دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی کارایی تسترهای ذرت مناطق معتدله در غربال‌گری ژرم پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای

محمدرضا شیری

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: mohammadrezashiri52@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۳

چکیده

ژرم‌پلاسم ذرت سیمیت متنوع‌ترین منبع ژنتیکی در جهان بوده و به‌کارگیری آن‌ها در افزایش پایه ژنتیکی ژرم‌پلاسم معتدله ذرت به سرعت در حال افزایش است. اما هموار یکی از چالش‌های بزرگ پیش‌رو، بهبود کارایی روش‌های غربال‌گری منابع برتر و مناسب از ژرم‌پلاسم‌های خارجی است. در همین راستا، این تحقیق به‌منظور انتخاب تستر مناسب مناطق معتدله و هم‌چنین تعداد مناسب آن جهت غربال‌گری لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت انجام گرفت. بدین منظور چهار تستر مناطق معتدله (MO17، K18، A679، K166B) ذرت با سیزده لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم ذرت سیمیت تلاقی داده شد و ۵۲ تلاقی حاصله به همراه دو هیبرید شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مغان بررسی شدند. نتایج حاکی از امکان استفاده مستقیم از لاین‌های شماره ۳، ۵ و ۷ استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های ذرت مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت در اصلاح عملکرد دانه بود. هم‌چنین بررسی کارایی تسترهای مناطق معتدله ذرت نشان داد تستر K166B قدرت تفکیک بالایی در گزینش لاین‌های برتر از میان لاین‌های استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های ذرت مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت داشته و تسترهای MO17 و A679 قدرت تفکیک نسبتاً خوبی داشتند. علاوه بر این، به‌کارگیری یک تستر توانایی تفکیک لاین‌ها برتر (نه همه آن‌ها) را دارا بوده هر چند استفاده از دو تستر به‌طور هم‌زمان خطر عدم انتخاب یک لاین برتر را به میزان زیادی کاهش داد.

واژه‌های‌کلیدی: گزینش تستر، ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) با سطح زیر کشت یک میلیون و ۸۵۱ هزار هکتار (۱) در محدوده وسیعی از جهان از ۴۲ درجه عرض جنوبی تا ۵۰ درجه عرض شمالی در شرایط اقلیمی بسیار متنوع از نظر دما، طول روز، میزان بارندگی و سایر پارامترهای اقلیمی کاشته می‌شود (۱۰). علی‌رغم پراکنش زیاد مناطق ذرت‌کاری جهان، ذرت به سه گروه عمده حاره‌ای، نیمه حاره‌ای و معتدله طبقه‌بندی می‌شود. ذرت‌های مورد کشت در محدوده عرض جغرافیائی ۳۰ درجه شمالی تا ۳۰ درجه جنوبی به ذرت‌های حاره‌ای و ذرت‌های مورد کشت در عرض‌های جغرافیائی بالاتر از ۳۴ درجه شمالی و جنوبی به ذرت‌های معتدله و ذرت‌های مورد کشت در بین این دو گروه به ذرت‌های نیمه‌حاره‌ای موسوم هستند (۱۲). با این حال، اختلاف نظر زیادی در مورد عرض جغرافیایی مناطق ذرت کاری دنیا وجود داشته و یک سیستم جهانی قابل برای گروه‌بندی مناطق ذرت کاری دنیا تا به حال ارایه نشده است. ویژگی‌های اقلیمی حاکم در هر یک از این مناطق به ویژه از نظر طول روز، میانگین دمای روزانه در طول دوره فصل زراعی باعث عدم سازگاری و اختلال در رشد و نمو این ژرم پلاسم‌ها در اقلیم دیگر می‌گردد به‌طوری این مسئله باعث جدا ماندن این ژرم‌پلاسم‌ها از یکدیگر و به عبارت دیگر فاصله ژنتیکی بین آن‌ها به ویژه در مورد ژرم‌پلاسم‌های حاره‌ای و معتدله گردیده است (۶). مناطق ذرت‌کاری ایران با توجه به قرارگیری کشور در محدوده عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۲ درجه شمالی، معتدله و نیمه حاره‌ای بوده، ولی قسمت اعظم مناطق ذرت کاری کشور معتدله می‌باشد. ذرت دانه‌ای در بیش از ۱۸۵هزار هکتار از اراضی کشور کشت می‌شود و تولید سالانه آن حدود ۱/۸۵ میلیون تن می‌باشد (۲). در حالی که نیاز سالانه کشور به ذرت دانه‌ای حدود ۵ میلیون تن می‌باشد. ضریب خودکفایی ۳۷ درصدی این محصول، ایران را به‌عنوان یکی از کشورهای عمده وارد کننده ذرت نموده است به‌طوری‌که با وارد کردن سه و نیم میلیون تن دانه ذرت (۳/۷ درصد از کل واردات جهانی ذرت) در سال ۲۰۱۴، ایران در بین کشورهای واردکننده ذرت جایگاه هشتم را داشته است (۳). بنابراین در چنین شرایطی، افزایش میزان تولید ذرت در کشور از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح ضروری و حیاتی است. افزایش عملکرد و یا هر برنامه اصلاحی دیگر نیازمند وجود ژرم پلاسم متنوع و قوی می‌باشد. با این حال، عدم سابقه کشت طولانی ذرت در کشور از یک طرف و استفاده و بهره‌برداری مداوم از منابع ژنتیکی موجود و محدود شدن برنامه‌های به‌نژادی تولید هیبریدهای تجاری ذرت به تعداد محدود لاین از طرف دیگر، موجب کاهش تنوع و پایه ژنتیکی ژرم‌پلاسم ذرت در کشور شده است. مشخص شده است که خاستگاه ذرت نواحی حاره‌ای مکزیک بوده، طبیعتاً تنوع زیادی در ژرم پلاسم ذرت‌های نواحی حاره‌ای وجود دارد (۱۰). پس یکی از راه‌کارهای ممکن در جهت تقویت ژرم پلاسم ذرت کشور می‌تواند استفاده از ژرم پلاسم‌های ذرت حاره‌ای و نیمه حاره‌ای باشد. امروزه با محدود شدن پایه ژنتیکی ژرم‌پلاسم مورد استفاده در برنامه‌های به‌نژادی ذرت مناطق معتدله، توجه و گرایش شدیدی جهت استفاده از ژرم پلاسم خارجی به ویژه ژرم‌پلاسم مناطق حاره‌ای وجود دارد. ژرم‌پلاسم ذرت سیمیت متنوع‌ترین منبع ژنتیکی در جهان است و کاربرد آن در افزایش پایه ژنتیکی ژرم‌پلاسم معتدله ذرت در حال افزایش است (۲۰،۸،۷). لاین‌های اینبرد سیمیت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

دارای درجه بالایی از تنوع ژنتیکی در مقایسه لاین‌های مناطق معتدله ذرت هستند (۱۸). در مناطق معتدله و حتی در مناطق حاره‌ای، اکثر برنامه‌های تحقیقاتی بر روی استفاده از این ژرم‌پلاسم‌ها و شناسایی منابع از این ژرم‌پلاسم‌ها متمرکز شده است (۲۴،۲۰،۹،۶). عدم سازگاری این ژرم‌پلاسم در مناطق معتدله، مشکلات زیادی را در استفاده از این مواد در جهت افزایش پایه ژنتیکی ذرت‌های مورد استفاده در برنامه‌های اصلاح ذرت در مناطق معتدله ایجاد کرده است. افزایش بیش از اندازه ارتفاع بوته و بلال، سیستم ریشه‌ای ضعیف، کیفیت پایین ساقه و در نتیجه خوابیدگی بوته، تاخیر در ظهور کاکل و بعضاً عدم ظهور آن و در نتیجه عقیمی، از عمده مشکلات کشت ژرم‌پلاسم مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای در مناطق معتدله است. مشکل اصلی عدم سازگاری ژرم‌پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای در مناطق معتدله را ناشی از طول روز بلند مناطق معتدله می‌باشد (۶). با توجه به این مشکلات، گزینش برای بهبود سازگاری این ژرم‌پلاسم‌ها در شرایط روزهای بلند مناطق معتدله ضروری است. گوسنارد و همکاران (۱۱) تلاقی‌های ذرت حاره‌ای با معتدله را در بهبود عملکرد ذرت اروپا بکار بردند. در چین نیز ژرم‌پلاسم ذرت حاره‌ای و نیمه حاره‌ای زیادی در برنامه اصلاح ذرت وارد شده و به‌طور وسیعی از نظر سازگاری، ترکیب‌پذیری و پتانسیل ژنتیکی در توسعه پایه ژنتیکی ژرم‌پلاسم برگزیده چین و گروه‌بندی هتروتیکی مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۸،۸،۷،۴). وقتی که تعداد اینبرید لاین‌های خارجی و یا هر ماده ژنتیکی زیاد است. به نژادگر ذرت نمی‌تواند از عهده تلاقی‌های دیالل برآید و یا نمی‌تواند از تعداد زیاد تستر برای غربال‌گری لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم خارجی استفاده نماید. هولند و گودمن (۱۳) در بررسی ترکیب‌پذیری ۴۰ ژرم‌پلاسم آمریکای لاتین با دو تستر محلی معتدله آمریکا همبستگی بسیار معنی‌دار بین عملکرد خانواده‌های ناتنی حاصل از دو تستر را بدست آوردند و نتیجه‌گیری نمودند که می‌توان با یک تستر ارزیابی مقدماتی برای تعداد زیاد مواد ژنتیکی انجام داد. لی و همکاران (۱۷) با استفاده از مدل تلاقی لاین × تستر تعداد ۲۷ جمعیت سیمیت را با چهار تستر معتدله تلاقی دادند و با مطالعه هفت صفت زراعی در تلاقی‌ها مشاهده نمودند که همبستگی بالایی بین تستر از نظر هر هفت صفت وجود دارد. نیلسون و گودمن (۲۰) با انجام غربال‌گری گسترده بر روی مواد ژنتیکی برگزیده از دو گروه هتروتیک مهم آمریکا، اعلام نمودند یک تستر توانایی حذف تعداد زیادی از مواد ژنتیکی ضعیف را دارا می‌باشد. فان و همکاران (۹) در مناطق معتدله چین ۲۵ لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت در تلاقی با چهار تستر مناطق معتدله مورد ارزیابی قرار دادند و اعلام نمودند که یک تستر توانایی تفکیک لاین‌ها برتر دارا بوده ولی استفاده از دو تستر باعث انتخاب همه لاین‌های برتر می‌گردد. علی‌رغم این‌که مشخص شده است ژرم‌پلاسم ذرت حاره‌ای و نیمه‌حاره‌ای تولیدی توسط سیمیت برای تقویت منابع ژرم‌پلاسم مناطق معتدله مفید و سودمفید است. با این حال در برنامه‌های اصلاحی و تولید هیبرید ذرت کشور، به پرسش‌های از قبیل کدام نوع تستر و چه تعداد تستر مناطق معتدله برای غربال‌گری تعداد زیاد لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت نیاز هست، پاسخی ارایه نشده است. یافتن پاسخ مناسب برای پرسش‌های فوق می‌تواند منجر به بهبود کارایی روش‌های غربال‌گری منابع برتر و مناسب از ژرم‌پلاسم‌های خارجی گردد. بنابراین، این بررسی به‌منظور انتخاب تستر مناسب از ذرت مناطق معتدله و هم‌چنین تعداد مناسب آن جهت غربال‌گری لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم‌های ذرت مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در فصل زراعی سال ۱۳۹۲ در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی مغان واقع در شمالی‌ترین نقطه استان اردبیل (بین ۳۹ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۴۵ تا ۵۰ متر از سطح دریای آزاد) اجراء شد. دشت مغان به علت شرایط توپوگرافی خاص، اصولاً آب و هوای مغایر با سایر مناطق آذربایجان و حتی نواحی جنوبی آن دارد. بر اساس آمار آب و هوایی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک پارس‌آباد، این منطقه جزء اقلیم نیمه بیابانی خفیف بوده و دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم می‌باشد. تیر و مرداد گرم‌ترین ماه‌های سال و دی و بهمن سردترین ماه‌های سال است. متوسط بارندگی در فصل پاییز ۷۸/۵، زمستان ۸۲، بهار ۱۰۶/۵ و تابستان ۳۲ میلی‌متر می‌باشد. بیش‌ترین میزان بارندگی طبق آمار هواشناسی پارس آباد از فروردین تا آخر خرداد می‌باشد. طبق آمار ۲۵ ساله پارس‌آباد متوسط بارندگی ۲۷۱/۲ میلی‌متر و متوسط تبخیر سالانه ۱۴۸۶/۵ میلی‌متر گزارش شده است (۲۳،۲۱). این منطقه بر اساس طبقه‌بندی سیمیت مشابه مناطق معتدله ذرت‌کاری دنیا می‌باشد. برای استخراج لاین‌های ذرت سازگار از ژرم‌پلاسم سیمیت، منابع ژرم‌پلاسم مورد استفاده در سال ۱۳۸۱ توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر در قالب آزمایشات بین‌المللی از سیمیت دریافت گردید و سپس در محل موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج، به‌طور مستقیم و یا پس از تلاقی اولیه با لاین‌های معتدله (به‌منظور القای سازگاری بیش‌تر به اقلیم معتدله) در طی سال‌های بعد، از طریق خودگشنی و گزینش اقدام به استخراج لاین‌های سازگار گردید. در نتیجه این فرایند تعداد ۱۳ لاین برتر شناسایی و استخراج شد. در مرحله بعدی بایستی قابلیت ترکیب این لاین‌ها در تلاقی با منابع موجود و سازگار مناطق معتدله مشخص شوند. بدین منظور چهار لاین (MO17، K18، A679، K166B) به‌عنوان تستر بر اساس مدل تلاقی لاین× تستر با ۱۳ لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم ذرت سیمیت تلاقی داده شدند و در نتیجه ۵۲ هیبرید از این تلاقی بدست آمد. لاین‌های MO17 و K18 از گروه لنکستر شور کراپ، لاین A679 از گروه رید یللو دنت و لاین K166B از گروه ذخایر توارثی غیر معتدله سیمیت در شرایط ایران هستند. ۵۲ هیبرید حاصل از تلاقی‌ها به همراه دو هیبرید شاهد و پر محصول (سینگل کراس‌های ۷۰۵ و ۷۰۴) در قالب طرح

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط آب و هوایی منطقه مغان مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل دو خط کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۶/۴۸ متر بود که در روی هرخط جهت اطمینان از سبز شدن دو بذر در ۳۶ کپه به فاصله ۱۸سانتی‌متر به صورت دستی کاشته شد. پس از تنک کردن در مرحله ۴-۵ برگی (حدود ۱۸ روز بعد از کاشت) فقط یک بوته در هر کپه نگه داشته شد که بر این اساس تراکم کشت در حدود ۷۴ هزار بوته در هکتار بود. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی و در دو نوبت انجام گردید. برای مبارزه با آفات از جمله آگروتیس، پیرائوستا، هلیوتیس و کارادرینا و نیز کنه از سموم توصیه شده توسط کارشناسان آفات استفاده شد. از زمان کاشت تا برداشت کلیه مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، کودهی و غیره به عمل آمد. میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک محل آزمایش تعیین گردید. به‌طوری‌که، ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره قبل از کاشت و ۳۰۰ کیلوگرم اوره نیز به صورت سرک مصرف شد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه (بلال‌های دو خط وسط بعد از حذف بوته های حاشیه‌ای هر خط برداشت و با ترازوی حساس ۰/۰۰۵ توزین گردید، سپس عملکرد بلال با درصد چوب بلال و رطوبت ۱۴ درصد تصحیح شد و میزان عملکرد دانه در هکتار (تن در هکتار) مشخص گردید)، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در هر ردیف بلال، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد روز از سبز شدن تا ظهور کاکل، تعداد روز از سبز شدن تا رسیدن فیزیولوژیک (تعداد روز از زمان سبز شدن تا زمانی که در ۵۰ درصد بوته‌های دو خط وسط هر کرت، برگ‌های پایین بلال و برگ‌های محافظ بلال، خشک و بقیه برگ‌ها نیز زرد شدند به‌عنوان تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در نظر گرفته شد. در این زمان علاوه بر علایم بالا، در نوک دانه لایه سیاه نیز تشکیل می‌شود) و تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک بودند.

تجزیه لاین × تستر بر اساس مدل زیر انجام تعیین شد (۱۴):

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_k + \varepsilon_{ijk}$$

که در این مدل Y_{ijk} اندازه صفت برای تلاقی i×j در تکرار kام می‌باشد. μ میانگین جمعیت، g_i اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای لاین iام، اثر g_j ترکیب‌پذیری عمومی برای تستر jام، S_{ij} اثر ترکیب‌پذیری خصوصی برای تلاقی i×j ام، r_k اثر تکرار و ε_{ij} خطای مربوط به فرد k_{ij}ام است. برای تجزیه واریانس تلاقی‌ها به اجزا تشکیل دهنده از روش پیشنهادی کمپتورن (۱۴) استفاده گردید. همچنین اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)، خصوصی (SCA) برآورد و آزمون اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تسترها با استفاده از آزمون t صورت گرفت (۵). تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزارهای SAS و SPSS صورت گرفت (۱۶،۱۸).

جدول ۱- اسامی لاین‌های والدینی ذرت استفاده شده در برنامه تلاقی بر اساس مدل لاین × تستر

Table 1. The name of maize parent lines hybridized in this research based on line×tester model

شماره	کد	پدیگری لاین‌ها یا اسامی لاین‌ها
۱	L1	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13
۲	L2	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21
۳	L3	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33
۴	L4	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37
۵	L5	K18×2-CHTHIY,2002/1389/59=1390/73
۶	L6	K18×2-CHTHIY,2002/1389/59=1390/73
۷	L7	XT03
۸	L8	4-CHTSEY, 2002/1390/5
۹	L9	4-CHTSEY, 2002/1390/9
۱۰	L10	7-CHTSEY, 2002/1390/41
۱۱	L11	20-CHTSEY,2002/1390/45
۱۲	L12	20-CHTSEY,2002/1390/53
۱۳	L13	MO17 × 6-CHTHEY, 2002/1390/69
۱۴	T1	MO17(tester)
۱۵	T2	K18(tester)
۱۶	T3	A679(tester)
۱۷	T4	K166B(tester)

نتایج و بحث

اختلاف هیبریدها و تلاقی‌ها از نظر صفات عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک معنی‌دار بود. معنی‌دار شدن اثر تلاقی‌ها، شرایط لازم را برای انجام تجزیه لاین × تستر و تجزیه اثر تلاقی به اجزای آن (اثر لاین، اثر تستر و اثر متقابل لاین × تستر) برای عملکرد دانه و سایر صفات مهیا نمود. واریانس ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها برای عملکرد دانه و سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اختلاف معنی‌دار مشاهده شده بین تسترها و بین لاین‌ها نشان‌دهنده وجود نقش اثرات افزایشی ژنی در کنترل عملکرد دانه و سایر صفات بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

جدول ۲- میانگین مربعات تجزیه واریانس لاین × تستر برای عملکرد دانه ذرت و سایر صفات زراعی

Table 2. Mean squares of the line × tester analysis for grain yield and some agronomic traits

صفات / منابع تغییرات	تکرار (۲)	تلاقی‌ها (۵۱)	TGCA (۳)	LGCA (۱۲)	T × L, SCA (۳۶)	خطا (۱۰۲)
عملکرد دانه	۶/۰۴	۳/۷۷**	۲۳/۷۶**	۷/۰۵**	۱/۰۱**	۰/۶۰
تعداد ردیف دانه در بلال	۱۲/۰۶	۶/۴۱**	۴۹/۸۰**	۱۱/۰۱**	۱/۲۶**	۰/۵۳
تعداد دانه در ردیف بلال	۳۵/۶۱	۲۴/۳۳**	۱۴۲/۶۱**	۳۷/۴۸**	۱۰/۰۹**	۴/۵۴
وزن هزار دانه	۳۱۲۹/۵	۷۳۵/۰۲**	۸۱۳/۹۲**	۷۶۷/۹**	۷۱۷/۴۷**	۲۸۵/۲۸
ارتفاع بوته	۶۰۷/۳۹	۴۳۳/۱۴**	۱۸۳۶/۳۲**	۱۰۶۰**	۱۰۷/۲۴*	۶۵/۴۵
ارتفاع بلال	۹۷۶/۲۳	۲۸۷/۱۸**	۹۲۲/۷۶**	۷۴۲/۵**	۸۲/۴۳**	۴۲/۶۴
تعداد روز از سبز شدن تا ظهور کاکل	۵۶/۷۲	۱۶/۰۰**	۳۶/۰۷**	۴۴/۱۹**	۴/۹۴**	۲/۴۰
تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	۱۲/۷۰	۱۵/۳۰**	۵۵/۰۰**	۳۱/۳۸**	۶/۶۳^{ns}	۵/۷۱
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	۱۵/۸۳	۹/۹۷**	۲۰/۸۴**	۱۸/۵۱**	۶/۲۱^{ns}	۴/۹۸

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درجه آزادی منبع تغییر مربوطه می‌باشد.**، * و^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار، TGCA: ترکیب‌پذیری عمومی تسترها یا اثر تسترها، LGCA: ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها یا اثر لاین‌ها، T × L, SCA: ترکیب‌پذیری خصوصی یا اثر متقابل لاین در تستر.

میانگین مربعات لاین × تستر (واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی) نیز برای عملکرد دانه و سایر صفات به جز صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین × تستر نشان دهنده واکنش متفاوت لاین‌ها در ترکیب با تسترهای مختلف است که می‌تواند ناشی از واکنش متفاوت لاین‌ها در ترکیب با تسترها از نظر قدرت انتقال صفات باشد. هم‌چنین حاکی از تنوع بین لاین و تسترها می‌باشد که امکان گزینش لاین‌های مناسب جهت استفاده در برنامه تولید هیبرید را افزایش می‌دهد. همچنین معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین × تستر حاکی از نقش اثر غالبیت و غیرافزایشی در کنترل عملکرد دانه و سایر صفات بود (۵). بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل عملکرد دانه و سایر صفات مورد مطالعه نقش داشتند. نقش هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل عملکرد دانه به کرات گزارش شده است (۲۳،۲۲،۱۵). مقایسه میانگین عملکرد دانه تلاقی‌ها نشان داد تلاقی‌های شماره۱۹، ۲۶، ۲۸ و ۲۳ به ترتیب با ۱۱/۱۹، ۱۰/۹۱، ۱۰/۸۹ و ۱۰/۷۸ تن در هکتار، عملکرد دانه‌ی بالاتری نسبت به هیبرید شاهد پر محصول ۷۰۴ (با ۱۰/۵۰ تن در هکتار) داشتند، هرچند این اختلاف از آماری نبود و این تلاقی‌ها با رقم شاهد در یک گروه قرار گرفتند. لاین‌های مادری این تلاقی‌ها، لاین‌های شماره ۲، ۵ و ۷ استخراجی از ژرم‌پلاسم های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت بودند. هم‌چنین ۱۸ تلاقی از ۵۲ تلاقی ایجاد شده، عملکرد دانه‌ی بین دو رقم شاهد ۷۰۵(۹/۱۲ تن در هکتار) و ۷۰۴ (۱۰/۵۰ تن در هکتار) تولید نمودند که والد مادری این تلاقی‌ها، لاین‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۱۱ استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت بودند (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد امکان استفاده از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت برای اصلاح عملکرد دانه ذرت در شرایط مناطق معتدله ایران وجود دارد. در چین ژرم‌پلاسم ذرت حاره‌ای و نیمه حاره‌ای به‌طور گسترده در برنامه اصلاح ذرت مناطق معتدله این کشور، به‌منظور استخراج و تولید لاین و هیبریدهای سازگار وارد شده است (۱۸،۹،۸،۷،۴). در برنامه‌های تحقیقات ذرت سایر مناطق معتدله نیز، مطالعات زیادی بر روی شناسایی منابع پر پتانسیل از این ژرم‌پلاسم‌ها متمرکز است (۲۴،۲۰،۱۱). به‌منظور شناسایی ترکیب‌شونده برتر، ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها و تسترها برآورد گردید (جدول ۴). تستر K166B ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه نشان داد. میانگین عملکرد دانه تلاقی‌های حاصله از این تستر با لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم سیمیت بالاتر از میانگین عملکرد تلاقی‌های حاصله از سایر تسترها بود. لاین‌های شماره ۲، ۳، ۵ و ۷، GCA مثبت معنی‌دار و لاین‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۲ و ۱۳، GCA منفی معنی‌دار برای عملکرد دانه داشتند. سایر لاین‌ها GCA معنی‌داری برای عملکرد دانه نشان ندادند. بنابراین امکان استفاده مستقیم از لاین‌های شماره ۲، ۳، ۵ و ۷ در اصلاح عملکرد دانه وجود دارد. در میان لاین‌های که برای عملکرد دانه، GCA مثبت معنی‌دار نشان دادند لاین‌های ۲، ۳ و ۵ برای تعداد ردیف دانه در بلال نیز GCA مثبت معنی‌دار نشان دادند. لاین شماره ۵ برای تعداد روز تا کاکل‌دهی GCA منفی معنی‌دار داشت. به عبارت دیگر این لاین باعث کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی و زودرسی می‌گردد. لاین شماره ۶ برای تعداد دانه در ردیف GCA مثبت و معنی‌دار و برای تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک GCA منفی و معنی‌دار داشت. بنابراین امکان استفاده مستقیم در اصلاح عملکرد دانه از این لاین وجود ندارد، ولی می‌توان از لاین شماره ۶ برای اهداف خاص اصلاحی از جمله افزایش تعداد دانه در بلال و زودرسی در اصلاح ژرم‌پلاسم و یا لاین سود جست. فان و همکاران نیز در سال ۲۰۱۰ با ارزیابی ۲۵ لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت در تلاقی با چهار تستر مناطق معتدله چین به این نتیجه رسیدند که ترکیب‌پذیری عمومی تعدادی از لاین‌ها برای عملکرد دانه و اجزای آن مثبت و معنی‌دار می‌باشد (۹) که با نتایج این قسمت از تحقیق حاضر مطابقت داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه تلاقی‌ها به همراه دو هیبرید شاهد و رتبه تلاقی‌ها

Table 3. The comparison of crosses along with two check hybrids for grain yield and their ranking

شماره	تلاقی‌ها	عملکرد دانه (تن در هکتار)	رتبه تلاقی‌ها	شماره	تلاقی‌ها	عملکرد دانه (تن در هکتار)	رتبه تلاقی‌ها
۱	L1×MO17	۸/۰۵	۱۱	۲۸	L7×K166B	۱۰/۸۹	۵۰
۲	L2×MO17	۸/۲۸	۱۵	۲۹	SC705	۹/۱۲	–
۳	L3×MO17	۹/۵۰	۳۹	۳۰	SC704	۱۰/۵۰	–
۴	L4×MO17	۷/۹۳	۹	۳۱	L8×MO17	۶/۸۱	۲
۵	L5×MO17	۹/۸۵	۴۵	۳۲	L9×MO17	۷/۱۲	۵
۶	L6×MO17	۷/۷۵	۸	۳۳	L10×MO17	۷/۶۲	۶
۷	L7×MO17	۸/۷۷	۲۴	۳۴	L11×MO17	۸/۱۶	۱۴
۸	L1× K18	۹/۱۳	۳۲	۳۵	L12×MO17	۶/۸۵	۳
۹	L2× K18	۹/۵۱	۴۰	۳۶	L13×MO17	۵/۹۴	۱
۱۰	L3×K18	۹/۶۹	۴۳	۳۷	L8×K18	۸/۰۴	۱۰
۱۱	L4×K18	۹/۱۲	۳۱	۳۸	L9×K18	۸/۳۵	۱۷
۱۲	L5×K18	۸/۶۱	۲۱	۳۹	L10×K18	۹/۱۰	۳۰
۱۳	L6×K18	۸/۰۵	۱۲	۴۰	L11×K18	۸/۲۹	۱۶
۱۴	L7×K18	۹/۷۶	۴۴	۴۱	L12×K18	۶/۸۵	۴
۱۵	L1×A679	۹/۳۷	۳۶	۴۲	L13×K18	۸/۷۷	۲۵
۱۶	L2×A679	۹/۴۸	۳۷	۴۳	L8×A679	۸/۴۸	۱۹
۱۷	L3×A679	۹/۳۰	۳۴	۴۴	L9×A679	۷/۶۶	۷
۱۸	L4×A679	۸/۷۱	۲۳	۴۵	L10×A679	۸/۱۳	۱۳
۱۹	L5×A679	۱۱/۱۹	۵۲	۴۶	L11×A679	۸/۶۲	۲۲
۲۰	L6×A679	۹/۰۰	۲۸	۴۷	L12×A679	۸/۳۸	۱۸
۲۱	L7×A679	۱۰/۳۱	۴۷	۴۸	L13× A679	۸/۹۵	۲۷
۲۲	L1×K166B	۹/۵۰	۳۸	۴۹	L8×K166B	۹/۳۵	۳۵
۲۳	L2×K166B	۱۰/۷۸	۴۹	۵۰	L9×K166B	۸/۸۷	۲۶
۲۴	L3×K166B	۱۰/۲۶	۴۶	۵۱	L10×K166B	۸/۵۰	۲۰
۲۵	L4×K166B	۱۰/۴۷	۴۸	۵۲	L11×K166B	۹/۳۰	۳۳
۲۶	L5×K166B	۱۰/۹۱	۵۱	۵۳	L12×K166B	۹/۰۶	۲۹
۲۷	L6×K166B	۹/۵۴	۴۱	۵۴	L13×K166B	۹/۶۵	۴۲
Sx	-	-	-	-	-	۰/۱۵	-

جدول ۴- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها برای عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ذرت

Table 4. The general combining ability of maize lines and testers for grain yield and some agronomic traits

تستر و لاین‌ها†	عملکرد دانه	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال	تعداد روز از سبز شدن تا ظهور کاکل	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک
T1	-۰/۹۶**	-۱/۴۴**	۰/۲۲	۵/۴۱*	-۸/۸۵**	-۶/۶۴**	۰/۸۳**	-۱/۳۷**	-۰/۵۴
T2	-۰/۱۴	-۰/۱۴	۲/۵۴**	-۵/۰۱	-۱/۹۵	-۰/۵۹	۰/۴۲	-۰/۶۲	-۰/۲۱
T3	۰/۱۹	۱/۲۹**	-۰/۸۰*	۱/۹۱	۴/۷۳**	۳/۴۵**	-۱/۳۸**	۱/۰۴**	-۰/۳۳
T4	۰/۹۲**	۰/۲۸*	-۱/۹۵**	-۲/۳۱	۶/۰۷**	۳/۷۹**	۰/۱۳	۰/۹۴*	۱/۰۸**
S.E.تسترها	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۳۴	۲/۷۰	۱/۳۰	۱/۰۵	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۳۶
L1	-۰/۲۳	۰/۱۰	-۱/۲۱	۰/۶۹	۷/۱۸**	-۰/۰۳	-۰/۷۰	۰/۱۹	۰/۱۵
L2	۱/۸۶**	-۰/۶۱	-۱۰/۹۷*	۱/۶۱	-۲/۰۳	-۰/۷۰	۰/۲۲	۱/۲۷	۰/۵۷
L3	۰/۴۲*	-۰/۷۰	۳/۲۹	۱۲/۸۸**	۸/۷۶**	۰/۲۲	-۰/۳۱	-۰/۱۰	-۰/۱۰
L4	-۰/۵۵**	-۱/۲۹*	-۵/۵۷	-۲/۳۲	-۱/۰۹	-۱/۱۲**	۱/۱۰	-۰/۰۱	-۰/۰۱
L5	۰/۵۲*	۳/۴۸**	-۱۳/۰۹*	۴/۳۹	۱/۴۳	۱/۲۲**	-۰/۰۶	۱/۱۵	۱/۱۵
L6	-۰/۳۵	۱/۹۸**	-۱/۵۴	-۲/۱۹	-۰/۰۴	۱/۸۰**	-۳/۱۵**	-۱/۳۵*	-۱/۳۵*
L7	-۰/۷۲**	-۱/۴۸*	۵/۴۲	۲۱/۵۸**	۱۴/۸۳**	۲/۳۰**	-۰/۱۵	۲/۱۵**	۲/۱۵**
L8	-۰/۶۹**	۰/۰۴	۰/۲۴	۱/۸۴	-۱۲/۰۵**	-۱۰/۲۸**	-۲/۲۰**	۱/۲۷	-۰/۹۳
L9	-۰/۸۶**	۰/۴۰	-۳/۲۵**	۱۲/۲۷*	-۵/۲۸**	-۳/۶۹	-۳/۶۲**	۲/۱۰**	-۱/۵۱*
L10	-۰/۵۲*	۱/۳۸**	-۰/۹۵	۹/۴۱	-۱۲/۹۰**	-۱۳/۷۴**	-۲/۰۳**	۱/۷۷*	-۰/۲۶
L11	-۰/۲۷	۰/۰۲	-۰/۱۸	۰/۸۰	۳/۳۱	۶/۸۲**	۳/۱۳**	-۱/۶۵*	۱/۴۹*
L12	-۱/۰۷**	-۱/۱۵**	۰/۴۵	۸/۷۷	-۴/۶۴*	-۴/۹۴**	۰/۴۷	-۲/۵۶**	-۲/۱۰**
L13	-۰/۵۳*	-۱/۶۵**	۲/۲۱**	-۹/۴۳	-۵/۱۰*	-۳/۲۰	۰/۵۵	۰/۱۹	۰/۷۴
S.E.لاین‌ها	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۶۱	۴/۸۸	۲/۳۴	۱/۸۹	۰/۴۵	۰/۶۹	۰/۶۴

†: آزمون اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تسترها با استفاده از آزمون t صورت گرفت. ** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵ درصد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

نتایج ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها برای عملکرد دانه نشان داد به جز ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار تستر K18 با لاین شماره ۱۰ و تستر A679 با لاین شماره ۵، سایر تلاقی‌ها ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۵). فان و همکاران (۹) در مناطق معتدله چین ۲۵ لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت در تلاقی با چهار تستر مناطق معتدله مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده نمودند که هیچ‌یک از تلاقی‌ها ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار ندارند. هم‌چنین نتایج بررسی زامبری و همکاران (۲۵) که گزارش کرده بود واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به‌طور قابل توجهی بیش از واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی است با نتایج این قسمت از تحقیق حاضر مطابقت داشت. بنابراین می‌توان گفت ترکیب پذیری عمومی مهم‌ترین منبع تغییرات برای عملکرد دانه در تلاقی‌های مورد مطالعه بود.

جدول ۵- مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها برای عملکرد دانه ذرت

Table 5. The specific combining ability (SCA) of crosses for maize grain yield

لاین/ تستر	MO17	K18	A679	K166B
L1	۰/۰۰۲	۰/۲۶۰	۰/۱۷۰	-۰/۴۳۱
L2	-۰/۲۷۳	۰/۱۴۲	-۰/۲۱۹	۰/۳۵۰
L3	۰/۷۷۴	۰/۱۴۷	-۰/۵۷۸	-۰/۳۴۲
L4	-۰/۱۶۶	۰/۲۰۹	-۰/۵۳۶	۰/۴۹۳
L5	۰/۶۷۱	-۱/۳۸۷**	۰/۸۷۰*	-۰/۱۴۵
L6	۰/۱۲۶	-۰/۳۹۳	۰/۲۲۹	۰/۰۳۸
L7	-۰/۱۹۹	-۰/۰۳۵	۰/۱۹۳	۰/۰۴۱
L8	-۰/۴۰۰	۰/۰۱۷	۰/۱۲۳	۰/۲۶۰
L9	۰/۰۸۶	۰/۴۹۴	-۰/۵۳۰	-۰/۰۵۰
L10	۰/۲۴۴	۰/۹۰۶*	-۰/۳۹۵	-۰/۷۵۵
L11	۰/۵۳۲	-۰/۱۵۶	-۰/۱۶۱	-۰/۲۱۵
L12	۰/۰۲۸	-۰/۷۹۲	۰/۴۱۰	۰/۳۵۵
L13	-۱/۴۲۴**	۰/۵۸۸	۰/۴۳۴	۰/۴۰۱
S.E.	۰/۴۴۶	۰/۴۴۶	۰/۴۴۶	۰/۴۴۶

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

در برنامه تلاقی و تولید هیبرید ذرت، غربال لاین‌های مناسب از میان تعداد زیاد لاین‌های استخراجی در انتهای برنامه‌های اصلاح ذرت از اهمیت کاربردی فوق‌العاده بالایی برخوردار است. بنابراین یک تستر مناسب باید قادر باشد ضعیف‌ترین و قوی‌ترین لاین‌ها را از هم تفکیک نماید. فان و همکاران (۹) معیار مناسب و نسبتاً ساده‌ای را برای بررسی کارایی تسترهای مورد استفاده در گزینش لاین‌های استخراجی از منابع خارجی و هم‌چنین انتخاب تعداد مناسب تستر برای غربال‌گری لاین‌های استخراجی از منابع خارجی ارایه دادند. آن‌ها والدین تلاقی‌های برتر و پر پتانسیل که از نظر عملکرد دانه برتر از هیبرید شاهد و یا در سطح هیبرید شاهد بودند، را مشخص نمودند و این لاین‌ها را به‌عنوان لاین‌های برتر در جهت تقویت پایه ژنتیکی ژرم پلاسم‌های بومی و یا داشتن امکان استفاده مستقیم این لاین‌ها برای تولید هیبرید تجاری در نظر گرفتند. سپس آن‌ها لاین‌های برتر گزینش شده توسط یک تستر به تنهایی و هم‌چنین گزینش هم‌زمان با دو تستر، سه تستر و چهار تستر معین نمودند. بر همین اساس تعداد حالات ممکن با چهار تستر برابر با ۱۵ حالت (چهار حالت با یک تستر، ۶ حالت با دو تستر، چهار حالت با سه تستر و یک حالت با هر چهار تستر) می‌باشد. در این بررسی، لاین‌های برتر به ترتیب ۵، ۷، ۲، ۴ و ۳ (والد مادری ده تلاقی برتر از نظر عملکرد دانه) بودند (جدول ۳). هم‌چنین به‌منظور بررسی کارایی تسترها در گزینش لاین‌های برتر، رتبه عملکرد دانه تلاقی‌ها برای هر یک از تستر مشخص گردیدند و در جدول ۶ ارایه شد که بر این اساس تعداد پنج لاین برتر برای هر یک از تسترها و یا بر اساس رتبه مربوط به میانگین عملکرد دانه ترکیبات مختلف تستر با هر یک از لاین‌ها مشخص شدند و لاین‌های گزینش توسط هر یک از تستر و یا حالات مختلف ترکیب آن‌ها در جدول ۷ نشان داده شده است. به‌عنوان نمونه لاین‌های شماره ۵، ۳، ۷، ۲ و ۱۱ در تلاقی با MO17 در مقایسه با تلاقی سایر لاین‌ها با این تستر بالاترین عملکرد دانه داشتند و بالاترین رتبه عملکرد دانه در تلاقی مربوط به MO17 را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین براساس انتخاب هم‌زمان دو تستر MO17 و K18، لاین‌های ۳، ۷، ۵، ۴ و ۱۰ گزینش شدند. به همین منوال گزینش لاین‌های برتر برای سایر حالات ترکیب تسترها نیز انجام گرفت. به‌طورکلی علیرغم تشابه نسبی بین لاین‌های گزینش شده در ۱۵ حالت، لاین‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷، ۱۰ و ۱۱ لاین‌های گزینش شده توسط یک یا چند روش بودند (جدول ۷). معمولاً هدف نهایی اصلاح ذرت، تولید هیبرید(های) با عملکرد دانه بالا است. بنابراین ده تلاقی برتر از میان ۵۲ تلاقی ایجاد شده که از نظر عملکرد دانه برتر و یا شبیه با هیبرید شاهد بودند، به منظور مقایسه کارایی روش ۱۵ تست کراس تعیین گردید. با بررسی والدین این تلاقی‌های مشخص شد که این تلاقی‌ها تنها از تلاقی پنج لاین خارجی با چهار تستر بدست آمده‌اند که عبارت از لاین‌های شماره ۵، ۷، ۲، ۴ و ۳ بودند و به عنوان لاین‌های برتر انتخاب شدند. کارایی یک تستر یا حالت ترکیبی از تسترها زمانی بالا خواهد بود توانایی انتخاب همه یا تعداد بیشتری از این لاین‌های برتر را داشته باشند. بنابراین برای دستیابی به چنین نتیجه‌گیری مهم، لاین‌های مشابه که در میان لاین‌های گزینش شده با هریک از تسترها و یا حالت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

ترکیبی تسترها (روش ۱۵ تست کراس) با لاین‌های ده تلاقی برتر (لاین‌های شماره ۵، ۷، ۲، ۴ و ۳) مشخص و نتایج در جدول ۸ ارایه شد. با بررسی دقیق لاین‌های گزینش توسط ۱۵ حالت مختلف تست کراس‌ها (جدول ۸) مشخص شد یک تستر (تستر K166B) از میان چهار تستر به درستی هر پنج لاین برتر را انتخاب کرده است. هم‌چنین دو تستر (تسترهای MO17 و A679) توانایی انتخاب چهار لاین از میان پنج لاین برتر را داشتند و تستر K18 توانست سه لاین برتر از میان پنج لاین برتر را تفکیک نماید. بنابراین تستر K166B قدرت تفکیک بالایی در گزینش لاین‌های برتر از میان لاین‌های استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت دارا است و تسترهای MO17 و A679 قدرت تفکیک نسبتاً خوبی دارند. علاوه بر این، نتایج حاصله نشان داد دو لاین شماره ۳ و ۷ از میان پنج لاین برتر در هر ۱۵ حالت و لاین شماره ۵ در چهارده حالت (فقط توسط تستر شماره ۲ (تستر K18) مورد گزینش قرار نگرفت) انتخاب شدند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد یک تستر مناسب توانایی تفکیک لاین‌ها برتر (نه همه آن‌ها) دارا بوده هرچند استفاده از دو تستر خطر عدم انتخاب یک لاین برتر را به میزان زیادی کاهش می‌دهد. این نتایج در تطابق با یافته‌های فان و همکاران (۹) بود.

جدول ۶- رتبه عملکرد دانه تلاقی حاصله از ۱۳ لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت در تلاقی با چهار تستر مناطق معتدله

Table 6. The ranks of grain yields of 13 lines derived from tropical and subtropical CIMMYT germplasm crossed with the four temperate maize testers

لاین/ تستر	MO17	K18	A679	K166B
L1	۸	۱۰	۱۰	۱
L2	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱
L3	۱۲	۱۲	۹	۹
L4	۷	۹	۶	۱۰
L5	۱۳	۶	۱۳	۱۳
L6	۶	۳	۸	۷
L7	۱۱	۱۳	۱۲	۱۲
L8	۲	۲	۴	۶
L9	۴	۵	۱	۳
L10	۵	۸	۲	۲
L11	۹	۴	۵	۵
L12	۳	۱	۳	۴
L13	۱	۷	۷	۸

جدول ۷- پنج لاین انتخاب شده توسط هر یک از تسترها به تنهایی و گزینش هم‌زمان توسط حالات مختلف ترکیب تسترها

Table 7. Five lines selected by different testers and different combinations of testers

تست کراس‌ها	T1†	T2	T3	T4	T12	T13	T14	T23	T24	T34	T123	T124	T134	T234	T1234
لاین‌های انتخاب شده	L5	L7	L5	L5	L3	L5	L5	L7	L7	L5	L5	L3	L5	L7	L5
	L3	L3	L7	L7	L7	L7	L3	L5	L2	L7	L7	L7	L5	L5	L7
	L7	L7	L7	L7	L5	L3	L7	L3	L3	L2	L3	L5	L3	L2	L3
	L2	L2	L1	L4	L4	L2	L2	L4	L4	L3	L2	L2	L2	L3	L2
	L11	L3	L3	L1	L10	L4	L1	L13	L5	L4	L11	L4	L4	L4	L4

†T1= تستر MO17، T2= تستر K18، T3= تستر A679، T4= تستر K166B، T12= دو تستر T1 و T2، به همین منوال برای سایر حالات....

جدول ۸- تعیین لاین‌های برتر موجود در میان لاین گزینش شده با هریک از تسترها و یا ترکیب مختلف تسترها

Table 8. The determination of best lines among selected lines crosses from difference testcross experi by different testers and different combinations of testers

لاین‌های برتر†	T1‡	T2	T3	T4	T12	T13	T14	T23	T24	T34	T123	T124	T134	T234	T1234
2	§S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	S	S
3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
4	-	S	-	S	S	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S
5	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

†: لاین‌های که ده تلاقی برتر از نظر عملکرد دانه از تلاقی آن‌ها با تسترهای مورد مورد مطالعه بدست آمده اند. ‡: T1= تستر MO17، T2= تستر K18، T3= تستر A679، T4= تستر K166B، T12= دو تستر T1 و T2، به همین منوال برای سایر حالات نوشته می‌شود. §:حرف S، مشخص کننده وجود لاین برتر در میان لاین‌های گزینش شده با تستر یا ترکیبات مختلف تسترها می‌باشد.

علیرغم وجود تفاوت رتبه عملکرد تلاقی‌های حاصل از تسترها با یکدیگر (جدول ۶)، همبستگی رتبه عملکرد دانه تلاقی‌های داخل تسترها به جز همبستگی A679 با K166B، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۹). این نشان می‌دهد تسترهای مورد مطالعه در گروه‌بندی لاین‌ها نسبتاً مشابه عمل کردند و بیش‌ترین شباهت مربوط به تسترهای A679 و MO17 و تسترهای K166B و A679 بود (جدول ۹). این نتیجه‌گیری از جدول ۷ نیز به راحتی قابل استنباط است به

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

طوری A679 و MO17 و هم‌چنین K166B و A679 در چهار لاین از پنج لاین برتر انتخابی‌شان مشابه بودند. این یافته نشان می‌دهد برای صرفه‌جویی در هزینه و تسریع در روند برنامه‌های اصلاح ذرت مربوط به گزینش لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم‌های حاره‌ای و نیمه حاره‌ای در مناطق معتدله می‌توان از تعداد کم تر تستر استفاده نمود. به منظور بررسی بیش‌تر همبستگی عملکرد دانه برای حالات مختلف ترکیب تستر (۱۵ حالت تسترها) برآورد گردید (جدول ۱۰) و نتایج نشان داد اغلب همبستگی بین تسترها و حالات مختلف ترکیب آن‌ها مثبت و بسیار معنی‌دار بود این یافته بار دیگر تاکید کرد که می‌توان از تعداد کمتر تستر مناطق معتدله در غربال‌گری لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم‌های حاره‌ای و نیمه حاره‌ای ذرت در مناطق معتدله استفاده کرد. فان و همکاران (۹) نیز در غربال لاین‌های استخراجی از ژرم پلاسم‌های حاره‌ای و نیمه حاره‌ای در مناطق معتدله چین به نتیجه مشابهی دست یافتند و تاکید کردند که می‌توان فقط از یک تستر به جای چهار تستر استفاده نمود. به‌طورکلی نتایج امیدبخش در برخی از تلاقی‌ها از جمله تلاقی تستر K166B با لاین‌های شماره ۲، ۵ و ۷ و هم‌چنین تلاقی تستر A679 با لاین شماره ۵ نشان داد استفاده از ژرم‌پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای می‌تواند امکان دستیابی به منابع برتر و سازگار تر را تسهیل نماید. علاوه بر این، غربال‌گری لاین‌های استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت با تسترهای معتدله ذرت کشور امکان‌پذیر است. در این مطالعه تستر K166B قدرت تفکیک بالایی در گزینش لاین‌های برتر از میان لاین‌های استخراجی از ژرم‌پلاسم‌های مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای سیمیت داشت. به علاوه نتایج نشان داد یک تستر مناسب، توانایی تفکیک لاین‌ها برتر (نه همه آن‌ها) دارا بوده هر چند استفاده از دو تستر خطر عدم انتخاب یک لاین برتر را به میزان زیادی کاهش می‌دهد.

جدول ۹- همبستگی اسپیرمنی (همبستگی رتبه‌ای) برای رتبه عملکرد دانه‌ی تلاقی‌های حاصله از ۱۳ لاین با چهار تستر مورد مطالعه

Table 9. Correlation coefficients of ranks of grain yields of 13 lines with the four testers

همبستگی اسپیرمنی	MO17	A679	A679
MO17			
K18	۰/۵۹۹*		
A679	۰/۷۴۲**	۰/۵۷۷*	
K166B	۰/۵۵۵*	۰/۳۸۵	۰/۷۰۳**

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵ درصد

جدول ۱۰- ضریب همبستگی پیرسونی برای میانگین عملکرد دانه برای حالات مختلف ترکیب تسترها

Table 10. Correlation coefficients among means grain yields with different numbers of testers and their combinations

	T1	T2	T3	T4	T12	T13	T14	T23	T24	T34	T123	T124	T134	T234	T1234
T1															
T2	۰/۵۱														
T3	۰/۷۱**	۰/۴۱													
T4	۰/۶۴*	۰/۵۵	۰/۸۳**												
T12	۰/۹۱**	۰/۸۲**	۰/۶۶*	۰/۶۹**											
T13	۰/۹۴**	۰/۵۰	۰/۹۱**	۰/۷۹**	۰/۸۶**										
T14	۰/۹۳**	۰/۵۸*	۰/۸۴**	۰/۸۷**	۰/۹۰**	۰/۹۶**									
T23	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۷۴**	۰/۶۸*	۰/۵۰	۰/۶۴*	۰/۶۲*								
T24	۰/۳۶	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۷۲**	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۵۷*	۰/۹۰**							
T34	۰/۷۱**	۰/۴۹	۰/۹۶**	۰/۹۵**	۰/۷۱**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۷۴**	۰/۶۴*						
T123	۰/۹۱**	۰/۷۳**	۰/۸۵**	۰/۸۱**	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۵**	۰/۶۴*	۰/۵۲	۰/۸۷**					
T124	۰/۸۸**	۰/۷۹**	۰/۷۷**	۰/۸۵**	۰/۹۷**	۰/۹۰**	۰/۹۶**	۰/۶۰*	۰/۵۸*	۰/۸۵**	۰/۹۸**				
T134	۰/۸۹**	۰/۵۴	۰/۹۳**	۰/۸۹**	۰/۸۵**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۶۹**	۰/۵۷*	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۹۳**			
T234	۰/۷۳**	۰/۷۵**	۰/۸۸**	۰/۹۳**	۰/۸۵**	۰/۸۷**	۰/۹۰**	۰/۷۱**	۰/۶۶*	۰/۹۵**	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۳**		
T1234	۰/۸۷**	۰/۷۱**	۰/۸۸**	۰/۸۹**	۰/۹۲**	۰/۹۵**	۰/۹۷**	۰/۶۷*	۰/۶۰*	۰/۹۲**	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۹۷**

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵ درصد

T1= تستر MO17، T2= تستر K18، T3= تستر A679، T4= تستر K166B، T12= دو تستر T1 و T2، به همین منوال برای سایر حالات....

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

منابع

1. Anonymous. 2013. FAOSTAT data. Food and Agriculture Organization Statistics Available at: http://www.FAO.org
2. Anonymous. 2014. Statistics Report of 2012-2013 Years. Statistics and Information Office of Ministry of Jihad-e-Agriculture, 167 pp (In Persian).
3. Anonymous. 2015. World of corn 2014. National Corn Growers Association. Available at: www.ncga.com.
4. Chen, H.M., Y.F. Wang, W.H. Yao, L.M. Luo, J.L. Li, C.X. Xu, X.M. Fan and H.C. Gho. 2011. Utilization potential of the temperate maize inbreds integrated with tropical germplasm. ACTA AgronomicaSinica, 37: 1785-1793.
5. Choukan, R. 2008. Methods of Genetical Analysis of Quantitative Traits in Plant Breeding. Seed and Plant Improvement Institute, 270 pp (In Persian).
6. Choukan, R., A. Estakhr, A. Afarinesh, Gh.R. Afsharmanesh, M.R. Shiri, A. Mosavat and Sh. Fareghei. 2015. Combining ability of maize lines derived from CIMMYT germplasm in crossing with temperate lines. Iranian Journal of Crop Science, 16: 334-345 (In Persian).
7. Fan, X.M., H.M. Chen, J. Tan, C.X. Xu, Y.D. Zhang, L.M. Luo, Y.X. Huang and M.S. Kang. 2008. Combining abilities for yield and yield components in maize. Maydica, 53: 39-46.
8. Fan, X.M., H.M. Chen, J. Tan, C.X. Xu, Y.M. Zhang, Y.X. Huang and M.S. Kang. 2008. A new maize heterotic pattern between temperate and tropical germplasms. Agronomy Journal, 100: 917-923.
9. Fan, X.M., Y.D. Zhang, L. Liu, H.M. Chen, W.H. Yao, M. Kang and J.Y. Yang. 2010. Screening tropical germplasm by temperate inbred testers. Maydica, 55: 55-63.
10. Gerpacio, V.R. and P.L. Pingali. 2007. Tropical and subtropical maize in Asia: Production systems, constraints and research priorities. CIMMYT Mexico, 93pp.
11. Gouesnard, B., J. Sanou, A. Panouille, V. Bourion and A. Boyat. 1996. Evaluation of agronomic traits and analysis of exotic germplasm polymorphism in adapted exotic maize crosses. Theor. Appl. Genet, 92: 368- 374.
12. Hartkamp, A.D., J.W. White, A. Rodriguez-Aguilar, M. Banziger, G. Srinivasan, G. Granados and J. Crossa. 2000. Maize production environments revisited a GIS-based approach. Mexico, 37 pp.
13. Holland, J.B. and M.M. Goodman. 1995. Combining ability of tropical maize accessions with US germplasm. Crop Science, 35: 767-773.
14. Kemptorn, P. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. New York John Wiley and Sons Inc, 545 pp.
15. Lal Bidari1, M., N.A. Babaeian Jelodar, S. Khavari Khorasani and G.A. Ranjbar. 2015. Estimation of combining ability of agronomic and physiological traits of inbred lines of maize (*zea mays* L.) using line × tester crosses under normal irrigation and drought stress conditions. Jcb, 7: 79-88(In Persian).
16. Landau, S. and B.S. Everitt. 2004. A Handbook of Statistical Analyses using SPSS. CRC Press, Washington, D.C. 339 pp.
17. Li, X.H., S.Z. Xu, J.S. Li and J.L. Liu. 2001.Heterosis among CIMMYT population and Chinese key inbred lines in maize. Acta Agron. Sinica, 27: 575-581.
18. Liu, K.J., M.M. Goodman, S. Muse, J.S. Smith, E. Bucker and J. Doebley. 2003. Genetic structure and diversity among maize inbred lines as inferred from DNA microsatellites. Genetics, 165: 2117-2128.
19. Mervyn, G.M. and W. J. Kennedy. 2008. SAS for Data Analysis: Intermediate Statistical Methods. Springer, New York, 557 pp.
20. Nelson, P.T. and M.M. Goodman. 2008. Evaluation of elite exotic maize inbreds for use in temperate breeding. Crop Science, 48: 85-92.
21. Shiri, M. and R. Choukan. 2017. Evaluation of maize hybrids tolerance to drought stress . jcb, 9:89-99
22. Shiri, M., R. Choukan and R.T. Aliyev. 2015. Drought Stress Effects on Gene Action and Combining Ability of Maize Inbred lines. Plant and Seed Improvement Journal, 31-1:421-440 (In Persian).
23. Shiri, M., R.T. Aliyev and R. Choukan. 2010. Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize. Research Journal of Environmental Science, 4: 75-84.
24. Simic, D., T. Presterl, G. Seitz and H.H. Geeiger. 2003. Comparing methods for integrating exotic germplasm into European forage maize breeding programs. Crop Science, 43: 1952- 1959.
25. Zambezi, B.T., E.S. Horner and F.G. Martin. 1994. Inbred lines as testers for general and combining ability in maize. Crop Science, 26: 908-910.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]

The Performance of Temperate Maize Testers for Screening of Tropical and Subtropical Germplasm

Mohammadreza Shiri

Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Corresponding author: Mohammadrezashiri52@gmail.com)

Received: December 15, 2015 Accepted: May 2, 2016

Abstract

Maize germplasm from CIMMYT is genetically most diverse in the world and is exceedingly useful for broadening the genetic base of temperate maize germplasm. It is a tough challenge for improving efficiency and reliability of extracting the best suitable material from exotic germplasm. So, this study was done to determine the optimum number of testers and suitable testers for screening a maize line derived from tropical and subtropical CIMMYT germplasm. For this purpose, four temperate maize testers (MO17, K18, K166B and A679) with thirteen lines originated from CIMMYT germplasm were crossed. Resulted fifty five crosses along with two hybrid checks were evaluated using a randomized complete block design with three replications at Moghan. The results indicate that there was the possibility of direct use of lines No 3, 5 and 7 derived from tropical and subtropical CIMMYT germplasm to improve grain yield. The performance of the temperate maize tester showed that tester K166B had high efficiency in selecting superior line derived from tropical and subtropical CIMMYT germplasm and testers MO17 and A679 were relatively good. Results revealed that one inbred line tester would effectively select most, if not all, of the top best exotic lines and two testers gave more reliable results than one tester did.

Keywords: General combining ability, Specific combining ability, Tester selection

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.85]