برآورد پارامترهای واریانس ژنتیکی، تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای در شرایط نرمال و تنش شوری

رسول بنایی[۱]، امین باقی زاده[۲] و سعید خاوری خراسانی[۳،*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اصلاح نباتات، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان

۲- دانشیار، گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان

۳- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۹/۲۹ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰٤)

چکیده

به منظور برآورد اجزای واریانس ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌های ذرت، آزمایشی با استفاده از ۸ لاین خویش آمیخته نسل ٦ (S_6) به‌عنوان لاین‌های مادری و ۲ تستر (K1264/ 1-5 (زودرس) و K3615/2 (دیررس)) به‌عنوان والدین پدری به همراه۲ شاهد زودرس (Ksc 302) و دیررس (Ksc704) با استفاده از طرح ژنتیکی تلاقی لاین × تستر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو محیط شور (EC= 5 dSm^{-1}) و غیر شور در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تحصیلات تکمیلی کرمان در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین لاین‌ها در برخی صفات در هر دو محیط نشان داد. اختلاف معنی‌دار در میانگین مربعات لاین × تستر در شرایط غیر شور برای کلیه صفات به غیر از صفات تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مشاهده شد. در شرایط شور فقط در صفات تعداد کل برگ و تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل میانگین مربعات لاین × تستر غیر معنی‌دار بود. واریانس افزایشی برای صفات تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در شرایط غیر شور بیشتر از واریانس غالبیت ارزیابی شد که نسبت بیشتر از یک واریانس افزایشی به واریانس غیر افزایشی نیز گویای این مطلب است. لاین L6 با مقدار ۱٤٥٥/۷۸٥ در شرایط غیر شور و ۷۸۹/۱۰۷ در شرایط شور دارای حداکثر عملکرد مثبت و معنی‌دار در ترکیب‌پذیری عمومی و تلاقی های L4×T1=428.460 و L7×T1=703.363 در شرایط غیر شور و تلاقی L3×T1=438.345 در شرایط شور دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند. از کل تنوع موجود، سهم لاین‌ها و لاین در تسترها بیشتر از سهم تسترها بوده است که نشان دهنده انتقال تنوع از لاین‌ها به هیبریدها می باشد.

واژگان کلیدی: اجزای ژنتیکی، ترکیب‌پذیری خصوصی، ترکیب‌پذیری عمومی، ذرت، لاین × تستر

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **s.khavari@areo.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

مقدمه

امنیت غذایی جهانی به بهبود محصول مستمر با افزایش تحمل نسبت به تنش‌های غیرزنده به‌خصوص شوری و خشکی وابسته است (Aslam *et al*., 2012). روش تهیه لاین‌های خالص به زمان زیادی نیاز دارد. روش‌های جدید مثل تولید لاین‌های خالص از طریق دابل هاپلوئیدی این مدت زمان را کوتاه‌تر کرده است. اما لاین‌هایی که از این طریق تولید می‌شوند مشکل سازگاری را به دنبال دارند، بنابراین لاین‌های خالص مطلوب را نباید به‌راحتی کنار گذاشت، بلکه باید ترکیب‌پذیری آن‌ها را با لاین‌های مختلف سنجید و در صورت امکان به بهترین ترکیب جهت تهیه واریته هیبرید دست یافت. ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به‌ترتیب برحسب واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی بیان و تفسیر می‌گردند و در تهیه هیبرید باید از هر دو واریانس افزایشی و غیرافزایشی استفاده شود. برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) به اصلاح گران کمک می‌نماید تا در مورد برنامه‌های اصلاحی و استراتژی‌های گزینش ژنوتیپ‌ها تصمیم‌گیری نمایند (Fathi *et al*., 2007). ترکیب‌پذیری در روش‌های اصلاحی جوامع گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌خصوص آنکه مطالعه دقیق ترکیب‌پذیری می‌تواند در رابطه با انتخاب روش‌های اصلاحی لاین‌ها در ترکیب‌های هیبریدی مفید واقع شود. برای انجام هر برنامه اصلاحی، اطلاع از ساختار ژنتیکی، چگونگی کنترل صفات توسط ژن‌ها و نیز قابلیت ترکیب‌پذیری صفات ضروری است. مشخص نمودن ترکیب‌پذیری لاین‌ها و بخش افزایشی و غیر افزایشی واریانس ژنتیکی در کنترل صفات، اساس تصمیم‌گیری در مورد نحوه استفاده از ژرم‌پلاسم‌های موجود است که محققین مختلف بر پایه روش‌های متعدد نسبت به برآورد آن‌ها اقدام می‌نمایند (Hajiporbagheri *et al*., 2005). اطلاع از ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی در هر برنامه به‌نژادی برای هدفمند کردن دورگ‌گیری، تعیین روش اصلاحی و تولید واریته‌های پر محصول و با کیفیت مناسب ارزشمند می‌باشد. چنین اطلاعاتی از طریق روش‌های ژنتیک کمی نظیر تلاقی‌های لاین × تستر، دای‌آلل و تجزیه میانگین نسل‌ها به دست می‌آید (Farshadfar, 1998).

از روش‌های تخمین ترکیب‌پذیری در گیاهان می‌توان به روش پلی‌کراس و تاپ کراس اشاره کرد که تجزیه لاین × تستر گسترش روش تاپ‌کراسی است که در آن چندین تستر به‌کار می‌رود. در آزمایش لاین × تستر علاوه بر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، اثرات متعدد ژن‌ها را نیز می‌توان به دست آورد. نقشه دورگ‌گیری این طرح بدین صورت است که در آن l لاین و t تستر را در نظر می‌گیریم. هریک از l لاین را با هر یک از t تستر آمیزش داده و txl نتاج تنی به دست می‌آید. سپس این نتاج را همراه و یا بدون والدین یعنی تسترها و لاین‌ها در یک آزمایش تکرار دار مناسب مثل طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد آزمایش قرار می‌دهیم (Farshadfar, 1998). لاین × تستر یکی از روش‌های معتبر در جهت شناسایی و دستیابی به هیبریدهای با عملکرد بالا در محصولاتی است که در آن‌ها تسترها شناخته شده‌اند (Arefi *et al*., 2012). از ویژگی‌های مهم این روش به دست آوردن اطلاعات ژنتیکی از طریق استفاده از تعداد بیشتری از ارقام و انجام تعداد کمتری تلاقی در مقایسه با سایر روش‌های ژنتیک کمی نظیر تجزیه دای‌آلل می‌باشد (Singh and Chaudhary, 1977).

ارزش بالای ترکیب‌پذیری عمومی (مثبت یا منفی) نشان از بالا بودن یا پایین بودن میانگین والدین نسبت به میانگین کل دارد و اطلاعاتی درباره غلظت ژن‌های غالب و اثرات افزایشی می‌دهد. برای انتخاب والدین باید ترکیبی از ترکیب‌پذیری خصوصی، عمومی و میانگین هیبرید استفاده شود. فراوانی از افزایش ژن‌های مطلوب توسط بهترین ترکیب از میانگین، ترکیب‌پذیری خصوصی مطلوب، اثرات ترکیب‌پذیری عمومی بالا و داشتن فراوانی جمعیت‌های بالا از آلل‌های مطلوب منابع خوبی برای انتخاب گیاهان هستند (Aslam *et al*., 2012). فتحی و همکاران (Fathi *et al*., 2007) گزارش نمودند که ارقامی دارای GCA معنی‌دار برای صفت یا صفات خاص

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

می‌باشند اینگونه والدین به‌آسانی انتقال صفت مورد نظر را به نتاج خود میسر می‌سازند و به عبارت دیگر ارقامی مناسب در برنامه اصلاحی برای صفات مورد نظر می‌باشند. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2005) نتایج آزمایش خود را اینگونه بیان کردند که اثر ترکیب‌پذیری عمومی در اغلب والدها برای کلیه صفات معنی‌دار بود. اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی دورگ‌ها به‌جز برای صفات عملکرد دانه و ارتفاع گیاه که در بیش از نیمی از دورگ‌ها معنی‌دار بود، در بقیه صفات برای تعداد کمی از دورگ‌ها معنی‌دار گردید. معنی‌دار شدن واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نشان داد که اینبرد لاین‌ها از لحاظ ترکیب‌پذیری عمومی و دورگ‌های حاصل از لحاظ ترکیب‌پذیری خصوصی با هم اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند. طی آزمایش‌هایی بر روی ۸ جامعه آزادگرده‌افشان ذرت به روش تلاقی‌های دای‌آلل در منطقه اصفهان با محاسبه وراثت‌پذیری خصوصی، درجه غالبیت و نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، گزارش نمود که اثرات غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل تعداد دانه در ردیف و ارتفاع بلال و برای سایر صفات اثرات افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (Rezaei *et al.*, 2005). حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2012) نتیجه گرفتند که معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین × تستر نشان داد که واکنش لاین‌ها با تسترهای مختلف برای صفات مربوطه متفاوت بوده و حاکی از نقش اثر ژن غالبیت و غیرافزایشی در کنترل صفات مزبور بود. همچنین ترکیب‌پذیری خصوصی بین تلاقی‌ها را نشان می‌دهد. بنابراین در مجموع هر دو اثر ژن افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفات نقش داشتند. از آنجا که اثر تلاقی‌ها برای صفات (به استثنایی تعداد ردیف دانه در شرایط نرمال) معنی‌دار بوده است از این‌رو مقدار ترکیب‌پذیری عمومی برآورد و آزمون ترکیب‌پذیری عمومی برای هر لاین برای صفات مورد نظر انجام و میزان GCA برای هر صفت متفاوت بود. قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی بر مبنای اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد، لذا لاین‌هایی که دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی نسبتاً بالای هستند، مناسب‌ترند. اسکوریک و همکاران (Skoric *et al.*, 2000) برای عملکرد دانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را (در جهات مثبت و منفی) مشاهده کردند و نسبت واریانس قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی را کمتر از یک برآورد کردند. این امر نشان دهنده سهم بیشتر واریانس غیر افزایشی در کنترل این صفت بود. در مطالعه‌ای روی ترکیب‌پذیری ارقام برنج گزارش شد که صفات تعداد دانه پر در خوشه و تاریخ ۵۰ درصد گلدهی تحت کنترل اثرات افزایشی ژن‌ها قرار داشته و می‌توانند به نتاج نسل بعد انتقال یابند، در حالی که صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور و طول برگ پرچم عمدتاً تحت کنترل اثرات غالبیت ژن‌ها بودند (Soroush and Moumeni, 2006). چوگان نقش اثرات فوق غالبیت ژنی برای عملکرد دانه در دو تراکم، تعداد دانه در ردیف در تراکم بالا و تعداد ردیف دانه در بلال را گزارش نمود (Choukan, 1999).

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی توانایی ترکیب‌پذیری (عمومی و خصوصی) و نیز برآورد اجزای واریانس ژنتیکی برای برخی صفات مهم زراعی در قالب طرح تلاقی لاین × تستر در دو شرایط نرمال و تنش شوری متوسط انجام شد.

مواد و روش

در این تحقیق ۱۶ هیبرید سینگل‌کراس که حاصل از تلاقی ۲ تستر به‌عنوان والدین پدری و ۸ لاین خویش آمیخته S_6 به‌عنوان لاین مادری که در سال زراعی ۱۳۹۰ با یکدیگر در دو مزرعه ایزوله در مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مشهد تلاقی داده شده بودند، مورد بررسی قرار گرفت. لاین‌ها (هشت لاین به همراه یک شاهد) به ترتیب عبارت بودند از: L13، L16، L17، L18، L20، L22، L23، L24، L28 و تسترها شامل K1264/ 1-5 (زودرس) وK3615/2 (دیررس) به همراه ۲ شاهد زودرس (Ksc 302) و دیررس (Ksc704) بودند. قابل ذکر است داده‌های شاهدها در محاسبات لاین × تستر وارد نگردید. هیبریدها در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تحصیلات تکمیلی و صنعتی کرمان حاصل از تلاقی لاین

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

× تستر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به سه تکرار در دو شرایط تیماری نرمال و شوری متوسط (EC=5) مورد بررسی قرار گرفت. نحوه اعمال شوری با استفاده از آب شور انجام شد.

EC آب مورد استفاده در مزرعه ۰/۸۵ دسی زیمنس بر متر مربع و EC خاک قبل از کشت ۱/۱۹ دسی زیمنس بر متر مربع بود. تا قبل از مرحله ٤ برگی هر ۲ بلوک با آب معمولی آبیاری شدند و بعد از آن بلوک مربوط به تیمار شوری (EC=5 Ds/m^2) آبیاری شدند. نحوه اعمال تنش شوری با استفاده از آب‌شور (نمک کلرید سدیم) بود که در مزرعه تهیه شد به این صورت که در مخزنی ابتدا آب با شوری مورد نظر تهیه و سپس به زمین داده می‌شد. قابل ذکر است که EC خاک نرمال به‌طور میانگین بعد از ۳ مرتبه اندازه‌گیری ۱/۱۹ دسی زیمنس بر متر مربع و EC خاک برای شرایط شوری متوسط به‌صورت میانگین ٤/۷٥٦ دسی زیمنس بر متر مربع بود.

صفات مورد اندازه‌گیری به‌طور تصادفی بر روی ۱۰ بوته رقابت کننده اندازه‌گیری شد و شامل ارتفاع بوته، تعداد کل برگ، طول تاسل، تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال، وزن بلال، قطر بلال، درصد چوب بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه (بر مبنای رطوبت ۱٤٪ و بر حسب کیلوگرم بر هکتار) بودند. ساختار تجزیه واریانس و امید ریاضی میانگین مربعات برای طرح لاین × تستر در جدول ۱ آمده است. معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین و تستر و میانگین مربعات لاین × تستر در جدول تجزیه واریانس مربوطه، به ترتیب آزمون مستقیمی برای معنی‌دار بودن جزء افزایشی و غالبیت واریانس ژنتیکی فراهم می‌آورد. کمپتورن (Kempthorne, 1975) نشان داد که واریانس اثرات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بر اساس رابطه زیر با اجزای واریانس ژنتیکی مرتبط است:

$$\sigma^2 gi = \sigma^2 f = CovHS^{(female)}$$

$$\sigma^2 gi = \sigma^2 m = CovHS^{(male)}$$

$$\sigma^2 gca = CovHS^{(Average)} = \frac{(1+4)}{F}\sigma^2 A$$

$$\sigma^2 sca = \sigma^2 mf = CovFS - CovHS^{(famale)} - CovHS^{(male)} = (\frac{1+F}{2})^2 \sigma^2 D$$

که F ضریب خویش‌آمیزی می‌باشد و در این آزمایش به علت اینکه بذور استفاده شده در مرحله S_6 بودند با استفاده از فرمول $F_n = 1-\left(\frac{1}{2}\right)^n$ برآورد شد. در این فرمول n برابر با نسل خویش آمیخته می‌باشد، که ضریب خویش‌آمیزی ۱ = F در نظر گرفته شد (Farshadfar, 1998).

نسبت $\frac{\sigma^2 gca}{\sigma^2 sca}$ برآورد نسبت اثرات افزایشی به غیر افزایشی ژن (های) کنترل کننده صفت مورد نظر را ارائه می‌دهد. برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) از طریق والدهای مادری یا لاین‌ها و از طریق والدهای پدری یا تسترها به‌صورت زیر بود:

$$GCA(L) = g\hat{}_i = \frac{Yi..}{tr} - \frac{Y...}{ltr}, \Sigma g\hat{}i = 0$$

$$GCA(T) = g\hat{}_i = \frac{Y.j.}{tr} - \frac{Y...}{ltr}, \Sigma g\hat{}i = 0$$

و برای برآورد اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) چنین بود:

$$SCA = S\hat{}ij = \frac{Yij.}{tr} - \frac{Yi..}{tr} - \frac{Y.j.}{lr}$$

$$\sum_i S\hat{}ij = \sum_j S\hat{}ij = \Sigma\Sigma S\hat{}ij = 0$$

لازم به ذکر است که محاسبات و تجزیه آماری لاین × تستر با استفاده نرم‌افزار کامپیوتری اسماعیلی و همکاران (Ismaili *et al.*, 2005) صورت پذیرفت.

برای محاسبه درجه غالبیت از فرمول $\sqrt{\frac{2\sigma D}{\sigma A}^2}$ استفاده شد.

نتایج و بحث

به دلیل اینکه در نتایج تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌دار بین هیبریدها برای کلیه صفات مورد مطالعه دیده شد، بنابراین تجزیه لاین × تستر برای مطالعه ترکیب‌پذیری و

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

اثرات ژنی انجام شد. یک تستر مطلوب ممکن است به‌عنوان یـــک ترکیب ساده بزرگ با حداکثر اطلاعـات در

جدول ۱- میانگین مربعات تجزیه واریانس طرح تلاقی لاین × تستر

Table1. Mean squares analysis of variance for line×tester design

S.O.V.	D.F.	M.S	E(MS)
R	r-1	MSR	$\sigma^2_e + lt\,\sigma^2_r$
T	lt-1	MSC	$\sigma^2_e + r\,\sigma^2_c$
L	l-1	MSL	$\sigma^2_e + rVsca + rtV\,gca\,(L)$
T	t-1	MST	$\sigma^2_e + rVsca + rlV\,gca\,(T)$
L×T	(l-1)(t1)	MSL×T	$\sigma^2_e + rVsca$
Error	(r-1)(lt1)	MSE	σ^2_e

r: تعداد تکرار، l تعداد لاین و t تعداد تستر می‌باشد.

مورد عملکرد مورد انتظار از لاین‌های مورد آزمایش استفاده شود و یا هنگامی که در ترکیب یا در محیط‌های دیگر رشد می‌کند، معرفی شود (El-Hosary, 2014). در شرایط نرمال اختلاف معنی‌داری بین لاین‌ها در تمام صفات به‌غیر از طول بلال، وزن بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه و درصد چوب بلال وجود داشت. در شرایط تنش متوسط در صفات تعداد کل برگ، طول تاسل، تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد دانه در ردیف نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۲). اختلاف معنی‌دار مشاهده شده بین لاین‌ها برای صفات مختلف مبین وجود نقش اثرات ژنی در کنترل صفات می‌باشد (Ismaili *et al*., 2005). اختلاف معنی‌داری در میانگین مربعات لاین × تستر در شرایط نرمال برای کلیه صفات به غیر از صفات تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مشاهده شد. در شرایط تنش متوسط فقط در صفات تعداد کل برگ، تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل میانگین مربعات لاین × تستر غیر معنی‌دار بود (جدول۲). معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین × تستر نشان داد که واکنش لاین‌ها با تسترهای مختلف برای صفات مربوطه متفاوت است و نیز حاکی از نقش اثر غالبیت و غیر افزایشی در کنترل صفات مذبور دارد. بنابراین در مجموع هر دو اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفات نقش دارند. ال-هوساری (El-Hosary, 2014) نتیجه گرفت که تلاقی‌ها معنی‌داری قابل‌توجهی داشتند و اینبرد لاین‌ها (L)، تسترها (T) و لاین × تسترها (L×T) برای تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بودند. ال-مورشیدی همکاران گزارش دادند که تسترها نسبت به لاین‌ها بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفتند (El-Morshidy *et al*., 2003). برای معنی‌دار شدن قوی اثر تلاقی‌های مربوط به یک صفت، لازم نیست که همه اجزای آن (لاین‌ها، تسترها و لاین × تستر) معنی‌دار شوند، بلکه معنی‌دار شدن حتی فقط یک جزء می‌تواند سبب معنی‌دار شدن آن گردد، البته عکس این مطلب درست نیست (Kempthorne, 1975). حفنی (Hefny, 2010) گزارش کرد که لاین‌ها تفاوت معنی‌داری برای تمام صفات به غیر از ردیف‌های بلال در تاریخ کاشت مطلوب و ردیف‌های بلال، طول و قطر بلال در کشت با تأخیر نشان دادند. تفاوت معنی‌داری بین تسترها برای تعداد روز تا تاسل دهی، قطر بلال، وزن بلال، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد گیاه در شرایط مطلوب ثبت شد. در مقابل در کشت با تأخیر، تعداد روز تا تاسل‌دهی، طول بلال و ردیف‌های بلال تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. وی همچنین بیان داشت که در کنترل صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد تاسل دهی، قطر بلال، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد گیاه در شرایط مطلوب کاشت قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) نقش بیشتری داشتند. واریانس افزایشی برای صفت تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در شرایط نرمال بیشتر از واریانس غالبیت ارزیابی شد (جدول۳). ناوار و همکاران (Nawar *et al*., 2011) نشان دادند که اثرات افزایشی، غالبیت و اپیستاتیک در وراثت‌پذیری عملکرد و اجزای آن مهم است، با این حال مقدار اثرات غالبیت و اپیستاتیک ژن نسبت به اثرات افزایشی ژن بیشتر بود. گزارش شده است که واریانس غالبیت نسبت به جزء افزایشی برای عملکرد و اجزای آن در ذرت بیشتر است (Sofi and Rather, 2006). واریانس اجزای ژنتیکی نشان داد که هر دو جزء افزایشی و غالبیت برای تمام صفات به غیر از قطر بلال معنی‌دار بودند. در صفت قطر بلال واریانس غالبیت غیر معنی‌دار بود (El-Hosary, 2014). کلاور گابویسانگ و همکاران

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

(Claver Ngaboyisonga *et al*., 2009) نشان داد که عملکرد دانه به‌وسیله اثرات افزایشی، غیر افزایشی و مادری عمل ژن کنترل می‌شود. نقش بیشتر اثرات غیر افزایشی برای ارتفاع گیاه توسط سینگ (Singh and Singh, 1998) گزارش گردید درحالی‌که کوناک و همکاران (Konak *et al*., 1999). اثرات افزایشی را گزارش کردند. ارشاد الحق و همکاران (Irshad-ul-Haq *et al*., 2010) گزارش دادند که عمل غیر افزایشی ژن در توارث عملکرد دانه و بسیاری دیگر از صفات زراعی مهم‌تر بوده است. در حالی که، اکبر و همکاران (Akbar *et al*., 2008) هر دو اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن را در بیان عملکرد و صفات مرتبط با آن گزارش دادند. نسبت واریانس افزایشی به غیر افزایشی در شرایط نرمال در صفات تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول بلال معنی‌دار نبود. در شرایط تنش متوسط صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل، طول و وزن بلال و قطر بلال، معنی‌دار نشد. گزارش شده است که واریانس توانایی ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) نسبت به واریانس توانایی ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای تمام صفات بیشتر بود که نشان دهنده عمل غیر افزایشی ژن برای تمام صفات بود (Vijayabharathi, 2009). برآورد منفی یا صفر برای اجزای واریانس می‌تواند ناشی از عدم کفایت مدل آماری و ژنتیکی، عدم کفایت نمونه‌برداری از جمعیت مرجع، خطای نمونه‌برداری در برآوردها و ضعف طرح از مایشی باشد (Ismaili *et al*., 2005). هر دو اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل سطح برگ نقش دارند، در حالی در مورد وزن صد دانه و عملکرد دانه در گیاه اثرات افزایشی ژن به‌طور برجسته مشاهده شده بود. در مورد دمای برگ و اندازه روزنه اثرات غیر افزایشی نسبت به افزایشی غالب بودند (Aslam *et al*., 2012).

از کل تنوع موجود، سهم لاین‌ها و لاین در تسترها بیشتر از سهم تسترها بوده است که حاکی از انتقال تنوع از لاین‌ها به هیبریدها می‌باشد (جدول۳). ال-هوساری (El-Hosary, 2014) اعلام کرد که تسترهای با پایه‌ی ژنتیکی عمومی نسبت به آن‌هایی که پایه ژنتیکی خصوصی دارند، برای ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌های خالص ذرت کارآمدتر هستند. وی همچنین نتیجه گرفت که واریانس ژنتیکی غیرافزایشی در نظر گرفته شده، منبع اصلی از واریانس ژنتیکی کل، مسئول توارث همه صفات مورد مطالعه است. تخمین GCA لاین‌ها و تسترها به‌منظور شناسایی ترکیب‌شونده‌ی مطلوب و مفید در جدول ٤ آمده است. قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی بر مبنای اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد، لذا لاین‌هایی که دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی نسبتاً بالای هستند مناسب‌ترند (Hosseini *et al*., 2012). طبق داده‌های جدول ۳ در شرایط نرمال در تمام صفات مورد بررسی به غیر از صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد کاکل، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول بلال، درجه غالبیت بیشتر از یک بود. در شرایط تنش متوسط درجه غالبیت بیشتر از یک برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل، طول، وزن و قطر بلال مشاهده نشد. گزارش شده است که درجه غالبیت طیفی از فوق غالبیت را برای صفات مورد مطالعه نشان داد (Sofi and Rather, 2006).

اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها برای یازده صفت مورد مطالعه کاملاً متغیر به دست آمد. اثر ترکیب‌پذیری خصوصی از تلاقی‌های مختلف برای صفات مختلف به‌طور معنی‌داری از یکدیگر متفاوت بودند. لاین × تستر با توانایی ترکیب خوب برای صفات مرتبط با عملکرد مانند قطر بلال و طول بلال، عملکرد را از طریق ترکیب تلاقی بهبود می‌بخشند (Singh and Chaudhary, 1977). تخمین GCA لاین‌ها و تسترها به‌منظور شناسایی ترکیب‌شونده‌های مطلوب در جدول ٤ آمده است، لاین‌ها برای اکثر صفات در هر سه شرایط تیماری معنی‌دار شد (مثبت و منفی). در شرایط نرمال لاین L6 برای صفات ارتفاع بوته، طول تاسل، طول بلال، وزن بلال، قطر بلال و عملکرد دانه، ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری نشان داد. لاین L2 برای صفت درصد چوب بلال دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بود. لاین L3 برای صفات تعداد کل برگ و رسیدگی فیزیولوژیک مثبت و معنی‌دار شد. برای صفات تعداد روز

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

تا ظهور ۵۰ درصد کاکل و تعداد ردیف دانه، لاین L8 و برای صفت تعداد دانه در ردیف لاین L1 مثبت و معنی‌دار به دست آمد. برای صفات ارتفاع بوته لاین L1، طول تاسل و تعداد ردیف دانه لاینL3، تعداد کل برگ و تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل لاین L6، رسیدگی فیزیولوژیک لاین L7، طول بلال، وزن و قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه لاین L2 و برای درصد چوب بلال لاین L4 منفی و معنی‌دار شدند. با توجه به اینکه در ذرت یکی از اهداف توسعه حوزه کشت است (و در واقع دو کشت متوالی در یک‌سال مورد نظر است)، در نتیجه در مورد صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، GCA منفی مطلوب است. در شرایط تنش متوسط لاین‌های L2 (برای ارتفاع بوته و طول تاسل)، L6 (برای تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل، طول بلال، وزن بلال و عملکرد دانه)، L7 (برای تعداد کل برگ و تعداد ردیف دانه)، L8 (برای رسیدگی فیزیولوژیک)، L1 (برای قطر بلال و تعداد دانه در ردیف)، L3 (برای درصد چوب بلال)، مثبت و معنی‌دار و لاین‌های L5 (برای ارتفاع بوته)، L3 (طول تاسل، تعداد ردیف دانه و عملکرد دانه)، L6 (تعداد کل برگ)، L4 (برای رسیدگی فیزیولوژیک و درصد چوب بلال)، L7 (برای قطر بلال و وزن هزاردانه)، L8 (برای تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد کاکل)، L2 (برای طول بلال، وزن بلال و تعداد دانه در ردیف) منفی و معنی‌دار مشاهده شد. ارزش بالای ترکیب‌پذیری عمومی (مثبت یا منفی) نشان از بالا بودن یا پایین بودن میانگین والدین نسبت به میانگین کل دارد و اطلاعاتی درباره غلظت ژن‌های غالب و اثرات افزایشی می‌دهد. برای انتخاب والدین باید ترکیبی از ترکیب‌پذیری خصوصی، عمومی و میانگین هیبرید استفاده شود. فراوانی از افزایش ژن‌های مطلوب توسط بهترین ترکیب از میانگین، ترکیب‌پذیری خصوصی مطلوب، اثرات ترکیب‌پذیری عمومی بالا و داشتن فراوانی جمعیت‌های بالا از آلل‌های مطلوب منابع خوبی برای انتخاب گیاهان هستند (Aslam *et al*., 2012).

تلاقی‌هایی که اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) مطلوبی را نشان می‌دهند می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی آینده استفاده شوند. از اینبرد لاین‌های انتخاب شده برای ترکیب‌پذیری عمومی می‌توان برای توسعه واریته‌های سنتتیک استفاده کرد. لاین‌هایی که ارزش ترکیب‌پذیری خصوصی بالایی را نشان می‌دهند می‌توانند در برنامه اصلاحی هیبریدی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Singh and Singh, 1998). جدول ۵ نتایج ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌های مختلف را در ۲ شرایط تیماری نشان می‌دهد. بر پایه مندرجات در شرایط نرمال برای صفات ارتفاع بوته (ترکیب L3×T1 و L4×T1)، تعداد کل برگ (ترکیب L2×T1 و L5×T1)، طول تاسل (ترکیب L3×T1)، طول بلال (ترکیب L1×T1، L2×T1 و L3×T1)، وزن بلال (ترکیب L3×T1 و L7×T1)، تعداد دانه در ردیف (ترکیب L1×T1)، تعداد ردیف دانه (ترکیب L8×T1 و L1×T1) و عملکرد دانه (ترکیب L4×T1 و L7×T1) دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و خوبی بودند. در شرایط تنش متوسط صفات ارتفاع بوته (ترکیب L5×T1)، طول تاسل (ترکیب L6×T1)، طول بلال (ترکیب L2×T1، L3×T1 و L4×T1)، وزن بلال (ترکیب L3×T1، L6×T1 و L7×T1)، قطر بلال (ترکیب L8×T1)، تعداد ردیف دانه (ترکیب L8×T1)، درصد چوب بلال (ترکیب L2×T1 و L6×T1) و عملکرد دانه (ترکیب L3×T1) دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند.

میانگین مربع قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) شامل بخش ژنتیکی افزایشی و افزایشی × افزایشی ژنتیک است، در حالی که قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) نشان دهنده بخش ژنتیکی غیر افزایشی است، که قسمت بیشتری از کل این واریانس را غالبیت و انحراف اپیستاتیک تشکیل می‌دهند. معنی‌دار شدن میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی این موضوع را آشکار می‌کند که هر دو نوع عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن در تعیین عملکرد نتاج سینگل‌کراس نقش دارند (El-Badawy, 2013).

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

جدول ۲- میانگین مربعات صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر

Table 2. Mean squares for agronomic traits, yield and yield components of corn hybrids using line ×tester design

منبع تغییر S.O.V.	درجه آزادی D.F.	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant Height		تعداد کل برگ Leaves per Plant		طول تاسل Tassel Length		روز تا ظهور۵۰٪ کاکل Days to 50% silking		روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to Physiological Maturity		طول بلال Ear length	
		نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Middle stress	نرمال Normal	تنش متوسط Middle stress	نرمال Normal	تنش متوسط Middle stress	نرمال Normal	تنش متوسط Middle stress	نرمال Normal	تنش متوسط Middle stress
تکرار Rep	2	122.499 ns	67.971**	0.419ns	2.715**	2.967ns	62.584**	2.348ns	1.667ns	1.750ns	4.333ns	0.029ns	0.812ns
تلاقی Cross	15	737.374 **	63.730**	0.548**	2.418**	45.639**	35.098**	2/444**	2.643ns	11.639**	10.556**	5.683**	5.205**
لاین Line	7	1246.28 **	32.933ns	8.223**	4.094**	70.349*	61.847**	4/298**	5.049**	20.512**	16.524*	4.197ns	3.818ns
تستر Tester	1	33.134 ns	9/310ns	0.396ns	2.813ns	8.167ns	6.483ns	0/935ns	0.460ns	5.333ns	4.083ns	0.083ns	0.605ns
لاین × تستر Line × Tester	7	329.076**	102.301**	1.466**	0.686ns	26.282**	12.437**	0/805ns	0.549ns	3.667ns	5.512*	7.970**	7.249**
خطا Error	30	38.127	7.988	0.203	0.355	5.488	2.081	0/918	1.363	4.306	2.156	0.319	0.550

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

ادامه جدول ۲

Table 2. Continued

منبع تغییر S.O.V.	درجه آزادی D.F.	وزن بلال Ear Weight		قطر بلال (میلی‌متر) Ear Diameter(mm)		درصد چوب بلال Cob Percent		تعداد دانه در ردیف No.of kernel per row		تعداد ردیف دانه No.of kernel row		عملکرد دانه Yield	
		نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
تکرار Rep	2	17.787^{ns}	28.796^{ns}	0.773^{ns}	2.820^{ns}	4.144^{ns}	4.392^{ns}	0.419^{ns}	0.791^{ns}	0.027^{ns}	0.708^{ns}	89271.679^{ns}	3909.054^{ns}
تلاقی Cross	15	923.454**	477.074**	11.171**	4.621**	85.061**	63.422**	30.130**	23.050**	2.654**	1.745**	2371010.967**	894947.197**
لاین Line	7	1138.398^{ns}	465.852^{ns}	14.637^{ns}	3.483^{ns}	118.051^{ns}	92.607^{ns}	48.484**	39.484**	3.911^{ns}	1.879^{ns}	3816879.875*	1221983.977^{ns}
تستر Tester	1	97.869^{ns}	193.523^{ns}	0.472^{ns}	0.791^{ns}	0.417^{ns}	16.412^{ns}	39.060^{ns}	7.584^{ns}	0.464^{ns}	1.070^{ns}	91692.813^{ns}	141081.459^{ns}
لاین × تستر Line × Tester	7	826.451**	528.804**	9.234*	6.307**	64.162**	40.953**	10.500**	8.826**	1.711**	1.707**	1250758.939**	675605.523**
خطا Error	30	26.324	28.435	3.751	1.193	6.386	8.804	1.491	2.044	0.261	0.224	115953.720	86217.441

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively and ^{ns}: non-significant

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

جدول ۳- برآورد اجزای واریانس ژنتیکی و سهم لاین‌ها، تسترها و لاین در تسترها

Table 3. Estimates of genetic variance components and contribution of lines, testers and line× tester

Variance	ارتفاع بوته Plant height		تعداد کل برگ Leaves per plant		طول تاسل Tassel length		روز تاظهور۵۰٪ کاکل Days to 50% silking		روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity		طول بلال Ear length	
	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
واریانس افزایشی σ^2A	23.199	-2.192	0.175	0.098	1.100	1.288	0.093	0.119	0.453	0.287	-0.130	-0.116
واریانس غالبیت σ^2D	96.983	31.438	0.421	0.110	6.931	3.452	-0.038	-0.271	-0.213	1.119	2.550	2.233
درجه غالبت Degree of dominance	2.892	0	2.192	1.496	3.550	2.316	0	0	0	2.794	0	0
$\frac{\sigma^2gca}{\sigma^2sca}$	0.12	-0.03	0.21	0.45	0.08	0.19	-1.24	-0.22	-1.06	0.13	-0.03	-0.026
سهم لاین Cont. of line	78.87	24.12	48.38	79.01	79.93	82.23	82.08	89.14	82.24	73.05	34.46	34.23
سهم تستر Cont. of tester	0.30	0.97	0.58	7.76	1.19	1.23	2.55	1.16	3.06	2.58	0.10	0.77
سهم لاین × تستر Cont. of L*T	20.83	74.91	15.04	13.24	26.87	16.54	15.37	9.70	14.07	24.37	65.44	65.0

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

ادامه جدول ۳-

Table 3. Continued

واریانس Variance	وزن بلال Ear weight		قطر بلال Ear diameter		درصد چوب بلال Cob percent		تعداد دانه در ردیف No.of kernel per row		تعداد ردیف دانه No.of kernel row		عملکرد دانه Yield	
	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
واریانس افزایشی σ^2A	5.512	-2.939	0.110	-0.096	1.187	1.277	1.115	0.808	0.054	0.002	63650.683	12462.595
واریانس غالبیت σ^2D	266.709	166.790	1.828	1.704	19.259	10.716	3.003	2.261	0.483	0.494	378268.406	196462.694
درجه غالبت Degree of dominance	9.838	0	5.764	0	5.695	4.097	2.321	2.365	4.246	21.445	3.448	5.615
$\frac{\sigma^2gca}{\sigma^2sca}$	0.01	-0.01	0.03	-0.03	0.03	0.06	0.19	0.18	0.06	0.002	0.084	0.032
سهم لاین Cont. of line	57.53	45.57	61.14	35.17	64.77	68.14	75.09	79.94	68.76	50.25	75.13	63.72
سهم تستر Cont. of tester	0.70	2.70	0.28	1.14	0.03	1.73	8.64	2.19	1.17	4.09	0.26	1.05
سهم لاین × تستر Cont. of L*T	41.77	51.73	38.58	63.69	35.20	30.13	16.26	17.87	30.08	45.66	24.62	35.23

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

جدول ٤- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها و تسترها براساس طرح تلاقی لاین × تستر در هیبریدهای ذرت دانه ای در شرایط نرمال و شوری

Table 4. Estimates of general combination ability (GCA) for lines and testers using line × tester design in corn hybrids under normal and salt condition

لاین Line	ارتفاع بوته Plant height		تعداد کل برگ Leaves per plant		طول تاسل Tassel length		روز تاظهور ۵۰٪ کاکل Days to 50% silking		روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity		طول بلال Ear length	
	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
L1	-12.724**	0.222^{ns}	-0.012^{ns}	-0.537*	-2.781*	-2.278**	-0.015^{ns}	-0.485^{ns}	2.375*	-1.250*	0.794**	-0.434^{ns}
L2	0.786^{ns}	5.632**	1.026**	-0.013^{ns}	-1.113^{ns}	6.973**	0.469*	-0.819^{ns}	1.208^{ns}	-0.417^{ns}	-1.022**	-0.908*
L3	-4.527^{ns}	-1.464^{ns}	1.545**	0.508*	-5.206**	-3.046	0.385^{ns}	0.231^{ns}	2.208**	0.750^{ns}	0.894**	-0.726*
L4	5.651*	-0.646^{ns}	1.248**	0.502*	0.485^{ns}	-0.942^{ns}	-0.648^{ns}	-0.602^{ns}	-0.292^{ns}	-1.250*	0.819**	-0.604*
L5	-2.120^{ns}	-1.556^{ns}	-0.934**	-0.722*	2.554*	0.203^{ns}	-0.198^{ns}	0.481^{ns}	-0.792^{ns}	-0.250^{ns}	0.094^{ns}	0.856*
L6	32.306**	0.938^{ns}	-1.752**	-1.423**	6.227**	1.889**	-1.598	1.481**	-0.458ns	0.083^{ns}	1.233**	1.087**
L7	-8.432**	-0.671^{ns}	-0.677**	0.918**	0.139^{ns}	-0.824^{ns}	0.385ns	0.881ns	-3.125**	-0.083^{ns}	0.178^{ns}	-0.064^{ns}
L8	-10.922**	-0.581^{ns}	-0.444*	0.767**	0.665^{ns}	1.974**	1.219**	-1.169*	-1.125^{ns}	3.917**	0.436^{ns}	0.764*
S.E.gˆi	2.521	1.154	0.184	0.243	0.956	0.589	0.391	0.477	0.847	0.599	0.231	0.303
SE(gˆi-gˆj)	3.565	1.632	0.260	0.344	1.352	0.833	0.553	0.674	1.198	0.848	0.326	0.428
تستر ۱ Tester 1	0.831	0.440^{ns}	0.091^{ns}	0.242^{ns}	-0.412^{ns}	0.368^{ns}	0.140^{ns}	0.098^{ns}	0.333^{ns}	-0.292^{ns}	0.041^{ns}	0.112^{ns}
تستر ۲ Tester 2	-0.831	-0.440^{ns}	-0.091^{ns}	-0.242	0.412^{ns}	-0.368	-0.140^{ns}	-0.098^{ns}	-0.333^{ns}	0.292^{ns}	-0.041^{ns}	-0.112^{ns}
S.E.gˆj	1.260	0.557	0.092	0.122	0.478	0.294	0.196	0.238	0.424	0.300	0.115	0.151
SE(gˆi-gˆj)	1.782	0.816	0.130	0.172	0.676	0.416	0.277	0.337	0.599	0.424	0.163	0.214

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ احتمال

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively and ^{ns}: non-significant

ادامه جدول ٤-

Table 4. Continued

لاین Line	وزن بلال Ear weight		قطر بلال Ear diameter		درصد چوب بلال Cob percent		تعداد دانه در ردیف No.of kernel per row		تعداد ردیف دانه No.of kernel row		عملکرد دانه Yield	
	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
L1	2.489^{ns}	-5.037*	-0.241^{ns}	1.625**	-1.948^{ns}	3.314*	4.895**	5.274**	-0.733**	-0.547*	-133.745^{ns}	-97.853^{ns}
L2	-18.571**	-11.248**	-2.111*	0.155^{ns}	7.043**	1.800^{ns}	-4.803**	-3.866**	-0.746**	-0.431*	-1007.585**	-391.196**
L3	-14.845**	-10.317**	-1.556*	-0.171^{ns}	5.674**	6.726**	-1.432*	-0.865^{ns}	-1.051**	-0.921**	-913.096**	-638.609**
L4	-3.448^{ns}	2.603^{ns}	-0.113^{ns}	-0.696^{ns}	-4.959**	-5.249**	0.027^{ns}	0.177^{ns}	0.838**	0.239^{ns}	-642.848**	204.377^{ns}
L5	-1.525^{ns}	2.716^{ns}	0.302^{ns}	0.097^{ns}	1.545^{ns}	0.328^{ns}	0.207^{ns}	-0.625^{ns}	-0.071^{ns}	0.223^{ns}	-170.696^{ns}	305.606*
L6	24.730**	13.145**	3.140**	0.122^{ns}	-3.325**	-2.948^{ns}	2.533**	1.132*	-0.016^{ns}	0.514*	1455.785**	789.107**
L7	11.437**	9.745**	0.339^{ns}	-0.896*	-3.745**	-3.658^{ns}	-0.673^{ns}	-0.390^{ns}	0.692**	0.639**	153.979^{ns}	117.596^{ns}
L8	-0.268^{ns}	-1.570^{ns}	0.240^{ns}	-0.236^{ns}	-0.286^{ns}	-0.132^{ns}	-0.753	0.838^{ns}	1.086**	0.283^{ns}	-27.480^{ns}	-289.023*
S.E.gˆi	2.095	2.177	0.791	0.446	1.032	1.211	0.498	0.584	0.209	0.193	139.017	119.873
SE(gˆi-gˆj)	2.962	3.079	1.118	0.631	1.459	1.713	0.705	0.825	0.295	0.274	196.599	169.526
تستر ۱ Tester 1	1.428^{ns}	2.008^{ns}	0.099^{ns}	0.128^{ns}	-0.093^{ns}	-0.585^{ns}	-0.902^{ns}	-0.398^{ns}	-0.098^{ns}	-0.149^{ns}	43.707^{ns}	54.214^{ns}
تستر ۲ Tester 2	-1.428	-2.008	-0.099^{ns}	-0.128^{ns}	0.093^{ns}	0.585^{ns}	0.902^{ns}	0.398^{ns}	0.098^{ns}	0.149^{ns}	-43.707^{ns}	-54.214
S.E.gˆj	1.047	1.088	0.395	0.223	0.516	0.606	0.249	0.292	0.104	0.097	69.508	59.937
SE(gˆi-gˆj)	1.481	1.539	0.559	0.315	0.729	0.857	0.352	0.413	0.147	0.137	98.300	84.763

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ احتمال

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively and ^{ns}: non-significant

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57] [DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4] [Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

جدول ۵- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) لاین‌ها و تسترها براساس طرح تلاقی لاین در تستر در هیبریدهای ذرت دانه ای در شرایط نرمال و شوری

Table 5. Estimates of specific combination ability (SCA) for lines and testers using line × tester in corn hybrids under normal and salt conditions

لاین × تستر Line × Tester	ارتفاع بوته Plant height		تعداد کل برگ Leaves per plant		طول تاسل Tassel length		روز تاظهور۵۰٪ کاکل Days to 50% silking		روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity		طول بلال Ear length	
	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
L1×T1	-3.594^{ns}	1.185^{ns}	-0.019^{ns}	-0.032^{ns}	-2.256^{ns}	-2.501**	-0.056^{ns}	-0.398^{ns}	_	-0.042^{ns}	1.159**	1.314^{ns}
L2×T1	-6.206^{ns}	-0.799^{ns}	0.503*	0.471^{ns}	0.716^{ns}	0.991^{ns}	-0.172^{ns}	0.135^{ns}	-0.167^{ns}	-0.875^{ns}	-0.675*	0.731**
L3×T1	11.424**	2.571^{ns}	-0.493^{ns}	0.356^{ns}	4.183**	0.751^{ns}	0.210^{ns}	-0.015^{ns}	1.167^{ns}	1.458^{ns}	1.297**	0.983*
L4×T1	7.769*	-2.174^{ns}	0.274^{ns}	-0.157^{ns}	-0.289^{ns}	-0.279^{ns}	-0.690^{ns}	-0.215^{ns}	0.333^{ns}	0.958^{ns}	1.475**	0.644*
L5×T1	-1.386^{ns}	6.733**	0.846**	0.140^{ns}	-1.138^{ns}	0.396^{ns}	0.527^{ns}	-0.065^{ns}	-0.167	0.625^{ns}	-0.515^{ns}	-0.929*
L6×T1	-11.269**	-2.245^{ns}	-0.433^{ns}	-0.242^{ns}	-1.658^{ns}	2.056*	0.227^{ns}	-0.098^{ns}	-0.833^{ns}	-0.042^{ns}	-1.263**	-0.347**
L7×T1	3.552^{ns}	1.931^{ns}	-0.398^{ns}	-0.587^{ns}	1.514^{ns}	1.306^{ns}	0.144^{ns}	0.635^{ns}	0.833^{ns}	-0.875^{ns}	-0.151^{ns}	-0.506^{ns}
L8×T1	-0.291^{ns}	-7.202**	-0.281^{ns}	0.051^{ns}	-1.073^{ns}	-0.738^{ns}	-0.190^{ns}	0.019^{ns}	-1.167^{ns}	-1.208^{ns}	-1.325**	-1.891*
L1×T2	3.594	-1.185	0.019	0.032	2.256	2.501	0.056	0.398	_	0.042	-1.159	-1.314
L2×T2	6.206	0.799	-0.053	-0.471	-0.716	-0.991	0.173	-0.135	0.167	0.875	0.675	-0.731
L3×T2	-11.424	-2.571	0.493	-0.356	-4.183	-0.751	-0.210	0.015	-1.167	-1.458	-1.297	-0.983
L4×T2	-7.769	2.174	-0.274	0.157	0.289	0.279	0.690	0.215	-0.333	-0.958	-1.475	-0.644
L5×T2	1.386	-6.733	-0.846	-0.140	1.138	-0.396	-0.527	0.065	0.167	-0.625	0.515	0.929
L6×T2	11.269	2.245	0.433	0.242	1.658	-2.056	-0.227	0.098	0.833	0.042	1.263	0.347
L7×T2	-3.552	-1.931	0.398	0.587	-1.514	-1.306	-0.144	-0.635	-0.833	0.875	0.151	0.506
L8×T2	0.291	7.202	0.281	-0.051	1.073	0.738	0.190	-0.019	1.167	1.208	1.326	1.891
S.E.S^ij	3.565	1.632	0.260	0.344	1.352	0.833	0.553	0.674	1.198	0.848	0.326	0.428
S.E.(S^ij−S^kl)	5.042	2.308	0.368	0.487	1.913	1.178	0.782	0.953	1.694	1.199	0.461	0.605

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ احتمال

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively and ^{ns}: non-significant

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57] [DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4] [Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

ادامه جدول ۵-

Table 5. Continued

لاین × تستر Line ×Tester	وزن بلال Ear weight		قطر بلال Ear diameter		درصد چوب بلال Cob percent		تعداد دانه در ردیف No.of kernel per row		تعداد ردیف دانه No.of kernel row		عملکرد دانه Yield	
	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal-	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress	نرمال Normal	تنش متوسط Moderate stress
L1×T1	4.324^{ns}	0.835^{ns}	-0.443^{ns}	0.228^{ns}	5.493**	1.615^{ns}	1.639*	1.241^{ns}	0.688*	0.204^{ns}	-128.746^{ns}	55.506^{ns}
L2×T1	-21.110**	-18.305**	-1.216^{ns}	0.425^{ns}	3.725*	4.132**	-2.106**	-2.179**	0.298^{ns}	0.038^{ns}	-603.414**	-665.766**
L3×T1	10.307**	8.862**	1.202^{ns}	-0.355^{ns}	-1.893^{ns}	-1.038	0.852^{ns}	0.179^{ns}	-0.073^{ns}	-0.404^{ns}	217.343^{ns}	438.345*
L4×T1	1.390^{ns}	3.509^{ns}	0.672^{ns}	0.317^{ns}	-2.948*	-2.842^{ns}	-1.676*	-1.556*	-0.018^{ns}	-0.429^{ns}	428.460*	284.090^{ns}
L5×T1	-3.473^{ns}	0.795^{ns}	-1.683^{ns}	-0.527^{ns}	-4.090*	-3.214^{ns}	-0.476^{ns}	0.873^{ns}	-0.877*	-0.432^{ns}	178.434^{ns}	-184.196^{ns}
L6×T1	-2.151^{ns}	5.400*	-0.951^{ns}	-2.118**	0.529^{ns}	1.060*	1.054^{ns}	0.733^{ns}	-0.485^{ns}	-0.344^{ns}	-352.432*	133.422^{ns}
L7×T1	17.959**	12.384**	1.731^{ns}	0.823^{ns}	-1.169^{ns}	2.073^{ns}	0.347^{ns}	0.411^{ns}	-0.163^{ns}	-0.476^{ns}	703.363**	57.086^{ns}
L8×T1	-7.246*	-2.681^{ns}	0.686^{ns}	1.207*	0.289^{ns}	-1.786^{ns}	0.367^{ns}	0.299^{ns}	0.630*	1.034**	-443.407*	-118.488^{ns}
L1×T2	-4.324	-0.835	0.443	-0.228	-5.493	-1.615	-1.639	-1.241	-0.688	-0.204	128.746	-55.506
L2×T2	21.110	18.305	1.216	-0.425	-3.725	-4.132	2.106	2.179	-0.298	-0.038	603.414	665.766
L3×T2	-10.307	8.862	-1.202	0.355	1.893	1.038	-0.852	-0.179	0.073	0.404	-217.343	-438.345
L4×T2	-1.390	-3.509	-0.672	-0.317	2.948	2.842	1.676	1.556	0.018	0.429	-428.460	-284.090
L5×T2	-3.473	0.795	1.683	0.527	4.090	3.214	0.476	-0.873	0.877	0.432	-178.434	184.196
L6×T2	2.151	-5.400	0.951	2.118	0.592	-1.060	-1.054	-0.733	0.485	0.344	352.432	-133.422
L7×T2	-17.959	-12.384	-1.731	-0.823	1.169	-2.073	-0.347	-0.411	0.163	0.476	-703.363	-57.086
L8×T2	7.246	2.681	-0.686	-1.207	0.289	1.786	-0.367	-0.299	-0.630	-1.034	443.407	118.488
S.E.Sˆij	2.962	3.079	1.118	0.631	1.459	1.713	0.705	0.825	0.295	0.274	196.599	169.526
S.E.(Sˆij−Sˆkl)	4.189	4.354	1.581	0.892	2.063	2.423	0.997	1.167	0.417	0.387	278.033	239.746

*، و** به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ احتمال

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively and ns: non-significant

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد ارقامی که دارای GCA معنی‌دار برای صفت یا صفات خاص می‌باشند این‌گونه والدین به‌آسانی انتقال صفت مورد نظر را به نتاج خود میسر می‌سازند و به عبارت دیگر ارقامی مناسب در برنامه اصلاحی برای صفات مورد نظر می‌باشند. با توجه به نتایج این تحقیق لاین L6 در شرایط غیر شور در صفات ارتفاع بوته (۳۳/۳۰۶)، طول تاسل (۶/۲۲۷)، طول بلال (۱/۲۳۳)، وزن بلال (۲۴/۷۳۰)، قطربلال (۳/۱۴۰) و عملکرد دانه (۱۴۴۵/۷۸۵) دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و تلاقی L7×T1 برای صفات وزن بلال (۱۷/۹۵۹) و عملکرد دانه (۷۰۳/۳۶۳) ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار نشان دادند. در شرایط شور نیز همین لاین (L6) برای صفات وزن بلال (۱۳/۱۴۵)، بلال (۱/۰۸۷) و عملکرد دانه (۷۸۹/۱۰۷) و تلاقی L3×T1 برای صفات عملکرد دانه (۴۳۸/۳۴۵) و طول بلال (۰/۹۸۳) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مثبت و معنی‌داری نشان داد.

References

Akbar, M., Saleem, M., Azhar, F.M., Ashraf, M.Y., and Ahmad, R. (2008).Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. *Journal of Agriculture Research.* **46(1)**: 261-277.

Arefi, S. Samizade, H. Nabipoor, A. Javaherdashti, M. (2012). Estimation the components of genetic variance and determination of combining sunflower lines using Line × Tester method. *Iranian Journal Of Field Crop Science*. **43(3)**: 469-479 (In Persian).

Aslam, M., Khan, I.A. and Basra, S. M.A. (2012). Combing ability estimates and mode of inheritance for drought related traits in genetically distant maize accessions (*Zea mays*). *The Journal of Animal and Plant Sciences.* **22(3)**: 679-682.

Choukan, R. (1999). Estimation of combining ability, additive and dominance variances of characters using line× tester crosses of maize inbred lines. *Seed and Plant*. **15**: 47-55 (In Persian).

Claver Ngaboyisonga, K.N., Kirubi, D. and Githiri, S.M. (2009). Effects of low nitrogen and drought on genetic parameters of grain yield and endosperm hardness of quality protein maize. *Asian Journal of Agricultural Research.* **3(10)**:1-10.

El-Badawy, M.E.M. (2013). Heterosis and combining ability in maize using diallel crosses among Seven new inbred lines. *Asian Journal of Crop Science*, **5(1)**: 1-13.

El-Hosary, A. (2014). Relative values of three different testers in evaluating combining ability of new maize inbred lines. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, **8(2)**: 57-65.

El-Morshidy, M.A., Hassaballa, E.A., Abou-Elsaad, S.F. and El-Moula, M.A. (2003). Combining ability and type of gene action in maize under favorable and water stress environments. *Proceedings of the 3rd Conference on Plant Breeding*, April 26, 2003, Giza, EC.

Farshadfar, A. (1998). Application of Biometrical genetics in plant Breeding. Razi University. Kermanshah Press, Kermanshah, Iran (In Persian).

Fathi, M.R. (2007). Evaluation of general and specific combining ability of sugar beet diploid pollinators. *Journal of Sugar Beet*, **23(2)**: 151-162 (In Persian).

HajiPorBagheri, A., Nematzadeh, Gh., Peyghambari, A. and Norouzi, M. (2005). Estimate the combining and gene effects in rice hybrids and lines using Line × Tester analysis. *Iranian Journal of Agriculture Science*, **36(4)**: 947-953 (In Persian).

Hefny, M. (2010). Genetic Control of Flowering Traits, Yield and its Components in Maize (*Zea mays* L.) at Different Sowing Dates. *Asian Journal of Crop Science*, **2(4)**: 236-249.

Hosseini, F., Choukan, R., Bihamta, M.R. and Mohammadi, A. (2012).Study on general Combining Ability lines and reaction of maize hybrids for drought tolerance.*1th National Conference on new Issues in Agriculture*, **15(1)**: 60-70 (In Persian).

Irshad-ul-Haq, M., Ajmal, S.U., Munir, M. and Gulfaraz, M. (2010). Gene action studies of different quantitative traits in maize. *Pakistan Journal of Botany*, **42(2)**: 1021-1030.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

Ismaili, A., Dehghani, H., Khavari Khorasani, S. and Nodoshan, H. (2005). Estimation of combinability and gene effects in early-mature maize inbred lines using line× tester analysis. *Iranian Journal of Agriculture Science*, **36(4)**: 917-929 (In Persian).

Kempthorne, O. (1957). *An Introduction to Genetic Statistics*. John Wiley, New York, USA.

Konak, C., Ünay, A., Serter, E. and Başal, H. (1999). Estimation of combining ability effects, hetrosis and hetrobeltiosis by line × tester method in maize. *Turkish Jornal of Field Crops*, **4**: 1-9.

Nawar, A.A., El Shamarka, S.A., Khalil, A.N., Daoowd, M.I. and Teelap, E.L. (2011). Estimation of genetic variance components for yield and protein content for some new genotypes in maize. *Menofia Journal of Agricultural Research*, **36**: 933-951.

Rezaei, A.H., Yazdisamadi, B., Zali, A., Rezaei, A.M., Tallei, A. and Zeinali, H. (2005). An Estimate of Heterosis and Combining Ability in Corn Using Diallele Crosses of Inbres Lines. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, **36(2)**: 385-397 (In Persian).

Singh, D.N. and Singh, I.S. (1998). Line x tester analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Research-birsa Agricultural University*, **10**: 177-182.

Singh, R.K. and Chaudhary, B.D. (1977). *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publication, New Delhi, IND.

Skoric, D., Jocic, S. and Molnar, I. (2000).General (GCA) and Specific(SCA) combining abilities in sunflower. *Proc. of 15th Int. Sunflower Conf. Toulouse*, FR.

Soroush, H. R. and Moumeni, A. (2006). Genetic dissection of some important agronomic characters in rice using Line×Tester analysis. *JWSS-Isfahan University of Technology*, **10(1)**: 177-188 (In Persian).

Sofi, P. and Rather, A.G. (2006). Genetic analysis of yield trials in local and CIMMYT inbred line crosses using line ×tester analysis in maize (*Zea mays* L.). *Asian Journal of Plant Science*. **5(6)**: 1039-1042.

Vijayabharathi, A., Anandakumar, C.R. and Gnanamalar, R.P. (2009). Combining ability analysis for yield and its components in popcorn Zea mays var. everta Sturt. *Electronic Journal of Plant Breeding*. **1(1)**: 28-32.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]

Estimates of Genetic Variance Parameters and General and Specific Combining Ability of Morphological Traits, Yield and Yield Components of Maize Hybrids in Normal and Salt Stress Conditions

Rasoul Banaei[1], Amin Baghizadeh[2] and Saeid Khavari Khorasani[3,*]

1- M.Sc. Student, Department of Plant Breeding, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
2- Associate Professor, Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
3- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, ARREO, Mashhad, Iran

(Received: December 20, 2015 – Accepted: April 23, 2016)

Abstract

In order to estimate the components of genetic variance and general and specific combining abilities of maize lines, an experiment was done using 8 S_6 inbred lines as female parents and 2 male inbred lines as testers consisted of K1264/5-1 (early mature) and K3615/1 (late mature) using line by tester mating design based on randomized complete block design with three replications in two different conditions (Salt stress with Ec=5 dsm^{-1} and non-salt conditions) in research field of graduate university of advanced technology (Kerman, Iran) in 2014. Analysis of variance results showed significant differences among inbred lines for some of measured traits in both salt and non-salt conditions. Significant differences observed for line × tester mean-squares in non-salty condition for all measured traits except days to silking and physiological maturity. In salt stress condition, just for leaves number per plant and days to silking, line × tester effects were not significant. Additive variance for days to silking and physiological maturity in non-salt condition was more than dominant variance, therefore the additive to non-additive variance ratio was more than 1 and indicating emphasis on this matter too. Inbred line L6 had a significant positive GCA and the highest grain yield with 1455.785 and 789.107 kg/ha in non-salt and salt stress condition, respectively. The crosses (L4×T1=428.460 and L7×T1= 438,345) in non-salt condition and (L3×T1=438.345) in salt stress conditions had a positive significant specific combining ability. Finally, from all existed variation, the lines and line × tester effects were more important than tester effects that indicates transmission of diversity from lines to hybrids.

Keywords: Genetic components, SCA, GCA, Maize, Line × tester

[*] **Corresponding Author, E-mail: s.khavari@areo.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.1.5.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.1.57]