"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دوازدهم، شماره ۳ پاییز ۱۳۸۹

برآورد پارامترهای ژنتیکی و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌های ذرت با استفاده از یک طرح دی‌آلل

Estimation of genetic parameters and general and specific combining abilities in maize using a diallel design

مهدی زارع[۱]، رجب چوکان[۲]، محمدرضا بی همتا[۳] و اسلام مجیدی هروان[۴]

چکیده

زارع،م.، ر. چوکان، م. ر. بی همتا و ا. مجیدی هروان. ۱۳۸۹. برآورد پارامترهای ژنتیکی و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌های ذرت با استفاده از یک طرح دی‌آلل. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۳) ۳۳۲-۳۱۸.**

در این آزمایش، هفت لاین برگزیده ذرت همراه با ۴۲ ژنوتیپ دورگ حاصل از تلاقی‌های دی‌آلل مستقیم و معکوس آن‌ها (روش یک گریفینگ) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۵در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه بودند. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها و اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای تمام صفات معنی‌دار بود. واریانس اثر تلاقی‌های معکوس برای صفات وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده وراثت سیتوپلاسمی آن‌ها می‌باشد. براساس نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی، اثر افزایشی ژن‌ها نقش بیشتری نسبت به اثر غیرافزایشی در کنترل صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال داشت. دامنه تغییرات وراثت‌پذیری عمومی از ۴۸ درصد برای تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک تا ۸۹ درصد برای تعداد ردیف دانه در بلال و وراثت‌پذیری خصوصی از ۱۰ درصد برای دو صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک و ارتفاع بوته تا ۴۹ درصد برای طول بلال متغیر بود و نشان داد که برای صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و عملکرد دانه، اثر غیرافزایشی ژن‌ها دارای نقش بیشتری نسبت به اثر افزایشی است. براساس هتروزیس نسبت به والد برتر، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای والدین و دورگ‌ها، لاین‌های یک و چهار جهت افزایش طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، لاین دو جهت افزایش عملکرد دانه، لاین سه جهت زودرسی، افزایش عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه، لاین پنج برای افزایش وزن ۱۰۰ دانه، لاین شش برای افزایش وزن ۱۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه و لاین هفت برای افزایش وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال مناسب بودند.

واژه‌های کلیدی: ترکیب‌پذیری، دی‌آلل، ذرت، وراثت‌پذیری و هتروزیس.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد فارس (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: maza572002@yahoo.com)

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۴- استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

نخستین مرحله در برنامه به‌نژادی یک رقم زراعی، ایجاد جمعیتی است که از نظر صفات مورد نظر به‌نژادگر دارای تنوع ژنتیکی مناسب باشد (Tabanao and Bernardo, 2005). ایجاد تنوع ژنتیکی از طریق تهیه بذر دورگ میسر می‌باشد (Fehr, 1991; Vidal-Martinez *et al.*, 2001). با استفاده از تجزیه دی‌آلل می‌توان خصوصیات ژنتیکی و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین و نتاج حاصل از آن‌ها را برآورد نمود (Verhalen and Murray, 1967). براساس تجزیه دی‌آلل در ذرت گزارش شد که اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای صفات تعداد روز تا ظهور کاکل (Vasal *et al.*, 1993)، ارتفاع بوته (Akbar *et al.*, 2008، Rezaei *et al.*, 2004 و Vasal *et al.*, 1993)، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی (Rezaei *et al.*, 2004)، ارتفاع بلال (Liu, 2008 و Rezaei *et al.*, 2004)، تعداد ردیف دانه در بلال (Srdic *et al.*, 2007 و Rezaei *et al.*, 2004)، وزن ۱۰۰ دانه (Akbar *et al.*, 2008 و Srdic *et al.*, 2007)، تعداد دانه در ردیف بلال (Liu, 2008، Srdic *et al.*, 2007 و Rezaei *et al.*, 2004) و عملکرد دانه (Akbar *et al.*, 2008، Liu, 2008، Srdic *et al.*, 2007 و Rezaei *et al.*, 2004) معنی‌دار بود. محققانی از قبیل استوبر و همکاران (Stuber *et al.*, 1996)، رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) و پال و دبنات (Paul and Debnath, 1999) با استفاده از تلاقی‌های دی‌آلل گزارش کردند که سهم واریانس افزایشی برای ارتفاع بلال و ارتفاع بوته بیشتر از واریانس غالبیت بود، ولی مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2008) گزارش کردند که در کنترل این صفات، ژن‌هایی با اثر فوق غالبیت نقش داشتند. پرز- ولاسکوئز و همکاران (Perez-Velasquez *et al.*, 1996)، رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) و چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2005) براساس تجزیه تلاقی‌های دی‌آلل لاین‌های ذرت گزارش کردند که ژن‌های با اثر افزایشی در کنترل تعداد دانه در هر ردیف بلال اهمیت بیشتری دارند، ولی مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2008) و سرجیک و همکاران (Srdic *et al.*, 2007) مشخص کردند که برای این صفت، نقش اثر غیرافزایشی ژن‌ها بیشتر از اثر افزایشی ژن‌ها بود. چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2005) با استفاده از تلاقی‌های دی‌آلل ذرت گزارش کردند که در کنترل وراثت صفات عملکرد دانه و تعداد ردیف دانه در بلال، اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها یکسان بود ولی در آزمایش‌های دیگر، به نقش بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها (Perez-Velasquez *et al.*, 1996 و Mostafavi *et al.*, 2008) و یا اثر غیرافزایشی ژن‌ها (Rezaei *et al.*, 2004) در کنترل آن‌ها اشاره شده است. براساس تجزیه دی‌آلل، اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2008) و مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2008) گزارش کردند که اثر غیرافزایشی برای وزن ۱۰۰ دانه دارای اهمیت بیشتری بود، ولی سرجیک و همکاران (Srdic *et al.*, 2007) به نقش بیشتر اثر افزایشی در کنترل آن اشاره کردند. در روش لاین× تستر، به نقش مهم ژن‌های غالب در کنترل تعداد دانه در هر ردیف بلال، وزن صد دانه و عملکرد دانه و به نقش مهم ژن‌های با اثر افزایشی در کنترل تعداد ردیف دانه در بلال اشاره شده است (Petrovic, 1998). با استفاده از تلاقی‌های دی‌آلل کامل در ذرت مشخص شد که اثر تلاقی‌های معکوس برای صفات تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، ارتفاع بلال (Rezaei *et al.*, 2004)، وزن ۱۰۰ دانه (Akbar *et al.*, 2008)، ارتفاع بوته و عملکرد دانه (Akbar *et al.*, 2008 و Rezaei *et al.*, 2004) معنی‌دار بود. رضایی و همکاران

Archive of SID

www.SID.ir

(Rezaei *et al.*, 2004) گزارش کردند که برای عملکرد دانه، بیشتر دورگ‌ها نسبت به والد برتر هتروزیس نشان دادند، ولی واسال و همکاران (Vasal *et al.*, 1993) گزارش کردند که برای این صفت، هتروزیس والد برتر در اکثر تلاقی‌ها پایین بود. نتایج حاصل از همبستگی بین صفات نشان داد که تعداد دانه در ردیف بلال با عملکرد دانه همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار داشت (Vidal-Martinez *et al.*, 2001).

به منظور توصیه روش به‌نژادی مناسب برای اصلاح لاین‌های ذرت مناسب شرایط آب و هوایی کشور، در این آزمایش با استفاده از تلاقی دی‌آلل لاین‌هایی که در صفات زراعی مختلف متنوع بودند، به مطالعه عمل ژن‌ها و وراثت‌پذیری صفات اقتصادی و زراعی مهم پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش هفت لاین اینبرد ذرت به نام‌های K18، K3218، K1264.1، MO17، K19، K74.1 و K3653.5 که از این پس به ترتیب با شماره‌های ۱ تا ۷ مشخص می‌شوند و از لاین‌های ذرت رایج در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بوده و همه ساله جهت غربال کردن لاین‌های جدید تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در بهار سال ۱۳۸۴ کشت و تمامی تلاقی‌های ممکن بین آن‌ها انجام شد. دورگ‌های نسل اول حاصل از تلاقی‌های مستقیم و معکوس به همراه والدین آن‌ها (در مجموع ۴۹ ژنوتیپ) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد فارس کاشته شدند. کاشت بذرها در ۲۰ خرداد سال ۱۳۸۵ به طریق خشکه‌کاری و دستی انجام گرفت. هر تکرار شامل ۴۹ کرت و هر کرت شامل یک ردیف شش متری بود که برای حفظ یکنواختی درون تکرار، هر تکرار به دو بلوک تفکیک شد. هر ردیف شامل ۳۱ کپه به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود و در هر کپه سه بذر کاشته شد. در مرحله سه تا چهار برگی، اقدام به تنک بوته‌های اضافی شد تا تنها یک بوته در هر کپه باقی بماند. فاصله خطوط کاشت نیز ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مقدار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در هر هکتار قبل از کشت و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در هر هکتار نیز به صورت سرک در مرحله هفت تا نه برگی گیاه مصرف شد. مبارزه با علف های هرز در چند مرحله در طول فصل به صورت وجین دستی انجام شد. در هر ردیف با رعایت حاشیه، تعداد هشت بوته به طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شدند. اندازه‌گیری صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک در ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول بلال و عمق دانه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال روی بوته‌های علامت‌گذاری شده انجام گرفت و میانگین اندازه‌های مربوط به هر کرت تعیین و ثبت شدند. صفات با مقیاس طولی با استفاده از خط‌کش مدرج و صفات با مقیاس وزنی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری قطر بلال و قطر چوب بلال از کولیس استفاده شد. صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه نیز بر حسب ۱۴ درصد رطوبت محاسبه شدند.

ضرایب همبستگی ژنتیکی بین عملکرد دانه و صفات مورد مطالعه با استفاده از واریانس و کوواریانس براساس رابطه زیر محاسبه شد (Miller *et al.*, 1957):

$$r = \frac{\delta_{12}}{\sqrt{(\delta^2 1)(\delta^2 2)}} \qquad (1)$$

در این رابطه، r ضریب همبستگی ژنتیکی، δ_{12} و δ_2 به ترتیب کوواریانس و واریانس و اعداد ۱و۲ به ترتیب صفات اول و دوم را نشان می‌دهند. به منظور تعیین معنی‌دار بودن آزمون فرض صفر از آزمون t استفاده شد (به نقل از Rezai, 2001):

Archive of SID

www.SID.ir

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}} \qquad (۲)$$

در این رابطه، r ضریب همبستگی ژنتیکی و n تعداد کل داده‌ها هستند. جهت محاسبه متوسط هتروزیس و هتروزیس نسبت به والد برتر به ترتیب از رابطه‌های ۳ و ۴ استفاده شد (به نقل از Farsi and Bagheri, 1999) و معنی‌دار بودن آن با استفاده از روش LSD طبق رابطه ۵ مورد آزمون قرار گرفت:

$$\text{متوسط هتروزیس} = \frac{\text{میانگین } F_1 - \text{میانگین والدین}}{\text{میانگین والدین}} \times ۱۰۰ \qquad (۳)$$

$$\text{هتروزیس نسبت به والد برتر} = \frac{\text{میانگین } F_1 - \text{میانگین والد برتر}}{\text{میانگین والد برتر}} \times ۱۰۰ \qquad (۴)$$

$$LSD = \sqrt{\frac{2MSe}{r}} \times t \qquad (۵)$$

در این رابطه، MSe میانگین مربعات خطای آزمایشی، r تعداد تکرار و t در سطح پنج یا یک درصد با استفاده از درجه آزادی خطای آزمایشی به دست آمد (به نقل از Farshadfar, 1998). جهت آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۲ استفاده شد (Minitab, 1998). به منظور تجزیه واریانس صفات و مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، از نرم‌افزار SAS نسخه ۸/۰۲ استفاده شد (SAS Institute, 2001). برآورد پارامترهای ژنتیکی و شاخص‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار Diallel انجام شد (Magari and Kang, 1994). از روش اول گریفینگ در مدل ثابت، مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی والدین و خصوصی هر تلاقی برآورد شد (Griffing, 1956). برای محاسبه وراثت‌پذیری عمومی (H_b) و وراثت‌پذیری خصوصی (H_n) براساس رابطه‌های ۶ و ۷ از نرم‌افزار Dial98 استفاده شد (Ukai, 1998):

$$H_b = \frac{V_G}{V_P} \qquad (۶)$$

$$H_n = \frac{V_A}{V_P} \qquad (۷)$$

در این رابطه، V_G واریانس ژنتیکی، V_A واریانس افزایشی و V_P واریانس فنوتیپی هستند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. بنابراین اثر ژنوتیپ به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)، ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) و تلاقی‌های معکوس تجزیه شد (جدول ۱). برای کلیه صفات GCA و SCA معنی‌دار بود که بیانگر نقش و تأثیر عمل افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل کلیه صفات مورد مطالعه بود. این یافته با نتایج چوکان (Choukan, 2002) و مورایا و همکاران (Muraya *et al.*, 2006) درخصوص اثر GCA و SCA برای صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه مطابقت داشت. معنی‌دار شدن اثر GCA و SCA برای صفت طول بلال توسط بوردالو و همکاران (Bordallo *et al.*, 2005) نیز گزارش شده است. واریانس اثر معکوس برای صفات وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه نیز معنی‌دار شد. بین نتایج تلاقی‌های مستقیم و معکوس این صفات تفاوت آماری وجود داشته و احتمالا" اثر پایه مادری، نقش مؤثری در وراثت آن‌ها داشته است. اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2008) گزارش کردند که اثر معکوس برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌دار بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. معنی‌دار بودن نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی در صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، حاکی از اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها نسبت به اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بود. بنابراین استفاده از روش‌های به‌نژادی مبتنی بر گزینش لاین در یک سیستم دوره‌ای و تولید ارقام هیبرید جهت بهبود صفات فوق مؤثر خواهد بود. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) گزارش کردند که برای صفات تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد ردیف دانه در بلال، نقش اثر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثر غیرافزایشی ژن‌ها بود که مشابه اطلاعات به‌دست آمده از آزمایش حاضر بود. متوسط میزان هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک و وزن ۱۰۰ دانه منفی و برای سایر صفات مثبت بود (جدول ۱). بیشترین مقدار متوسط هتروزیس مربوط به عملکرد دانه (۴۵/۸۸ درصد) بود که با نتایج رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) و تولنار و همکاران (Tollenaar *et al.*, 2004) هماهنگی داشت. بنابراین برای افزایش عملکرد دانه، روش به‌نژادی تهیه ارقام هیبرید می‌تواند به افزایش تولید ارقام برتر کمک نماید.

بیشترین مقدار متوسط هتروزیس منفی برای وزن ۱۰۰ دانه (۱۷/۰۱- درصد) به دست آمد. منفی بودن متوسط هتروزیس بیانگر این است که دورگ‌ها به طرف والد ضعیف آن صفت گرایش داشته‌اند. الم و همکاران (Alam *et al.*, 2008) نیز برای وزن ۱۰۰ دانه هتروزیس منفی گزارش کردند. اجو و همکاران (Oju *et al.*, 2007) برای طول بلال هتروزیس مثبت گزارش کردند. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی (جدول ۱) نشان می‌دهد که دامنه وراثت‌پذیری عمومی از ۴۸ تا ۸۹ درصد متغیر بود که به ترتیب به صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد ردیف دانه در بلال تعلق داشت. دامنه تغییرات وراثت‌پذیری خصوصی از ۱۰ درصد برای تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک و ارتفاع بوته تا ۴۹ درصد برای طول بلال متغیر بود. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و عملکرد دانه، می‌تواند به دلیل سهم مؤثر اثر غیرافزایشی ژن‌ها نسبت به اثر افزایشی در کنترل این صفات باشد. بنابراین، روش‌های به‌نژادی مبتنی بر افزایش توأم ژن‌های افزایشی و غیرافزایشی از جمله روش دوره‌ای متناوب برای لاین‌هایی که در آن‌ها این صفات تجمع یابد، مؤثر است. چوی و همکاران (Choi *et al.*, 1995) و زارع و همکاران (Zare *et al.*, 2008) نیز برای تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک وراثت‌پذیری پایین گزارش کردند. در کنترل تعداد ردیف دانه در بلال، ژن‌های با اثر افزایشی و در کنترل وزن صد دانه و عملکرد، دانه ژن‌های با اثر غیرافزایشی (Petrovic, 1998) اهمیت بیشتری دارند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. بررسی اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان داد که لاین هفت دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و لاین سه دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). بنابراین از لاین سه می‌توان به عنوان والد زودرس در ارقام دورگ استفاده کرد. در بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی این صفت مشاهده شد که تلاقی ۷×۳ دارای بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و تلاقی‌های ۳×۲ و ۴×۳ دارای بیشترین SCA منفی و معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد بودند (جدول ۳). بنابراین می‌توان از دورگ‌های ۳×۲ و ۴×۳ جهت کاهش تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس و پارامترهای ژنتیکی یک تلاقی ۷×۷ ذرت براساس تجزیه دی‌آلل (روش اول گریفینگ)

Table 1. Analysis of variance and genetic parameters of maize using a 7×7 diallel cross design (Method A, Griffing)

S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from germination to physiological maturity	روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from silking to Physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	طول بلال Ear length	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	عمق دانه Grain dept	تعداد ردیف دانه در بلال No. of rows.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف بلال No. of Kernels. row^{-1}	عملکرد دانه Grain yield
			میانگین مربعات (MS)									
Replication	تکرار	2	62.56 **	61.42 ^{ns}	13591.01 **	1327.41 **	59.45 **	139.54 **	0.19 **	13.17 **	105.83 *	0.23 *
Genotype	ژنوتیپ	48	21.33 **	51.2 **	1398.56 **	311.3 **	16.07 **	74.46 **	0.09 **	16.18 **	73.78 **	0.46 **
GCA	ترکیب‌پذیری عمومی	6	62 **	2.67 *	1756.30 **	557.91 **	66.93 **	144.30 **	0.14 **	51.79 **	245.51 **	5.76 **
SCA	ترکیب‌پذیری خصوصی	21	20.02 *	2.79 **	2273.59 **	484.63 **	13.01 **	85.40 **	0.08 **	13.61 **	57.92 **	10.5 **
Reciprocal	اثرات معکوس	21	11.06 ^{ns}	0.48 ^{ns}	421.32 ^{ns}	67.51 ^{ns}	4.61 ^{ns}	43.57 **	0.07 **	8.58 **	40.58 *	4.46 **
Error	خطا	96	11.94	28.96	569.32	112.02	4.25	16.06	2.39	1.57	23.34	0.05
GCA/SCA			3.10 *	0.96 ^{ns}	0.77 ^{ns}	1.15 ^{ns}	5.14 **	1.69 ^{ns}	1.75 ^{ns}	3.81 **	4.24 **	0.55 ^{ns}
Ave. Heterosis	متوسط هتروزیس		-0.35	7.62	28.29	39.88	17.73	-17.01	19.97	14.6	14.13	45.88
H_b	وراثت‌پذیری عمومی		0.48	0.53	0.64	0.69	0.74	0.77	0.65	0.89	0.67	0.86
H_n	وراثت‌پذیری خصوصی		0.30	0.10	0.10	0.17	0.49	0.26	0.24	0.48	0.44	0.11
Correlation coefficient [a]	ضریب همبستگی		0.21 *	0.58 **	0.40 **	0.34 **	0.28 *	0.14 ^{ns}	0.26 *	0.29 *	0.54 **	—

ns: Non- significant

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

a: Coefficient of genetic correlation between grain yield and other characters

ns: غیر معنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

a: ضریب همبستگی ژنتیکی بین عملکرد و سایر صفات

Archive of SID

www.SID.ir

در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. نتایج به‌دست آمده از آزمون LSD نشان داد که براساس میزان هتروزیس نسبت به والد برتر برای این صفت، هیچ‌کدام از دورگ‌ها دیررس‌تر از والدین نبودند (جدول ۴). شاید علت این موضوع استفاده از لاین‌های اینبرد نسبتاً زودرس ذرت در این آزمایش باشد. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) و الم و همکاران (Alam *et al.*, 2008) نیز برای این صفت هتروزیس منفی و معنی‌دار گزارش کردند.

اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک در لاین هفت مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) و در لاین دو منفی و معنی‌دار (در سطح احتمال پنج درصد) بود (جدول ۲). بنابراین از لاین دو می‌توان جهت کاهش تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک در دورگ‌گیری‌ها استفاده کرد. اثر ترکیب‌پذیری خصوصی در جهت مثبت برای دورگ‌های ۶*۱ و ۳*۱ به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. اثر ترکیب‌پذیری خصوصی منفی و معنی‌دار نیز در سطح احتمال یک درصد در دورگ ۳*۲ مشاهده شد (جدول ۳). بنابراین می‌توان دورگ ۳*۲ را برای کاهش صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک در نظر گرفت. مقدار هتروزیس نسبت به والد برتر در ۱۴/۳ درصد از دورگ‌ها معنی‌دار بود. دورگ ۲*۳ دارای هتروزیس منفی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بود که تأکیدی بر تلاقی لاین‌های دو و سه در جهت کاهش این صفت بود (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط مارتون و همکاران (Marton *et al.*, 2005) برای این صفت گزارش شده است.

در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی ارتفاع بوته مشخص شد که لاین چهار دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال پنج درصد) و لاین هفت دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) بود (جدول ۲). لذا می‌توان در دورگ‌گیری‌ها جهت افزایش ارتفاع بوته از لاین چهار و جهت کاهش ارتفاع بوته از لاین هفت استفاده کرد. از بین ۴۲ دورگ مورد بررسی، دورگ‌های ۷×۴، ۶×۳، ۴×۲، ۶×۱، ۵×۳ و ۷×۵ بیشترین مقدار SCA در جهت مثبت و معنی‌دار برای ارتفاع بوته داشتند (جدول ۳). بنابراین می‌توان برای این صفت دورگ‌های فوق را پس از مقایسه با ارقام شاهد، به عنوان دورگ‌های جدید معرفی نمود. چنین نتایجی توسط چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2005) و اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2008) نیز گزارش شده است.

برای صفت ارتفاع بلال، لاین‌های یک و پنج ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار (به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد) و لاین هفت ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) نشان دادند (جدول ۲). با توجه به این‌که ارتفاع زیاد بلال می‌تواند منجر به شکستن و خوابیدگی ساقه و در نتیجه باعث کاهش عملکرد شود، لذا می‌توان جهت کاهش ارتفاع بلال در برنامه‌های به‌نژادی از نتاج لاین هفت پس از دورگ‌گیری استفاده کرد. اثر ترکیب‌پذیری خصوصی در تلاقی‌های ۶×۳، ۴×۲، ۵×۲، ۶×۱ و ۳×۱ با بیشترین مقدار SCA مثبت و معنی‌دار، باعث افزایش این صفت خواهد شد (جدول ۳). براساس نتایج آزمون LSD در سطوح احتمال پنج و یک درصد، در ۲۶ دورگ (۶۱/۹ درصد) هتروزیس مثبت و معنی‌دار برای ارتفاع بلال نسبت به والد برتر مشاهده شد. بیشترین مقدار هتروزیس مربوط به تلاقی ۶×۳ (۶۴/۳۴ درصد) بود (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) و الم و همکاران (Alam *et al.*, 2008) برای این صفت گزارش شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ذرت برای صفات گیاهی مورد ارزیابی

Table 2. General combining ability effects of maize inbred lines for plant characteristics

والدین Parent	روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from germinationto physiological maturity	روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from silking tophysiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	طول بلال Ear length	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	عمق دانه Grain dept	تعداد ردیف دانه در بلال No. of rows.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف بلال No. of kernels. row^{-1}	عملکرد دانه Grain yield
1	0.61 ^{ns}	0.57 ^{ns}	3.03 ^{ns}	5.29 **	1.74 **	0.56 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.53 **	3.47 **	0.11 ^{ns}
2	-0.73 ^{ns}	-1.67 *	-4.25 ^{ns}	-2.64 ^{ns}	0.49 ^{ns}	-2.59 **	-0.04 ^{ns}	-0.98 **	0.19 ^{ns}	5.92 **
3	-1.3 **	-0.03 ^{ns}	1.92 ^{ns}	0.45 ^{ns}	-1.25 **	-2.14 **	0.12 **	0.65 **	-0.34 ^{ns}	0.28 *
4	-0.51 ^{ns}	-1.03 ^{ns}	7.55 *	0.63 ^{ns}	1.06 **	-9.30 **	0.02 ^{ns}	-1.4 **	2.77 **	0.13 ^{ns}
5	-0.11 ^{ns}	-0.86 ^{ns}	1.38 ^{ns}	3.72 *	0.50 ^{ns}	7.59 **	-0.03 ^{ns}	-0.35 *	-2.08 **	-0.71 **
6	1.06 *	0.62 ^{ns}	2.75 ^{ns}	-2.58 ^{ns}	-1.57 **	2.43 **	0.01 ^{ns}	0.94 **	-0.82 ^{ns}	0.39 **
7	2.20 **	2.40 **	-12.39 **	-4.87 **	-0.97 **	1.76 **	0.05 *	1.67 **	-3.19 **	-0.26 ^{ns}
S.E.(gi)	0.4936	0.7687	3.4086	1.5120	0.2945	0.5725	0.0225	0.1789	0.6901	0.1367

ns: Non- significant

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Maize genotypes: 1. K18, 2. K3218, 3. K1264.1, 4. MO17, 5. K19, 6. K74.1, 7. K3653.5

ns: غیر معنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اثر ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها ذرت برای صفات گیاهی مورد ارزیابی

Table 3. Specific combining ability effects of maize inbred lines for plant characteristics

نوع تلاقی Crosses	روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from germinationto physiological maturity	روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from silkingto physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	طول بلال Ear length	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	عمق دانه Grain dept	تعداد ردیف دانه در بلال No. of rows.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف بلال No. of kernels.row^{-1}	عملکرد دانه Grain yield
2×1	1.44 ^{ns}	3.36 ^{ns}	7.56 ^{ns}	4.28 ^{ns}	0.84 ^{ns}	-1.89 *	-0.01 ^{ns}	-0.70 ^{ns}	1.65 ^{ns}	-0.71 *
3×1	0.35 ^{ns}	4.05 *	9.28 ^{ns}	8.46 *	1.08 ^{ns}	1.87 *	0.19 **	0.41 ^{ns}	1.45 ^{ns}	2.35 **
4×1	-1.11 ^{ns}	-1.12 ^{ns}	1.29 ^{ns}	-0.41 ^{ns}	0.69 ^{ns}	-1.89 *	0.04 ^{ns}	0.39 ^{ns}	-2.17 ^{ns}	-0.70 *
5×1	1.99 ^{ns}	1.22 ^{ns}	-2.54 ^{ns}	1.66 ^{ns}	-0.29 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	-0.15 **	-0.06 ^{ns}	-3.25 ^{ns}	0.34 ^{ns}
6×1	0.32 ^{ns}	6.91 **	21.15 *	8.46 *	-1.22 ^{ns}	-5.23 **	0.09 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	2.93 ^{ns}	0.43 ^{ns}
7×1	0.18 ^{ns}	-0.88 ^{ns}	-5.48 ^{ns}	-2.78 ^{ns}	-0.77 ^{ns}	-2.07 *	0.01 ^{ns}	0.72 ^{ns}	-2.14 ^{ns}	-0.33 ^{ns}
3×2	-3.53 **	-5.71 **	-8.60 ^{ns}	1.65 ^{ns}	-1.92 **	-1.13 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.55 ^{ns}	-3.90 *	-1.58 **
4×2	0.51 ^{ns}	1.46 ^{ns}	22.2 **	11.48 **	2.28 **	3.95 **	0.12 *	0.57 ^{ns}	4.78 **	2.58 **
5×2	1.11 ^{ns}	0.96 ^{ns}	12.71 ^{ns}	9.09 *	1.13 ^{ns}	-0.67 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	1.54 ^{ns}	0.18 ^{ns}
6×2	-1.56 ^{ns}	-1.69 ^{ns}	4.04 ^{ns}	-3.71 ^{ns}	0.21 ^{ns}	-0.92 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	1.77 **	1.85 ^{ns}	0.79 *
7×2	0.63 ^{ns}	0.36 ^{ns}	-8.89 ^{ns}	-2.89 ^{ns}	-0.51 $^{n s}$	1.54 ^{ns}	0.03 ^{ns}	-1.10 *	-0.42 ^{ns}	0.56 ^{ns}
4×3	-2.42 *	-2.02 ^{ns}	-0.30 ^{ns}	-4.31 ^{ns}	-0.92 ^{ns}	-4.42 **	-0.01 ^{ns}	0.41 ^{ns}	-1.22 ^{ns}	-1.46 **
5×3	-0.49 ^{ns}	1.31 ^{ns}	16.97 *	-1.37 ^{ns}	0.34 ^{ns}	-3.16 **	0.16 **	1.56 **	2.80 ^{ns}	-0.74 *
6×3	0.18 ^{ns}	1.84 ^{ns}	23.7 **	12.77 **	2.30 **	-2.59 **	0.14 *	2.01 **	3.64 *	1.05 **
7×3	3.70 **	1.88 ^{ns}	-6.83 ^{ns}	0.99 ^{ns}	0.96 ^{ns}	1.85 *	-0.07 ^{ns}	-2.46 **	-1.93 ^{ns}	-0.48 ^{ns}
5×4	0.90 ^{ns}	0.31 ^{ns}	-1.26 ^{ns}	3.46 ^{ns}	0.19 ^{ns}	-0.70 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.53 ^{ns}	1.85 ^{ns}	0.90 **
6×4	1.90 ^{ns}	1.00 ^{ns}	-13.1 ^{ns}	-1.68 ^{ns}	-1.27 ^{ns}	-0.29 ^{ns}	-0.14 *	-1.08 *	-1.84 ^{ns}	-2.08 **
7×4	-2.08 ^{ns}	0.05 ^{ns}	28.9 **	7.94 *	0.55 ^{ns}	-1.16 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.99 *	4.19 *	1.63 **
6×5	-1.18 ^{ns}	-1.66 ^{ns}	-4.03 ^{ns}	1.20 ^{ns}	1.21 ^{ns}	-1.30 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.61 ^{ns}	1.61 ^{ns}	0.40 ^{ns}
7×5	-2.15 ^{ns}	1.22 ^{ns}	16.71 *	-3.05 ^{ns}	0.46 ^{ns}	4.79 **	0.07 ^{ns}	0.61 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.14 ^{ns}
7×6	-0.15 ^{ns}	1.91 ^{ns}	7.71 ^{ns}	4.35 ^{ns}	1.71 *	-2.20 *	0.08 ^{ns}	2.39 **	-0.58 ^{ns}	0.68 *
S.E.(si.j)	1.2258	1.909	8.4646	3.7547	0.7314	0.8745	0.0559	0.4442	1.7138	0.3394

ns: Non- significant

ns: غیر معنی‌دار

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Maize genotypes: 1. K18, 2. K3218, 3. K1264.1, 4. MO17, 5. K19, 6. K74.1, 7. K3653.5

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- اثر هتروزیس صفات گیاهی در هیبریدهای ذرت در مقایسه با والد برتر

Table 4. Heterosis effects for plant characteristics in maize hybrids as compared to the superior parent

نوع تلاقی Crosses	روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from germinationto physiological maturity	روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from silkingto physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	طول بلال Ear length	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	عمق دانه Grain dept	تعداد ردیف دانه در بلال No. of rows.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف بلال No. of kernels.row^{-1}	عملکرد دانه Grain yield
2×1	0 ^{ns}	9.64 **	27.68 ^{ns}	33.53 **	8.05 **	-24.39 **	31.67 **	-3.03 **	4.69 ^{ns}	57.54 **
3×1	-1.44 ^{ns}	6.54 ^{ns}	28.52 ^{ns}	43.29 **	-9.03 **	-33.59 **	78.33 **	5.41 **	-14.04 **	11.95 **
4×1	-2.84 ^{ns}	0.5 ^{ns}	26.46 ^{ns}	37.04 **	-6.30 **	-35.47 **	1.18 ^{ns}	-15.15 **	-13.68 **	8.21 **
5×1	0.96 ^{ns}	11.70 **	10.03 ^{ns}	18.93 *	-8.05 **	-23.16 **	-15.49 **	10.08 **	-19.30 **	96.14 **
6×1	-0.48 ^{ns}	28.56 **	42.44 *	44.42 **	-19.93 **	-39.50 **	30.44 **	32.35 **	0.76 ^{ns}	77.62 **
7×1	1.16 ^{ns}	8.34 ^{ns}	15.07 ^{ns}	12.39 ^{ns}	-9.26 **	-22.09 **	51.79 **	-7.85 **	-30.70 **	-5.61 **
3×2	-2.15 ^{ns}	-8.53 ^{ns}	11.38 ^{ns}	41.40 **	-14.20 **	-35.51 **	40 **	-3.58 **	-10.16 **	-58.27 **
4×2	-2.61 ^{ns}	0 ^{ns}	27.88 ^{ns}	44.13 **	17.67 **	-3.76 ^{ns}	-3.53 **	4.18 **	22.16 **	67.16 **
5×2	0.48 ^{ns}	1.52 ^{ns}	34.65 ^{ns}	31.75 **	24.29 **	-22.67 **	-14.08 **	3.09 **	8.5 *	32.19 **
6×2	-2.58 ^{ns}	1.01 ^{ns}	20.44 ^{ns}	37.63 **	-2.70 ^{ns}	-36.11 **	-14.49 **	38.21 **	37.86 **	54.39 **
7×2	-1.39 ^{ns}	1.96 ^{ns}	11.87 ^{ns}	12.07 ^{ns}	2.06 ^{ns}	8.55 *	63.33 **	-1.58 ^{ns}	14.86 **	93.99 **
4×3	-3.09 ^{ns}	-1.51 ^{ns}	25.33 ^{ns}	36.79 **	0.51 ^{ns}	-28.48 **	4.71 **	0.88 ^{ns}	28.08 **	-23.35 **
5×3	-1.44 ^{ns}	4.03 ^{ns}	29.46 ^{ns}	8.16 ^{ns}	14.43 **	-31.96 **	28.17 **	23.45 **	9.10 *	-46.88 **
6×3	-0.94 ^{ns}	7.04 ^{ns}	43.29 *	64.34 **	38.55 **	-44.17 **	56.52 **	33.31 **	22.93 **	16.91 **
7×3	-0.47 ^{ns}	3.93 ^{ns}	16.68 ^{ns}	28.56 **	21.67 **	-7.52 *	16.67 **	-16.40 **	-9.65 *	-5.51 **
5×4	-1.42 ^{ns}	0 ^{ns}	17.24 ^{ns}	16.21 ^{ns}	9.09 **	-15.17 **	-15.29 **	11.08 **	27.56 **	40.47 **
6×4	-0.70 ^{ns}	6.56 ^{ns}	26.03 ^{ns}	34.8 **	-3.75 *	-34.82 **	-1.18 ^{ns}	17.65 **	-6.65 ^{ns}	-33.14 **
7×4	-3.02 ^{ns}	3.43 ^{ns}	32.44 ^{ns}	34.66 **	5.85 **	-17.14 **	-17.65 **	-6.27 **	16.99 **	62.46 **
6×5	-0.70 ^{ns}	3.19 ^{ns}	26.53 ^{ns}	7.60 ^{ns}	19.31 **	-48 **	1.40 ^{ns}	22.25 **	41.47 **	-23.51 **
7×5	-3.25 ^{ns}	-0.49 ^{ns}	28.25 ^{ns}	10.32 ^{ns}	13.05 **	-5.75 ^{ns}	11.26 **	-13.30 **	-6.78 ^{ns}	134.28 **
7×6	-0.69 ^{ns}	6.87 ^{ns}	19.84 ^{ns}	14.42 ^{ns}	31.51 **	-40.09 **	47.83 **	20.27 **	3.37 ^{ns}	26.35 **
1×2	0.24 ^{ns}	3.54 ^{ns}	13.75 ^{ns}	26.66 **	-8.87 **	-53.69 **	-5 **	-5.08 **	-22.47 **	-12.98 **
1×3	-0.24 ^{ns}	11.56 *	23.30 ^{ns}	44.17 **	-8.11 **	-21.49 **	68.33 **	2.70 **	-7.87 *	36.76 **
1×4	-2.13 ^{ns}	0 ^{ns}	18.19 ^{ns}	17.76 *	10.19 **	-28.97 **	-15.29 **	17.20 **	-11.04 **	0.88 **
1×5	1.44 ^{ns}	7.43 ^{ns}	25.54 ^{ns}	29.47 **	-4.98 **	-30.26 **	-29.58 **	0.98 ^{ns}	-38.76 **	-31.93 **
1×6	-2.11 ^{ns}	21.42 **	26.06 ^{ns}	31.65 **	-25.85 **	-50.52 **	10.14 **	-3.03 **	-17.05 **	2.27 **
1×7	-4.64 ^{ns}	-2.94 ^{ns}	-1.45 ^{ns}	12.88 ^{ns}	-25.08 **	-33.26 **	-5.36 **	3.87 **	-27.33 **	54.04 **
2×3	-5.74 *	-10.04 *	15 ^{ns}	32.97 **	-9.02 **	-26.44 **	35 **	-7.23 **	-9.65 *	-39.34 **
2×4	-0.24 ^{ns}	1.51 ^{ns}	34.38 ^{ns}	60.68 **	23.20 **	-16.29 **	3.53 **	-2.01 ^{ns}	35.46 **	131.09 **
2×5	0 ^{ns}	0 ^{ns}	29.80 ^{ns}	14.96 ^{ns}	20.67 **	-9.46 **	9.86 **	6.19 **	34.86 **	73.39 **
2×6	-2.82 ^{ns}	-3.04 ^{ns}	30.39 ^{ns}	49.65 **	5.26 **	-48.52 **	8.70 **	18.56 **	19.68 **	43.63 **
2×7	-1.63 ^{ns}	0.48 ^{ns}	5.29 ^{ns}	4.16 ^{ns}	-1.35 ^{ns}	-9.03 **	-33.33 **	-28.94 **	0.59 ^{ns}	82.83 **
3×4	-4.74 ^{ns}	-3.51 ^{ns}	15.81 ^{ns}	14.15 ^{ns}	-22.25 **	-43.36 **	2.35 ^{ns}	-4.53 **	-18.73 **	-66.91 **
3×5	-0.72 ^{ns}	1.51 ^{ns}	39.34 *	13.49 ^{ns}	10.31 **	-25.76 **	53.52 **	2.70 **	5.74 ^{ns}	-48.16 **
3×6	-2.82 ^{ns}	4.52 ^{ns}	36.49 ^{ns}	59.6 **	32.35 **	-46.12 **	42.03 **	16.22 **	8.32 *	-5.70 **
3×7	0.93 ^{ns}	7.83 ^{ns}	1.04 ^{ns}	16.64 ^{ns}	35.59 **	-4.87 ^{ns}	35 **	-10.95 **	-21.09 **	-63.42 **
4×5	0 ^{ns}	0.5 ^{ns}	21.97 ^{ns}	22.45 **	5.47 **	-17.82 **	-30.59 **	-1.08 ^{ns}	-8.39 *	14.96 **
4×6	0.47 ^{ns}	0.5 ^{ns}	-0.34 ^{ns}	14.43 ^{ns}	-26.57 **	-35.53 **	-47.06 **	17.65 **	7.87 *	-27.20 **
4×7	-3.48 ^{ns}	0 ^{ns}	28.01 ^{ns}	40.21 **	-5.34 **	-7.94 *	-10.59 **	-4.69 **	11.30 **	61.88 **
5×6	-3.29 ^{ns}	6.90 ^{ns}	20.91 ^{ns}	12.47 ^{ns}	13.89 **	-26.21 **	2.82 *	45.58 **	38.22 **	55.81 **
5×7	-2.78 ^{ns}	7.83 ^{ns}	30.37 ^{ns}	-12.47 ^{ns}	17.79 **	44.94 **	-2.82 *	10.13 **	7.98 *	122.86 **
6×7	-0.93 ^{ns}	6.86 ^{ns}	24.76 ^{ns}	32.16 **	33.64 **	-30.56 **	-17.39 **	12.48 **	4.61 ^{ns}	47.31 **
LSD 5%	5.61	8.74	38.73	17.18	3.35	6.50	2.51	2.03	7.84	0.36
LSD 1%	7.43	11.57	51.32	22.76	4.43	8.62	3.32	2.69	10.39	0.48

ns: Non- significant

ns: غیر معنی‌دار

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Maize genotypes: 1. K18, 2. K3218, 3. K1264.1, 4. MO17, 5. K19, 6. K74.1, 7. K3653.5

Archive of SID

www.SID.ir

برای صفت طول بلال، لاین‌های یک و چهار دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و لاین‌های سه، شش و هفت دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بودند (جدول ۲). بنابراین از لاین‌های یک و چهار می‌توان جهت افزایش مقدار این صفت استفاده کرد.

برای صفت وزن ۱۰۰ دانه لاین‌های پنج، شش و هفت دارای بیشترین GCA در جهت مثبت و لاین‌های چهار، دو و سه دارای بیشترین GCA در جهت منفی بودند (جدول ۲). بنابراین می‌توان از لاین‌های پنج، شش و هفت جهت افزایش وزن ۱۰۰ دانه استفاده کرد. دورگ‌های*۵، ۴×۲ و۳×۱ به ترتیب دارای بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار و دورگ‌های ۶×۱، ۴×۳، ۵×۳، ۶×۳، ۷×۶، ۷×۱، ۲×۱ و ۴×۱ به ترتیب دارای بیشترین SCA منفی و معنی‌دار بودند (جدول ۳). لذا از تلاقی‌های معنی‌دار نیز می‌توان جهت افزایش یا کاهش در وزن ۱۰۰ دانه استفاده کرد. براساس آزمون LSD، ۹۲/۹ درصد از دورگ‌ها نسبت به والد برتر هتروزیس معنی‌دار داشتند (جدول ۴). بیشترین مقدار هتروزیس مثبت مربوط به تلاقی ۵×۷ (۴۴/۹۴ درصد) بود. نتایج مشابهی توسط اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2008) برای این صفت گزارش شده است.

بررسی اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای صفت عمق دانه (جدول ۲) نشان داد که لاین‌های سه و هفت دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) بودند. بنابراین می‌توان از لاین‌های سه و هفت جهت افزایش عمق دانه استفاده کرد. اثر ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌های ۳×۱، ۵×۳ و ۶×۳ در جهت مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) و تلاقی‌های ۵×۱ و ۶×۴ در جهت منفی و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) بود (جدول ۳). ۹۰/۵ درصد از دورگ‌ها براساس آزمون LSD نسبت به والد برترشان هتروزیس معنی‌دار نشان دادند (جدول ۴). بنابراین می‌توان هر یک از این دورگ‌ها را در برنامه‌های به‌نژادی تهیه ارقام دورگ مورد استفاده قرار داد.

برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال، اثر ترکیب‌پذیری عمومی در تمام والدین معنی‌دار بود، به‌طوری‌که لاین‌های هفت، شش و سه به ترتیب دارای بیشترین GCA در جهت مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) و لاین‌های چهار، دو و یک به ترتیب دارای بیشترین GCA در جهت منفی و معنی‌دار (در سطح احتمال پنج درصد) بود(جدول ۲). بنابراین می‌توان از لاین‌های هفت، شش و سه جهت افزایش تعداد ردیف دانه در بلال استفاده کرد. اثر ترکیب‌پذیری‌خصوصی دورگ‌های ۷*۶، ۶×۳، ۶×۲ و ۵×۳ (در سطح احتمال یک درصد) و دورگ ۷×۴ (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار و مثبت بود (جدول ۳). بنابراین از دورگ‌های مذکور جهت افزایش تعداد ردیف دانه در بلال می‌توان استفاده کرد. دورگ ۷×۳ (در سطح احتمال یک درصد) و دورگ‌های ۷×۲ و ۶×۴ (در سطح احتمال پنج درصد) نیز دارای SCA منفی و معنی‌دار بودند. نتایج به‌دست آمده از آزمون LSD نشان داد که میزان هتروزیس نسبت به والد برتر در ۳۷ دورگ (۸۸/۱ درصد) معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) برای این صفت گزارش شده است.

از نظر صفت تعداد دانه در ردیف بلال، والدهای یک و چهار دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) و والدهای هفت و پنج دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) بودند (جدول ۲). با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این صفت و عملکرد دانه (جدول ۱)، از لاین‌های یک و چهار می‌توان جهت افزایش تعداد دانه در ردیف بلال

Archive of SID

www.SID.ir

و عملکرد دانه استفاده نمود. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در نتایج سایر محققان نیز گزارش شده است (Vidal-Martinez *et al.*, 2001; Ottaviano and Camussi, 1981; Torun and Koycu, 1999). در رابطه با ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها می‌توان در جهت مثبت و معنی‌دار به تلاقی‌های ۴×۲، ۶×۳ و ۷×۴ و در جهت منفی و معنی‌دار به تلاقی ۳×۲ اشاره کرد (جدول ۳). بنابراین از تلاقی‌های ۴×۲، ۶×۳ و ۷×۴ می‌توان جهت افزایش تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه استفاده کرد. مقدار هتروزیس نسبت به والد برتر در ۳۴ دورگ معنی‌دار بود. بیشترین مقدار هتروزیس مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) مربوط به تلاقی ۶×۵ (۴۱/۴۷ درصد) بود (جدول ۴). بنابراین می‌توان به دلیل اثر هتروزیس مثبت و معنی‌دار از لاین‌های پنج و شش جهت افزایش این صفت و عملکرد دانه در ارقام هیبرید استفاده کرد.

بررسی اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای عملکرد دانه (جدول ۲) نشان داد که لاین‌های دو، شش و سه دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و لاین پنج دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار بود. بنابراین به منظور افزایش پتانسیل ژنتیکی ارقام در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود عملکرد دانه، به استفاده از لاین‌های دو، شش و سه تأکید بیشتری می‌شود. بیشترین اثر SCA معنی‌دار در جهت مثبت، به ترتیب مربوط به تلاقی لاین‌های ۴×۲، ۳×۱، ۷×۴، ۶×۳ و ۵×۴ بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده استفاده از تلاقی این لاین‌ها جهت بهبود عملکرد دانه است. بررسی جدول هتروزیس (جدول ۴) نیز نشان داد که میزان هتروزیس در تلاقی‌های مذکور مثبت و معنی‌دار بود. نتایج مشابهی توسط چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2005) و رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2004) برای این صفت گزارش شده است.

به طور کلی اثر افزایشی ژن‌ها دارای نقش بیشتری نسبت به اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال را داشته است. برای صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و عملکرد دانه اثر غیرافزایشی ژن‌ها تأثیر بیشتری نسبت به اثر افزایشی ژن‌ها داشته است. بنابراین تهیه لاین‌های برتر از طریق روش به‌نژادی متناوب و به‌دنبال آن دورگ‌گیری برای ایجاد هیبریدهای برتر جهت بهبود صفات فوق مؤثر خواهد بود. همچنین جهت افزایش عملکرد دانه، لاین‌های دو، شش، سه و هفت به عنوان لاین‌های برتر و تلاقی‌های ۴×۲، ۶×۳ و ۷×۴ به عنوان بهترین دورگ‌ها شناسایی شدند.

منابع مورد استفاده

References

Akbar, M., M. Saleem, F. M. Azhar, M. Y. Ashraf and R. Ahmad. 2008. Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. J. Agric. Res. 46(1): 27-38.

Alam, A. K. M. M., S. Ahmed, M. Begum and M. K. Sultan. 2008. Heterosis and combining ability for grain yield and its contributing characters in maize. Bang. J. Agric. Res. 33(3): 375-379.

Bordallo, P. N., M. G. Pereira, A. T. A. Junior and A. P. C. Gabriel. 2005. Diallel analysis of sweet and regular corn genotypes for agronomic characters and total protein content. Hort. Bras. 23(1): 123-127. (In Portuguese with English abstract).

Archive of SID

www.SID.ir

Choi, K. J., M. S. Chin, K. Y. Park, H. S. Lee, J. H. Seo and D.Y. Song. 1995. Heterosis and heritability of stay-green characters. Maize Genet. Cooperation Newsl. 69: 122-123.

Choukan, R. 2002. Genetic analysis of grain yield and yield components in maize. Seed and Plant J. 18(2): 170-178. (In Persian with English abstract).

Choukan, R. and A. Mosavat. 2005. Mode of gene action of different traits in maize tester lines using diallel crosses. Seed and Plant J. 21(4): 547-560. (In Persian with English abstract).

Farshadfar, E. 1998. Application of biometrical genetics in plant breeding. (1st ed.) Razi University of Kermanshah Publications. pp 527. (In Persian).

Farsi, M. and A. Bagheri. 1999. Principles of crop breeding. (2nd Ed.) Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. pp 296. (In Persian).

Fehr, W. R. 1991. Principles of cultivar development. Theory and technique. Volume 1. MacMillan Publishing Co. 536 pp.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.

Liu, Y. L., 2008. Combining ability analysis and evaluation on Ga waxy corn inbred lines. Chinese Agric. Sci. 24(11): 224-227. (In Chinese with English abstract).

Magari, R. and M. S. Kang. 1994. Interactive basic program for Griffing's diallel analyses. J. Hered. 85(4): 336-337.

Marton, L. C., T. Szundy and I. Pók. 2005. Effect of the year on the vegetative and generative phases in the growing period of maize. Acta Agronomica Hungarica 53(2): 133-141.

Miller, P. A., J. C. Williams, J. H. F. Robinson and R. E. Comstock. 1957. Estimates of genotypic and environmental variances and covariances in upland cotton and their implication in selection. Agron. J. 29: 126-131.

Minitab. 1998. MINITAB 12. Minitab, State College, PA., USA.

Mostafavi, K., R. Choukan, M. R. Bihamta, E. Majidi Heravan and M. Taeb. 2008. Genetic control of different traits in corn lines (*Zea mays* L.) using graphical analysis. Seed and Plant J. 24(1): 117-128. (In Persian with English abstract).

Muraya, M. M., C. M. Ndirangu and E. O. Omolo. 2006. Heterosis and combining ability in diallel crosses involving maize (*zea mays*) S_1 lines. Austra. J. Exp. Agric. 46(3): 387-394.

Ojo, G. O. S., D. K. Adedzwa and L. L. Bello. 2007. Combining ability estimates and heterosis for grain yield and yield components in maize (*Zea mays L.*). J. of Susta. Develop. Agric. Environ. 3: 49-57.

Ottaviano, E. and A. Camussi. 1981. Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize. Euphytica 30(3): 601-609.

Paul, K. K. and S. C. Debnath. 1999. Combining ability analysis in maize (*Zea mays* L.). Pak. J. Sci. Indust.

Archive of SID

www.SID.ir

Res. 42(3): 141-144.

Perez-Velasquez, J. C., H. Celallos, S. Pandey and C. D. Amaris. 1996. A diallel cross analysis of some quantitative characters in maize. Crop Sci. 36: 572-578.

Petrovic, Z. 1998. Combining abilities and mode of inheritance of yield and yield components in maize. Novi Sad (Yugoslavia). pp 85. (In Serbian with English abstract).

Rezaei, A. H., B. Yazdisamadi, A. Zali, A. M. Rezaei, A. Tallei and H. Zeinali. 2004. An estimate of heterosis and combining ability in corn using diallel crosses of inbred lines. Iran. J. Agric. Sci. 36(2): 385-397. (In Persian with English abstract).

Rezai, A. 2001. Concepts of probability and statistics. Mashhad Publishing Co. pp 431. (In Persian).

SAS Institute. 2001. SAS user's guide. Version 8. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.

Srdić. J., Z. Pajić and S. S. Mladenović-Drinić. 2007. Inheritance of maize grain yield components. Maydica 52(3): 261-264.

Stuber, C. W., R. H. Moll and W. D. Hanson. 1996. Genetic variance and interrelationships of six traits in a hybrid population of *Zea mays* L. Crop Sci. 6: 455-458.

Tabanao, D. A. and R. Bernardo. 2005. Genetic variation in maize breeding populations with different numbers of parents. Crop Sci. 45: 2301-2306.

Tollenaar, M., A. Ahmadzadeh and E. A. Lee. 2004. Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. Crop Sci. 44: 2086-2094.

Torun, M. and C. Koycu. 1999. A study on the determination of the relationship between grain yield and certain yield components of corn using correlation and path analysis. Turk. J. Agric. Forest. 23(5): 1021-1027.

Ukai, Y. 1998. Dial98. Available at http://lbm.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~ukai/dial98.html

Vasal, S. K., G. Srinivasan, S. Pandey, C. F. Gonzalez, J. Crossa and D. L. Beck. 1993. Heterosis and combining ability of CIMMYT's quality protein maize germplasm: I. Lowland tropical. Crop Sci. 33(1): 46-51.

Verhalen, L. M. and J. C. Murray. 1967. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton. Crop Sci. 7: 501-505.

Vidal-Martinez, V. A., M. Clegg., B. Johnson and R. Valdivia-Bernal. 2001. Phenotypic and genotypic relationships between pollen and grain yield components in maize. Agrociencia 35: 503-511.

Zare, M., R. Choukan, E. Majidi Heravan and M. R. Bihamta. 2008. Generation mean analysis for grain yield and its related traits in maize (*Zea mays*). Seed and Plant J. 24(1): 63-81. (In Persian with English abstract).

Archive of SID

www.SID.ir

Estimatation of genetic parameters and general and specific combining abilities in maize using a diallel design

Zare, M[1]., R. Choukan[2], M. R. Bihamta[3] and E. Majidi Hervan[4]

ABSTRACT

Zare, M., R. Choukan, M. R. Bihamta and E. Majidi Hervan. 2010. Estimate of genetic parameters and general and specific combining abilities in maize using a diallel design**. Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (3) 318-332. (In Persian)**

Forty two hybrids and their sevent parents were planted at the Research Field Station of Islamic Azad University of Firoozabad in 2006 cropping season- using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Days from germination to physiological maturity, days from silking to physiological maturity, plant height, ear height, ear length, 100-grain weight, grain depth, number of rows.ear^{-1}, number of kernels.row^{-1} and grain yield were measured and recorded. ANOVA showed significant differences between genotypes as well as significant effect of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for all measured traits. Effect of reciprocal crossing was also significant for 100-grain weight, grain depth, number of rows.ear^{-1}, number of kernels.row^{-1} and grain yield that indicated the presence of cytoplasmic inheritance for these traits. Based on MS_{GCA}/MS_{SCA} ratio, additive gene effect was predominant in controlling days from germination to physiological maturity, ear length, number of rows.ear^{-1} and number of kernels.row^{-1} traits. The broadsense heritabilities ranged between 48% and 89% for days to physiological maturity and number of rows.ear^{-1}, respectively. Narrowsense heritabilities were estimated between 10% and 49% for days from silking to physiological maturity, plant height and ear length. These results showed that non-additive genetic effects were predominant in controlling days from silking to physiological maturity, plant height, ear height, 100-grain weight, grain depth and grain yield. Considering hetrosis in comparison to the superior parents as well as general and specific combining abilities for parents and hybrids indicated that parents 1 and 4 had high potential for traits like ear length and number of kernels.row^{-1}; parent 2 for grain yield; parent 3 for early maturity, increasing grain depth, number of rows.ear^{-1} and grain yield; parent 5 for 100-grain weight; parent 6 for 100-grain weight, number of rows.ear^{-1} and grain yield and parent 7 for 100-grain weight, grain depth and number of rows.ear^{-1}.

Key words: Combining ability, Diallel, Heritability, Heterosis and Maize.

Received: February, 2009 **Accepted: December, 2010**

1- Assistant Prof., Firoozabad Islanic Azad University, Firoozabad, Iran (Corresponding author)
(Email: maza572002@yahoo.com)
2- Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
3- Professor., The University of Tehran, Karaj, Iran
4- Professor, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Kara, Iran

Archive of SID
www.SID.ir