

بررسی نحوه وراثت صفات مختلف زراعی در ذرت از طریق تجزیه میانگین نسل ها

مهدی زارع^{۱*}، رجب چوکان^۲، محمد رضا بی همتا^۳ و اسلام مجیدی هروان^۴

* نویسنده مسؤل: استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد فارس (maza572002@yahoo.com)

۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۴- استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۹

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۱۳

چکیده

به منظور مطالعه وراثت و نحوه عمل ژن های کنترل کننده ی صفات مختلف در ذرت، والدین و نسل های F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2 حاصل از تلاقی های $K18 \times K74/1$ و $K18 \times K3653/5$ در سال ۱۳۸۴ در کرج، در شرایط مزرعه و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس در هر دو تلاقی، حاکی از وجود تفاوت های معنی داری بین نسل های مورد مطالعه برای کلیه صفات بود و لذا تجزیه میانگین نسل ها برای تمامی صفات صورت گرفت که در تلاقی $K18 \times K74/1$ صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بلال و تعداد دانه در ردیف و در تلاقی $K18 \times K3653/5$ در اکثر صفات، علاوه بر اثرات افزایشی و غالبیت، اثرات اپیستازی نیز نقش داشتند. همچنین مشخص شد واریانس غالبیت بیش ترین نقش را در کنترل صفات مورد بررسی بر عهده دارد. در هر دو تلاقی، در اکثر صفات مورد مطالعه، نسل F_1 نسبت به والدین دارای مقادیر بیش تری بود که نشان دهنده وجود هتروزیس می باشد. متوسط وراثت پذیری عمومی برای صفات مورد بررسی در تلاقی $K18 \times K74/1$ $0/29$ تا $0/69$ و در تلاقی $K18 \times K3653/5$ بین $0/45$ تا $0/81$ متغیر بود. دامنه وراثت پذیری خصوصی در تلاقی $K18 \times K74/1$ بین $0/09$ تا $0/6$ و در تلاقی $K18 \times K3653/5$ بین $0/51$ تا $0/51$ بود.

کلید واژه ها: ذرت، تجزیه میانگین نسل ها، وراثت پذیری، عملکرد

مقدمه

دارد، روش تجزیه میانگین نسل ها می باشد. در این روش علاوه بر اثرات افزایشی و غالبیت ژن ها، اثرات اپیستازی نیز برآورد می گردد (۷، ۲۰ و ۲۸). اثرات ژنتیکی افزایشی، غالبیت و اثر متقابل افزایشی \times افزایشی (اپیستازی افزایشی \times افزایشی) بسیاری از صفات کمی را که برای مطالعات اصلاحی و ژنتیکی دارای اهمیت هستند، کنترل می کند (۲۴، ۲۹، ۳۴ و ۳۶)؛ به طور کلی اثرات اپیستاتیک دارای اهمیت هستند (۸، ۱۵، ۲۱، ۲۷، ۳۰ و ۳۵). در سال ۲۰۰۶ با استفاده از تجزیه

ذرت سومین غله دنیا پس از گندم و برنج است (۱) که علاوه بر تغذیه انسان و حیوانات از فراورده های فرعی آن در بسیاری از صنایع استفاده می شود (۱۶). از لحاظ اقتصادی، عملکرد مهم ترین صفت در ذرت است (۳ و ۱۸). جهت افزایش عملکرد و انتقال صفاتی که عملکرد را بهبود می بخشد، لازم است از نحوه عمل ژن، وراثت پذیری صفت، تعداد ژن های کنترل کننده صفت و اثرات متقابل آن ها آگاهی داشته باشیم (۲۶). یکی از بهترین روش هایی که برای تعیین پارامترهای ژنتیکی وجود

بین ۴ لاین ذرت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مشخص گردید که برای ۲ صفت عملکرد دانه و رطوبت دانه اثرات اپیستازی ناچیز بود (۲۵). در سال ۲۰۰۳ از طریق تجزیه میانگین نسل ها در ذرت مشخص شد که اپیستازی تأثیری بر روی عملکرد دانه نداشت (۱۹). در تحقیق دیگری گزارش گردید که آثار افزایشی و غیر افزایشی ژن ها در تظاهر صفات کمی مثل ارتفاع گیاه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در گیاه مؤثر است. اثر غیر افزایشی ژن ها نیز برای صفات قطر بلال و تعداد ردیف دانه در بلال به صورت غالبیت ناقص گزارش شد (۱۱). در سال ۲۰۰۴ با استفاده از تجزیه میانگین نسل ها در ذرت مشخص شد که برای صفت عملکرد دانه آثار غالبیت، نقش بیش تری نسبت به اثرهای افزایشی دارد. در حالی که برای صفات رطوبت دانه و تعداد بلال در بوته، اثر افزایشی مهم تر از اثر غالبیت بود (۱۳). ویدال-مارتینز و همکاران^۲ (۳۰) گزارش کردند که برای صفات وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، طول بلال و عملکرد دانه، بیش ترین سهم به اثرات غالبیت تعلق داشت. هدف از این پژوهش، بررسی ماهیت ژنتیکی صفات مختلف زراعی در ذرت با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل ها جهت تعیین بهترین روش اصلاحی برای هر صفت بود.

مواد و روش ها

در سال ۱۳۸۲، سه لاین خالص ذرت به دلیل داشتن تنوع بالا در صفات زراعی مختلف به صورت K18 x K3653/5 و K18 x K74/1 تلاقی داده شدند. در سال ۱۳۸۳، بذرهایی F₂، BC₁ و BC₂ هر تلاقی تولید گردید و در سال ۱۳۸۴ بذرهایی حاصل از هر تلاقی در قالب طرح بلوک های کامل

میانگین نسل ها در ذرت گزارش شد که اثرات غالبیت اهمیت بیش تری نسبت به اثرات اپیستازی دارد (۱۲). در تحقیق دیگری تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ذرت مورد بررسی قرار گرفت که برای صفت عملکرد دانه، آثار افزایشی، غالبیت و اپیستازی معنی دار بودند. در مورد وزن هزار دانه و تعداد ردیف دانه در بلال هر چند بیش ترین نقش به آثار غالبیت تعلق داشت؛ ولی اثر افزایشی نیز وجود داشت. برای تعداد دانه در ردیف، بیش ترین سهم مربوط به اثرات غالبیت بود؛ ولی اثرات افزایشی منفی قابل توجهی نیز مشاهده شد. درجه غالبیت بالا نیز برای عملکرد دانه و عمق دانه حاکی از نقش اثرات غالبیت و فوق غالبیت ژن ها در کنترل این صفات می باشد (۴). نتایج تجزیه میانگین نسل ها در ذرت نشان داد که اثرهای غالبیت مقادیر بزرگ و معنی داری را در اکثر صفات نظیر عملکرد دانه در بوته، درصد چوب و وزن بلال به خود اختصاص داد. در حالی که اثرهای افزایشی با وجود معنی دار بودن، سهم کوچکی از تغییرات را در بر می گیرند. اثرهای اپیستازی در مورد عملکرد دانه در بوته و اجزای عملکرد مثل تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه مشاهده شد. صفات عملکرد دانه در بوته و اجزای آن وراثت پذیری کمی را نشان دادند که نشان دهنده چند ژنی بودن مکان ژنی برای آن صفات است (۹). ولف و پیترنلی^۱ (۳۳) با مطالعه جمعیت F_۲ حاصل از تلاقی لاین های ذرت MO_۷ و B_{۷۳} نشان دادند که برای عملکرد دانه، واریانس غالبیت مهم تر از واریانس افزایشی است، در حالی که برای صفات دیگر مرتبط با عملکرد، واریانس افزایشی مهمتر از واریانس غالبیت بود. اثر اپیستازی اهمیت کمتری را در این رابطه نشان داد. در تحقیق دیگری میانگین نسل های حاصل از تلاقی های

2- Vidal-Martinez et al.

1- Wolf & Peterelli.

تفاوت معنی دار در بین نسل ها، تجزیه میانگین نسل ها برای صفات فوق الذکر انجام گردید. مدلی که برای تجزیه میانگین نسل ها توسط متر و جینکز^۱ (۲۳) پیشنهاد شده است، می تواند رابطه بین اجزای میانگین را نشان دهد و برای برآورد اثرات ژن، جزء ژنتیکی به شش جزء تفکیک می گردد:

$$Y = m + \alpha(d) + \beta(h) + \alpha^2(i) + 2\alpha\beta(j) + \beta^2(l)$$

اجزای فرمول عبارتند از: Y : میانگین یک نسل، m : میانگین تمام نسل ها در یک تلاقی، (d) : مجموع اثر افزایشی، (h) : مجموع اثر غالبیت، (i) : مجموع اثر متقابل بین اثرات افزایشی \times افزایشی، (j) : مجموع اثر متقابل افزایشی \times غالبیت، (l) : مجموع اثر متقابل غالبیت \times غالبیت، α و β و α^2 و $2\alpha\beta$ و β^2 : ضرایب هر یک از پارامترهای مدل می باشند. برآوردهای پارامترها با استفاده از حداقل مربعات وزنی^۲ بدست آمدند (۲۳). در این مطالعه، هر شش نسل با مدل دو، سه، چهار، پنج و شش پارامتری آزمون شدند تا مناسب ترین مدل همانند مدل کامل بتواند میانگین های مشاهده شده را توضیح دهد. این مدل ها برای میانگین های مشاهده شده بوسیله آزمون χ^2 (کای اسکوئر) با چهار، سه، دو و یک درجه آزادی برای برازش نکویی^۳ آزمون گردیدند که این روش، آزمون مقیاس^۴ نام دارد (۲۳). عکس و ضرب کردن ماتریس ها به وسیله برنامه آماری مینی تب^۵ انجام گرفت. بر اساس روش متر و جینکز اجزای تنوع از همه نسل ها محاسبه شدند. بر اساس امید ریاضی آن ها، این اجزا از طریق فرمول های زیر محاسبه می شوند:

$$E_W = \frac{1}{4} (V_{P1} + V_{P2} + 2V_{F1})$$

$$D = 4V_{F2} - 2(V_{BC1} + V_{BC2})$$

تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت گردید. هر واحد آزمایشی شامل سه ردیف کاشت برای هر یک از والدین، چهار ردیف کاشت برای بذور نسل اول و تلاقی های برگشتی اول و دوم و پنج ردیف کاشت برای بذور نسل دوم بود. فاصله بین ردیف ها ۷۵ سانتی متر و طول ردیف ها در هر تکرار چهار متر و فاصله بین بذور در هر ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر و فاصله بین بلوک ها یک متر بود. کاشت بذور در ۲۳ اردیبهشت ۱۳۸۴ به طریق خشکه کاری و دستی و با قرار دادن ۳ یا ۴ بذر در هر کپه انجام شد و بعد از سبز شدن در مرحله سه تا چهار برگی، عمل تنک کردن صورت گرفت تا تنها یک بوته در هر کپه باقی بماند. به منظور تأمین نیاز غذایی ذرت، مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در دو مرحله به صورت یک دوم قبل از کشت و یک دوم در مرحله ۹-۷ برگی استفاده شد. مبارزه با علف های هرز در چندین مرحله در طول فصل کشت و به صورت وجین دستی انجام شد. در هر کرت تعداد ۱۰ بوته برای هر یک از والدین، ۱۵ بوته برای نسل اول، ۲۰ بوته برای تلاقی های برگشتی اول و دوم و ۳۰ بوته برای نسل دوم اتیکت گذاری شدند و صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه یادداشت برداری گردید. صفات با $H = 4(V_{BC1} + V_{BC2} - V_{F2} - E_W)$ مقیاس طولی توسط خط کش مدرج و صفات با مقیاس وزنی توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری قطر بلال و قطر چوب بلال از کولیس استفاده گردید.

در ابتدا نسل های موجود برای صفات مختلف مورد تجزیه واریانس ساده قرار گرفتند و با مشاهده

1- Mather & Jinks

2- Weighted least square

3- Goodness of fit

4- Scaling test

5- Minitab

فرمول ۵:

$$n = (\mu_{F1} - \mu_{P1})^2 / \{4(\sigma_{BC1}^2 - 0.5(\sigma_{F1}^2 + \sigma_{P1}^2))\}$$

فرمول ۶:

$$n = (\mu_{P2} - \mu_{F1})^2 / \{4(\sigma_{BC2}^2 - 0.5(\sigma_{F1}^2 + \sigma_{P2}^2))\}$$

به منظور تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) و مقایسه میانگین نسل‌ها بر اساس روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ از نرم افزار SAS 8.02^۳ استفاده گردید. برآورد اثرهای ژنی توسط برنامه نوشته شده در محیط Excel 2000 صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه ژنتیکی صفات مورد بررسی در تلاقی

K18 x K74/1

در این تلاقی برای تمامی صفات بین نسل‌ها، تفاوت معنی دار وجود دارد (جدول ۱)؛ بنابراین تجزیه ژنتیکی و بررسی نحوه توارث برای این صفات امکان پذیر بود. ویدال - مارتینز و همکاران (۳۰) گزارش کردند که نسل‌های مختلف از لحاظ صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، طول بلال و عملکرد دانه دارای تفاوت معنی دار هستند که با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. جدول ۲ میانگین و خطای معیار هر یک از صفات اندازه گیری شده در نسل‌های مختلف را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در این آزمایش، نسل F_1 از نظر صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه نسبت به والدین دارای مقادیر بیش تری بود که نشان دهنده ی وجود پدیده هتروزیس مثبت می‌باشد. بنابراین اثرات غیر افزایشی ژن‌ها در جهت افزایش خصوصیات مزبور بیش ترین تأثیر را دارد. وجود هتروزیس در عملکرد دانه ذرت با

$$H = 4(V_{BC1} + V_{BC2} - V_{F2} - E_w)$$

$$F = (V_{BC1} + V_{BC2})$$

اجزای فرمول‌های فوق عبارتند از: E_w : جزء غیر قابل توارث (محیطی) تنوع، D : جزء افزایشی تنوع، H : جزء غالبیت تنوع، F : تشریک مساعی (همبستگی) d و h روی تمام مقرهای ژنی. درجه غالبیت از نسبت اثر غالبیت به اثر افزایشی به دست آمد؛ همچنین میانگین درجه غالبیت^۱ یعنی $(H/D)^{1/2}$ و $F/(D*H)^{1/2}$ به عنوان شاهدهی از انحرافات غالبیت در مقرهای ژنی متفاوت برآورد گردید. برآوردهای وراثت پذیری عمومی بر اساس واریانس جمعیت‌ها محاسبه گردیدند که بر این کار از فرمول‌های مختلف به شرح زیر استفاده گردید:

$$h_{bs}^2 = \{(V_{F2} - (V_{P1} + V_{P2})/2)/V_{F2}\}$$

طبق روش (۱۰)

$$h_{bs}^2 = \{(V_{F2} - (V_{P1} * V_{P2})^{1/2})/V_{F2}\}$$

طبق روش (۲۲)

$$h_{bs}^2 = ((V_{F2} - V_{F1})/V_{F2})$$

$$h_{bs}^2 = \{(V_{F2} - (V_{P1} + V_{P2} + V_{F1})/3)/V_{F2}\}$$

طبق روش (۱۰)

$$h_{bs}^2 = \{(V_{F2} - (V_{P1} + V_{P2} + 2V_{F1})/4)/V_{F2}\}$$

طبق روش (۲۳)

$$h_{bs}^2 = \{(V_{F2} - (V_{P1} * V_{P2} * V_{F1})^{1/3})/V_{F2}\}$$

طبق روش (۳۱)

برآورد وراثت پذیری خصوصی از طریق فرمول وارنر^۲ (۳۱) انجام شد:

$$h_{ns}^2 = \{(2V_{F2} - (V_{BC1} + V_{BC2}))/2V_{F2}\}$$

برآوردهای حداقل تعداد ژن یا فاکتورهای مؤثر

به وسیله فرمول‌های متفاوت زیر محاسبه گردید:

$$\text{فرمول ۱: } n = (\mu_{P2} - \mu_{P1})^2 / (8(\sigma_{F2}^2 - \sigma_{F1}^2))$$

$$\text{فرمول ۲: } n = (\mu_{P2} - \mu_{P1})^2 / \{8((\sigma_{F2}^2 - (0.5\sigma_{F1}^2 + 0.25\sigma_{P1}^2 + 0.25\sigma_{P2}^2)))\}$$

$$\text{فرمول ۳: } n = (\mu_{P2} - \mu_{P1})^2 / \{8(\sigma_{F2}^2 - (\sigma_{BC1}^2 + \sigma_{BC2}^2))\}$$

فرمول ۴:

$$n = (\mu_{P2} - \mu_{P1})^2 / \{8((\sigma_{BC1}^2 + \sigma_{BC2}^2) - \sigma_{F1}^2 + 0.5\sigma_{P1}^2 + 0.5\sigma_{P2}^2)\}$$

1- Dominance ratio

2- Warnner

دار از مدل شش پارامتری، بهترین مدل برای آن صفات تعیین گردید. برای صفت تعداد ردیف در بلال فقط بخش افزایشی (d) معنی دار گردید که بیانگر سهم مؤثر اثر افزایشی ژن ها در کنترل ژنتیکی این صفت است. کوچک بودن اثر غالبیت در این صفت ممکن است ناشی از دو جهت بودن آن و یا ناشی از کوچک بودن واریانس ژنتیکی باشد. برای صفت تعداد دانه در ردیف مدل ۴ پارامتری مشتمل بر m، (d)، (h) و (i)، برای صفت تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک مدل ۵ پارامتری شامل m، (d)، (h)، (i) و (j)، برای صفت تعداد روز تا ظهور کاکل مدل ۵ پارامتری شامل m، (d)، (h)، (i) و (j) و برای صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، مدل ۵ پارامتری شامل m، (d)، (h)، (i) و (l) بهترین برآزش را داشتند. مدل برآزش داده شده برای صفت تعداد دانه در ردیف بر روی اثر غالبیت (علاوه بر افزایشی) و اثر متقابل افزایشی × افزایشی تأکید داشت؛ لذا پیشنهاد شد گزینش در نسل های انتهایی صورت گیرد و در ضمن اثر متقابل مذکور در صورت گزینش تحت شرایط خودگشنی قابل تثبیت خواهد بود. در این آزمایش اثر متقابل افزایشی × غالبیت (j) در دو صفت تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک معنی دار بود که این نوع اپیستازی به وسیله گزینش تحت شرایط خودگشنی قابل تثبیت نمی باشد. علامت منفی پارامتر (j) بستگی به جایگاه والدین دارد. علامت مخالف اثر غالبیت (h) و اثر متقابل غالبیت × غالبیت (l) در صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک وجود اپیستازی دو گانه^۶ را نمایان می سازد که این نوع اپیستازی، مشکلی را در جهت گزینش گیاهان مطلوب ایجاد نمی کند.

نتایج کارنا و ویکس^۱ (۱۴) مطابقت دارد. لاین اینبرد K74/1 از لحاظ صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد ردیف دانه در بلال از سایر نسل ها برتر بود. دو والد K18 و K74/1، از لحاظ صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ پرچم، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد ردیف دانه در بلال، فاصله زیادی دارند که در اکثر صفات، با نتایج به دست آمده توسط اسماعیلی و همکاران (۲) تطابق دارد. بررسی میانگین داده های نسل F₂ نشان می دهد که در این تلاقی، نسل F₂ برای صفات سطح برگ پرچم، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف بلال تمایل به والد K18 دارد و برای صفت تعداد روز تا ظهور کاکل، به والد K74/1 متمایل می باشد. همچنین نسل F₂ از لحاظ صفت تعداد ردیف دانه در بلال در حد واسط دو والد قرار دارد. نتایج تجزیه میانگین نسل ها برای تمامی صفات در جدول ۳ ارائه شده است. برای صفات سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و عملکرد دانه مدل سه پارامتری برآزش گردید. بنابراین عمل اپیستازی ژن در کنترل ژنتیکی این صفات نقشی نداشته است. برای عملکرد دانه، اثرهای غالبیت به مراتب نقش بیش تری نسبت به اثرهای افزایشی دارد. عدم حضور اثر اپیستازی ژن در کنترل عملکرد دانه با نتایج رحمان و همکاران^۲ (۲۷)، هینز و لامکی^۳ (۱۹) و میهالجویچ و همکاران^۴ (۲۵) تطابق دارد.

مدل ساده افزایشی- غالبیت قادر به توجیه تغییرات ژنتیکی مابقی صفات (حتی پس از تبدیل داده^۵) نبود. با حذف کمترین اثر متقابل غیر معنی

- 1- Carena & Wicks
- 2- Rahman *et al.*
- 3- Hinze & Lamkey
- 4- Mihaljevic *et al.*
- 5- Transformation

6- Duplicate interaction

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مختلف در نسل های حاصل از تلاقی K18 x K74/1 در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد روز تا ظهور کاکل	تعداد روز تا رسیدن فیز یولوژیک	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیز یولوژیک	سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
تکرار	۲	۱۴/۵۱ ^{ns}	۱/۷۸ ^{ns}	۲۳/۳۴ ^{ns}	۲۸۳۱/۹۸ ^{ns}	۷۴/۴۷ ^{ns}
نسل ها	۵	۲۷/۵۲ ^{**}	۹۰/۳۸ ^{**}	۲۸/۷۸ [*]	۲۴۳۰/۴۴ ^{**}	۱۹۵۹/۱۳ ^{**}
خطای آزمایش	۱۰	۴/۸۷	۵/۳۴	۸/۴	۱۸۱۲/۶۳	۱۷۷/۴۳

ns، * و **: به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۱- ادامه

منابع تغییر	درجه آزادی	طول بلال (سانتی متر)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عمق دانه (سانتی متر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد دانه (گرم در بوته)
تکرار	۲	۳/۱۹ [*]	۱۰/۹۵ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{**}	۰/۲۴ ^{ns}	۲/۲۵ ^{ns}	۲۰۹/۴۴ ^{ns}
نسل ها	۵	۲۸/۴۹ ^{**}	۲۰/۶ [*]	۰/۰۳۷ ^{**}	۱۴/۷۸ ^{**}	۶۰/۰۴ ^{**}	۲۵۶۵/۱۸ ^{**}
خطای آزمایش	۱۰	۰/۷۲	۵/۹۷	۰/۰۰۲	۰/۶۹	۷/۳۳	۸۴/۲۹

ns، * و **: به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲- میانگین ها و خطای معیار صفات در نسل های مختلف حاصل از تلاقی K18 x K74/1 در ذرت

نسل	تعداد روز تا ظهور کاکل	تعداد روز تا رسیدن فیز یولوژیک	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیز یولوژیک	سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
P ₁	۷۳/۴۳±۰/۳۳ c	۱۲۶/۶±۰/۵۲ c	۵۳/۱۷±۰/۶۳ b	۵۶۶/۵۳±۱۴/۲۶ b	۲۰۵/۷۲±۷/۴۸ ab
P ₂	۸۱/۸±۰/۵۳ a	۱۴۰/۵±۰/۶۴ a	۵۸/۷±۰/۷۳ a	۴۵۸/۵۵±۱۰/۷۳ c	۱۵۷/۸۳±۵/۸۸ d
F ₁	۷۶/۶۴±۰/۵۷ bc	۱۳۷/۶۴±۰/۴۴ ab	۶۱±۰/۷۶ a	۷۳۲/۱۲±۹/۱۸ a	۲۱۷/۱۳±۶/۵۱ a
F ₂	۷۹/۲۴±۰/۵ ab	۱۴۰/۸۱±۰/۴ a	۶۱/۵۷±۰/۵۷ a	۵۹۲/۵۴±۱۰/۷۷ b	۱۹۰/۴۳±۷/۴۸ bc
BC ₁	۷۸/۴۳±۰/۴۳ ab	۱۳۵/۴۳±۰/۴۶ b	۵۷±۰/۵۴ ab	۶۳۵/۵۳±۱۰/۹۱ b	۲۱۷/۹۳±۷/۹۶ a
BC ₂	۸۰/۸۲±۰/۶۷ ab	۱۴۰/۶۲±۰/۴۸ a	۵۹/۸±۰/۸۱ a	۵۷۰/۶۴±۱۱/۳۱ b	۱۶۷/۳۷±۷/۳۵ cd

برای هر صفت، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک و با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۲- ادامه

نسل	طول بلال (سانتی متر)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عمق دانه (سانتی متر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد دانه (گرم در بوته)
P ₁	۱۹/۵۴±۰/۴۹ b	۲۹/۱۶±۰/۶۴ a	۰/۸۰۷±۰/۰۲ c	۱۲/۴±۰/۲ c	۳۱/۴±۱۴/۴۶ b	۱۱۲/۶۱±۵/۴۴ c
P ₂	۱۲/۵۹±۰/۲۸ d	۲۴/۱۸±۱/۱ b	۰/۸۲۵±۰/۰۵۹ c	۱۸/۴±۰/۴ a	۲۵/۹±۱/۰۳ c	۹۸/۱۲±۶/۲۷ d
F ₁	۲۱/۳۵±۰/۴۶ a	۳۰/۵۷±۰/۷۳ a	۱/۰۶۳±۰/۰۳۹ a	۱۵/۸۷±۰/۳۸ b	۳۸/۹۶±۱/۰۶ a	۱۸۴/۱۲±۵/۷ a
F ₂	۱۷/۸۷±۰/۳۷ c	۲۷/۳۸±۰/۶۵ ab	۰/۹۴۱±۰/۰۳۲ b	۱۵/۶۲±۰/۲۸ b	۳۱/۱۸±۰/۸۴ b	۱۳۱/۶۹±۵/۰۶ b
BC ₁	۱۹/۶۴±۰/۳۹ b	۲۸/۰۳±۰/۸۲ ab	۰/۹۱۷±۰/۰۳۹ b	۱۴/۴۳±۰/۳۷ b	۳۴/۴۵±۰/۸۹ ab	۱۳۸/۳۳±۶/۸۹ b
BC ₂	۱۶/۶±۰/۴۹ c	۲۸/۲۴±۰/۷۷ ab	۱/۰۶۲±۰/۰۳۴ a	۱۷/۹±۰/۲۹ a	۲۹/۲۵±۱/۱۴ c	۱۳۲/۶۴±۵/۳۵ b

برای هر صفت، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک و با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند.

نسبت به اثرات افزایشی می باشد. درجه غالبیت بالا برای عملکرد دانه و عمق دانه با نتایج چوکان (۴) مطابقت دارد. مقدار وراثت پذیری عمومی برآورد شده از فرمول های مختلف (جدول ۴) نشانگر متوسط وراثت پذیری عمومی بالا برای صفات سطح برگ پرچم (۰/۶۹) و تعداد روز تا ظهور کاکل (۰/۶۱) تا وراثت پذیری پایین برای صفات تعداد دانه در ردیف بلال (۰/۲۹) و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک (۰/۳۳) بود. عملکرد دانه دارای متوسط وراثت پذیری عمومی متوسط (۰/۴۹) بود که نشان دهنده تأثیر محیط بر روی این صفت است که با توجه به چند ژنی بودن این صفت، دور از انتظار نبود. صفات سطح برگ پرچم (۰/۶) و سطح برگ بلال (۰/۵۷) دارای بالاترین وراثت پذیری خصوصی بودند. صفات وزن ۱۰۰ دانه (۰/۰۰۹)، تعداد دانه در ردیف (۰/۰۳) و عملکرد دانه (۰/۰۲)، پایین ترین وراثت پذیری خصوصی را دارا بودند که نشان دهنده سهم بیش تر اثرات غیر افزایشی ژن ها در کنترل صفات مذکور است؛ بنابراین جهت بهبود این صفات، به ویژه در نسل های اولیه اصلاحی، گزینش توصیه نمی گردد. جدول ۵ تعداد ژن های کنترل کننده هر صفت را بر اساس فرمول های مختلف نشان می دهد. نتایج روش های مختلف محاسبه حداقل تعداد ژن، نیاز به پیش فرض های خاصی همچون عدم وجود لینکاز، ایپستازی، غالبیت یا اثرات نامساوی در مقرهای ژنی متفاوت دارد؛ لذا وجود احتمالی هر یک از موارد فوق باعث یک برآورد کم تر از حد واقع ژن های در حال تفرق خواهد گردید (۷).

همه اجزای تنوع، میانگین درجه غالبیت، درجه غالبیت بر اساس انحرافات F_1 از میانگین والدین، برآورد وراثت پذیری عمومی به وسیله روش های متفاوت و وراثت پذیری خصوصی در جدول ۴ آمده است. همچنان که مشاهده می شود، در اکثر صفات مورد بررسی، مقدار واریانس افزایشی از واریانس غالبیت کم تر می باشد که این مطلب نشان می دهد که گزینش تحت شرایط انتخاب قابل تثبیت نمی باشد و انجام هیبریداسیون در جهت نیل به اهداف اصلاحی مورد نظر برای صفات مذکور، روش مؤثرتری از انتخاب خواهد بود. مقادیر F برای شش صفت منفی بود که بیانگر این است که برای صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ژن های غالب عمدتاً در والد $k18$ و برای صفات سطح برگ بلال، طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، ژن های غالب عمدتاً در والد $k74/1$ قرار گرفته اند. مقدار میانگین درجه غالبیت در اکثر صفات بزرگ تر از یک بود که این امر نشانگر اهمیت غالبیت برای این صفات می باشد و در توافق با وراثت پذیری خصوصی پایین برای آن صفات است. در اکثر صفات پارامتر $F/(D*H)^{1/2}$ کوچک تر از یک بود که بیانگر متفاوت بودن علامت و بزرگی اثر ژن های کنترل کننده این صفات می باشد. درجه غالبیت در صفت تعداد روز تا ظهور کاکل منفی بود که نشان دهنده غالبیت نسبی به طرف والد کوچک تر ($-1 < h/d < 0$) و در صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد ردیف دانه در بلال غالبیت نسبی به طرف والد بزرگ تر ($0 < h/d < 1$) بود. بنابراین سهم اثر افزایشی ژن ها در کنترل ژنتیکی این صفات بیش تر از اثر غیر افزایشی است. درجه غالبیت در مابقی صفات بزرگ تر از ۱ بود که نشان دهنده وجود فوق غالبیت ژن ها و سهم بیش تر اثرات غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات

جدول ۳- برآورد اجزای ژنتیکی میانگین مورد صفات مورثی در تلاقی K18 x K74/1 در ذرت

ویژگی	میانگین کل m		افزایشی (d)		غالبیت (h)		افزایشی × افزایشی (i)		افزایشی × غالبیت (j)		غالبیت × غالبیت (l)	
	میانگین کل m	افزایشی (d)	غالبیت (h)	افزایشی × افزایشی (i)	افزایشی × غالبیت (j)	غالبیت × غالبیت (l)						
تعداد روز تا ظهور کامل	۷۷/۶۲±۰/۳۱۴**	-۴/۱۸±۰/۳۱۴**	۸/۴۱±۰/۶۶۳**	—	۳/۸۴±۰/۶۶۵*	-۹/۳۸±۰/۸۰۳**						
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	۱۴۳/۸۶±۰/۸۷۲**	-۶/۹۴±۰/۴۱۱**	-۶/۲۷±۰/۱۷۸**	-۱۰/۳۶±۰/۹۹**	۳/۵۳±۰/۵۵۸*	—						
تعداد روز از ظهور کامل تا رسیدن فیزیولوژیک	۶۸/۶۴±۰/۹۶۶**	-۲/۷۷±۰/۴۳**	-۲۰/۶۷±۰/۳۱۵**	-۱۲/۷۱±۰/۹۳۵**	—	۱۳/۰۲±۰/۶۶۶**						
سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	۵۰/۲۰±۰/۶۸۹**	۵۴/۱۳±۰/۶۹۴**	۲۱/۸۰±۰/۱۲۷۴**	—	—	—						
سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	۱۸۰/۰۷±۰/۳۵۲**	۲۷/۸۱±۰/۳۴۵**	۳۱/۸۷±۰/۸۶۶**	—	—	—						
طول بلال (سانتیمتر)	۱۵/۸۲±۰/۲۵۳**	۳/۳±۰/۲۵**	۴/۹۵±۰/۵۰۶**	—	—	—						
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۲۶/۵۶±۰/۵۳۹**	۲/۰۱±۰/۵۴**	۲/۴۱±۰/۹۴۹**	—	—	—						
عمق دانه (سانتیمتر)	۰/۸۵±۰/۰۲۵**	-۰/۰۵±۰/۰۲۵**	۰/۲۲±۰/۰۴۷**	—	—	—						
تعداد ردیف در بلال	۱۵/۹۷±۰/۱۸۴**	-۳/۱۶±۰/۱۹۸**	-۰/۴۲±۰/۳۰۲**	—	—	—						
تعداد دانه در ردیف	۲۳/۱۴±۰/۹۳۳**	۳/۳۵±۰/۸۴۸**	۱۵/۶۵±۰/۲۷**	۵/۶۰±۰/۱۶۳**	—	—						
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۱۰/۱۳۷±۰/۷۲۴**	۷/۷۳±۰/۳۷۱۵*	۷۵/۲±۰/۸۶۷**	—	—	—						

ns، * و **: به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- اجزای تنوع، میانگین درجه غالبیت، نسبت $F/(D*H)^{1/2}$ درجه غالبیت، برآوردهای وراثت پذیری به وسیله روش های متفاوت در تلاقی K18 x K74/1 در ذرت

ویژگی	برآورد وراثت پذیری عمومی H_b												
	۶	۵	۴	۳	۲	۱	درجه غالبیت	$F/(D*H)^{1/2}$	$(H/D)^{1/2}$	E_w	F	H	D
تعداد روز تا ظهور کامل	۰/۲۹	۰/۶۷	۰/۳۴	۰/۵۴	۰/۶	۰/۸۶	۰/۷۳	-۰/۲۳	-۰/۹۱	۱/۷۸	-۱۵/۳۹	۲۱/۷۲	۱۳/۱۶
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۵۹	-۰/۱۷	۱/۵۱	-۱/۱۸	۱۰/۳۲	۴/۵۳
تعداد روز از ظهور کامل تا رسیدن فیزیولوژیک	۰/۰۷	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۵۴	۰/۵۳	۱/۸۳	-۱/۹۵	۲/۶۸	-۲/۱۷	۲۹/۸۲	۴/۱۷
سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۴	۴/۰۷	-۰/۲۶	۰/۱۷	-۵۳۴/۹	۳۴۶/۳۵	۱۲/۱۴۸
سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	۰/۶	۰/۷	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۸۴	۰/۷۳	۱/۴۸	۰/۱۸	۰/۵	۵۵۵/۵	۱۵۰/۱۳	۶۰۵۵/۶
طول بلال (سانتیمتر)	۰/۱	۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۶۱	۰/۴۸	۰/۶۶	۰/۶۱	۱/۵۲	-۰/۸۳	۲/۴۶	-۵/۰۶	۱۵/۰۴	۲/۴۸
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۰/۰۰۹	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۳۷	۱/۵۶	۰/۸۲	۸/۸۳	۵/۱۴	۵۵/۴۹	۰/۷۱
عمق دانه (سانتیمتر)	۰/۲۷	۰/۴	۰/۵۲	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۳۸	۲/۷	۰/۸۴	۰/۶	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵
تعداد ردیف در بلال	۰/۱۸	۰/۴۴	۰/۵۳	۰/۱	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۵۸	۰/۱۶	۰/۹۲	۱/۳۶	۳/۲۱	۴/۷۴	۲/۵۵
تعداد دانه در ردیف بلال	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۱	۳/۸۵	-۲/۲۷	۴/۰۲	-۳۰/۵۵	۵۴/۱	۳/۳۵
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۰/۰۲	۰/۴۹	۰/۵	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۵۵	۱۰/۸۷	۲/۱۱	۷/۶۲	۱۱۲۹/۷	۴۰۷۸/۵	۷۰/۳۱

جدول ۵- برآورد تعداد ژن های در حال تفرق (فاکتورهای مؤثر) برای صفات مورد بررسی در تلاقی K18 x K74/1 در ذرت

صفت	فرمول های مختلف					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تعداد روز تا ظهور کاکل	۱/۱	۰/۷	۰	۰/۵	۱/۱	۰/۴
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	۴/۴	۵/۷	۰	۳/۵	۷/۴	۰/۶
تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	۱/۲	۰/۴	۱/۳	۰	۰	۰/۱
سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	۰/۲	۰/۲	۰	۰/۲	۳/۱	۴/۶
سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۵
طول بلال (سانتی متر)	۲/۴	۱/۲	۰	۰/۷	۱/۲	۲/۴
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۰/۲	۰/۲	۰	۰/۱	۰	۱/۹
عمق دانه (سانتی متر)	۰	۰	۰	۰	۰/۳	۰
تعداد ردیف دانه در بلال	۶/۰۳	۱/۸	۰	۱/۲	۰/۷	۰
تعداد دانه در ردیف بلال	۰/۳	۰/۲	۰	۰/۱	۰	۱
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰/۸	۴/۶

کاهش صفات) تجلی یافت که نشان دهنده اهمیت اثرات غیر افزایشی ژن ها در جهت کاهش صفات مزبور در هیبریدها و عدم وجود پسروی ناشی از خویش آمیزی لاین های مورد مطالعه می باشد و با نتایج رامنه و همکاران (۵) مطابقت دارد. لاین اینبرد K3653/5 از لحاظ صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد ردیف دانه در بلال از سایر نسلها برتر بود. دو والد K18 و K3653/5، از لحاظ صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال دارای فاصله زیاد هستند. ارزیابی میانگین داده های نسل F₂ نشان دهنده این است که در این تلاقی، نسل F₂ از لحاظ صفات سطح برگ بلال، طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه تمایل به والد K18 دارد و از لحاظ صفت تعداد روز تا ظهور کاکل، به والد K3653/5 تمایل می باشد. همچنین نسل F₂ برای صفات عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال در حد واسط دو والد قرار دارد.

تجزیه ژنتیکی صفات مورد بررسی در تلاقی K18 x K3653/5

در این آزمایش نیز برای تمامی صفات، بین نسلها تفاوت معنی دار مشاهده گردید (جدول ۶) که حاکی از امکان تجزیه و تحلیل ژنتیکی این صفات می باشد. میانگین و خطای معیار هر یک از صفات اندازه گیری شده در نسل های مختلف در جدول ۷ آمده است. در این آزمایش، نسل F₁ از لحاظ صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه نسبت به والدین مقادیر بیش تری داشت که بیانگر وجود پدیده هتروزیس می باشد. گلاور و همکاران^۱ (۱۷) و ولکر و همکاران^۲ (۳۲) نیز برای صفت عملکرد دانه، هتروزیس مثبت مشاهده کردند. بنابراین اثرات غیر افزایشی ژن ها در جهت افزایش خصوصیات مزبور دارای بیش ترین تأثیر است. با این وجود، برای صفت تعداد روز تا ظهور کاکل، هتروزیس به صورت منفی (در جهت

1- Glover *et al.*2- Welcker *et al.*

جدول ۶- میانگین مربعات صفات مختلف در نسل های حاصل از تلاقی K18 x K3653/5 در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد روز تا ظهور کاکل	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
تکرار	۲	۷/۶ ^{ns}	۴/۱۱ ^{ns}	۱۰۵/۶ ^{**}	۳۰۳۱/۸۲ ^{ns}	۲۸۴/۱۳ ^{ns}
نسل ها	۵	۱۹/۱۴ ^{**}	۲۴/۵۶ ^{**}	۲۲/۵۶ ^{**}	۳۶۰۴۵/۷۵ ^{**}	۲۱۶۸/۷۳ ^{**}
خطای آزمایش	۱۰	۳/۳۸	۳/۱۷	۱/۳۱	۱۰۵۱/۲۷	۳۴۸/۹۴

ns، * و **: به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ادامه جدول ۶

منابع تغییر	درجه آزادی	طول بلال (سانتی متر)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عمق دانه (سانتی متر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد دانه (گرم در بوته)
تکرار	۲	۸/۲۲ ^{**}	۰/۴۹ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۱/۶ [*]	۲۰/۸۵ [*]	۴۲۳/۴۹ ^{ns}
نسل ها	۵	۱۷/۳ ^{**}	۲۶/۷۷ [*]	۰/۰۳۲ ^{**}	۱۲/۱۱ ^{**}	۲۷/۵۷ ^{**}	۲۵۲۴/۶۶ ^{**}
خطای آزمایش	۱۰	۰/۸۱	۵/۱۹	۰/۰۰۴	۰/۳۹	۴/۵۴	۳۳۱/۵۲

ns، * و **: به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۷- میانگین ها و خطای معیار صفات در نسل های مختلف حاصل از تلاقی K18 x K3653/5 در ذرت

نسل	تعداد روز تا ظهور کاکل	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
P ₁	۷۴±۰/۳۳ b	۱۳۰/۶±۰/۳۸ c	۵۶/۶±۰/۴۶ c	۶۴۷/۹۳±۱۴/۰۴ bc	۲۳۰/۰۳±۷/۸۷ b
P ₂	۷۸/۲۷±۰/۴۷ a	۱۳۵/۶۷±۰/۳۵ ab	۵۷/۴±۰/۵۴ c	۴۴۴/۶۴±۱۰/۷۱ d	۱۹۱/۲۴±۶/۴ c
F ₁	۷۴/۴۲±۰/۴۶ ab	۱۳۳/۷۳±۰/۳۲ bc	۶۱/۳۱±۰/۴۹ ab	۷۷۳/۱۲±۱۶/۵۷ a	۲۷۱/۰۴±۶/۱۴ a
F ₂	۷۸/۱۷±۰/۴۶ a	۱۳۸/۰۱±۰/۵ a	۵۹/۸۴±۰/۵ b	۶۴۲/۳۵±۱۲/۲۱ bc	۲۴۲/۷۱±۷/۲۴ ab
BC ₁	۷۳/۰۸±۰/۵۷ b	۱۳۵/۶۳±۰/۵۸ ab	۶۲/۵۵±۰/۶۹ a	۶۹۲/۲۴±۱۵/۷۶ b	۲۳۴/۷۸±۶/۹۵ ab
BC ₂	۷۴/۹۲±۰/۵۱ ab	۱۳۸/۲۷±۰/۴۷ a	۶۳/۳۵±۰/۵۵ a	۶۲۴/۷۲±۰/۹۹ c	۲۵۳/۶۴±۸/۵۱ ab

برای هر صفت، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک و با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند.

ادامه جدول ۷

نسل	طول بلال (سانتی متر)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عمق دانه (سانتی متر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد دانه (گرم در بوته)
P ₁	۲۱/۲۵±۰/۴۸ a	۳۱/۳۹±۰/۶ a	۰/۸۲±۰/۰۳ c	۱۲/۸۷±۰/۲۳ c	۳۱/۹۷±۱/۱۵ bc	۱۱۱/۶۳±۶/۷۲ c
P ₂	۱۵/۹۳±۰/۲۲ c	۲۴/۴±۰/۵۳ b	۱/۰۴±۰/۰۴ ab	۱۹/۰۷±۰/۳۸ a	۳۰/۴۷±۱/۰۸ c	۱۴۵/۲۲۵±۶/۶۲ b
F ₁	۲۲/۶۲±۰/۶۷ a	۳۳/۰۶±۰/۶۶ a	۱/۰۳±۰/۰۳ ab	۱۶/۸±۰/۳۲ b	۳۷/۸۷±۱/۱۶ a	۱۹۷/۲۱±۷/۹۴ a
F ₂	۱۹/۱۳±۰/۵ b	۳۰/۲۶±۰/۶۷ a	۱±۰/۰۳ b	۱۶/۰۹±۰/۲۹ b	۳۲/۷۹±۰/۹۷ bc	۱۵۰/۰۴±۶/۱۴ b
BC ₁	۲۱/۳۱±۰/۶ a	۳۰/۷۶±۰/۶۶ a	۱/۰۵±۰/۰۳ ab	۱۶/۶۳±۰/۳۲ b	۳۵/۷۳±۱/۱۸ ab	۱۷۵/۶۴±۷/۵ ab
BC ₂	۱۸/۷۹±۰/۵۲ b	۳۱/۲۶±۰/۷۶ a	۱/۱۴±۰/۰۳ a	۱۶/۹۳±۰/۳۴ b	۳۰/۲۷±۱/۱ c	۱۵۳/۷۹±۷/۱۴ b

برای هر صفت، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک و با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند.

است که برای صفت تعداد ردیف در بلال، ژن های غالب عمدتا" در والد k18 و برای صفات سطح برگ پرچم و وزن ۱۰۰ دانه، ژن های غالب عمدتا" در والد k3653/5 قرار دارند. نسبت غالبیت در اکثر صفات بزرگ تر از یک بود که نشانگر اهمیت غالبیت برای این صفات می باشد که در توافق با وراثت پذیری خصوصی پایین برای آن صفات است. در اکثر صفات پارامتر $F/(D \times H)^{1/2}$ کوچک تر از یک بود که بیانگر متفاوت بودن علامت و بزرگی اثر ژن های کنترل کننده این صفات می باشد. درجه غالبیت در اکثر صفات بالاتر از یک بود که نشان دهنده اثر فوق غالبیت ژن ها در کنترل صفات مذکور می باشد. اهمیت اثر غالبیت برای صفت عملکرد دانه در بوته با نتایج مفیدیان (۹) و رضایی و هوشمند (۶) مطابقت دارد. درجه غالبیت در صف تعداد روز تا ظهور کاکل، نشان دهنده غالبیت نسبی به طرف والد کوچک تر ($-1 < h/d < 0$) و در صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، عمق دانه و تعداد ردیف در بلال غالبیت نسبی به طرف والد بزرگ تر ($0 < h/d < 1$) بود. بنابراین سهم اثر افزایشی ژن ها در کنترل ژنتیکی این صفات بیش تر از اثر غیر افزایشی است. درجه غالبیت در صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک کوچک تر از ۱- ($h/d < -1$) و در مابقی صفات بزرگ تر از یک ($h/d > 1$) بود که نشان دهنده وجود فوق غالبیت ژن ها و سهم بیش تر اثرات غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات نسبت به اثرات افزایشی می باشد. صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و عملکرد دانه به ترتیب بالاترین ($0/81$) و پایین ترین ($0/45$) متوسط وراثت پذیری عمومی را دارا بودند که نشان دهنده تأثیر محیط بر روی عملکرد دانه است و با توجه به چند ژنی بودن این صفت، دور از انتظار نبود. صفات وزن ۱۰۰ دانه ($0/51$) و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک ($0/5$) دارای بالاترین وراثت پذیری خصوصی بودند.

نتایج تجزیه میانگین نسل ها برای تمامی صفات در جدول ۸ ارائه شده است. برای صفات سطح برگ بلال و طول بلال مدل افزایشی- غالبیت برآزش گردید. برای صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد دانه در ردیف بلال، اثر افزایشی (d) معنی دار نبود که نشان می دهد، گزینش حداقل در نسل های آغازین آن مؤثر نمی باشد. در این آزمایش اثر متقابل افزایشی \times غالبیت (j) در پنج صفت سطح برگ پرچم (با علامت منفی)، وزن ۱۰۰ دانه (با علامت منفی)، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه معنی دار گردید که این نوع اپیستازی به وسیله گزینش تحت شرایط خود گشنی قابل تثبیت نمی باشد. صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و عمق دانه، دارای علامت های مخالف برای اجزای (d) و (i) بودند که نشان دهنده ماهیت متضاد اثر متقابل برای این صفات است. علامت مخالف اثر غالبیت (h) و اثر متقابل غالبیت \times غالبیت (I) در صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و عمق دانه وجود اپیستازی دو گانه را نمایان می سازد که این نوع اپیستازی، مشکلی را در جهت گزینش گیاهان مطلوب ایجاد نمی کند. نتایج تجزیه واریانس نسل ها برای تمامی صفات در جدول ۹ ارائه شده است. همچنان که مشاهده می شود، در این تلاقی نیز در اکثر صفات مورد بررسی، مقدار واریانس افزایشی از واریانس غالبیت کم تر می باشد. بنابراین گزینش تحت شرایط انتخاب قابل تثبیت نمی باشد و انجام هیبریداسیون در جهت نیل به اهداف اصلاحی مورد نظر برای صفات مذکور، روش مؤثرتری از انتخاب خواهد بود. صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک دارای D منفی بود که برابر با صفر منظور گردید. مقادیر F برای سه صفت منفی بود که نشان دهنده این

جدول ۸- برآورد اجزای ژنتیکی میانگین برای صفات مورد بررسی در تلاقی K18 x K3653/5 در ذرت

χ^2	غالبيت × غالبيت (l)		افزایشی × غالبيت (j)		افزایشی × افزایشی (i)		غالبيت (h)		افزایشی (d)		میانگین کل m		صفت
	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	
۰/۱۳۳۴۳ ^{ns}	۱۷/۸۷±۳۷۴ ^{**}	—	—	—	-۱۶/۸۲±۲/۳۹۳ ^{**}	—	-۳۸/۲۹±۵/۹۷۱ ^{**}	—	—	-۲/۱±۰/۲۶۹ ^{**}	—	۹۲/۸۴±۲/۴۱۲ ^{**}	تعداد روز تا ظهور کاکل
۲/۹۰۲۶۷ ^{ns}	-۱۵/۵۸±۱/۴۳۹ ^{**}	—	—	—	—	۱۶/۸۸±۱/۴۴۷ ^{**}	—	—	—	-۲/۵۳±۰/۲۴۴ ^{**}	—	۱۳۳/۱۳±۰/۲۵۸ ^{**}	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک
۰/۱۷۵۹۸۷ ^{ns}	-۲۷/۹±۴/۸۸۳ ^{**}	—	—	۱۷/۵۸±۲/۶۴۴ ^{**}	—	۴۴/۷۹±۶/۶۶۵ ^{**}	—	—	—	-۰/۴۶±۰/۳۲۹ ^{ns}	—	۴۴/۴۳±۲/۶۷ ^{**}	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک
۴/۵۶۶۱۳ ^{ns}	—	—	—	—	—	۲۲۶/۵۴±۱۶/۶۹۸ ^{**}	—	—	—	۹۴/۶۶±۷/۹۹ ^{**}	—	۵۴۳/۶۷±۸/۲۰۷ ^{**}	سطح برگ کاکل (سانتی متر مربع)
۰/۲۵۴۸۶۶ ^{ns}	—	—	-۲۷/۷۵±۲/۳۹۹ ^{**}	—	—	۶۰/۸۸±۷/۹ ^{**}	—	—	—	۱۹/۶۱±۵/۰۵۳ ^{**}	—	۲۱۱/۶۷±۴/۵۸۳ ^{**}	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
۵/۷۷۳۲۸ ^{ns}	—	—	—	—	—	۳/۲۷±۰/۵۸۸ ^{**}	—	—	—	۲/۵۷±۰/۲۴۶ ^{**}	—	۱۸/۴۵±۰/۲۴۷ ^{**}	طول بلال (سانتی متر)
۱/۰۱۱۳۲۸ ^{ns}	—	—	-۷/۷۷±۲/۸۵۳ ^{**}	—	—	۵/۲۸±۰/۳۳۲ ^{**}	—	—	—	۳/۵±۰/۳۹۸ ^{**}	—	۲۷/۹۶±۰/۳۷۲ ^{**}	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)
۰/۲۲۰۴۵۴ ^{ns}	—	—	—	—	۰/۳۷±۰/۱۴۱ ^{**}	—	۱/۳±۰/۳۵۷ ^{**}	—	—	-۰/۱±۰/۰۲۱ ^{**}	—	۰/۵۶±۰/۱۴۳ ^{**}	عمق دانه (سانتی متر)
۳/۶۶۷۴۸ ^{ns}	—	—	۵/۷۴±۱/۰۲۳ ^{**}	—	—	۰/۸۸±۰/۳۷۷ [*]	—	—	—	-۳/۱۷±۰/۲۱۸ ^{**}	—	۱۶/۱۰±۰/۲۰۲ ^{**}	تعداد دانه در ردیف بلال
۳/۰۵۷۸۱ ^{ns}	—	—	۹/۶۸±۳/۵۸۱ ^{**}	—	—	۵/۹۸±۱/۳۴۹ ^{**}	—	—	—	۰/۸۱±۰/۸۸۹ ^{ns}	—	۳۰/۶۶±۰/۸۱۵ ^{**}	تعداد دانه در ردیف بلال
۳/۸۱۹۹۵ ^{ns}	—	—	۷/۶/۴۷±۲/۲۷۶۲ ^{**}	—	—	۶/۶/۴۶±۶/۶۰۴ ^{**}	—	—	—	-۱/۶/۸۲±۴/۷۱۹ ^{**}	—	۱۲۷/۱۶±۴/۳۴۹ ^{**}	عملکرد دانه (گرم در بوته)

ns: * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۹- اجزای تنوع، درجه غالبیت، برآوردهای وراثت پذیری به وسیله روش های متفاوت در تلاقی K18 x K3653/5 در ذرت

وراثت پذیری خصوصی H _n	H _b برآورد وراثت پذیری عمومی					درجه		E _w	F	H	D	صفت
	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲					
۰/۱۳	۰/۶۶	۰/۵۱	۰/۶۲	۰/۶۶	۰/۸۶	۰/۸۴	-۰/۹۸	۷/۱۶	۳/۸۳	۳۷/۲۶	۵/۱۳	تعداد روز تا ظهور کاکل
۰/۵	۰/۸۱	۰/۸	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۲۴	۶/۳	۶/۵۸	۲۷/۵۲	۲۲/۳۸	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک
۰	۰/۶۱	۰/۵۱	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۶۷	۰/۶۷	-۳/۴۵	۹/۲۶	۱۰/۸۳	۶/۱	۰	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک
۰/۳۵	۰/۶۶	۰/۵۳	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۶۶	۰/۶۵	۲/۲۳	۸۵/۱۶/۶	۷/۶۶۳/۹	۹۰/۳/۲۸	۹۳۵/۵	سطح برگ کاکل (سانتی متر مربع)
۰/۴۷	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۶۷	۳/۱۱	۱۶۲/۱/۴	-۱۴۴۶/۴۹	۳۵۵/۹	۴۴۱۳/۷۲	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
۰/۳۳	۰/۵۹	۰/۸۴	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۸۶	۰/۸۲	۱/۵۲	۱۲/۲۲	۵/۸۶	۱۱/۸۶	۱۴/۷	طول بلال (سانتی متر)
۰/۵۱	۰/۶۸	۰/۷	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۸۷	۰/۸۷	۱/۴۸	۱۶/۶۷	-۷/۹۷	۲/۱/۲	۴۱/۲۷	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)
۰/۰۵	۰/۴۷	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۵	۰/۹۵	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۱	۰/۰۱	عمق دانه (سانتی متر)
۰/۳۳	۰/۵۶	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۶۷	۰/۶۲	۰/۲۷	۳/۷۹	-۰/۹۵	۵/۶۵	۵/۲۳	تعداد ردیف دانه در بلال
۰/۱۴	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۵۵	۰/۵۵	۸/۸۷	۴۹/۰/۱	۱۰/۶۸	۹۱/۰/۳	۲۴/۳۱	تعداد دانه در ردیف بلال
۰/۱	۰/۴۹	۰/۱۶	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۶۱	۰/۶۱	۴/۰/۹	۲۰/۸۴/۸	۳۱۹/۰/۹	۳۸۴۲/۸	۶۸۴/۷۲	عملکرد دانه (گرم در بوته)

می گیرند. اطلاعات در مورد نحوه عمل ژن تظاهر یک صفت، کمک می کند که چه تصمیمی در برنامه اصلاحی بگیریم تا آن صفت اصلاح شود. غالبیت و بعضی از اشکال اپیستازی به تولید هیبرید کمک کرده است؛ در حالی که عمل افزایشی ژن در روش های استاندارد گزینش راهگشا می باشد (۸). به نظر می رسد که در خصوص نسل های مورد تحقیق از آنجا که لاین های اینبرد مورد مطالعه در دو تلاقی با هدف عملکرد بیش تر تحت گزینش بوده اند، احتمالاً " دور از انتظار نیست که برآوردهای کوچک تری از اثرهای ژنتیکی افزایشی را نشان دهند. در تلاقی اول در عملکرد دانه و در اکثر اجزای عملکرد اثرهای اپیستازی وجود نداشت که با توجه به سهم بیش تر اثر غالبیت در کنترل این صفات نسبت به اثر افزایشی، امکان بهبود عملکرد دانه از طریق تولید هیبرید وجود دارد. اثرهای اپیستازی برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد در تلاقی دوم وجود داشت که اهمیت وجود این اثرات را در این صفات و در نهایت در خود

صفات عمق دانه (۰/۰۵)، عملکرد دانه (۰/۱)، تعداد روز تا ظهور کاکل (۰/۱۳) و تعداد دانه در ردیف بلال (۰/۱۴) پایین ترین وراثت پذیری خصوصی را دارا بودند که نشان دهنده سهم بیش تر اثرات غیر افزایشی ژن ها در کنترل صفات مذکور است. بنابراین جهت بهبود این صفات، به ویژه در نسل های اولیه اصلاحی، گزینش توصیه نمی گردد. وراثت پذیری خصوصی در صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک به دلیل منفی شدن واریانس افزایشی، صفر قلمداد گردید. جدول ۱۰ تعداد ژن های کنترل کننده هر صفت را بر اساس فرمول های مختلف نشان می دهد. در اینجا نیز برآورد کمتر از حد واقع ژن های در حال تفرق دیده خواهد شد. در مجموع با توجه به نتایج تجزیه میانگین نسل ها برای صفات مورد بررسی در دو تلاقی، در مورد اکثر صفات، اثرات غالبیت مقادیر بزرگ و معنی داری را به ویژه در مورد عملکرد و اجزای عملکرد به خود اختصاص داده است، در حالی که اثرهای افزایشی با وجود معنی دار بودن سهم کوچکی از تغییرات را در بر

جدول ۱۰- برآورد تعداد ژن های در حال تفرق (فاکتورهای مؤثر) برای صفات مورد بررسی در تلاقی K18 x K3653/5 در ذرت

فرمول های مختلف						صفت
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۱/۱	۰	۰/۱	۰	۰/۲	۰/۲	تعداد روز تا ظهور کاکل
۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰	۰/۲	۰/۲	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک
۰/۴۶	۰/۲۷	۰	۰	۰	۰	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک
۰	۰/۷	۱	۰	۱/۱	۴/۹	سطح برگ بلال (سانتی متر مربع)
۰/۶	۰/۴	۰	۰	۰/۱	۰/۱	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
۲/۲	۰/۱	۰/۳	۰	۰/۳	۱/۶	طول بلال (سانتی متر)
۰/۹	۰/۱	۰/۲	۰	۰/۲	۰/۳	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)
۰	۰/۴	۰/۱	۰	۰/۲	۰/۲	عمق دانه (سانتی متر)
۰/۵	۱/۳	۰/۹	۰	۱/۲	۱/۵	تعداد ردیف دانه در بلال
۰/۶	۰/۳	۰	۰	۰	۰	تعداد دانه در ردیف بلال
۰/۷	۱/۴	۰/۱	۰	۰/۱	۰/۳	عملکرد دانه (گرم در بوته)

عملکرد نشان می دهد. همچنین اصلاح هیبریدهای پر محصول ذرت با گزینش ترکیبات اپیستاتیک مطلوب مؤثر واقع می شود. نظر به این که خویش آمیزی به طور همزمان با ارزیابی هیبرید انجام می شود، ترکیبات ژنی اپیستاتیک مطلوب می تواند در نهایت در اینبردها تثبیت شود.

سیاسگزاری

از آقای دکتر مهدی فاضل نجف آبادی و سرکار خانم الهام زارع که در امور رایانه ای مساعدت نمودند، قدردانی می شود.

منابع

۱. ارزانی، ا. ۱۳۸۰. اصلاح گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶۰۶ ص.
۲. اسماعیلی، ا.، دهقانی، ح.، خاوری خراسانی، س.، میرزایی ندوشن ح. و فتحی. پ. ۱۳۸۳. برآورد واریانس افزایشی و غالبیت و ترکیب پذیری لاین های زودرس ذرت در تراکم های مختلف بوته. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. رشت. دانشگاه گیلان. ۵-۳ شهریور. ص ۷.
۳. اهدایی، ب. ۱۳۷۳. اصلاح نبات. نشر مشهد. ۴۵۶ ص.
۴. چوکان، ر. ۱۳۸۱. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در ذرت. مجله نهال و بذر. جلد ۱۸ شماره ۲ صص ۱۷۰-۱۷۸.
۵. رامئه، و.، رضایی، ع. و ارزانی. ا. ۱۳۷۹. تجزیه ژنتیکی خصوصیات مرفونولوژیکی در لاین های اصلاحی ذرت. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر. دانشگاه مازندران. ۱۳-۱۶ شهریور. ص ۵۳۵.
۶. رضایی، ع. و هوشمند. س. ۱۳۷۶. نحوه عمل ژن و وراثت پذیری برخی صفات زراعی در ۱۷ تلاقی سورگوم دانه ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳ شماره ۲۸، صص ۶۹-۷۸.
۷. فرشادفر، ع. ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه. ۵۲۸ ص
۸. قنادها، م. ر. ۱۳۷۷. مطالعه نحوه توارث طول دوره کمون در چهار رقم گندم نسبت به زنگ زرد. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱ شماره ۱، صص ۵۳-۷۱.
۹. مفیدیان، م.ع. ۱۳۸۲. توارث عملکرد دانه و صفات وابسته در ذرت تحت شرایط مطلوب و محدود آبی به وسیله تجزیه میانگین نسل ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. ۱۰۲ ص.
10. Allard, R.W. 1960. Principles of plant breeding. 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc. New York. 254 p.

11. Alok, K., Gangashetli, M.G., and Kumar, A. 1998. Gene effects in some metric traits of maize (*Zea mays* L.). *Annals of Agri-Bio-Research*. 3(2): 139-143.
12. Azizi, F., Rezai, A.M., and Saeidi, G. 2006. Generation mean analysis to estimate genetic parameters for different traits in two crosses of corn inbred lines at three planting densities. *Journal of Agricultural Science and Technology* 8(2): 153-169.
13. Butruille D.V., Silva, H.D., Kaeppler, S.M., and Coors, J.G. 2004. Response to selection and genetic drift in three populations derived from the golden glow maize population. *Crop Sci*. 44: 1527-1534.
14. Carena, M.J., and Wicks, Z.W. 2006. Maize population hybrids: An exploitation of US temperate public genetic diversity in reserve. *Maydica* 51(2): 201-208.
15. Fazel Najafabadi M., Ghanadha, M.R., Zali, A.A., and Yazdi Samadi, B. 2004. Genetic analysis of seedling characters in bread wheat. The 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia. pp: 1327-1339.
16. Fussell, B. 1999. *The Story of corn*. 2nd edn. North Point Press, New York, NY. 368 p.
17. Glover, M., Willmot, D., Darrah, L., Hibbard, B., and Zhu, X. 2005. Diallel analysis of agronomic traits using chine and U.S. maize germplasm. *Crop Sci*. 45(3): 1096-1102.
18. Hallauer, A.R., and Miranda Filho, J.B. de. 1988. *Quantitative genetics in maize breeding*. 2nd edn. Iowa State Univ. Press, Ames. 468 p.
19. Hinze, L.L., Lamkey, K.R. 2003. Absence of epistasis for grain yield in elite maize hybrids. *Crop Sci*. 43: 46-56.
20. Kearsey, M.J., and Pooni, H.S. 1998. *Genetical analysis of quantitative traits*. Chapman and Hall Press. 381 p.
21. Khattak, G.S.S., Ashraf, M., and Zamir, R. 2004. Gene action for synchrony in pod maturity and indeterminate growth habit in mungbean (*Vigna radiata* (L.) wilczek). *Pak. J. Bot*. 36(3): 589-594.
22. Mahmud, I., and Kramer, H.H. 1951. Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agron. J*. 43: 605-609.
23. Mather, K., and Jinks, J.L. 1982. *Biometrical genetics*. Methuen, London, 162p.
24. Melchinger, A.E., Lee, M., Lamkey, K.R., Hallauer, A.R., and Woodman, W.L. 1990. Genetic diversity for restriction fragment length polymorphisms and heterosis for two diallel sets of maize inbreds. *Tag Theoretical and Applied Genetics* 80(4): 488-496.
25. Mihaljevic, R., Friedrich Utz, H., and Melchinger, E. 2005. No evidence for epistasis in hybrid and per se performance of elite European flint maize inbreds from generation means and QTL analyses. *Crop Sci*. 45: 2605-2613.

26. Poelhman, J.M. 1978. Breeding field crops. 3rd ed, An avi book, New York, pp: 451-508.
27. Rahman, H., Wicks, Z.W., Swati, M.S., and Ahmed, K. 1994. Generation mean analysis of seedling root characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Maydica* 39: 177-181.
28. Singh, R.P., and Singh, S. 1992. Estimation of genetic parameters through generation mean analysis in bread wheat. *Indian Journal of Genetics* 52: 369-375.
29. Viana, J.M.S. 2000. Components of variation of polygenic systems with digenic epistasis. *Genet. Mol. Biol.* 23(4): 883-892.
30. Vidal-Martinez, V., Clegg, A., Johnson, M.B., and Valdivia-Bernal, R. 2001. Phenotypic and genotypic relationships between pollen and grain yield components in maize. *Agrociencia* 35: 503-511.
31. Warnner, J.N. 1952. A method for estimating heritability. *Agron. J.* 44: 427-430.
32. Welcker, C., Thé, C., Andréau, B., De Leon, C., Parentoni, S.N., Bernal, J., Félicité, J., Zonkeng, C., Salazar, F., Narro, L., Charcosset, A., and Horst, W.J. 2005. Heterosis and combining ability for maize adaptation to tropical acid soils. *Crop Sci.* 45: 2405-2413.
33. Wolf, D.P., and Peternelli, L.A. 2000. Estimate of genetic variance in F₂ maize population. *Journal Heredity* 95(5): 384-391.
34. Wu, J., Jenkins, J.N., McCarty, J.C., and Wu, D. 2006. Variance component estimation using the additive, dominance, and additive x additive model when genotypes vary across environments. *Crop Sci.* 46: 174-179.
35. Yousef, G.G., and Juvik, J.A. 2001. Comparison of phenotypic and marker-assisted selection for quantitative traits in sweet corn. *Crop Sci.* 41: 645-655.
36. Zimmermann, M.J.O., Rosielle, A.A., Foster, K.W., and Waines, J.G. 1985. Gene action for grain yield and harvest index of common bean grown as sole crop and in intercrop with maize. *Field Crops Research* 12: 319-329.