1×K1263/1 با ۱۱/۵۷ تن در هکتار و در شرایط تنش مربوط به L10×K1263/1 با ۹/۰۲ تن در هکتار می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که تحت هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی بین هیبریدها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بدست آمده است که حاکی از وجود تنوع کافی از نظر این صفات بین هیبریدها است. تنش بر صفت درصد چوب اثر مثبت داشت که نشان می‌دهد که در شرایط تنش درصد چوب بلال بیشتر از شرایط نرمال بوده است. بیشترین درصد کاهش در شرایط تنش نسبت به نرمال در صفت عملکرد کل (۳۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). پاک‌نژاد و همکاران (۱۳) در آزمایشی مشابه اعلام کردند که تنش خشکی موجب ۳۷ درصد کاهش عملکرد گردیده است. از آنجایی که عملکرد دانه در ذرت متأثر از تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد کل دانه، عمق دانه و وزن ۳۰۰ دانه می‌باشد لذا کاهش در عملکرد دانه را می‌توان به علت کاهش تمامی اجزاء عملکرد در شرایط تنش نسبت به نرمال بیان نمود. در بین اجزاء عملکرد بیشترین کاهش در تعداد دانه در ردیف بلال با منفی ۲۵ درصد مشاهده می‌شود.

مقادیر شاخص‌های تحمل به تنش خشکی با توجه به فرمول‌های تعریف شده در جدول ۴ خلاصه شده است که نتایج آن به شرح زیر است:

هرچه مقدار عددی شاخص SSI کوچکتر باشد، شاخص حساسیت به تنش کمتر و تحمل نسبی ژنوتیپ به تنش رطوبتی بیشتر است، بعبارتی 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 (۵).

در این پژوهش طبق جدول (۴) مشاهده می‌شود هیبریدهای ۲۳ (۱۵/۹۲-)، ۵۶ (۱۲/۹۲-)، ۴۲ (۰/۳۴)، ۴۴ (۰/۵۴)، ۲۰ (۰/۷۲)، ۸ (۰/۷۷)، ۴۳ و ۵۱ (۰/۸۸)، ۴۱ و ۴۶ (۰/۹۰)، ۱۳ (۰/۹۴)، ۳۶ (۰/۹۸)، کمترین حساسیت را به تنش نشان دادند، در صورتی‌که رقم هیبرید شماره ۱ و ۶ و ۲۸ به ترتیب با ۱۲۰/۴ و ۲۱/۶ و ۱۴/۷ بیشترین میزان حساسیت به تنش را دارا بودند. ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت به تنش مواد آزمایشی را صرفاً بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند (۱۲). بنابراین شاخص SSI گزینش را بسوی ارقام متحمل و کم بازدهی که دارای تغییرات عملکرد کمتر در هر دو محیط تنش و بدون تنش هستند سوق می‌دهد. در ارزیابی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

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 تنش آب نشان می‌دهد. بر اساس شاخص TOL تحمل نسبی بیشتر متعلق به هیبریدی است که شاخص TOL کمتری داشته باشد و گزینش برای تحمل تنش با حداقل اختلاف بین عملکرد پتانسیل و عملکرد شرایط تنش همراه است (۱۵). رزلی و هامبلین (۱۴) و فرناندز (۴) بیان نمودند که انتخاب براساس شاخص TOL باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکردشان در محیط بدون تنش کم و نیز میانگین بهره‌وری (MP) پائینی دارند. نتایج این تحقیق نشان داد که هیبریدهای شماره ۵۶، ۲۳، ۱، ۶ و ۲۸ به ترتیب با مقادیر ۰/۴۵۶-، ۰/۴۲۶-، ۰/۰۷۴، ۰/۳۰۱ و ۰/۴۱۳ متحمل‌ترین و هیبریدهای شماره ۴۴، ۸ و ۴۲ و ۴۱ به ترتیب با مقادیر ۶/۰۳۵، ۵/۵۱۹، ۵/۱۵۰ و ۵/۱۲۲ حساس‌ترین هیبریدها بر اساس شاخص TOL نسبت به تنش خشکی می‌باشند. بنابراین شاخص TOL در گزینش هیبریدهای بالاتر از میانگین در شرایط بدون تنش موفق بوده است، ولی در رابطه با شرایط تنش رطوبتی نتوانسته است بنحو مطلوبی عمل نماید. یک شاخص مناسب برای گزینش آن است که منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش گردد (۱۰). شاخص MP گزینش را بسوی این انتخاب سوق می‌دهد. در این بررسی نیز هیبرید شماره ۱ با ۸/۹۹ و هیبرید شماره ۴۸ با ۴/۰۰۳ بترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین هیبریدها به تنش بودند. بعلاوه هیبرید L5×k1263/1 عملکرد نسبتا بالایی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت. هیبرید شماره ۴۲ با ۳/۴۹ و هیبرید شماره ۱ با ۸/۹۹ به‌ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین هیبریدها به کم‌آبیاری بر اساس شاخص میانگین هندسی شناخته شدند. مقدار بالای شاخص STI حاکی از تحمل بیشتر ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی است. اگرچه چون شاخص STI حاصلضرب دو کمیت است و به دلیل خاصیت ضرب اعداد ممکن است برای جفت‌هایی از اعداد که با یکدیگر تفاوت ماهوی دارند مربع میانگین هندسی یکسان باشد (۱۱). بطور کل این شاخص زمانی قابل اعتماد است که ژنوتیپ دارای عملکرد بالا در شرایط تنش داشته باشد. با توجه به عملکرد دانه هیبریدها، هیبرید شماره ۱ با ۱/۳۹ بیشترین تحمل را به تنش نشان داده است، بعلاوه شاخص HARM نیز برتری هیبرید شماره ۱ با ۸/۹۹ نسبت به سایرین از نظر تحمل به تنش نشان داد، در شرایطی که هیبرید شماره ۴۲ با ۲/۸۱۱ کمترین تحمل را نسبت به تنش توسط این شاخص نشان داد. شایان ذکر است که ترکیب هیبرید شماره ۴۴ 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 به نژادی مدنظر قرار گیرد.

همبستگی میان شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی محاسبه شد. نتایج همبستگی‌ها (جدول ۵)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

حاکی از وجود رابطه قوی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد پتانسیل (بدون تنش) با شاخص‌های MP، GMP، STI، TOL و HARM می‌باشد، در حالیکه همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش فقط با شاخص TOL رابطه منفی و معنی‌دار ($r=۰/۶۱^{**}$) و با شاخص‌های HARM، GMP، STI، MP و SSI رابطه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار (به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۸۸، ۰/۸۰ و ۰/۴۶) می‌باشد. در این پژوهش از آن‌جا که شاخص‌های میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونیک (HARM) و شاخص فرناندز (STI) همبستگی بالا، مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش (آبیاری بدون تنش) و تنش خشکی نشان دادند، لذا به‌عنوان شاخص‌های برتر معرفی می‌شوند. فرزر و همکاران (۴) معتقدند در بررسی واکنش ارقام نسبت به تنش خشکی بایستی بیشترین توجه را به حساسیت عملکرد آنها نسبت به خشکی معطوف کرد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت دانه‌ای با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در شرایط نرمال و تنش خشکی

هیبرید	N		S		هیبرید	N		S	
۱	۱۱/۵۷	a-g	۱۱/۴۱	a	۳۱	۱۰/۸۵	c-m	۶/۰۶	a
۲	۱۱/۲۹	a-i	۸/۰۳	bcd	۳۲	۹/۲۶	g-r	۵/۲۳	bcd
۳	۹/۱۷	g-r	۵/۷۸	h-r	۳۳	۸/۳۹	m-t	۴/۴۹	h-r
۴	۱۳/۳	ab	۷/۵۴	b-h	۳۴	۸/۹۲	i-r	۵/۴۱	b-h
۵	۱۰	c-p	۷/۴۸	b-h	۳۵	۸/۷۲	j-r	۴/۸۴	b-h
۶	۸/۶۷	k-s	۸/۲۶	bcd	۳۶	۹/۰۲	h-r	۴/۵۷	bcd
۷	۱۱/۰۸	b-k	۶/۹۰	d-l	۳۷	۸/۱۲	n-t	۵/۵۳	d-l
۸	۱۱/۳۱	abc	۵/۴۱	k-t	۳۸	۸/۰۵	o-t	۵/۶۴	k-t
۹	۱۰/۶	c-n	۹/۰۲	b	۳۹	۹/۲۶	g-r	۵/۲۱	b
۱۰	۹/۹۷	c-p	۷/۲۴	c-j	۴۰	۷/۲۹	rst	۵/۳۰	c-j
۱۱	۸/۸۷	i-r	۶/۹۷	d-l	۴۱	۱۲/۱۹	a-d	۵/۸۴	d-l
۱۲	۱۰/۹	b-m	۷/۴۴	b-h	۴۲	۸/۸	i-r	۲/۲۴	b-h
۱۳	۱۱/۲۳	a-j	۵/۴۷	j-t	۴۳	۱۰/۱	c-p	۴/۶۷	j-t
۱۴	۹/۲	g-r	۶/۱۶	f-o	۴۴	۱۱/۷۸	a-f	۴/۱۰	f-o
۱۵	۱۱/۴۹	a-h	۸/۲۵	bcd	۴۵	۱۱/۱۱	b-k	33/7	bcd
۱۶	۱۰/۹۳	b-l	۶/۸۱	d-l	۴۶	۱۲/۰۹	a-e	۵/۸۷	d-l
۱۷	۹/۷۵	d-r	۷/۱۵	c-k	۴۷	۹/۸۸	c-q	۵/۹۲	c-k
۱۸	۸/۷۸	i-r	۶/۵۵	d-n	۴۸	۶/۲۳	t	۳/۸۶	d-n
۱۹	۱۰/۱۴	c-p	۵/۹۵	h-q	۴۹	۱۰/۰۹	c-p	۶/۲۴	h-q
۲۰	۱۰/۴۵	c-o	۴/۳۸	p-t	۵۰	۸/۴۱	l-t	۶/۰۰	p-t
۲۱	۹/۶۸	e-r	۵/۸۲	h-r	۵۱	۹/۱۲	g-r	۴/۲۳	h-r
۲۲	۸/۹۴	i-r	۶/۷۳	d-l	۵۲	۹/۳۹	f-r	۵/۴۱	d-l
۲۳	۷/۹	p-t	۸/۸۵	bc	۵۳	۸/۱۴	n-t	۶/۰۴	bc
۲۴	۹/۱۱	g-r	۴/۸۷	m-t	۵۴	۹/۰۵	g-r	۸/۱۴	m-t
۲۵	۱۰/۲۷	c-p	۵/۶۰	i-t	۵۵	۸/۷۷	i-r	۶/۶۴	i-t
۲۶	۹/۸۵	c-q	۵/۴۷	j-t	۵۶	۶/۳	st	۷/۴۷	j-t
۲۷	۸/۸۱	i-r	۷/۴۵	b-h	۵۷	۸/۱۷	n-t	۶/۵۹	b-h
۲۸	۸/۱۵	n-t	۷/۷۲	b-g	۵۸	۹/۶۲	e-r	۶/۷۳	b-g
۲۹	۷/۴۱	q-t	۳/۹۵	st	۵۹	۱۱/۱	b-k	۷/۷۶	st
۳۰	۸/۸۸	i-r	۷/۸۱	b-f	۶۰	۱۳/۵۱	a	۷/۹۸	b-f

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه‌ای تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی

صفات	منبع تغییر	تکرار	ژنوتیپ		خطا		میانگین		ضریب تغییرات		درصد تغییرات	
	درجه آزادی	۲	۵۹		۱۱۸							
		نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال		تنش
تعداد روز تا ظهور ۵۰٪ تاسل		۳/۸۸۸	۱/۸۶۶	۲۶/۵۰۹**	۳۶/۴۲۱**	۱/۸۴۹	۳/۴۰۳	۶۶/۵۷۲۲۲	۶۸/۷۶۶۶۷	۲/۰۴۲	۲/۶۸۲	۰/۰۳۳
تعداد روز تا ظهور ۵۰٪ کاکل		۱۶/۷۰۵**	۹/۶۸۸	۳۱/۸۴۷**	۵۷/۰۶۷**	۱/۸۹۱	۷/۵۰۲	۷۰/۰۴۴۴۴	۷۴/۲۲۷۷	۱/۹۶۳	۳/۶۹	۰/۰۶۰
فاصله بین گرده افشانی و ظهور کاکل		۴/۵۳۷*	۴/۶۲۲	۴/۸۲۸**	۱۵/۸۳۱**	۱/۳۴۶	۴/۸۹۳	۳/۴۷۲۲۲	۵/۴۶۱۱	۳۳/۴۲۲	۴۰/۵۰۶	۰/۵۷۳
ارتفاع بوته تابلال (cm)		۲۶۴/۷۰۰**	۱۲/۹۲۶	۸۹۶.۱۷۴**	۲۸۵/۶۹۴**	۱۹/۱۴۶	۴/۷۲۱	۹۲/۶۲۱۸۷	۸۹/۶۷۰۵۶	۴/۷۲۴	۷/۲۰۳	-۰/۰۳
ارتفاع بوته تاتاسل (cm)		۱۱۹۱/۶۷**	۲۹۵/۵۶۹	۳۷۰/۴۴۲**	۷۵۱/۵۴۵**	۵۵/۹۳۷	۱۶۸/۱۲۵	۲۲۰/۰۶۶۱	۱۹۲/۶۷۹۴	۳/۳۹۸	۶/۷۲۹	-۰/۱۲
تعداد کل برگ		۱/۰۷۲**	۰/۲۹۷	۰/۹۱۱**	۰/۸۵۸**	۰/۰۹۱	۰/۱۲۳	۱۳/۶۲۰۵۶	۱۳/۶۳۱۱۱	۲/۲۱۵	۲/۵۸۲	۰
سطح برگ		۶۷۳۶/۹۵*	۱۲۳/۲۵۵	۱۶۴۰۶/۶۸۱**	۱۷۷۳۷/۴۳۹**	۱۷۳۶/۱۰۶	۶۰۰/۲۴۶	۵۷۹/۵۱	۵۵۸/۵۹۸۳	۷/۱۸۹	۴/۳۸۵	-۰/۰۴
قطر ساقه (mm)		۱۰۲/۶۳۱*	۲/۹۰۱	۸/۴۲۶**	۵/۲۰۴**	۱/۸۱۸	۱/۴۳	۲۴/۱۸۳۳۳	۲۱/۸۸۰۵۶	۵/۵۷۶	۵/۴۶۶	-۰/۱۰
وزن هزاردانه بارطوبت ۱۴٪		۳۱۰۸/۴۷*	۱۳/۸۵۶	۲۹۷۲/۹۶۸**	۲۹۰۹/۳۰۹**	۹۹۳/۸۵۷	۶۲۵/۴۶۳	۲۸۵/۴۶	۲۲۴/۷۲۱۷	۱۱/۰۳	۱۱/۱۸	-۰/۲۱
طول بلال (cm)		۰/۴۷۸	۱۶/۵۱۵**	۱۱/۳۴۲**	۶/۱۵۵**	۲/۶۴۹	۱/۹۲۷	۱۹/۷۷۳۳۳	۱۵/۲۶۲۷۸	۸/۲۳۲	۹/۰۹۷	-۰/۲۳
عمق دانه (mm)		۳/۷۵۷**	۵/۴۱۸*	۱/۷۳۱**	۳/۳۵۷**	۰/۲۲۷	۱/۲۱۸	۱۰/۴۱۱۳۹	۸/۷۵۷۸۳۳	۴/۵۸۴	۱۲/۶۶	-۰/۱۶
تعداد دانه در ردیف بلال		۷۶/۷۶۹*	۶۷/۰۰۳*	۳۶/۶۷۰**	۵۴/۷۹۰**	۵/۸۷	۱۵/۰۳۳	۴۲/۰۲۸۸۹	۳۱/۴۰۳۸۹	۵/۷۶۴	۱۲/۳۶	-۰/۲۵
تعداد ردیف دانه در بلال		۱/۲۶۹**	۰/۰۷۸	۴/۸۶۵**	۵/۴۶۰**	۰/۲۳	۰/۴۳۴	۱۵/۷۷	۱۵/۱۴۱۶۷	۳/۰۴۶	۴/۳۵۵	-۰/۰۴
عملکرد نهایی		۱۰/۲۳۰*	۰/۳۳۷	۴/۳۷۹**	۴/۳۶۸**	۰/۹۴۴	۰/۴۷۶	۷۲/۶۲۱۰۵۶	۴/۹۶۰۶۶۷	۱۲/۷۵	۱۳/۹۲	-۰/۳۵

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

جدول ۴- شاخص‌های تحمل به تنش خشکی محاسبه شده برای لاین‌های ذرت دانه‌ای در شرایط تنش خشکی

هیبرید	Yp	Ys	STI	TOL	MP	GMP	SSI	HARM
۱	۹/۰۳۶	۸/۹۶۱	۱/۳۹۴	۰/۰۷۴	۸/۹۹۸	۸/۹۹۸	۱۲۰/۴۹۰	۸/۹۹۸
۲	۸/۹۰۲	۶/۳۲۸	۰/۹۷۰	۲/۵۷۴	۷/۶۱۵	۷/۵۰۶	۲/۴۵۸	۷/۳۹۸
۳	۶/۹۸۲	۴/۵۶۱	۰/۵۸۴	۲/۴۲۲	۵/۷۷۲	۵/۶۴۳	۱/۸۸۳	۵/۵۱۸
۴	۱۰/۵۳۲	۶/۲۸۹	۱/۱۴۱	۴/۲۴۳	۸/۴۱۱	۸/۱۳۹	۱/۴۸۲	۷/۸۷۶
۵	۷/۹۷۹	۵/۸۸۵	۰/۸۰۹	۲/۰۹۳	۶/۹۳۲	۶/۸۵۲	۲/۸۱۱	۶/۷۷۴
۶	۶/۸۳۷	۶/۵۳۶	۰/۷۷۰	۰/۳۰۱	۶/۶۸۶	۶/۶۸۵	۲۱/۶۸۲	۶/۶۸۳
۷	۸/۶۸۷	۵/۳۵۹	۰/۸۰۲	۳/۳۲۸	۷/۰۲۳	۶/۸۲۳	۱/۶۱۰	۶/۶۲۹
۸	۹/۷۹۱	۴/۲۷۲	۰/۷۲۰	۵/۵۱۹	۷/۰۳۱	۶/۴۶۷	۰/۷۷۴	۵/۹۴۹
۹	۸/۳۲۰	۷/۱۴۱	۱/۰۲۳	۱/۱۷۹	۷/۷۳۰	۷/۷۰۸	۶/۰۵۸	۷/۶۸۵
۱۰	۷/۸۰۷	۵/۷۲۴	۰/۷۷۰	۲/۰۸۳	۶/۷۶۵	۶/۶۸۵	۲/۷۴۸	۶/۶۰۵
۱۱	۶/۸۹۱	۴/۴۷۱	۰/۶۴۹	۱/۴۲۰	۶/۱۸۱	۶/۱۴۰	۳/۸۵۳	۶/۱۰۰
۱۲	۸/۷۹۲	۵/۸۴۸	۰/۸۸۵	۲/۹۴۴	۷/۳۲۰	۷/۱۷۰	۱/۹۸۶	۷/۰۲۴
۱۳	۸/۸۸۷	۴/۳۲۰	۰/۶۶۱	۴/۵۶۷	۶/۶۰۳	۶/۱۹۶	۰/۹۴۶	۵/۸۱۴
۱۴	۷/۱۲۶	۴/۸۷۰	۰/۵۹۸	۲/۲۵۷	۵/۹۹۸	۵/۸۹۱	۲/۱۵۸	۵/۷۸۶
۱۵	۸/۹۱۷	۶/۵۷۷	۱/۰۱۰	۲/۳۴۰	۷/۷۴۷	۷/۶۵۸	۲/۸۱۱	۷/۵۷۰
۱۶	۸/۴۰۹	۵/۳۵۸	۰/۷۷۶	۳/۰۵۱	۶/۸۸۴	۶/۷۱۲	۱/۷۵۶	۶/۵۴۵
۱۷	۷/۷۲۵	۵/۶۲۴	۰/۷۴۸	۲/۱۰۱	۶/۶۷۵	۶/۵۹۱	۲/۶۷۶	۶/۵۰۹
۱۸	۶/۸۵۸	۵/۰۸۶	۰/۶۰۱	۱/۷۷۲	۵/۹۷۲	۵/۹۰۶	۲/۸۷۱	۵/۸۴۱
۱۹	۸/۰۵۴	۴/۶۸۹	۰/۶۵۰	۳/۳۶۴	۶/۳۷۲	۶/۱۴۵	۱/۳۹۴	۵/۹۱۷
۲۰	۸/۲۹۸	۳/۴۷۸	۰/۴۹۷	۴/۸۲۰	۵/۸۸۸	۵/۳۷۲	۰/۷۲۲	۴/۹۰۷
۲۱	۷/۷۹۱	۴/۵۸۱	۰/۶۱۵	۳/۲۱۰	۶/۱۸۶	۵/۹۷۴	۱/۴۲۷	۵/۷۶۹
۲۲	۷/۲۵۹	۵/۳۲۹	۰/۶۶۶	۱/۹۳۰	۶/۲۹۴	۶/۲۲۰	۲/۷۶۲	۶/۱۴۶
۲۳	۶/۳۵۷	۶/۷۸۳	۰/۷۴۳	-۰/۴۲۶	۶/۵۷۰	۶/۵۶۶	-۱۵/۹۲۱	۶/۵۶۳
۲۴	۷/۲۲۷	۳/۸۵۲	۰/۴۷۹	۰/۳۷۵	۵/۵۳۹	۵/۲۷۶	۱/۱۴۱	۵/۰۲۵
۲۵	۷/۹۲۸	۴/۴۰۶	۰/۶۰۲	۳/۵۲۲	۶/۱۶۷	۵/۹۱۰	۱/۲۵۱	۵/۶۶۴
۲۶	۷/۸۱۹	۴/۳۳۲	۰/۵۸۳	۳/۴۸۶	۶/۰۷۶	۵/۸۲۰	۱/۲۴۳	۵/۵۷۵
۲۷	۶/۷۸۴	۵/۸۷۶	۰/۶۸۷	۰/۹۰۸	۶/۳۳۰	۶/۳۱۴	۶/۴۷۴	۶/۲۹۷
۲۸	۶/۴۹۹	۶/۰۸۶	۰/۶۸۱	۰/۴۱۳	۶/۲۹۳	۶/۲۸۹	۱۴/۴۷۳	۶/۲۸۶
۲۹	۵/۸۱۲	۳/۲۱۳	۰/۳۲۲	۲/۵۹۸	۴/۵۱۲	۴/۳۲۱	۱/۲۳۷	۴/۱۳۸
۳۰	۷/۲۱۰	۶/۲۷۱	۰/۷۷۹	۰/۹۴۰	۶/۷۴۰	۶/۷۲۴	۶/۶۷۴	۶/۷۰۸
۳۱	۸/۵۵۸	۴/۶۷۶	۰/۶۸۹	۳/۸۸۲	۶/۶۱۷	۶/۳۲۶	۱/۲۰	۶/۰۴۸
۳۲	۷/۲۰۲	۴/۱۰۷	۰/۵۰۹	۳/۰۹۵	۵/۶۵۵	۵/۴۳۹	۱/۳۳	۵/۲۳۱
۳۳	۶/۷۲۵	۳/۷۵۵	۰/۴۳۵	۲/۹۷۰	۵/۲۴۰	۵/۰۲۵	۱/۲۶	۴/۸۱۹
۳۴	۷/۰۲۲	۴/۲۵۰	۰/۵۱۴	۲/۷۷۳	۵/۶۳۶	۵/۴۶۳	۱/۵۳	۵/۲۹۵
۳۵	۶/۹۱۵	۳/۷۸۹	۰/۴۵۱	۳/۱۲۶	۵/۳۵۲	۵/۱۱۸	۱/۲۱	۴/۸۹۵
۳۶	۷/۳۱۰	۳/۶۱۶	۰/۴۵۵	۳/۶۹۴	۵/۴۶۳	۵/۱۴۱	۰/۹۸	۴/۸۳۸
۳۷	۶/۳۷۰	۴/۳۵۱	۰/۴۷۷	۲/۰۱۹	۵/۳۶۱	۵/۲۶۵	۲/۱۶	۵/۱۷۱
۳۸	۶/۲۴۶	۴/۴۳۶	۰/۴۷۷	۱/۸۱۰	۵/۳۴۱	۵/۲۶۴	۲/۴۵	۵/۱۸۸
۳۹	۷/۳۰۹	۴/۰۹۳	۰/۵۱۵	۳/۲۱۶	۵/۷۰۱	۵/۴۷۰	۱/۲۷	۵/۲۴۸
۴۰	۵/۶۷۵	۴/۲۲۵	۰/۴۱۳	۱/۴۵۱	۴/۹۵۰	۴/۸۹۷	۲/۹۱	۴/۸۴۴
۴۱	۹/۷۳۶	۴/۶۱۴	۰/۷۷۴	۵/۱۲۲	۷/۱۷۵	۶/۷۰۲	۰/۹۰	۶/۲۶۰
۴۲	۶/۹۱۴	۱/۷۶۴	۰/۲۱۰	۵/۱۵۰	۴/۳۳۹	۳/۴۹۲	۰/۳۴	۲/۸۱۱
۴۳	۷/۸۵۱	۳/۶۸۵	۰/۴۹۸	۴/۱۶۷	۵/۷۶۸	۵/۳۷۹	۰/۸۸	۵/۰۱۵
۴۴	۹/۲۷۸	۳/۲۴۳	۰/۵۱۸	۶/۰۳۵	۶/۲۶۰	۵/۴۸۵	۰/۵۴	۴/۸۰۶
۴۵	۸/۵۵۸	۵/۸۷۶	۰/۸۶۶	۲/۶۸۳	۷/۲۱۷	۷/۰۹۱	۲/۱۹	۶/۹۶۸
۴۶	۹/۷۲۳	۴/۶۱۷	۰/۷۷۳	۵/۱۰۶	۷/۱۷۰	۶/۷۰۰	۰/۹۰	۶/۲۶۱
۴۷	۷/۳۵۳	۴/۶۸۲	۰/۵۹۳	۲/۶۷۱	۶/۰۱۸	۵/۸۶۸	۱/۷۵	۵/۷۲۲
۴۸	۴/۹۴۷	۳/۰۵۹	۰/۲۶۱	۱/۸۸۸	۴/۰۰۳	۳/۸۹۰	۱/۶۲	۳/۷۸۰
۴۹	۷/۸۵۱	۴/۹۰۹	۰/۶۶۴	۲/۹۴۲	۶/۳۸۰	۶/۲۸۰	۱/۶۷	۶/۰۴۱
۵۰	۶/۷۳۵	۴/۷۴۵	۰/۵۵۰	۱/۹۹۰	۵/۷۴۰	۵/۶۵۳	۲/۳۸	۵/۵۶۷
۵۱	۷/۰۴۸	۳/۳۰۲	۰/۴۰۱	۳/۷۴۶	۵/۱۷۵	۴/۸۲۴	۰/۸۸	۴/۴۹۷
۵۲	۷/۴۰۵	۴/۱۵۵	۰/۵۳۰	۳/۲۴۹	۵/۷۸۰	۵/۵۴۷	۱/۲۸	۵/۳۲۳
۵۳	۶/۳۳۶	۴/۷۵۶	۰/۵۱۹	۱/۵۸۰	۵/۵۴۶	۵/۴۹۰	۳/۰۱	۵/۴۳۴
۵۴	۷/۰۶۸	۶/۳۴۹	۰/۷۷۳	۰/۷۲۰	۶/۷۰۹	۶/۶۹۹	۸/۸۲	۶/۶۸۹
۵۵	۷/۵۵۳	۵/۱۷۹	۰/۶۷۴	۲/۳۷۴	۶/۳۶۶	۶/۲۵۴	۲/۱۸	۶/۱۴۵
۵۶	۵/۴۳۵	۵/۸۹۱	۰/۵۵۱	-۰/۴۵۶	۵/۶۶۳	۵/۶۵۸	-۱۲/۹۲	۵/۶۵۴
۵۷	۶/۵۶۸	۵/۱۵۵	۰/۵۸۳	۱/۴۱۳	۵/۸۶۱	۵/۸۱۹	۳/۶۵	۵/۷۷۶
۵۸	۷/۵۸۶	۵/۲۶۱	۰/۶۸۷	۲/۳۲۶	۶/۴۲۴	۶/۳۱۷	۲/۲۶	۶/۲۱۳
۵۹	۸/۰۱۷	۶/۱۷۳	۰/۸۵۲	۱/۸۴۵	۷/۰۹۵	۷/۰۳۵	۳/۳۵	۶/۹۷۵
۶۰	۱۰/۵۴۰	۶/۳۳۰	۱/۱۴۹	۴/۲۱۰	۸/۴۳۵	۸/۱۶۸	۱/۵۰	۷/۹۰۹

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

جدول ۵- همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی هیبریدهای ذرت دانه‌ای

شاخص	HARM	SSI	GMP	MP	TOL	STI	Ys	Yp
Yp	۰/۵۷۸**	۰/۱۵۳^{ns}	۰/۶۸۴**	۰/۷۹۵**	۰/۵۹۱**	۰/۶۸۵**	۰/۲۷۷*	۱/۰۰۰
Ys	۰/۹۳۶**	۰/۴۶۷**	۰/۸۸۷**	۰/۸۰۳**	-۰/۶۶۱**	۰/۸۸۰**	۱/۰۰۰	
STI	۰/۹۷۸**	۰/۴۷۱**	۱/۹۹۱**	۰/۹۸۰**	-۰/۱۷۴^{ns}	۱/۰۰۰		
TOL	-۰/۳۱۰*	-۰/۲۶۶*	-۰/۱۸۱^{ns}	-۰/۰۲۰^{ns}	۱/۰۰۰			
MP	۰/۹۴۹**	۰/۳۹۰**	۰/۹۸۴**	۱/۰۰۰				
GMP	۰/۹۹۰**	۰/۴۰۸**	۱/۰۰۰					
SSI	۰/۴۱۵**	۱/۰۰۰						
HARM	۱/۰۰۰							

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ns: غیرمعنی‌دار

SSI: Stress Susceptibility Index	شاخص حساسیت
GMP: Geometrical Mean Productivity	میانگین هندسی
TOL: Tolerance Index	شاخص تحمل
MP: Mean Productivity	میانگین بهره وری
Harm: Harmonic mean	میانگین هارمونیک
Ys: Yield stress	عملکرد تنش
STI: Stress Tolerance Index	شاخص تحمل به تنش
Yp: Yield potential	عملکرد پتانسیل

بطورکلی هیبریدها بر اساس شاخص‌های مختلف در جدول ۶ دسته‌بندی شده‌اند:

جدول ۶- هیبرید های انتخاب شده براساس شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی

شاخص‌های مختلف	شماره هیبریدهای انتخاب شده
انتخاب بر اساس YP	۴ و ۸ و ۴۱ و ۴۶ و ۴۴ و ۱
انتخاب بر اساس YS	۱ و ۹ و ۲۳ و ۱۵ و ۶ و ۵۴
انتخاب بر اساس TOL	۴۴ و ۸ و ۴۲ و ۴۱ و ۴۶ و ۲۰
انتخاب بر اساس SSI	۱ و ۶ و ۲۸ و ۵۴ و ۳۰ و ۲۷
انتخاب بر اساس MP	۱ و ۴ و ۱۵ و ۹ و ۲ و ۱۲
انتخاب بر اساس GMP	۱ و ۴ و ۹ و ۱۵ و ۲ و ۱۲
انتخاب بر اساس STI	۱ و ۴ و ۹ و ۱۵ و ۲ و ۱۲
انتخاب بر اساس HARM	۱ و ۴ و ۹ و ۱۵ و ۲ و ۱۲

نتیجه‌گیری نهایی از این آزمایش نشان داد که از بین ۶۰ هیبرید مورد مطالعه، هیبرید L1×k1263/1 با عملکرد ۹/۰۳ تن در هکتار از طریق شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI بیشترین تحمل به خشکی را در شرایط آب و هوایی مشهد از خود نشان داد، پس از آن هیبریدهای ۴، ۹، ۱۲، ۲ و ۱۵ با این شاخص‌ها متحمل‌ترین هیبریدها شناخته

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

شده‌اند. بطورکلی طول دوره رشد کمتر در این هیبریدها و عدم برخورد دوره گرده‌افشانی با دماهای بالا می‌تواند دلیلی بر برتری ترکیبات مذکور نسبت به سایرین باشد، همچنین صفات قطر بلال و تعداد دانه در ردیف بلال بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد را داشته‌اند که نشان‌دهنده تأثیر مستقیم این صفات روی عملکرد دانه هستند و آن را افزایش داده‌اند. لذا با توجه به زیاد بودن فاصله ژنتیکی آنها نیز می‌توانیم از این هیبریدها و والدینشان به‌عنوان والدین تلاقی در اهداف اصلاحی موردنظر استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، ایستگاه طرق مهندس مهدی‌پور و سرکار خانم مهندس دری تشکر می‌شود. همچنین از جناب آقای مهندس علیرضا هادی‌نژاد، به خاطر مساعدت در امور رایانه‌ای قدردانی می‌شود.

منابع

1. Ahmadi, J., H. Zeinali Khanghah, M. Rostami and R. Choukan. 2000. Evaluation of drought tolerance in maize hybrids commercially delayed. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 4: 891-906.
2. Choukan, R., R. Heidari, A. Mohammadi and M.H. Haddadi. 1998. Evaluation of drought tolerance in maize hybrids using indicators of drought tolerance. Journal of Seed and Plant, 24: 543-562
3. Fereres, E., C. Gimenz, J. Brenngena, J. Fernandez and J. Domiguez. 1983. Genetic variability of sunflower cultivar in response to drought. Helia, 6: 17-21.
4. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection Criteria for assessing plant stress tolerance. In Proceedings of the international symposium on adaptation of vegetables and other food crop in temperature and water stress. Taiwan. 13-16 Aug. pp: 257-270.
5. Fisher, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
6. Golbashy, M., M. Shoa Hosseini, S. Khavari Khorasani, M. Farsi and M. Zarabi. 2009. Effect of drought stress on yield, yield components, morphological traits of single cross and three way cross of corn. Abstract book of the national conferences on consumption pattern reforms in agriculture and natural resources. 225 pp.
7. Hajibabaei, M. and F. Azizi. 2011. Evaluation of drought tolerance indices in some new hybrids of corn. Electronic Journal of Crop Production, Number III, 139-155.
8. Jaafari, P. and M.R. Imani. 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, Universty of Guilan, Rasht, Iran. 235 pp. (In Persian)
9. Khalili, M., M. Kazemi, A. Moghaddam and M. Shakiba. 2004. Evaluation of drought tolerance indices at different growth stages of late-maturing corn genotype. Proceeding of the 8^{h} Iranian Congress of Crop Science and Breeding. Rasht, Iran. 298 pp.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

Proceeding of the 8h Iranian Congress of Crop Science and Breeding. Rasht, Iran. 298 pp.

10. Moghaddam, A. and M.H. Hadizadeh. 2002. Response of corn (*Zea mays* L.) hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices, 18(3): 255-272.
11. Naderi, A., A. Hashemi Dezfuli, A. Rezaee and GH. Noor Mohammadi. 2000. Analysis of performance indicators to assess the tolerance of crops to environmental stresses and introduces a new index. Seed and Plant, 15: 390-402
12. Naderi Darbagshahi, M., R. Noormohamadi, G.H. Majidi, A. Darvish, F. Shirani Rad, A.H. and H. Madani. 2004. Effect of drought stress and plant density on the characteristics in line planting safflower in Isfahan. Seed Plant Journal. 20: 281-296.
13. Pak nejad, F., S. Vazan, J. Ajali, M. Mirakhori and M. Nasri. 2006. Effects of drought stress and irrigation methods on yield, yield components of two maize varieties. Journal of Modern Agriculture, 18: 17-26.
14. Rosielli, A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environment. Crop Science, 21: 493 pp.
15. Shirinzade, E., R. Zarghami and M.R. Shiri. 2009. Evaluation of drought tolerance in corn hybrids using drought tolerance indices. Iran Agricultures Researchers, 4-10.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

Evaluation of Drought Tolerance in Maize Hybrids (*Zea mays* L.)

Mehrnoosh Alipour[1], Gholamali Ranjbar[2], Saeed Khavari Khorasani[3] and Nadali Babaeian Jelodar[4]

1- M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: Mehrnoosh.alipoor@yahoo.com)
2 and 4- Associate Professor and Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Assistant Professor, Agriculture Research Center, Khorasan Razavi Province, Mashhad, Iran.
Received: May 11, 2014 Accepted: September 15, 2014

Abstract

This experiment was conducted to study the effects of water deficit stress on morphological traits, yield and yield components of 60 maize single cross hybrids at Torough Agricultural and Natural Resources Research Center located in Mashhad, Iran on 2013. This experiment was laid out in randomized complete block design with three replications. The irrigation treatments were consisted of two irrigation levels (50 and 80 percent allowed water depletion as normal and drought stress, respectively). The result of ANOVA showed significant differences among single cross hybrids for all of measured traits in both conditions. In non-stress or normal condition, hybrids No.4 and in stress condition, hybrids No.9 were the best hybrids for grain yield with 13.30 and 9.02 ton/ha, respectively. According to the indices MP, GMP, STI and HARM among the studied hybrids the promising hybrids No.1 and No.1,4 and9 were recommended for water stress condition in Mashhad regions. During periods of lower growth in hybrid and non-treated with high temperatures during pollination can cause lead to the compounds than others. The correlation results showed the positive and significant relation between potential for performance (no stress) indices MP, GMP, STI, TOL and HARM. Most significant and positive correlation between the indices was related to GMP and STI (0.99). In general, hybrids L1×k1263/1, L5×k1263/1, L10×k1263/1 and 14×k1263/1 due to the high level of tolerance can be used in breeding programs.

Keywords: Cluster analysis, Drought stress, Drought tolerance indices, Maize (*Zea mays* L.)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-14]