"مجله علوم زراعی ایران"
جلد پانزدهم،شماره ٤، زمستان ۱۳۹۲

تجزیه دی آلل عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف بلال در دو رگ‌های ذرت زودرس

Diallel analysis of grain yield, number of kernel rows per ear and number of kernels per row in early maturity maize hybrids

زیبنده دهقانپور[1]

چکیده

دهقانپور، ز.، ۱۳۹۲. تجزیه دی آلل عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف بلال در دو رگ‌های ذرت زودرس. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(٤): ۳۵۵-۳٦٦.**

بمنظور تعیین قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی نه لاین اینبرد برگزیده ذرت زودرس، از یک طرح تلاقی دی الل ۹×۹ در سال ۱۳۸۳ استفاده شد و ۳٦ ترکیب حاصل از تلاقی یک طرفه ۹ لاین مورد نظر در سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵ در سه مکان (کرج، مشهد و شیراز) مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف بلال بودند. نتایج نشان داد که برای کلیه صفات، واریانس ژنوتیپی معنی‌دار بود که امکان تجزیه ژنتیکی و برآورد پارامترهای ژنتیکی مربوط به تلاقی دی آلل را فراهم نمود. نتایج تجزیه دی آلل براساس روش چهار و مدل مخلوط B گریفینگ نشان داد که اثرات افزایشی و غیرافزایشی توأماً در کنترل صفات مورد اندازه‌گیری دخالت داشتند. میانگین درجه غالبیت ژن‌های کنترل کننده این صفات از غالبیت ناقص تا فوق غالبیت تغییر کرد. وراثت‌پذیر عمومی برای کلیه صفات نسبتاً بالا بود که نشان دهنده پایین بودن واریانس محیطی و همچنین اهمیت واریانس ژنتیکی در مقایسه با واریانس محیطی است. معنی‌دار بودن اثرات متقابل GCA x E و SCA x E نشان داد که رتبه بندی لاین‌های والدینی برای GCA و SCA در محیط‌های مختلف متفاوت بوده است.میزان وراثت‌پذیری خصوصی از ۲۱ درصد برای عملکرد دانه تا ۹۵ درصد برای تعداد ردیف دانه در بلال تفاوت داشت. مقدار ترکیب‌پذیری عمومی والدین برای صفات مطالعه شده متفاوت بود. هیبرید KE 75039 x K 1263/2-1 (P2 x P9) از ترکیب‌پذیری خصوصی نسبتا" بالا و معنی‌دار برخوردار بود و ترکیب‌های K 1263/1 x KE 72012/12 (P4 x P7)، (P4 x P8) K1263/1 x K2331، (P4 x P6) K 1263/1 x K 1271/6 و (P4 x P5) K 1263/1 x OH 43/1-42 در رتبه های بعدی قرار گرفتند. بر اساس نتایج این آزمایش، اگر هدف تولید هیبرید سینگل‌کراس با استفاده از این لاین‌ها باشد، بهترین ترکیب‌ها (P2 x P9) ، (P4 x P7) ، (P4 x P8) ، (P5 x P9) بوده و اگر هدف تهیه واریته‌های ترکیبی باشد می‌توان از لاین‌های P5، P2 وP4 استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ذرت زودرس، قابلیت ترکیب، لاین اینبرد و وراثت‌پذیری.

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۸ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی ۸۴۰۱۰-۸۲۰۱-۰۲ – ۱۲۰۰۰۰ – ۱۰۰ – ۰ مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می باشد

۱- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. عضوانجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: ziband_dehghanpour@yahoo.com)

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

مقدمه

گزینش فنوتیپی لاین‌های ذرت، براساس صفات ظاهری گیاه و بلال و مقاومت به آفات و بیماری‌ها انجام می‌گیرد و ارزیابی عملکرد لاین‌ها نیز بر اساس کارائی و عملکرد دانه آنها وقتی که با یک لاین هیبرید سینگل کراس و یا جمعیت تلاقی داده می‌شوند، تعیین می‌گردد. ارزیابی نتاج حاصل از تلاقی‌ها در میان لاین‌های اینبرد قدم مهمی در جهت تولید واریته‌های هیبرید در ذرت محسوب می‌شود (Hallauer, 1990).

قابلیت ترکیب ارزش اصلاحی لاین‌های والدینی را توصیف می‌نماید، به بیان دیگر اثر قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی، شاخص‌های مهم ارزش بالقوه لاین‌های اینبرد در ترکیبات هیبرید هستند. در ابتدا روش متداول برای طبقه‌بندی لاین‌ها، میانگین عملکرد آنها در تلاقی‌ها بود. اسپرگ و تاتوم (Sprague and Tatum, 1942) مفهوم قابلیت ترکیب را اصلاح نمودند و اصطلاح قابلیت ترکیب عمومی (GCA) و قابلیت ترکیب خصوصی (SCA) را بکار بردند. برای تعیین GCA و SCA لاین‌ها، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است. تلاقی دی‌آلل توسط اسپرگ و تاتوم (Sprague and Tatum, 1942) برای تعیین GCA و SCA مورد استفاده قرار گرفت. تلاقی دی‌آلل به مجموعه‌ای از کلیه تلاقی‌های ممکن بین یک دسته از ژنوتیپ‌ها اطلاق می‌گردد. گریفینگ (Griffing, 1956) تجزیه دی‌آلل را برای تعیین قابلیت ترکیب لاین‌ها و توصیف نوع عمل ژن در گیاهان و حیوانات پیشنهاد کرد و برای تخمین GCA و SCA چهار روش با استفاده از تلاقی دی‌آلل را ارائه نمود. انتخاب هر کدام از روش‌ها بستگی به سلیقه محقق و خصوصیات گیاه زراعی مورد ارزیابی دارد. نوادو و کراس (Nevado and Cross, 1991) سه مجموعه دی‌آلل را در بین هشت ترکیب والدین در نه محیط و طی سه سال با استفاده از روش چهارم گریفینگ مورد ارزیابی قرار دارند. آنها نشان دادند که گزینش بر اساس تعداد ردیف دانه در بلال، وزن دانه، سرعت رشد نسبی، طول برگ و تاریخ ظهور کاکل در مقایسه با گزینش بر اساس تعداد دانه در ردیف بلال یا عملکرد دانه، مؤثرتر خواهد بود.

پینتو و همکاران (Pinto *et al.*, 1989) تعداد هشت لاین ذرت را که دارای اختلاف ژنتیکی زیادی بودند در یک طرح تلاقی مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد که رقم T.L.P در ۱۴ تا ۱۵ هیبرید مورد ارزیابی، دارای بالاترین میزان عملکرد دانه بود. ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 1996) تلاقی‌های حاصل از ۱۰ لاین والدین را با استفاده از روش گریفینگ طی دو سال برای سرعت کاهش رطوبت بلال مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که اثرات GCA برای سرعت کاهش رطوبت دانه اهمیت بیشتری نسبت به اثرات SCA داشت. سوجیپرهاتی و همکاران (Sujiprihati *et al.*, 2001) در ارزیابی هیبریدهای حاصل از تلاقی دی آلل با استفاده از دوازده لاین اینبرد در دو مکان در دانشگاه پوترا در مالزی بیان داشتند که معنی‌دار بودن اثرات GCA و SCA، اهمیت عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن را برای عملکرد و صفات وابسته به آن در این هیبریدها نشان می‌دهد. پاویلکو و روود (Pavilkova and Rood, 1987) سطح برگ را در چهار لاین زودرس ذرت و هیبریدهای آنها مطالعه نمودند. آنها نتیجه گرفتند که افزایش تعداد برگ تحت تاثیر عمل غالبیت ناقص ژن و سطح برگ تحت تاثیر عمل فوق غالبیت قرار دارد. اسپانر و همکاران (Spaner *et al.*, 1996) بمنظور مطالعه قابلیت‌های ترکیب و هتروزیس در میان شش واریته آزاد گرده‌افشان ذرت از تلاقی دی‌آلل استفاده کردند. آنها نقش واریانس افزایشی را برای عملکرد دانه مهم گزارش نمودند. کاسمین و همکاران (Cosmin *et al.*, 1991) با استفاده از تلاقی دی‌آلل در ۱۰ لاین اینبرد ذرت نشان دادند که اثرات افزایشی برای عملکرد دانه و رطوبت زمان برداشت دارای اهمیت

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

بیشتری است و لاین‌های MO17، B73 و دو لاین اصلاحی بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی را برای صفت عملکرد دانه دارا بودند. مالوار وهمکاران (Malvar *et al.*, 1996) در بررسی قابلیت ترکیب ژرم‌پلاسم‌های ذرت در اسپانیا گزارش کردند که واریانس افزایشی برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار بوده، ولی در کنترل تغییرات عملکرد دانه، واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار بود. سوریندر و همکاران (Surinder *et al.*, 1992) با انجام تلاقی دی‌آلل با استفاده از هفت والد، قابلیت ترکیب و هتروزیس ژرم‌پلاسم‌های زودرس ذرت را در نواحی گرمسیری و نواحی معتدله مطالعه کردند. واسال و همکاران (Vasal *et al.*, 1992) در مطالعات ترکیب‌پذیری ژرم‌پلاسم‌های ذرت نیمه گرمسیری سیمیت و بمنظور معرفی ژرم‌پلاسم مناسب برای تولید هیبرید با استفاده از تلاقی دی آلل در دو محیط نیمه گرمسیری و معتدل نتیجه گرفتند که در هر دو محیط اثرات GCA برای عملکرد دانه معنی‌دار بود، ولی اثرات SCA فقط در شرایط معتدل معنی‌دار به دست آمد.

دهقانپور و همکاران (Dehghanpour *et al.*, 1996) بمنظور تعیین قابلیت‌های ترکیب و هتروزیس در ذرت دانه سفید یک تلاقی دی‌آلل با استفاده از هشت لاین اینبرد ذرت سفید انجام دادند. نتایج نشان داد که ترکیب‌پذیری خصوصی و عمومی در تغییرات ژنتیکی صفات مورد مطالعه مؤثر بودند. دهقانپور (Dehghanpour, 2002) به منظور مطالعه قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی ده لاین اینبرد زودرس ذرت از طریق روش چهارم گریفینگ صفات مختلف را مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که اثرات افزایشی در بیان کلیه صفات مورد اندازه‌گیری و اثرات غیرافزایشی در بیان صفات تعداد ردیف دانه در بلال، طول برگ، تعداد برگ، ارتفاع بوته و بلال دخالت دارند. اونی و همکاران (Ünay *et al.*, 2004) در بررسی هیبریدهای حاصل از یک دی‌آلل ناقص ۹×۹ اظهار نمودند که اثر قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی در میان لاین‌های والدینی معنی‌دار بوده و عملکرد دانه نیز تحت تأثیر اثر غالبیت ژن قرار داشت.

هدف از این آزمایش برآورد قابلیت ترکیب و برخی از پارامترهای ژنتیکی، بمنظور تعیین والدین مطلوب و ترکیب‌های امیدبخش برای عملکرد دانه با استفاده از تلاقی دی‌آلل ۹×۹ لاین‌های اینبرد برگزیده ذرت زودرس بود.

مواد و روش‌ها

تعداد نه لاین اینبرد برگزیده ذرت که از گروه‌های مختلف هتروتیکی بودند در سال ۱۳۸۳ در یک طرح دی‌آلل در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال با یکدیگر تلاقی داده شدند و ۳۶ نتاج هیبرید از تلاقی مستقیم آنها بدست آمد. به این منظور لاین‌های پدری در خط وسط و لاین‌های مادری در دو خط کناری کشت شدند و با پوشانیدن گل‌آذین ماده در لاین مادری و با استفاده از دانه گرده لاین پدری، کلیه تلاقی‌ها انجام گردید. بذور هر یک از هیبریدها بطور جداگانه و با رطوبت مناسب در انبار نگهداری شدند. در سال زراعی۱۳۸۵-۱۳۸۴ تعداد ۳۶ هیبرید حاصل همراه با دو رقم شاهد (KSC 400 و KSC 500) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و سه مکان (کرج، مشهد و شیراز) مورد بررسی قرار گرفتند. برای کنترل غیریکنواختی خاک، هر تکرار به دو قسمت مساوی (بلوک) ۱۹ تیماری تقسیم گردید که زیر یکدیگر کشت شدند. هر کرت در دو ردیف ۳/۲۴ متری کشت شد. فاصله خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و هر خط شامل ۹ کپه به فاصله ۳۶ سانتیمتر بود. کلیه ارزیابی‌ها روی دو ردیف انجام شد. در زمان برداشت عملکرد دانه کل هر کرت براساس ۱۴درصدرطوبت تعیین گردید. در هر کرت تعداد پنج بوته F1 بطور تصادفی انتخاب و صفات تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در هر ردیف بلال روی این بوته‌ها

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

اندازه‌گیری شد. عملیات زراعی شامل تهیه زمین، استفاده از علف‌کش، وجین علف های، آبیاری بر اساس نیاز گیاه و استانداردهای موجود در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال انجام شد. لازم به ذکر است در سال ۱۳۸۴ علاوه بر بررسی F_1ها مجدداً دورگ‌گیری بین لاین‌ها جهت تولید F_1 برای سال دوم آزمایش انجام گرفت.

محاسبات شامل تجزیه واریانس ساده، تجزیه واریانس مرکب و بعد از انجام تجزیه‌های اولیه و در صورت معنی‌دار بودن آزمون F برای تیمارها (واریانس ژنتیکی)، مرحله دوم تجزیه آماری که شامل برآورد تجزیه واریانس قابلیت‌های ترکیب عمومی و خصوصی با استفاده از روش چهار و مدل مخلوط گریفینگ بود، انجام شد. برای تعیین نوع عمل ژن در بیان هر صفت و تعیین مقدار واریانس افزایشی و غیرافزایشی در ایجاد تنوع ژنتیکی در هر صفت، ابتدا واریانس قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی برآورد شد. در این آزمایش تیمارها ثابت در نظر گرفته شده و بنابراین از رابطه های زیر استفاده گردید (Griffing, 1956, Christie *et al.,* 1988):

$$\text{واریانس قابلیت ترکیب عمومی } (\sigma^2 gca) = \frac{MS_{GCA} - MS_{SCAxE}}{p-2} \quad (۱)$$

$$\text{واریانس قابلیت ترکیب خصوصی } (\sigma^2_{SCA}) = MS_{SCA} - MS_{SCAxE} \quad (۲)$$

در مواردی که لاین‌ها کاملا" اینبرد باشند، واریانس افزایشی دو برابر واریانس قابلیت ترکیب عمومی و واریانس غیر افزایشی برابر واریانس قابلیت ترکیب خصوصی خواهد بود (واریانس افزایشی: $\sigma^2_A = 2\sigma^2_{GCA}$ و واریانس غیرافزایشی: $\sigma^2_D=\sigma^2_{SCA}$). درجه غالبیت و وراثت پذیری خصوصی و عمومی بشرح زیر تعیین شدند (این برآوردها در ارتباط با لاین‌های مورد آزمایش صادق هستند):

$$\text{درجه غالبیت } (D) = \frac{\sqrt{2\sigma^2_D}}{\sigma^2_A} = \frac{\sqrt{\sigma^2_{SCA}}}{\sigma^2_{GCA}} \quad (۳)$$

$$\text{قابلیت ترکیب خصوصی } (SCA): HN = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_P} \quad (۴)$$

$$\text{قابلیت ترکیب عمومی } (GCA): HB = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_P} \quad (۵)$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب براساس سه مکان و دو سال برای صفات عملکرد دانه ، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در هر ردیف بلال نشان داد که اثر سال فقط برای تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار بود. اثر مکان برای هیچ یک از صفات معنی دار نشد که بیانگر شرایط رشد یکسان در شش محیط است. اثر سال× مکان برای عملکرد دانه و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تفاوت هیبریدها برای کلیه صفات معنی‌دار بود و حداکثر عملکرد دانه به ترکیب‌های P2 x P9 ، P4 x P5 و P4 x P7 (به ترتیب ۱۶۷۵۰، ۱۶۳۵۰ و ۱۶۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت (جدول ۱). اثرمتقابل سه جانبه ژنوتیپ× مکان× سال برای کلیه صفات معنی‌دار بود.

تفکیک واریانس بین هیبریدها با استفاده از تجزیه دی‌آلل (روش چهارم و مدل مخلوط B گریفینگ) به

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

جدول ۱- میانگین عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف بلال در هیبریدهای حاصل از تلاقی دی آلل ذرت زودرس

Table 1. Mean values of kernel yield and yield components for early maturing maize hybrids from diallel mating system

هیبریدهای F_1 F_1 Hybrids	عملکرد دانه Kernel yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد ردیف دانه در بلال Kernel $row.ear^{-1}$	تعداد دانه در ردیف بلال $Kernel.row^{-1}$
P1 x P2	15680	16.3	39.2
P1 x P3	14740	18.1	41.6
P1 x P4	13770	16.2	42.9
P1 x P5	16130	20.5	43.7
P1 x P6	13240	17.0	40.8
P1 x P7	13330	15.4	38.5
P1 x P8	13240	18.4	38.7
P1 x P9	14150	15.8	44.6
P2 x P3	15080	18.2	41.3
P2 x P4	15400	16.1	40.8
P2 x P5	14910	20.1	41.3
P2 x P6	14250	17.9	38.7
P2 x P7	14410	15.6	37.6
P2 x P8	14640	19.9	39.8
P2 x P9	16750	15.7	41.2
P3 x P4	15020	17.7	44.4
P3 x P5	14560	22.2	41.9
P3 x P6	13060	19.7	40.2
P3 x P7	13990	17.5	39.7
P3 x P8	13710	20.9	41.3
P3 x P9	13470	17.2	41.5
P4 x P5	16350	19.8	45.4
P4 x P6	15080	16.6	43.7
P4 x P7	16110	15.5	42.9
P4 x P8	14990	19.1	45.1
P4 x P9	8430	15.0	36.4
P5 x P6	15130	20.9	41.3
P5 x P7	14610	18.4	40.3
P5 x P8	13620	23.9	38.9
P5 x P9	15830	16.9	44.1
P6 x P7	13610	15.6	38.9
P6 x P8	13350	19.6	42.4
P6 x P9	14290	16.5	42.9
P7 x P8	13800	18.4	38.9
P7 x P9	14540	14.2	43.1
P8 x P9	12890	18.2	43.9
LSD	5% = 1.27 1%= 1.79	5% = 0.63 1%= 0.89	5% = 1.54 1%= 2.18

دو جزء افزایشی و غیرافزایشی براساس تجزیه مرکب شش محیط (ترکیب سه مکان و دو سال) در جدول ۲ مشاهده می‌شود. میانگین مربعات قابلیت ترکیب خصوصی و عمومی برای کلیه صفات معنی‌دار بود که نشان داد در بیان و توارث صفات مورد مطالعه اثرات افزایشی و اثرات غیرافزایشی تواماً دخالت دارند؛ ولی سهم واریانس غیر افزایشی برای دو صفت عملکرد دانه و تعداد دانه درردیف بلال بیشتر از سهم اثرات افزایشی بود. دهقانپور و همکاران (Dehghanpour *et al.*, 1996) در بررسی عملکرد دانه

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

جدول۲- تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی بر اساس روش چهار و مدل مخلوط B گریفینگ برای عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف بلال در هیبریدهای F_1 حاصل از تلاقی دی آلل ذرت زودرس

Table 2. Analysis of variance for general and specific combining abilities (GCA and SCA), following Griffing's method 4 mixed model B for kernel yield, kernel row.ear^{-1} and kernel.row^{-1} in early maturing maize hybrids from diallel mating system

S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Kernel yield	ردیف دانه در بلال Kernel row.ear^{-1}	دانه در ردیف بلال Kernel.row^{-1}
Hybrids(H) هیبرید	35	36.45**	87.47**	92.53**
GCA قابلیت ترکیب عمومی	8	41.96**	362.01**	145.54**
SCA قابلیت ترکیب خصوصی	27	34.80**	6.129**	76.80**
GCA × E	40	10.6**	2.72**	13.7**
SCA × E	135	2.5*	1.13**	6.1**
Error خطای آزمایش	420	2.41	0.608	4.94
σ^2gca		4.48	51.33	18.83
σ^2sca		32.3	4.99	70.7
GCA / (GCA + SCA) ratio:		0.55	0.98	0.65

ns * و ** : به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns * and ** : Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

aGCA × E was used to test the significance of MS for GCA.

bSCA × E was used to test the significance of MS for SCA.

cMean square components expressing the relative importance of GCA vs. GCA plus SCA in determining progeny performance (Baker 1978)

در لاین‌های انتخابی ذرت دانه سفید نتیجه گرفتند که سهم اثرات افزایشی و غیرافزایشی تواما" در کنترل عملکرد دانه دخالت دارند. راتر و همکاران (Rather *et al*., 2007) بر اساس نتایج تحقیقاتی که در بیشتر از دو محیط انجام شده بود بیان نمودند که واریانس ناشی از قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی اهمیت اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن را در توارث کلیه صفات مطالعه شده نشان داد. در برخی از گزارش‌ها (Zhang and Wang, 1991 و Genova, 1988) در رابطه با عملکرد دانه فقط اثرات افزایشی مؤثر شناخته شده است. دهقانپور (Dehghanpour, 2002) نیز فقط اثرات افزایشی را برای عملکرد دانه ذرت مؤثر اعلام نمود.

نوادو و کراس (Nevado and Cross, 1991) در دو مجموعه از تلاقی دی‌آلل ذرت نتیجه گرفتند که در بیان صفت تعداد ردیف دانه در بلال فقط اثرات افزایشی دخالت دارند. لئون و همکاران (Leon *et. al.,* 1989) نیز عنوان نمودند که برای اجزای عملکرد دانه ذرت فقط اثرات افزایشی معنی‌دار هستند. دبنات (Debnath, 1987, 1988) در رابطه با تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف و هچنین ژانگ و ونگ (Zhang and Wang, 1991) در مورد ارتفاع بوته و ارتفاع بلال گزارشات مشابهی ارائه نمودند.

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط که برای کلیه صفات معنی‌دار بود، به دو جزء GCA x E و SCA x E تفکیک شد (جدول ۲). معنی دار بودن میانگین مربعات اثرات فوق نشان داد که قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی که در حقیقت جزیی از عملکرد هستند در محیط های مختلف، واکنش های متفاوتی داشتند. مقدار نسبت GCA به SCA + GCA نیز می تواند بعنوان معیاری برای تعیین اهمیت اثرات افزایشی ژنتیکی مورد استفاده قرار گیرد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

(Baker, 1978). نزدیکی این نسبت به یک، حاکی از اهمیت اثرات افزایشی در تعیین یک صفت است (Nevado and Cross, 1999; Fan *et al.*, 2008). نسبت GCA به SCA + GCA برای عملکرد دانه متوسط بود (۰/۵۵) که مشارکت اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن در تعیین صفت فوق را نشان می دهد، بنابراین برای اصلاحگر، پیش بینی عملکرد هیبریدها در داخل مواد ژنتیکی فوق، از طریق اثر قابلیت ترکیب لاین‌های والدینی مشکل خواهد بود؛ بنابراین می‌توانند بر روی اثر ترکیب پذیری خصوصی و یا صفاتی که ممکن است سبب بهبودی عملکرد شوند، تمرکز نمایند.

نتایج مربوط به سهم افزایشی و غیر افزایشی برای صفات مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. هیچگونه روند بخصوصی در ارتباط با سهم واریانس افزایشی و واریانس غیرافزایشی در این صفات مشاهده نشد. بعنوان مثال برای صفات پیچیده‌ای مثل عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف بلال سهم واریانس غیرافزایشی بیشتر از واریانس افزایشی و برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال کمتر از واریانس افزایشی بود. درجه غالبیت در این آزمایش از حداقل غالبیت ناقص ۰/۳۱ برای تعداد ردیف دانه در بلال تا حداکثر فوق غالبیت ۳/ ۷۵ برای تعداد دانه در ردیف بلال نوسان داشت. ظاهرا" عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف بلال تحت تأثیر اثر فوق غالبیت قرار دارند. با توجه به اینکه عملکرد دانه علاوه بر اثر افزایشی تحت تأثیر اثر غالبیت ژنی نیز قرار دارد، بهتر است که برای بهبود عملکرد دانه با تهیه ارقام هیبرید و بهره‌گیری از پدیده هتروزیس از این اثرات استفاده نمود.

جدول ۳- مقدار و درصد واریانس افزایشی و غیرافزایشی ، درجه غالبیت و وراثت پذیری صفات گیاهی مورد بررسی در لاین‌های ذرت زودرس

Table 3- Additive and non-additive genetic variances, degree of dominance and heritability of characteristics in the diallel analysis of early maturing hybrids

		مقدار Amount		درصد (%)			وراثت پذیری Heritability	
صفات گیاهی Plant characteristics		افزایشی Additive	غیرافزایشی Non-additive	افزایشی Additive	غیرافزایشی Non-additive	درجه غالبیت Degree of dominance	عمومی Broad	خصوصی Narrow
Kernel yield	عملکرد دانه	8.96	32.3	21.72	78.28	2.68	0.98	0.21
Kernel row.ear^{-1}	تعداد ردیف دانه	102.66	4.99	95.36	4.64	0.31	0.99	0.95
Kernel.row^{-1}	تعداد دانه در ردیف	37.66	70.7	34.75	65.25	3.75	0.99	0.34

وراثت پذیری عمومی صفات بطور کلی بسیار بالا بود (۰/۹۸ برای عملکرد دانه و ۰/۹۹ برای تعداد دانه در ردیف در بلال و تعداد ردیف دانه در بلال) (جدول ۳). مقادیر بالای وراثت‌پذیری عمومی در این بررسی نشان داد که اهمیت واریانس ژنتیکی بسیار بیشتر از واریانس محیطی است. با توجه به اینکه این آزمایش در دو سال و در سه مکان انجام شده است و سهم واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از واریانس ژنوتیپی جدا شده است، بنابراین می‌توان گفت مقدار بالای وراثت‌پذیری عمومی ناشی از بزرگی اهمیت واریانس ژنتیکی است. وراثت‌پذیری خصوصی در واکنش صفات به گزینش در سطح اینبرد دخالت دارد. وراثت‌پذیری خصوصی بدلیل اینکه منعکس کننده نسبت واریانس افزایشی به واریانس ژنتیکی است، در پیشبرد گزینش از اهمیت فراوانی برخوردار است. همانطوری که پیش بینی می‌شد، وراثت پذیری خصوصی صفت پیچیده‌ای مانند عملکرد دانه بسیار کم بود (۰/۲۱) که این موضوع بدلیل بیشتر بودن سهم اثرات غیرافزایشی نسبت به اثرات افزایشی است. چنین نتایجی توسط نوادو و کراس

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

(Nevado and Cross, 1991) و دنبات و همکاران (Debnath *et al.*, 1988) نیز گزارش شده است. از میان اجزای عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف از وراثت‌پذیری خصوصی کمتری برخوردار بود که دلیل آن سهم کم واریانس افزایشی در بین واریانس ژنتیکی کل است. دهقانپور و همکاران (Dehghanpour *et al.*, 1996) ودهقانپور (Dehghanpour, 2002) نیز برای تعداد دانه در ردیف نتایج مشابهی را گزارش نمودند. تعداد ردیف دانه در بلال از وراثت‌پذیری خصوصی بالائی برخوردار بود (۰/۹۵)، بنابراین شاید بتوان از طریق افزایش تعداد ردیف دانه در بلال با استفاده از گزینش‌های دوره‌ای عملکرد دانه را بهبود بخشید، ولی با توجه به اینکه لاین‌ها ثابت در نظر گرفته شده اند این نتایج قابل تعمیم به سایر ژنوتیپ‌ها نیست و فقط در رابطه با لاین‌های مورد آزمایش کاربرد دارد.

مقدار قابلیت ترکیب عمومی برآورد شده والدین برای صفات مورد اندازه‌گیری در جدول ۴ ارائه شده است. مقدار GCA والدها در هر صفت متفاوت بود. حداکثر GCA برای عملکرد دانه متعلق به لاین‌های KE75039 (۰/۹۲) و OH43/1-42 (۰/۹۲) بود که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. لاین‌های OH43/1-42، K2331، K1728/8 و K1263/3 برای تعداد ردیف دانه در بلال بیشترین GCA را به ترتیب ۲/۷۸، ۲/۱۹، ۱/۰۹ و ۱/۰۱، دارا بودند. برای صفت تعداد دانه در ردیف بلال نیز لاین‌های R59، K1263/1 و K1263/2-1 به ترتیب با داشتن GCA ۶/۵۱، ۱/۵۸ و ۰/۹۹ از حداکثر مقدار برخوردار بودند.

جدول ۴- برآورد قابلیت ترکیب عمومی هر والد برای عملکرد دانه و اجزای آن در تلاقی دی آلل لاین‌های ذرت زودرس

Table 4. Estimates of general combining ability for grain yield and it's components of early maturing inbred lines of maize in the diallel cross

	قابلیت ترکیب عمومی (GCA)		
والدین Parents	عملکرد دانه Kernel yield	تعداد ردیف دانه Kernel row.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف Krenel.row^{-1}
1-R 59	-0.06 ^{ns}	-0.80**	6.51**
2- KE 75039	0.92*	-0.50*	-1.55**
3- K 1728/8	-0.15^{ns}	1.09**	0.17 ^{ns}
4- K 1263/1	0.07 ^{ns}	1.01**	1.58**
5- OH 43/1-42	0.92*	2.78**	0.89^{ns}
6- K 1271/6	-0.39^{ns}	0.09^{ns}	-0.23^{ns}
7- KE 72012/12	-0.04^{ns}	-1.82**	-1.55**
8- K 2331	-0.64^{ns}	2.19**	-0.22**
9- K 1263/2-1	-0.62^{ns}	-1.95**	0.99**
LSD g(i)-g(j): %5	1.14	0.58	1.42
%1	1.65	0.83	2.01

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns ,* and ** : Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

از نه لاین مورد مطالعه در این آزمایش فقط دو لاین KE75039 و OH43/1-42 قابلیت ترکیب عمومی زیادی برای عملکرد دانه دارا بودند (جدول ۵). این دو لاین دارای منشاء متفاوتی هستند. لاین OH43/1-42 دارای بیشترین قابلیت ترکیب عمومی برای تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف بلال نیز بود، در حالیکه لاین KE75039 فقط برای تعداد دانه در ردیف بلال از قابلیت ترکیب عمومی خوبی برخوردار بود. با توجه به اینکه قابلیت ترکیب عمومی برمبنای اثرات افزایشی ژن‌ها می باشد، لذا لاین‌هائی که دارای

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

جدول ۵- برآورد قابلیت ترکیب خصوصی صفات مختلف حاصل از تلاقی دی آلل لاین‌های اینبرد ذرت زودرس

Table 8. Estimate of specific combining ability (SCA) for different characters of early maturity maize inbred lines in a diallel cross

	قابلیت ترکیب خصوصی (GCA)		
هیبریدهای F1	عملکرد دانه Kernel yield	تعداد ردیف دانه در بلال Kernel row.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف دانه Kernel.row^{-1}
P1 x P2	0.48^{ns}	-0.32^{ns}	-0.53^{ns}
P1 x P3	0.61^{ns}	-0.15^{ns}	0.20^{ns}
P1 x P4	-0.57^{ns}	0.20^{ns}	0.16^{ns}
P1 x P5	0.94^{ns}	0.57*	1.60^{ns}
P1 x P6	-0.66^{ns}	-0.18^{ns}	-0.19^{ns}
P1 x P7	-0.90^{ns}	0.10^{ns}	-1.23^{ns}
P1 x P8	-0.39^{ns}	-0.85^{ns}	-2.32^{ns}
P1 x P9	0.49^{ns}	0.64^{ns}	2.33^{ns}
P2 x P3	-0.03^{ns}	-0.35^{ns}	1.31^{ns}
P2 x P4	0.09^{ns}	-0.24^{ns}	-0.57^{ns}
P2 x P5	-0.1^{ns}	-0.11^{ns}	0.65^{ns}
P2 x P6	-0.62^{ns}	0.48^{ns}	-0.87^{ns}
P2 x P7	-0.81^{ns}	-0.02^{ns}	-0.62^{ns}
P2 x P8	0.03^{ns}	0.36^{ns}	0.23^{ns}
P2 x P9	2.12*	0.20^{ns}	0.41^{ns}
P3 x P4	0.77^{ns}	-0.63^{ns}	1.31^{ns}
P3 x P5	-0.55^{ns}	0.40^{ns}	-0.51^{ns}
P3 x P6	-0.74^{ns}	0.58^{ns}	-1.06^{ns}
P3 x P7	-0.15^{ns}	0.29^{ns}	-0.29^{ns}
P3 x P8	0.16^{ns}	-0.31^{ns}	0.02^{ns}
P3 x P9	-0.09^{ns}	0.16^{ns}	-0.98^{ns}
P4 x P5	1.02^{ns}	0.19^{ns}	1.60^{ns}
P4 x P6	1.09^{ns}	-0.32^{ns}	1.06^{ns}
P4 x P7	1.75^{ns}	0.49^{ns}	1.55^{ns}
P4 x P8	1.23^{ns}	0.13^{ns}	2.34^{ns}
P4 x P9	-5.35**	0.18^{ns}	-7.54**
P5 x P6	0.26^{ns}	0.09^{ns}	-0.68^{ns}
P5 x P7	-0.60^{ns}	-0.46^{ns}	-0.42^{ns}
P5 x P8	-1.01^{ns}	1.10*	-3.06*
P5 x P9	1.19^{ns}	-1.77**	0.82^{ns}
P6 x P7	-0.30^{ns}	-0.57^{ns}	-0.63^{ns}
P6 x P8	0.03^{ns}	-0.55^{ns}	1.51^{ns}
P6 x P9	0.96^{ns}	0.46^{ns}	0.85^{ns}
P7 x P8	0.14^{ns}	0.08^{ns}	0.64^{ns}
P7 x P9	0.87^{ns}	0.09^{ns}	2.28^{ns}
P8 x P9	-0.19^{ns}	0.04^{ns}	1.83^{ns}
LSD	5% 1%	5% 1%	5% 1%
S (i, j) – S (i, k) =	2.856 4.308	1.432 2.025	3.489 4.934
S (i, j) – S (k, l) =	2.607 3.686	1.307 1.849	3.186 4.504

قابلیت ترکیب عمومی نسبتا" زیادی هستند ، دارای اثرات افزایشی زیادی نیز می‌باشند. از اینگونه لاین‌ها می‌توان جهت تولید واریته‌های ترکیبی (سنتتیک) استفاده کرد.

مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها با یکدیگر در جدول ۵ نشان داده شده است. با بررسی این اطلاعات، لاین شماره ۴ (K1263/1)، با لاین‌های شماره ۵ (K1263/2-1)، ۶ (K1271/6)، ۷ (KE72012/12) و ۸ (K2331) برای عملکرد دانه، یعنی مهم‌ترین صفت مورد اندازه‌گیری، ترکیب‌پذیری مثبت و نسبتا" خوبی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

داشتند. بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه به ترکیب KE 75039 x K 1263/2-1 تعلق داشت که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. سایر ترکیب ها (K1263/1 x K2331)، (K1263/1 x KE72012/12)، (K1263/1 x K1271/6)، (OH43/1-42 x K1263/2-1) و (K 1263/1 x OH 43/1-42) درمراتب بعدی از نظر قابلیت ترکیب خصوصی قرار گرفتند.

لاین P4 (K1263/1) که نسبت به لاین P5 (OH43/1-42) از قالبیت ترکیب عمومی بسیار کمتری برای عملکرد دانه و اجزای آن برخوردار بود در ترکیب با ۶ لاین از ترکیب‌پذیری خصوصی مثبتی برخوردار بود و ترکیب‌های مناسبی از نظر عملکرد دانه بوجود آورد (جدول ۶). لاین‌های P4 (K1263/1) و P9 (K1263/2-1) دارای منشاء مشترکی هستند، بنابراین ترکیب این دو لاین از حداقل قابلیت ترکیب خصوصی (۵/۳۵-) و حداقل عملکرد دانه برخوردار بودند (جدول۵). سایر لاین‌ها منشاءهای متفاوتی داشتند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با زیاد شدن فاصله ژنتیکی والدین، قابلیت ترکیب خصوصی نیز افزایش می‌یابد.

در این آزمایش فقط لاین‌های OH43/1-42، KE75039 و K1263/1 به ترتیب از قابلیت ترکیب عمومی نسبتا" خوبی برای عملکرد دانه برخوردار بودند که اگر هدف تهیه ارقام ترکیبی باشد، می‌توان از این لاین‌ها استفاده نمود. ولی اگر هدف تولید هیبرید سینگل کراس با استفاده از این لاین‌های اینبرد باشد، ترکیب های KE75039 x (P2 x P9)، K1263/2-1 x KE72012/1 (P4 x P7)، K1263/1 x K2331 x P8) (P4 x (P5 x P9)، OH43/1-42 K1263/2-1 که قابلیت ترکیب خصوصی قابل توجهی نشان دادند، می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

References

Baker, R. J . 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18: 533–536.

Christie, B. R., V. I. Shattuck and J. A. Dick. 1988. The diallel cross, its analysis and interpretation university of Guelph.

Cosmin, O., N. Bica and C. Bagiu. 1991. Study of combining ability in some inbred lines of maize. 23 (3-4) 105-122. Maize Abs. 1993. Vol. 9. No. 1.

Debnath, S. C. 1987. Heterosis in maize (*Zea mays* L.). Bangladesh J. of Agric. 12 (3): 161-168.

Debnath, S. C. 1988. Combining ability estimated in maize. Div. Genet., Indian Agr. Res. Inst., New Delhi 110 012, India

Dehghanpour, Z., B. Ehdaie and M. Moghaddam. 1996. Diallel analysis of agronomic characters in white endosperm corn. J. Genet. Breed. 50: 357-365.

Dehghanpour, Z., 2002. General and specific combining ability and genetic parameters of maize inbreed lines for different triats. Seed Plant Improv. J. 18 (1): 49-61.

Fan, X. M., H. M. Chen, J. Tan, C. X. Xu, Y. M. Zhang, Y. X. Huang, and M. S. Kang. 2008. A new maize heterotic pattern between temperate and tropical germplasms. Agron. J . 100: 917–923.

Genova, I. 1988. Combining ability of introduced maize lines. Maize Abs. 4 (2): 693.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

Austr. J. Biological Sci. 9: 463-493.

Hallauer, A. R. 1990. Methods used in developing maize inbred. Maydica. 35: 1-16.

Harvil, B. G., L. M. Josephson and H. K. Kincer. 1978. Diallel analysis for ear height and associated characters in corn. Crop Science 18: 273-275.

Leon, J., G. Gelsler, R. Thiraporn and P. Stamp. 1989. Genotypic variation in maize shoot biomass at different stages of development. Plant Breed. 103: 181-188. .

Malvar, R. A., A. Ordas, P. Revilla and M. E. Cartea. 1996. Estimates of genetic variances in two populations of maize. Crop Sci. 36: 291-295.

Nevado, M. E. and H. Z. Cross. 1991. Diallel analysis of relative growth rates in maize synthetics. Crop Sci. 30: 549-552.

Pavilkova, T. and S. B. Rood. 1987. Diallel analysis of leaf number, leaf development rate, and plant height of early maturing maize. Crop Sci. 21: 867-873.

Pinto, L. R. M., J. Silva, C. S. Sediyama, M. Dea and E. Silva. 1989. Evaluation of eight maize varieties in a diallel cross, with analysis of the means hybrids. Revista Ceres. 12: 67-80.

Rather, A. G., S. Najeeb, F. A. Sheikh, A. B. Shikari and Z. A. Dar. 2007. Combining ability analysis in maize (*Zea mays* L.) under high altitude temperate conditions of Kashmir. Maize Genet. Cooper. Newsl. vol 81.

Sprague, G. G. and L. A. Tatum 1942. General VS specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34: 923-932.

Spaner, D., R. A. I. Brathwait and D. E. mather. 1996. Diallel study of open- pollinated maize varietics in Trinidad. Euphytica 90: 65-72.

Sujiprihati, S. S., G. B. Saleh and E. S. Ali. 2001. Combining ability analysis of yield and related characters in single cross hybrid of tropical maize (*Zea mays* L.) Sabrao J. of Breed. and Genet.33(2)111-120.

Surinder, V., G. Srnivasan, J. Crossa, and D. L. Beck. 1992. Heterosis and combining ability of CIMMYT's subtropical and temperate early-maturity maize germplasm.Crop Sci. 32: 884-890.

Ünay, A., H. Basal, C. Konak. 2004. Inheritance of grain yield in a half-diallel maize population. Turk. J. Agric. For., 28:239-244

Vasal, S. K., G. Srinivasan, D. L. Beck, J. Crossa, S. Pandey and C. Leon.1992. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical late white maize germplasm. Maydica 37 (2): 217-223.

Zhang, Y., M. S. Kang and R. Magari. 1996. A diallel analysis of moisture loss rate in maize. Crops Sci. 36: 1140-1144.

Zhang, Y. and G. R. Wang. 1991. Analysis of the combining ability of main photosynthetic and agronomic characteristics of *Zea may*s. J. Shandong Agric. Univ. 22 (3): 212-220.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

Diallel analysis of grain yield, number of kernel rows per ear and number of kernels per row in early maturity maize hybrids

Dehghanpour, Z.[1]

ABSTRACT

Dehghanpour, Z. 2014. Diallel analysis of grain yield, number of kernel rows per ear and number of kernels per row in early maturity maize hybrids**. Iranian Journal of Crop Sciences.15(4): 355-366.(In Persian).**

To determine the general (GA) and specific (SCA) combining abilities 36 hybrids developed in 9 × 9 diallel crossing design were grown and evaluated in three locations(Karaj, Isfahan and Mashhad) of Iran in 2004 and 2005. Grain yield, number of kernel rows per ear and number of kernels per row were measured and recorded. All crosses were made in 2003, based on Griffing's method 4, mixed model B. diallel hybrids were evaluated in randomized complete block design with three replications in each environment. Genotypic differences, among the hybrids, were significant for all of the traits, therefore, the genetic parameters related to the diallel method were estimated. The GCA and SCA were significant for all of the traits. The degree of dominance ranged from 0.24 for the number of kernel rows per ear to 4.07 for the grain yield. The values for broad-sense heritability were high (0.98 to 0.99) indicating that environmental variance was relatively low compared to genetic variance. As expected, the narrow- sense heritability for grain yield was very low (0.06).This was due to relatively higher non-additive variance compared to additive variance. Among the nine parental lines only two lines KE 75039 (P2) and OH 43/1-42 (P5) had high GCA for grain yield. Only one combination (P4×P9) showed high and significant SCA for grain yield, and four hybrids demonstrated relatively high SCA for grain yield. P4 produced suitable hybrid combinations with P5, P6, P7 and P8. The five best single-cross combinations to produce early maturity maize hybrids were (P2×P9), (P4×P7), (P4×P8), P4×P6) and (P4×P5).Parental lines P2, P5 and P4 can be used to develop synthetic varieties in early maturity maize breeding programs.

Key words: Combining ability, Heritability, Inbred line and Early maturing maize.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.4.5.9]

Received: August, 2013 **Accepted: October, 2013**

1- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Email: ziband_dehghanpour@yahoo.com)