

## تجزیه میانگین نسل‌ها برای عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ذرت

### Generation Mean Analysis for Grain Yield and It's Associated Traits in Maize

مهدی زارع<sup>۱</sup>، رجب چوکان<sup>۲</sup>، اسلام مجیدی هروان<sup>۳</sup> و محمدرضا بی‌همتا<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی سابق دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳- استاد، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج

۴- استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۵/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۱/۲۱

#### چکیده

زارع، م.، چوکان، ر.، مجیدی هروان، ا.، و بی‌همتا، م. ر. ۱۳۸۷. تجزیه میانگین نسل‌ها برای عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ذرت. نهال و بذر ۲۴: ۶۳-۸۱

انتخاب روش اصلاحی مناسب بستگی به نظام ژنتیکی کنترل کننده صفت گزینش شده دارد. هدف از این مطالعه، تعیین پارامترهای ژنتیکی عملکرد و صفات مرتبط با آن، با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌های  $BC_1$ ،  $F_2$ ،  $F_1$ ،  $P_2$ ،  $P_1$  و  $BC_2$  حاصل از تلاقی لینه اینبرد K3218 با لینه‌های اینبرد K74/1 و K3653/5 ذرت بود. تمامی نسل‌ها در سال ۱۳۸۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار کاشته شدند. برای تمامی صفات مورد مطالعه در هر دو تلاقی، تفاوت‌های معنی‌دار بین نسل‌ها مشاهده شد. تجزیه میانگین نسل‌ها نشان داد که اثر ژنی غالبیت، بیش از اثر ژنی افزایشی و اپیستازی در توارث اکثر صفات مورد مطالعه نقش دارد. متوسط وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد مطالعه در تلاقی K3218 x K74/1 بین ۰/۴۱ تا ۰/۷۰ و در تلاقی K3218 x K3653/5 بین ۰/۳۳ تا ۰/۸۳ متغیر بود. دامنه وراثت‌پذیری خصوصی در تلاقی K3218 x K74/1 بین ۰ تا ۰/۵۷ و در تلاقی K3218 x K3653/5 بین ۰/۰۱ تا ۰/۷۳ بود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تجزیه میانگین نسل‌ها، وراثت‌پذیری، عملکرد دانه.

## مقدمه

انتخاب روش اصلاحی مناسب برای بهره‌برداری بهتر از پتانسیل ژنتیکی صفات مختلف زراعی در یک گیاه بستگی به نوع عمل ژن‌های کنترل کننده یک صفت و نحوه توارث آن‌ها دارد (Akhtar and Chowdhry, 2006). نوع عمل ژن و اثر ژنی، در بسیاری از گیاهان زراعی مطالعه شده است (Lamkey and Lee, 2005). یکی از بهترین روش‌ها برای تعیین پارامترهای ژنتیکی، روش تجزیه میانگین نسل‌ها است (Kearsey and Pooni, 1998؛ Singh and Singh, 1992). این روش علاوه بر اثر افزایشی و غالبیت، قادر به برآورد اثر ژنی اپیستازی از قبیل افزایشی  $\times$  افزایشی، غالبیت  $\times$  غالبیت و افزایشی  $\times$  غالبیت نیز هست (Singh and Singh, 1992).

بسیاری از شواهد حاکی از آنست که همیشه نمی‌توان اثر اپیستازی را ناچیز در نظر گرفت (Ghannadha, 1998؛ Fazel Najafabadi *et al.*, 2004؛ Saha Ray *et al.*, 1994؛ Barakat, 1996؛ Bartual *et al.*, 1994؛ Hinze and Lamkey, 2003).

با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در آفتابگردان نشان داده شد که اثر اپیستازی نقش بسزایی در کنترل صفات مورد مطالعه داشته است (Jovanovic and Marinkovic, 2006). نتایج تجزیه میانگین نسل‌های  $P_1$ ،  $P_2$ ،  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$  در

جو نشان داد که برای سه صفت تعداد سنبله، عملکرد دانه در بوته و عملکرد بیولوژیکی بوته، عمدتاً اثر غالبیت به همراه اثر متقابل افزایشی  $\times$  افزایشی نقش عمده‌ای در کنترل توارث ایفاء می‌کند (Baghizadeh *et al.*, 2004).

با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌های  $P_1$ ،  $P_2$ ،  $F_1$ ،  $F_2$ ،  $BC_1$  و  $BC_2$  در گندم مشاهده گردید که اثر اپیستازی، نقش مهمی در کنترل صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، سطح برگ، پرچم و وزن هزار دانه داشته است (Akhtar and Chowdhry, 2006). نووسلوویچ و همکاران (Novoselovic *et al.*, 2004) اظهار داشتند که در گندم، اثر غالبیت و اپیستازی افزایشی  $\times$  افزایشی برای صفات عملکرد دانه در گیاه و وزن تک دانه، دارای اهمیت بیشتری نسبت به اثر افزایشی و اثر اپیستازی است. در تحقیق دیگری پراکاش و همکاران (Prakash *et al.*, 2006) دریافتند که اثر غالبیت به همراه اثر افزایشی، اثر متقابل افزایشی  $\times$  غالبیت و اثر متقابل افزایشی  $\times$  افزایشی، در کنترل صفات مورد بررسی در گندم نقش داشته است.

اکثر نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها در ذرت نشان‌دهنده این است که اثر افزایشی ژن‌ها اهمیت بیشتری نسبت به اثر غالبیت در کنترل عملکرد دانه دارند (Lamkey and Lee, 2005). در تحقیق دیگری گزارش گردید که برای صفت عملکرد دانه ذرت، آثار افزایشی، غالبیت و اپیستازی

و برای سایر صفات متوسط تا بالا بود. تفاوت بین برآوردهای قابلیت توارث خصوصی و عمومی برای اغلب صفات ناچیز بود. ولف و پترنلی (Wolf and Peternelli, 2000) اظهار داشتند که برای عملکرد دانه ذرت، واریانس غالبیت مهم‌تر از واریانس افزایشی است، در حالی که برای صفات دیگر مرتبط با عملکرد، واریانس افزایشی مهم‌تر از واریانس غالبیت بود. اثر اپیستازی اهمیت کمتری داشت.

در تحقیق دیگری مشخص شد که اپیستازی تأثیری بر روی عملکرد دانه ذرت نداشت (Hinze and Lamkey, 2003). ویدال-مارتینز و همکاران (Vidal-Martinez et al., 2001) گزارش کردند که برای صفات وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، طول بلال و عملکرد دانه ذرت، بیشترین سهم به اثر غالبیت تعلق داشت. با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در ذرت گزارش شد که اثر غالبیت اهمیت بیشتری نسبت به اثر اپیستازی دارد (Azizi et al., 2006). در تحقیق دیگری مشخص شد که برای صفت عملکرد دانه در ذرت، اثر غالبیت نقش بیشتری نسبت به اثر افزایشی دارد. در حالی که برای صفت تعداد بلال در بوته اثر افزایشی مهم‌تر از اثر غالبیت بود (Butruille et al., 2004).

(Mihailov and Chernov, 2006) اظهار داشتند که در ذرت، اثر اپیستازی ژن‌ها در کنترل صفات عملکرد دانه، قطر بلال، تعداد دانه، تعداد بلال، تعداد روز تا گلدهی و تعداد

معنی‌دار بودند. در مورد وزن هزار دانه و تعداد ردیف دانه در بلال هر چند بیشترین نقش به آثار غالبیت تعلق داشت ولی اثر افزایشی نیز وجود داشت. برای تعداد دانه در ردیف، بیشترین سهم مربوط به اثر غالبیت بود ولی اثر افزایشی منفی قابل توجهی نیز مشاهده شد. درجه غالبیت بالا نیز برای عملکرد دانه و عمق دانه حاکی از نقش اثر غالبیت و فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفات می‌باشد (Choukan, 2002).

آلوک و همکاران (Alok et al., 1998) گزارش کردند که اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در تظاهر صفات کمی مثل ارتفاع گیاه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در ذرت مؤثر است. اثر غیر افزایشی ژن‌ها نیز برای صفات قطر بلال و تعداد ردیف دانه در بلال به صورت غالبیت جزئی (نسبی) گزارش شد. میه‌الجویچ و همکاران (Mihaljevic et al., 2005) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در ذرت دریافتند که برای صفت عملکرد دانه اثر اپیستازی ناچیز بود.

رض‌آی و هوش‌مند (Rezaie and Hushmand, 1997) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در سورگوم دریافتند که اثر اپیستازی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات دخالت دارند. اثر افزایشی و غالبیت ژن‌ها به صورت مشترک در توارث عملکرد دانه دخالت داشتند. متوسط وراثت‌پذیری عمومی برای تعداد برگ در ساقه و تعداد پنجه در بوته پائین

ردیف‌ها و بین بوته‌ها به ترتیب ۷۵ و ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. کاشت بذرها در اردیبهشت ۱۳۸۴ به صورت خشکه کاری انجام شد و آبیاری بر حسب نیاز ظاهری گیاه در هر ۷-۱۰ روز یک بار به صورت شیاری (فاروئی) انجام شد. مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار قبل از کشت و مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار نیز به صورت سرک در زمان ۷-۹ برگه شدن ذرت مصرف شد. علف‌های هرز مزرعه با چند بار وجین دستی کنترل شدند. عمل تنک کردن در مرحله سه تا چهار برگی انجام شد. یادداشت‌برداری بر اساس تک بوته و پس از حذف حاشیه انجام شد، بدین ترتیب که در هر کرت موجود در هر تکرار، تعداد ده بوته برای هر یک از والدین، ۱۵ بوته برای نسل  $F_1$ ، ۲۰ بوته برای نسل‌های  $BC_1$  و  $BC_2$  و ۳۰ بوته برای نسل  $F_2$  اتیکت‌گذاری 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 صد دانه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه، یادداشت‌برداری شد. برای اندازه‌گیری صفات با مقیاس طولی از خط‌کش مدرج، برای صفات با مقیاس وزنی از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و برای اندازه‌گیری قطر بلال و قطر چوب بلال از کولیس استفاده شد.

روز تا رسیدگی دارای اهمیت هستند. اما برای صفات وزن چوب بلال، وزن صد دانه، تعداد روز از گرده دهی تا ظهور کاکل و طول تاسل اثر افزایشی و غالبیت بیشترین تأثیر را داشتند. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها در ذرت نشان داد که اثر اپیستازی افزایشی  $\times$  افزایشی در کنترل عملکرد دانه ذرت نقش بسزایی داشته است (Melchinger *et al.*, 1990).

در این تحقیق، پارامترهای ژنتیکی با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها برای صفات مختلف زراعی در ذرت تخمین زده شد. تجزیه واریانس نسل‌ها نیز بر روی صفات مورد مطالعه صورت گرفت. همچنین میزان وراثت‌پذیری عمومی، خصوصی و تعداد ژن کنترل‌کننده هر صفت، جهت تعیین بهترین روش اصلاحی برای هر صفت برآورد شد.

#### مواد و روش‌ها

بذر والدین و نسل‌های  $F_1$ ،  $F_2$ ،  $BC_1$  و  $BC_2$  حاصل از تلاقی‌های  $K74/1 \times K3218$  و  $K3653/5 \times K3218$  در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کاشته شد؛ به این ترتیب که در هر تکرار، نسل‌های والدینی در سه ردیف، نسل‌های  $F_1$ ،  $BC_1$  و  $BC_2$  در چهار ردیف و نسل  $F_2$  در شش ردیف کاشته شد. طول ردیف‌های کشت چهار متر و فاصله بین

ماتر و جینکز، اجزای تنوع از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

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

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

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

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

اجزای فرمول‌های فوق عبارتند از:  $E_W$ : جزء غیر قابل توارث (محیطی) تنوع،  $D$ : جزء افزایشی تنوع،  $H$ : جزء غالبیت تنوع،  $F$ : همبستگی  $d$  و  $h$  روی تمام مکان‌های ژنی. جهت مشاهده انحرافات غالبیت در مکان‌های ژنی متفاوت، میانگین درجه غالبیت یعنی  $(H/D)^{1/2}$  و  $F/(D \times H)^{1/2}$  برآورد شد. درجه غالبیت از نسبت اثر غالبیت به اثر افزایشی به دست آمد. برای محاسبه وراثت‌پذیری عمومی ( $H_b$ ) از فرمول‌های مختلف زیر استفاده شد:

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

(Mahmud and Kramer, 1951)

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

(Allard, 1960)

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

(Warnner, 1952)

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

(Allard, 1960)

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

(Mather and Jinks, 1982)

وراثت‌پذیری خصوصی ( $H_n$ ) از طریق فرمول وارنر (Warnner, 1952) برآورد شد:

مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و با مشاهده تفاوت معنی‌دار در بین نسل‌ها، تجزیه میانگین نسل‌ها برای صفات فوق انجام شد. برای تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها از روش ماتر و جینکز (Mather and Jinks, 1982) استفاده شد. در این روش میانگین کلی هر صفت به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$Y = m + \alpha[d] + \beta[h] + \alpha^2[i] + 2\alpha\beta[j] + \beta^2[l]$$

اجزای فرمول عبارتند از:  $Y$ : میانگین یک نسل،  $m$ : میانگین تمام نسل‌ها در یک تلاقی،  $[d]$ : مجموع اثر افزایشی،  $[h]$ : مجموع اثر غالبیت،  $[i]$ : مجموع اثر متقابل بین اثر افزایشی  $\times$  افزایشی،  $[j]$ : مجموع اثر متقابل افزایشی  $\times$  غالبیت،  $[l]$ : مجموع اثر متقابل غالبیت  $\times$  غالبیت،  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\alpha^2$  و  $2\alpha\beta$  و  $\beta^2$ : ضرایب هر یک از پارامترهای مدل هستند.

پارامترهای مختلف ژنتیکی با استفاده از نسل‌های  $P_1$ ،  $P_2$ ،  $F_1$ ،  $F_2$ ،  $BC_1$  و  $BC_2$  و با استفاده از حداقل مربعات وزنی (Weighted least square) برآورد شدند (Mather and Jinks, 1982). از مدل‌های دو، سه، چهار، پنج و شش پارامتری، در تعیین میانگین‌های مشاهده شده استفاده شد. این مدل‌ها به کمک آزمون  $\chi^2$  (کای اسکوئر) با چهار، سه، دو و یک درجه آزادی مورد بررسی قرار گرفته و بهترین مدل برای هر یک از صفات مشخص شد (Mather and Jinks, 1982). بر اساس روش

نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی‌های K3218 × K3653/5 و K3218 × K74/1، همچنین متوسط هتروزیس نسبت به میانگین والدین در هر دو تلاقی، به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تلاقی اول، درصد هتروزیس برای تمامی صفات مثبت بود که به جز صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد ردیف دانه در بلال، در سطح احتمال ۱٪ نیز معنی‌دار بودند. بیشترین مقدار درصد هتروزیس برای عملکرد دانه (۵۰/۱ درصد) و کمترین مقدار آن برای تعداد ردیف دانه در بلال (۰/۶ درصد) به دست آمد. در تلاقی دوم، درصد هتروزیس برای صفت تعداد روز تا ظهور کاکل منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و برای تعداد دانه در ردیف بلال منفی و غیر معنی‌دار بود، بنابراین نسل F<sub>1</sub> از نظر این دو صفت به طرف والد واجد مقدار کمتر صفت گرایش داشته است. درصد هتروزیس برای بقیه صفات مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بود. بیشترین مقدار درصد هتروزیس در صفت عملکرد دانه (۵۳/۸ درصد) و کمترین مقدار آن در تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک (۳/۵ درصد) مشاهده شد. بنابراین چنین استنباط می‌شود که در هر دو تلاقی، روش‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری جهت بهبود صفات و در نهایت افزایش عملکرد، می‌تواند مؤثر واقع شود.

بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها (جدول‌های ۳ و ۴) در تلاقی اول

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

در انتها به منظور محاسبه حداقل تعداد ژن کنترل‌کننده هر صفت (n) از فرمول‌های متفاوت زیر استفاده شد (Ghannadha, 1998):

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

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

$$\text{فرمول ۳: } n = (\mu_{P2} - \mu_{P1})^2 / \{8[(\sigma_{BC1}^2 + \sigma_{BC2}^2 - (\sigma_{F1}^2 + 0.5\sigma_{P1}^2 + 0.5\sigma_{P2}^2))]\}$$

$$\text{فرمول ۴: } n = (\mu_{F1} - \mu_{P1})^2 / \{4[\sigma_{BC1}^2 - 0.5(\sigma_{F1}^2 + \sigma_{P1}^2)]\}$$

$$\text{فرمول ۵: } n = (\mu_{P2} - \mu_{F1})^2 / \{4[\sigma_{BC2}^2 - 0.5(\sigma_{F1}^2 + \sigma_{P2}^2)]\}$$

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) به کمک نرم‌افزار SAS 8.02 انجام شد. اثرهای ژنی و درصد هتروزیس توسط برنامه نوشته شده در محیط Excel 2000 برآورد شد. جهت آزمون معنی‌دار بودن درصد هتروزیس به کمک توزیع t نیز از نرم‌افزار SAS 8.02 استفاده شد.

## نتایج و بحث

### برآورد اثرهای ژنی صفات مورد مطالعه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در هر دو تلاقی، نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها (نسل‌ها) از نظر کلیه صفات بود که حاکی از امکان تجزیه و تحلیل ژنتیکی این صفات بود. میانگین نسل‌ها و خطای معیار صفات مورد مطالعه در

جدول ۱- میانگین نسل‌ها و خطای معیار صفات مختلف در تلاقی  $(P_1) \times K74/1 (P_2)$  K3218 در ذرت

Table 1. Generation means and standard error (S.E.) of various traits of the cross K3218  $(P_1) \times K74/1 (P_2)$  of corn

نسل	تعداد روز تا ظهور کاکل	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال
Generation	Days to silking	Days to physiological maturity	Days from silking to physiological maturity	Plant height	Ear height
P <sub>1</sub>	83.87±0.41	140.07±0.36	56.2±0.42	159.17±2.27	85.8±1.72
P <sub>2</sub>	78.47±0.57	137.6±0.63	59.13±0.46	115.33±2.71	50.57±1.58
F <sub>1</sub>	81.82±0.43	142.11±0.35	60.29±0.49	169.56±2.73	91.42±1.48
F <sub>2</sub>	82.31±0.46	142.5±0.36	60.19±0.46	127.66±1.93	62.24±1.38
BC <sub>1</sub>	82.18±0.44	141.55±0.56	59.37±0.67	149.08±2.48	75.25±1.69
BC <sub>2</sub>	79.68±0.51	142.53±0.27	62.85±0.5	135.65±2.1	66.12±1.59
% Heterosis	0.8 <sup>ns</sup>	2.4 <sup>**</sup>	4.6 <sup>**</sup>	23.5 <sup>**</sup>	34.1 <sup>**</sup>

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

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

Table 1. Continued

نسل	طول بلال	عمق دانه	وزن ۱۰۰ دانه	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد دانه
Generation	Ear length	Grain depth	100 grain weight	Number of rows per ear	Number of kernels per row	Grain yield
P <sub>1</sub>	15.09±0.38	0.55±0.30	24.77±0.48	12.47±0.25	26.4±0.6	86.71±5.14
P <sub>2</sub>	13.9±0.33	0.92±0.05	23.15±0.37	19.6±0.45	29.1±0.62	106.65±4.78
F <sub>1</sub>	19.06±0.32	1.07±0.03	31.02±0.56	16.13±0.38	31.4±1.08	145.15±4.97
F <sub>2</sub>	16.79±0.38	0.87±0.03	28.02±0.47	15.31±0.33	23.13±0.83	107.9±4.63
BC <sub>1</sub>	18.22±0.46	0.79±0.03	28.23±0.52	14.07±0.33	25.42±1.01	98.59±5.01
BC <sub>2</sub>	16.45±0.44	0.86±0.03	27.99±0.61	15.43±0.42	25.37±0.95	112.65±5.98
% Heterosis	31.5 <sup>**</sup>	46.9 <sup>**</sup>	24.5 <sup>**</sup>	0.6 <sup>ns</sup>	13.2 <sup>**</sup>	50.1 <sup>**</sup>

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

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

جدول ۲- میانگین نسل ها و خطای معیار صفات مختلف در تلاقی  $K3218 (P_1) \times K3653/5 (P_2)$  ذرت  
Table 2. Generation means and standard error (S.E.) of various traits of the cross  
 $K3218 (P_1) \times K3653/5 (P_2)$  of corn

نسل Generation	تعداد روز تا ظهور کاکل Days to silking	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک Days to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک Days from silking to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height
P <sub>1</sub>	82.6±0.56	134.53±0.59	51.93±1.01	163.4±3.65	84.07±2.1
P <sub>2</sub>	78.83±0.38	137±0.3	58.17±0.44	141.93±1.76	57.53±2.04
F <sub>1</sub>	76.56±0.47	140.53±0.41	63.98±0.53	178.62±2.31	85.18±1.88
F <sub>2</sub>	81.22±0.61	142.14±0.37	60.92±0.49	152.64±2.11	69.3±1.52
BC <sub>1</sub>	79.82±0.65	139.92±0.41	60.1±0.53	154.12±2.78	74.28±1.69
BC <sub>2</sub>	85.18±0.53	143.37±0.46	58.18±0.66	157.42±2.03	71.55±1.82
% Heterosis	-5.2 **	3.5 **	16.2 **	17 **	20.3 **

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

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

Table 2. Continued

نسل Generation	طول بلال Ear length	عمق دانه Grain depth	وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight	تعداد ردیف دانه در بلال Number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف بلال Number of kernels per row	عملکرد دانه Grain yield
P <sub>1</sub>	14.66±0.13	0.71±0.02	26.52±0.54	12.53±0.21	27.38±0.91	87.75±3.29
P <sub>2</sub>	15.46±0.21	0.89±0.03	24.09±0.45	17.67±0.3	30.4±0.56	117.1±5.89
F <sub>1</sub>	16.66±0.22	0.98±0.03	30.37±0.38	17.24±0.26	27.5±1.13	153.7±5.69
F <sub>2</sub>	16.31±0.29	0.9±0.02	29.13±0.49	15.04±0.23	27±0.73	106.16±4.49
BC <sub>1</sub>	14.96±0.35	0.93±0.03	28.42±0.56	15.1±0.23	22.4±0.85	118.03±5.27
BC <sub>2</sub>	16.16±0.28	0.81±0.03	25.9±0.42	15.47±0.33	28.15±0.93	116.97±4.87
% Heterosis	10.6 **	22.7 **	20 **	14.2 **	-4.8 <sup>ns</sup>	53.8 **

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

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



جدول ۳- برآورد اجزای ژنتیکی میانگین برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K74/1 در ذرت  
Table 3. Estimate of genetic components of mean for various traits of the cross K3218 × K74/1 of corn

Trait	صفت	m	[d]	[h]	[i]	[j]	[l]	$\chi^2$
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	81.15±0.312 **	2.63±0.309 **	0.61±0.548 <sup>ns</sup>	—	—	—	6.11625 <sup>ns</sup>
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	138.83±0.361 **	1.23±0.361 **	10.33±1.477 **	—	-3.96±1.345 **	-7.05±1.375 **	0.921717 <sup>ns</sup>
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	57.67±0.311 **	-1.47±0.311 **	9.5±1.63 **	—	-4.49±1.754 **	-6.88±1.705 **	2.16538 <sup>ns</sup>
Plant height	ارتفاع بوته	87.26±3.794 **	21.85±1.767 **	82.545±4.643 **	50.36±4.318 **	-17.65±7.362 **	—	0.866193 <sup>ns</sup>
Ear height	ارتفاع بلال	32.84±2.988 **	17.61±1.166 **	58.49±4.014 **	35.29±3.269 **	-16.91±5.188 **	—	0.056596 <sup>ns</sup>
Ear length	طول بلال	14.61±0.23 **	0.75±0.233 **	4.6±0.401 **	—	—	—	4.89341 <sup>ns</sup>
Grain depth	عمق دانه	0.82±0.015 **	-0.1±0.018 **	0.2±0.024 **	—	0.13±0.064 *	—	4.9262 <sup>ns</sup>
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	24.07±0.283 **	0.78±0.282 **	7.41±0.587 **	—	—	—	2.10188 <sup>ns</sup>
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	16.03±0.259 **	-3.57±0.259 **	-4.36±1.204 **	—	4.19±1.179 **	4.46±1.247 **	1.71302 <sup>ns</sup>
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	14.33±1.92 **	-1.22±0.412 **	16.68±2.713 **	13.36±1.98 **	—	—	2.30601 <sup>ns</sup>
Grain yield	عملکرد دانه	64.51±10.004 **	-11.09±3.194 **	78.16±13.45 **	30.86±10.78 **	—	—	3.87366 <sup>ns</sup>

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

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- برآورد اجزای ژنتیکی میانگین برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K3653/5 در ذرت  
Table 4. Estimate of genetic components of mean for various traits of the cross K3218 × K3653/5 of corn

Trait	صفت	m	[d]	[h]	[i]	[j]	[l]	$\chi^2$
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	80.72±0.34**	1.88±0.34**	9.64±1.781**	—	-14.85±1.8**	-13.8±1.8.7**	2.99374 <sup>ns</sup>
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	135.77±0.329**	-1.23±0.329**	19.56±1.426**	—	-4.51±1.396**	-14.8±1.41**	1.09923 <sup>ns</sup>
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	1.76±0.008**	-0.03±0.004**	0.05±0.01**	-0.02±0.01*	0.08±0.015**	—	3.51144 <sup>ns</sup>
Plant height	ارتفاع بوته	152.67±2.026**	10.73±2.026**	-18.55±8.404*	—	-29.59±7.873**	44.51±8.128**	1.31879 <sup>ns</sup>
Ear height	ارتفاع بلال	53±3.462**	13.26±1.464**	31.92±4.827**	17.64±3.825**	-21.19±5.759**	—	0.213851 <sup>ns</sup>
Ear length	طول بلال	15.08±0.115**	-0.45±0.116**	1.59±0.24**	—	—	—	6.36288 <sup>ns</sup>
Grain depth	عمق دانه	0.8±0.016**	-0.09±0.018**	0.17±0.034**	—	0.41±0.085**	—	2.77391 <sup>ns</sup>
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	33.8±2.415**	1.48±0.313**	-15.25±5.756**	-8.45±2.294**	—	11.82±3.492**	1.16223 <sup>ns</sup>
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	15.1±0.186**	-2.57±0.186**	-1.82±0.86*	—	4.54±0.862**	3.96±0.884**	0.614489 <sup>ns</sup>
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	28.89±0.534**	-1.51±0.534**	-10.14±2.738**	—	-8.76±2.736**	8.75±3.145**	3.18022 <sup>ns</sup>
Grain yield	عملکرد دانه	58.85±10.295**	-14.7±3.357**	95±14.47**	43.63±10.969**	31.45±15.846*	—	0.0075312 <sup>ns</sup>

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

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۵- برآوردهای اجزای تنوع، میانگین درجه غالبیت، نسبت  $F/(D*H)^{1/2}$  و درجه غالبیت برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K74/1 ذرت  
 Table 5. Estimates of the components of variation, dominance ratio,  $F/(D*H)^{1/2}$  ratio and degree of dominance for various traits of the cross K3218 × K74/1 of corn

Trait	صفت	D	H	F	Ew	$(H/D)^{1/2}$	$F/(D*H)^{1/2}$	درجه غالبیت Degree of dominance
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	21.51	1.25	-3.90	7.94	0.24	-0.75	0.24
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	1.39	18.24	14.27	6.62	3.62	2.83	2.66
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	-5.75	55.76	11.63	8.39	—	—	1.79
Plant height	ارتفاع بوته	627.44	102.93	141.51	2.92	0.48	1.47	0.44
Ear height	ارتفاع بلال	40.19	244.68	18.63	90.34	2.47	0.19	1.32
Ear length	طول بلال	3.62	29.18	1.14	4.17	2.84	0.11	7.69
Grain depth	عمق دانه	0.04	0.03	-0.003	0.05	0.88	-0.07	1.87
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	3.38	33.88	-6.12	9.92	3.87	-0.57	8.70
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	5.87	7.33	-4.22	5.31	1.12	-0.64	0.03
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	17.82	84.3	6.93	31.66	2.18	0.18	2.70
Grain yield	عملکرد دانه	405.76	3194.15	-633.83	925.92	2.81	-0.56	4.90

جدول ۶- برآوردهای اجزای تنوع، میانگین درجه غالبیت، نسبت  $F/(D*H)^{1/2}$  و درجه غالبیت برای صفات مختلف در تلاقی K3218 x K3653/5 ذرت  
 Table 6. Estimates of the components of variation, dominance ratio,  $F/(D*H)^{1/2}$  ratio and degree of dominance for various traits of the cross K3218 x K3653/5 of corn

Trait	صفت	D	H	F	Ew	$(H/D)^{1/2}$	$F/(D*H)^{1/2}$	درجه غالبیت Degree of dominance
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	48.22	2.40	8.85	8.50	0.22	0.84	-2.21
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	3.01	14.68	-2.16	6.97	2.21	-0.32	3.86
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	2.36	21.67	-8.77	15.45	3.03	-1.23	2.86
Plant height	ارتفاع بوته	176.72	272.12	216.03	242.69	1.24	0.99	2.42
Ear height	ارتفاع بلال	95.42	69.34	-27.64	143.82	0.85	-0.34	1.08
Ear length	طول بلال	5.93	11.98	2.91	1.54	1.42	0.35	4.00
Grain depth	عمق دانه	0.04	0.01	-0.002	0.03	0.44	-0.18	1.98
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	29.18	1.89	8.29	6.89	0.25	1.12	4.16
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	0.08	8.56	-3.18	2.61	10.62	-3.94	0.84
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	2.50	39.80	-8.87	37.19	3.99	-0.89	-0.92
Grain yield	عملکرد دانه	1095.2	797.51	242.08	1069.28	0.85	0.26	3.49

جدول ۸- برآوردهای وراثت پذیری به وسیله روش های متفاوت برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K3653/5 در ذرت  
 Table 8. Estimates of the heritability by different methods for various traits of the cross K3218 × K3653/5 of corn

Trait	صفت	Broad sense heritability(Hb)				برآورد وراثت پذیری عمومی		وراثت پذیری خصوصی Narrow sense heritability(Hn)
		Mahmud and Kramer (1951)	Allard (1960)	Warner (1952)	Allard (1960)	Mather and Jinks (1982)	میانگین Mean	
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	0.79	0.81	0.7	0.76	0.78	0.77	0.73
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	0.46	0.57	0.39	0.44	0.52	0.48	0.12
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	0.18	0.40	0.42	0.26	0.40	0.33	0.05
Plant height	ارتفاع بوته	0.38	0.52	0.40	0.39	0.48	0.43	0.22
Ear height	ارتفاع بلال	0.38	0.38	0.24	0.34	0.34	0.33	0.23
Ear length	طول بلال	0.88	0.89	0.71	0.82	0.85	0.83	0.40
Grain depth	عمق دانه	0.66	0.66	0.59	0.47	0.53	0.58	0.34
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.66	0.67	0.71	0.68	0.68	0.68	0.66
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	0.57	0.59	0.34	0.49	0.52	0.50	0.01
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	0.65	0.68	0.58	0.37	0.51	0.56	0.03
Grain yield	عملکرد دانه	0.62	0.68	0.50	0.48	0.57	0.57	0.30

جدول ۷- برآوردهای وراثت پذیری به وسیله روش های متفاوت برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K74/1 در ذرت  
 Table 7. Estimates of the heritability by different methods for various traits of the cross K3218 × K74/1 of corn

Trait	صفت	Broad sense heritability(Hb)				برآورد وراثت پذیری عمومی		وراثت پذیری خصوصی Narrow sense heritability(Hn)
		Mahmud and Kramer (1951)	Allard (1960)	Warner (1952)	Allard (1960)	Mather and Jinks (1982)	میانگین Mean	
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	0.61	0.63	0.55	0.59	0.61	0.6	0.57
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	0.34	0.44	0.54	0.41	0.47	0.44	0.06
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	0.70	0.70	0.44	0.61	0.63	0.62	—
Plant height	ارتفاع بوته	0.45	0.72	0.53	0.58	0.55	0.57	0.34
Ear height	ارتفاع بلال	0.52	0.53	0.42	0.49	0.35	0.46	0.12
Ear length	طول بلال	0.72	0.72	0.65	0.70	0.70	0.70	0.14
Grain depth	عمق دانه	0.40	0.46	0.36	0.39	0.43	0.41	0.27
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.72	0.73	0.29	0.58	0.58	0.58	0.08
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	0.60	0.67	0.34	0.52	0.58	0.54	0.29
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	0.82	0.82	0.55	0.60	0.70	0.70	0.14
Grain yield	عملکرد دانه	0.62	0.62	0.42	0.55	0.86	0.61	0.42

دانه در نتایج گزارش‌های بلانک و همکاران (Blank *et al.*, 2006)، میهایلوف و چرنوف (Mihailov and Chernov, 2006) و نوسلوویچ و همکاران (Novoselovic *et al.*, 2004) نیز دیده شده است. علامت مخالف اثر افزایشی [d] و اثر متقابل افزایشی  $\times$  افزایشی [i] در صفات تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در تلاقی اول و در صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در تلاقی دوم، نمایانگر ماهیت متضاد (Oppositional nature) اثر متقابل برای این صفات است.

در تلاقی اول، اثر متقابل افزایشی  $\times$  غالبیت [j] در صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال و در تلاقی دوم در تمامی صفات به جز طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه، معنی دار بود که این نوع ایستازی به وسیله گزینش تحت شرایط خود گشنی قابل تثبیت نیست. علامت منفی پارامتر [j] بستگی به جایگاه والدین دارد. علامت مخالف اثر غالبیت [h] و اثر متقابل غالبیت  $\times$  غالبیت [l] در صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد ردیف دانه در بلال در تلاقی اول و در صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال

(K3218  $\times$  K74/1)، برای صفات طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه، و در تلاقی دوم (K3218  $\times$  K3653/5) برای صفت طول بلال، مدل ساده افزایشی - غالبیت برآزش گردید. در مابقی صفات، مدل شش پارامتری به کار گرفته شد و با حذف اجزای غیر معنی دار از این مدل، بهترین مدل برای هر صفت تعیین شد. در تلاقی اول، برای صفت تعداد روز تا ظهور کاکل، فقط بخش افزایشی [d] معنی دار شد که بیانگر سهم مؤثر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت است که موافق با نتایج به دست آمده از بررسی‌های رضایی و روحی (Rezaei and Roohi, 2004)، بتران و همکاران (Betran *et al.*, 2003) و پال و دنبات (Paul and Debnath, 1999) می‌باشد. 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 صفات تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، اثر غالبیت (علاوه بر افزایشی) و اثر متقابل افزایشی  $\times$  افزایشی، بیشترین نقش را در کنترل توارث ایفاء می‌کردند که در مورد صفت عملکرد دانه با نتایج به دست آمده از زیمرمن و همکاران (Zimmermann *et al.*, 1985) مطابقت دارد. بنابراین می‌توان پیشنهاد داد گزینش در نسل‌های انتهایی صورت گیرد و اثر ایستازی افزایشی  $\times$  افزایشی نیز در صورت گزینش تحت شرایط خود گشنی، قابل تثبیت خواهد بود. وجود ایستازی برای عملکرد

است و در توافق با وراثت‌پذیری خصوصی پایین برای آن صفات است. همچنین در اکثر صفات، پارامتر  $F/(D*H)^{1/2}$  کوچک‌تر از یک بود که بیانگر متفاوت بودن علامت و بزرگی اثر ژن‌های کنترل‌کننده این صفات است.

در تلاقی اول، درجه غالبیت در صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، ارتفاع بوته و تعداد ردیف دانه در بلال و در تلاقی دوم در صفت تعداد ردیف دانه در بلال، نشان‌دهنده غالبیت نسبی به طرف والد بزرگ‌تر ( $0 < h/d < 1$ ) و در صفت تعداد دانه در ردیف بلال، نشانگر غالبیت نسبی به طرف والد کوچک‌تر ( $-1 < h/d < 0$ ) بود، بنابراین سهم اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات بیشتر از اثر غیر افزایشی است. در هر دو تلاقی، درجه غالبیت در مابقی صفات بزرگ‌تر از  $1$  ( $h/d > 1$ ) و در تلاقی دوم، در صفت تعداد روز تا ظهور کاکل، کوچک‌تر از  $-1$  ( $h/d < -1$ ) بود که نشان‌دهنده وجود فوق‌غالبیت ژن‌ها و سهم بیشتر اثر غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات نسبت به اثر افزایشی است. اهمیت بیشتر اثر غالبیت نسبت به اثر افزایشی برای عملکرد دانه، در نتایج اوچینگ و کمپتون (Oching and Compton, 1994) و پتروویچ (Petrovic, 1998) نیز آمده است. در تلاقی اول، برآورد آثار افزایشی برای صفات عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه و در تلاقی دوم، برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن

در تلاقی دوم، وجود اپیستازی دو گانه (Duplicate interaction) را نمایان می‌سازد که این نوع اپیستازی، مشکلی را در جهت‌گزینش گیاهان مطلوب ایجاد نمی‌کند.

اجزاء تنوع صفات مختلف در تلاقی‌ها در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. در هر دو تلاقی، در اکثر صفات، مقدار واریانس غالبیت از واریانس افزایشی بیشتر بود که نشان‌دهنده این است که جهت‌دستیابی به اهداف اصلاحی مورد نظر، انجام دورگ‌گیری (هیبریداسیون) برای این صفات، روش مؤثرتری از انتخاب خواهد بود. در تلاقی اول، مقادیر  $F$  برای پنج صفت و در تلاقی دوم برای شش صفت منفی بود که بیانگر این است که در تلاقی اول، برای صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و وزن ۱۰۰ دانه، ژن‌های غالب عمدتاً در والد K74/1 و برای صفات عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه، ژن‌های غالب عمدتاً در والد K3218 قرار گرفته‌اند. در تلاقی دوم نیز برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، ژن‌های غالب عمدتاً در والد K3218 و برای صفت ارتفاع بلال، ژن‌های غالب عمدتاً در والد K3653/5 قرار دارند.

در هر دو تلاقی، مقدار میانگین درجه غالبیت در اکثر صفات بزرگ‌تر از یک بود که این امر نشانگر اهمیت غالبیت برای این صفات

صفت تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک دارای پایین ترین وراثت پذیری خصوصی (۰/۰۶) بودند. در تلاقی دوم نیز، صفت تعداد روز تا ظهور کاکل، بیشترین وراثت پذیری خصوصی (۰/۷۳) و صفت تعداد ردیف دانه در بلال، کمترین وراثت پذیری خصوصی (۰/۰۱) را دارا بودند. وراثت پذیری خصوصی در صفت تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک به دلیل منفی شدن واریانس افزایشی، صفر قلمداد شد که بر اساس نظر کیرسی و پونی (Kearsey and Pooni, 1998) ناشی از خطای نمونه برداری است.

برآورد حداقل تعداد ژن کنترل کننده هر صفت بر اساس فرمول های مختلف، در جدول های ۹ و ۱۰ ارائه شده است. نتایج روش های مختلف محاسبه حداقل تعداد ژن، نیاز به پیش فرض های خاصی همچون عدم وجود لینکاژ، اپیستازی، غالبیت یا اثرهای نامساوی در مکان های ژنی متفاوت دارد. لذا وجود احتمالی هر یک از موارد فوق باعث برآورد کمتر از حد واقع ژن های کنترل کننده صفت خواهد شد (Ghannadha, 1998).

در مجموع با توجه به نتایج تجزیه میانگین نسل ها برای صفات مورد بررسی در دو تلاقی، در مورد اکثر صفات، اثر 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

فیزیولوژیک، طول بلال، عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، دارای واریانس افزایشی مثبت بودند در حالی که در جدول های ۳ و ۴ دارای مقادیر منفی بودند که بیانگر این است که در تجزیه میانگین نسل ها، پارامترهای افزایشی و یا اثر متقابل مرتبط با اثر افزایشی، تابعی از درجه پراکندگی ژن های افزایش دهنده صفت در بین والدین است، ولی واریانس های ژنتیکی به وسیله اثر متعادل تحت تأثیر قرار نگرفته و در واقع میانگین مربعات اثر هر مکان ژنی است و به صورت مجموع تنوع اثر افزایشی بیان می شوند.

برآوردهای وراثت پذیری عمومی از طریق فرمول های مختلف و وراثت پذیری خصوصی در جدول های ۷ و ۸ آمده است. در تلاقی اول، صفات طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، دارای بیشترین متوسط وراثت پذیری عمومی (هر دو ۰/۷) و صفت عمق دانه دارای کمترین متوسط وراثت پذیری عمومی (۰/۴۱) بودند. عملکرد دانه، دارای متوسط وراثت پذیری عمومی بالا (۰/۶۱) بود. در تلاقی دوم، صفت طول بلال، بالاترین متوسط وراثت پذیری عمومی (۰/۸۳) و صفات تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک و ارتفاع بلال، پایین ترین وراثت پذیری عمومی (هر دو ۰/۳۳) را دارا بودند. عملکرد دانه دارای متوسط وراثت پذیری عمومی بالا (۰/۵۷) بود. در تلاقی اول، صفت تعداد روز تا ظهور کاکل دارای بالاترین وراثت پذیری خصوصی (۰/۵۷) و

جدول ۹- برآورد تعداد ژن برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K74/1 ذرت  
K3218 × K74/1 of corn

Table 9. Estimates of the number of segregation genes for various traits of the cross

Trait	صفت	Formula فرمول‌ها				
		1	2	3	4	5
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1
Plant height	ارتفاع بوته	1.0	1.2	0.7	0.1	6.8
Ear height	ارتفاع بلال	2.1	1.9	1.1	0.1	6.4
Ear length	طول بلال	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8
Grain depth	عمق دانه	0.6	0.6	0.4	2.4	0.6
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.1	0	0.0	1.8	1.2
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	1.8	1.3	1.0	1.5	0.7
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1
Grain yield	عملکرد دانه	0.1	0.0	0.0	0.6	0.3

جدول ۱۰- برآورد تعداد ژن برای صفات مختلف در تلاقی K3218 × K74/1 ذرت

Table 10. Estimates of the number of segregation genes for various traits of the cross  
K3218×K74/1 of Corn

Trait	صفت	Formula فرمول‌ها				
		1	2	3	4	5
Days to silking	تعداد روز تا ظهور کاکل	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1
Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	0.2	0.1	0.1	6.4	0.4
Days from silking to physiological maturity	تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک	0.5	0.7	0.4	0.0	0.5
Plant height	ارتفاع بوته	0.4	0.4	0.3	0.4	4.2
Ear height	ارتفاع بلال	1.8	1.4	1.1	0.0	3.4
Ear length	طول بلال	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
Grain depth	عمق دانه	0.8	0.2	0.2	1.6	0.2
100-grain weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.0	0.0	0.0	0.3	2.3
Number of rows per ear	تعداد ردیف دانه در بلال	2.0	1.5	0.8	6.0	0.0
Number of kernels per row	تعداد دانه در ردیف بلال	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1
Grain yield	عملکرد دانه	0.3	0.1	0.1	1.4	1.9

افزایشی را نشان دهند. در تلاقی اول در عملکرد دانه و در اکثر اجزای عملکرد و در تلاقی دوم در عملکرد دانه و همه اجزای عملکرد اثرهای اپیستازی دیده می‌شود. بنابراین جهت اصلاح هیبریدهای پر محصول ذرت، گزینش ترکیبات اپیستاتیک مطلوب می‌تواند مؤثر واقع شود. با

سهم کوچکی از تغییرات را در بر می‌گیرند. به نظر می‌رسد که در خصوص نسل‌های مورد تحقیق، از آن جا که لاین‌های اینبرد مورد مطالعه در دو تلاقی، با هدف عملکرد بیشتر تحت گزینش بوده‌اند، دور از انتظار نیست که برآوردهای کوچک‌تری از اثرهای ژنتیکی

اصلاح نباتات دانشگاه تهران، به خاطر مساعدت در امور رایانه‌ای، آقای مهندس رضا معینی، کارشناس بخش ذرت و نباتات علوفه‌ای مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و خانم الهام زارع، دانشجوی کارشناسی ارشد زبان‌شناسی همگانی دانشگاه پیام نور تهران، به خاطر یاری در مراحل مختلف اجرای تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

توجه به این که خویش‌آمیزی همزمان با ارزیابی هیبرید صورت می‌گیرد، در نهایت ترکیبات ژنی اپیستاتیک مطلوب می‌تواند در اینبردها تثبیت شود.

#### سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان علی اشرف مهربانی اولادی و مهدی فاضل نجف‌آبادی، دانشجویان دکتری

#### References

- Akhtar, N., and Chowdhry, M. A. 2006.** Genetic analysis of yield and some other quantitative traits in bread wheat. *International Journal of Agriculture and Biology* 4:523-527.
- Allard, R. W. 1960.** Principles of Plant Breeding. 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- 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: 139-143.
- 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.
- Baghizadeh, A., Taleei, A. R., Naghavi, M. R., and Zeinali Khanghah, H. 2004.** An evaluation of inheritance for some quantitative traits in barley using generation mean analysis. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 35: 851-857 (in Farsi).
- Barakat, M. N. 1996.** Estimation of genetics parameters for in vitro traits in wheat immature embryo cultures involving high X low regeneration capacity genotypes. *Euphytica* 87: 119-125.
- Bartual, R., Lacasa, A., Marsal, J. I., and Tello, J. C. 1994.** Epistasis in the resistance of pepper to phytophthora stem blight (*Phytophthora capsici* L.) and its significance in the prediction of double cross performances. *Euphytica* 72:149-152.



- Betran, F. J., Ribaut, J. M., Beck, D., and Gonzalez de Leon, D. 2003.** Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and nonstress environments. *Crop Science* 43:797-806.
- Blank, G., Charcosset, A., Gallais, A., and Moreau, L. 2006.** QTL detection and marker-assisted selection in a multiparental maize design. *Agric. Conspec. Sci.* 71(1).
- 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 Science* 44:1527–1534.
- Choukan, R. 2002.** Genetic analysis of grain yield and yield components in maize. *Seed and Plant* 18: 170-178 (in Farsi).
- Fazel Najafabadi, M., Ghannadha, M. R., Zali, A. A., and Yazdi Samadi, B. 2004.** Genetic analysis of seedling characters in bread wheat. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.*
- Ghannadha, M. R. 1998.** Gene action for latent period of stripe rust in five cultivars of wheat. *Iranian Journal of Crop Sciences* 1: 53-71 (in Farsi).
- Hinze, L. L., and Lamkey, K. R. 2003.** Absence of epistasis for grain yield in elite maize hybrids. *Crop Science* 43:46–56.
- Jovanovic, D., and Marinkovic, R. 2006.** Use of additive-dominance model in genetic analysis of some quantitative characteristics in sunflower. *Agric. Conspec. Science* 71(1).
- Kearsey, M. J., and Pooni, H. S. 1998.** *Genetical Analysis of Quantitative Traits.* Chapman and Hall Press.
- Lamkey, K. R., and Lee, M. 2005.** Quantitative genetics, molecular markers and plant improvement. <http://corn2.agron.iastate.edu/Lamkey/Publications/PDF/australia.htm>
- Mahmud, I., and Kramer, H. H. 1951.** Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agronomy Journal* 43:605-609.
- Mather, K. and Jinks, J. L. 1982.** *Biometrical Genetics.* Methuen, London. 162pp.
- 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. *Theoretical and Applied Genetics.* 80: 488-496.

- Mihailov, M. E., and Chernov, A. A. 2006.** Using double haploid lines for quantitative trait analysis. *Maize Genetics Cooperation Newsletter* 80: 30.
- 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 Science* 45: 2605 –2613.
- Novoselovic, D., Baric, M., Drezner, G., Gunjaca, J., and Lalic, A. 2004.** Quantitative inheritance of some wheat plant traits. *Genetic and Molecular Biology* 27:92-98.
- Oching, J. A. W., and Compton, W. A. 1994.** Genetic effects from full-sib selection in Krug maize. *Journal of Genetics and Breeding* 48:191-196.
- Paul, K. K, and Debnath, S. C. 1999.** Combining ability analysis in maize (*Zea mays* L.). *Pakistan-Journal of Scientific and Industrial Research* 42(3): 141-144.
- Petrovic, Z. 1998.** Combining abilities and mode of inheritance of yield and yield components in maize. *Novi Sad.* 85 P.
- Prakash, V., Saini, D. D., and Pancholi, S. R. 2006.** Genetic basis of heterosis for grain yield and its traits in wheat [*Triticum aestivum* L. em. Thell.] under normal and late sown conditions. *Crop Research* 31: 245-249.
- Rezaie, A., and Houshmand, S. 1997.** Gene action and heritability of some agronomt traits in 17 grain sorghum croses. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 28 (3) 69-78 (in Farsi).
- Rezaei, A. H., and Roohi, V. 2004.** Estimate of genetic parameters in corn (*Zea mays* L.) based on diallel crossing system. *New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia.*
- Saha Ray, P. K., Hillerislammers, D., and Tepora, N. M 1994.** Genetics of stem elongation ability in rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica* 74: 137-141.
- 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.
- Vidal-Martinez, V. A., Clegg, M., Johnson, B., and Valdivia-Bernal, R. 2001.** Phenotypic and genotypic relationships between pollen and grain yield components in maize. *Agrociencia* 35: 503-511.
- Warnner, J. N. 1952.** A method for estimating heritability. *Agronomy Journal* 44: 427-430.

**Wolf, D. P., and Peterelli, L. A. 2000.** Estimate of genetic variance in F<sub>2</sub> maize population. *Journal of Heredity* 95: 384-391.

**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.