

بررسی ژنتیکی صفات مختلف زراعی در چند لاین ذرت از طریق تجزیه دی‌الل گرافیکی

مهدی زارع^۱، رجب چوکان^۲، محمد رضا بی‌همتا^۳ و اسلام مجیدی هروان^۴

چکیده

در بهار ۱۳۸۶، هفت لاین برگزیده ذرت همراه با ۴۲ ژنوتیپ (۲۱ تلاقی مستقیم و ۲۱ تلاقی معکوس) حاصل از تلاقی‌های دی‌الل آن‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها به روش هیمن تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که صفات تعداد روز از ظهور گرده تا ظهور کاکل، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول بلال، وزن صد دانه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، توسط ژن‌هایی با اثر فوق غالبیت و صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم و تعداد ردیف دانه در بلال توسط ژن‌هایی با اثر غالبیت نسبی کنترل می‌شوند. دامنه تغییرات وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب از ۱۰/۷ درصد برای وزن ۱۰۰ دانه تا ۹۳/۱ درصد برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال و از یک درصد برای صفت عملکرد دانه تا ۸۵ درصد برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال به دست آمد و نشان داد که برای کلیه صفات به جز تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم و تعداد ردیف دانه در بلال، اثر غیرافزایشی ژن‌ها دارای نقش بیشتری نسبت به اثر افزایشی است. والدینی که دارای بیشترین ژن‌های غالب و بیشترین ژن‌های مغلوب بودند به ترتیب برای صفات تعداد روز از ظهور گرده تا ظهور کاکل لاین‌های شماره ۶ و ۵، برای تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک لاین‌های شماره ۷ و ۳، برای تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک لاین‌های شماره ۲ و ۳، برای ارتفاع بوته لاین‌های شماره ۶ و ۷، برای سطح برگ بلال لاین‌های شماره ۱ و ۴، برای سطح برگ پرچم لاین‌های شماره ۴ و ۲، برای طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال لاین‌های شماره ۳ و ۲، برای وزن ۱۰۰ دانه و تعداد ردیف دانه در بلال لاین‌های شماره ۳ و ۵، برای عمق دانه لاین‌های شماره ۶ و ۴ و برای عملکرد دانه لاین‌های شماره ۵ و ۲ بودند. با توجه به نتایج این تحقیق، انتظار می‌رود تلاقی بین لاین‌های شماره ۵ و ۲ هیبریدی با عملکرد بالا تولید کند، زیرا با ترکیب این لاین‌ها بیشترین مقدار هتروزیس مشاهده خواهد می‌شود

واژه‌های کلیدی: *Zea mays*، وراثت‌پذیری، اثر افزایشی، اثر غالبیت.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۸

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد فارس، maza572002@yahoo.com

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

۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۴- استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کرج.

مقدمه

نخستین مرحله در برنامه به‌نژادی یک رقم زراعی، ایجاد جمعیتی است که از نظر صفات مورد نظر به‌نژادگر دارای تنوع ژنتیکی مناسب باشد (Tabanao and Bernardo, 2005). ایجاد تنوع ژنتیکی از طریق تهیه بذر دورگ میسر می‌باشد (Fehr, 1991; Vidal-Martinez et al., 2001). با استفاده از تجزیه دای‌آلل می‌توان خصوصیات ژنتیکی و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین و نتاج حاصل از آن‌ها را برآورد نمود (Verhalen and Murray, 1967).

مورایا و همکاران (Muraya et al., 2006) با استفاده از تلاقی دای‌آلل یک‌طرفه 7×7 در ذرت گزارش کردند که قدرت ترکیب‌پذیری عمومی^۱ و قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی^۲ برای صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول چوب بلال، تعداد ردیف در چوب بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه و عملکرد دانه معنی دار بود که نشان‌دهنده وجود هر دوی اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل آن‌ها می‌باشد. نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمامی صفات به جز وزن صد دانه بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری عمل افزایشی ژن برای توارث این صفات است. میزان هتروزیس نیز برای عملکرد دانه، اجزای عملکرد و ارتفاع بوته بیش از سایر صفات بود.

با استفاده از تلاقی دای‌آلل 10×10 یک‌طرفه در ذرت مشخص شد که برای عملکرد دانه، مجموع مربعات قدرت ترکیب‌پذیری عمومی بیش از مجموع مربعات قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی بود که نشان‌دهنده این است که اثرات ژنی افزایشی دارای اهمیت بیشتری نسبت به اثرات غالبیت است (Melani and Carena, 2005). سردیک و همکاران (Srdić et al., 2006) بر اساس نتایج حاصل از تلاقی دای‌آلل 10×10 لاین‌های خالص ذرت گزارش کردند که برای عملکرد دانه، مقادیر GCA و SCA به میزان زیاد دارای تفاوت معنی‌دار هستند. در بررسی تلاقی دای‌آلل هفت لاین ذرت، اهمیت ژن‌های با اثر غالبیت در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه گزارش گردید (Ismail, 1996). بلو والاید (Bello and Olaoye, 2009) گزارش کردند که در کنترل صفات تعداد

روز تا گلدهی، تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد روز از ظهور کرده تا ظهور کاکل، اثر افزایشی دارای اهمیت بیشتری نسبت به اثر غالبیت بود؛ در صورتی‌که در کنترل عملکرد دانه، اثرات افزایشی و غالبیت اهمیت یکسان داشتند. در مطالعه‌ای دیگر و در یک دای‌آلل 14×14 یک‌طرفه در ذرت مشخص شد که صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد دانه در ردیف بلال توسط ژن‌هایی با اثر فوق غالبیت و صفات عملکرد دانه، طول بلال و تعداد ردیف دانه در بلال توسط ژن‌هایی با اثر غالبیت نسبی کنترل می‌شوند (Cherchel and Satarova, 2010). در تحقیق دیگری با استفاده از تجزیه تلاقی‌های دای‌آلل پنج لاین برگزیده ذرت، به اهمیت ژن‌های با عمل افزایشی در کنترل ژنتیکی تعداد دانه در ردیف بلال و اهمیت فوق غالبیت برای کنترل تعداد ردیف دانه در بلال و وزن دانه در بوته اشاره شده است (Perez-Velasquez et al., 1996). چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2005) با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل ذرت گزارش کردند که در کنترل توارث صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، ژن‌هایی با اثر افزایشی و غیر افزایشی ولی در توارث صفات طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، فقط ژن‌هایی با اثر افزایشی نقش دارند. مچادو و همکاران (Machado et al., 2009) و اکبر و همکاران (Akbar et al., 2009) گزارش کردند که در کنترل عملکرد دانه، اثر غیر افزایشی دارای اهمیت بیشتری نسبت به اثر افزایشی است در حالی‌که چرچیل و استاتوروف (Cherchel and Satarov, 2010) و کبد (Kebede et al., 2010) به نقش مهم‌تر اثر افزایشی در کنترل این صفت اشاره کرده‌اند. هدف از این مطالعه، ارزیابی لاین‌های ذرت و بررسی نحوه کنترل ژنتیکی صفات مختلف از طریق تجزیه دای‌آلل به روش گرافیکی (Hayman, 1954) بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش هفت لاین خویش آمیخته ذرت به نام‌های K18، K3218، K1264.1، MO17، K19، K74.1 و K3653.5 که از این پس به ترتیب با شماره‌های ۱ تا ۷ مشخص می‌شوند و از لاین‌های ذرت رایج در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بوده و همه ساله جهت غربال کردن لاین‌های جدید تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در بهار سال ۱۳۸۵ کشت و تمامی تلاقی‌های ممکن

¹ GCA

² SCA

نتایج و بحث

با توجه به نرمال بودن داده‌ها و خطای آزمایشی، هم‌چنین همسانی واریانس تیمارهای آزمایشی، تجزیه واریانس داده‌ها به روش همین انجام شد که در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول **a** نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی ناشی از ژن‌های با اثر افزایشی و **b** نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی ناشی از ژن‌های با اثر غالبیت است. به طور کلی آماره‌های **a** و **b** تخمینی از ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی هستند. همان‌طور که مشاهده می‌شود این دو پارامتر برای کلیه صفات معنی‌دار بود. آماره **b** خود به اجزای b_1 ، b_2 و b_3 تفکیک شد. جزء b_1 مقایسه بین والد‌ها در برابر تلاقی‌ها و به عبارت دیگر بیان‌کننده متوسط هتروزیس است. این جزء هم برای تمام صفات معنی‌دار بود. جزء b_2 هتروزیس خاص مرتبط با هر والد را نشان می‌دهد. معنی‌دار شدن این جزء بیان‌کننده این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والدین متفاوت است. این آماره برای کلیه صفات به‌جز سطح برگ پرچم، طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار بود. جزء b_3 بیشترین جزء غالبیت است و معادل مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی در روش یک‌گرفینگ است. این جزء برای کلیه صفات به‌جز سطح برگ پرچم و وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مشابهی توسط مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2008) گزارش شده است. تفاوت بین اثرات مادری (c) و اثرات متقابل غیرمادری (d) نیز برای صفات ارتفاع بوته و سطح برگ بلال معنی‌دار بود.

در بررسی اجزای واریانس ژنتیکی مشخص شد که واریانس ناشی از اثر افزایشی ژن‌ها برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته و تعداد ردیف دانه در بلال مثبت و معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲) که حاکی از نقش و تأثیر عمل افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات است. به علاوه اجزای واریانس ناشی از اثرات غیرافزایشی ژن‌ها (H_1 و H_2) برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال معنی‌دار شدند که حاکی از نقش و تأثیر عمل غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات است. مورایا و همکاران (Muraya et al., 2006) و چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2005) گزارش کردند که در کنترل صفات ارتفاع بوته و تعداد ردیف دانه در بلال، اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها دارای اهمیت

بین آن‌ها انجام شد. دورگ‌های نسل اول حاصل از تلاقی‌های مستقیم و معکوس به همراه والدین آن‌ها (در مجموع ۴۹ ژنوتیپ) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج کاشته شدند. کاشت بذر در ۲۰ خرداد سال ۱۳۸۶ به طریق خشکه‌کاری و دستی انجام گرفت. هر تکرار شامل ۴۹ کرت و هر کرت شامل یک ردیف شش‌متری بود که برای حفظ یکنواختی درون‌تکرار، هر تکرار به دو بلوک تفکیک شد. هر ردیف شامل ۳۱ کپه به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود و در هر کپه سه بذر کاشته شد. در مرحله سه تا چهار برگی، اقدام به تنک بوته‌های اضافی شد تا تنها یک بوته در هر کپه باقی بماند. فاصله خطوط کاشت نیز ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

مقدار ۳۰۰ کیلوگرم فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در هر هکتار قبل از کشت و مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در هر هکتار نیز به صورت سرک در مرحله هفت تا نه برگی گیاه مصرف شد. مبارزه با علف‌های هرز در چند مرحله در طول فصل به صورت وجین دستی انجام شد. در هر ردیف با رعایت حاشیه، تعداد هشت بوته به طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد. اندازه‌گیری صفات تعداد روز از ظهور گرده تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک در ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت، ارتفاع بوته، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، روی هشت بوته انجام گرفت و میانگین اندازه‌های مربوط به هر کرت تعیین و ثبت شد. صفات با مقیاس طولی با استفاده از خط‌کش مدرج و صفات با مقیاس وزنی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شدند. صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه نیز بر حسب ۱۴ درصد رطوبت محاسبه شدند.

آزمون نرمال بودن داده‌ها و خطای آزمایشی، هم‌چنین آزمون همسانی واریانس تیمارهای آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد. به منظور تجزیه واریانس ساده صفات بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی از نرم‌افزار SAS استفاده شد. برآورد پارامترهای ژنتیکی و شاخص‌های آماری به روش همین و جینکز با استفاده از نرم‌افزار Dial98 انجام شد.

نسبت به اثر افزایشی، در کنترل آن‌ها باشد. ضمن اینکه پایین بودن نسبی این برآوردها سبب خواهد شد که گزینش در نسل‌های در حال تفکیک، از موفقیت‌چندانی برخوردار نباشد. لذا باید گزینش را تا نسل‌های پیشرفته اصلاحی به تعویق انداخت.

مقدار عددی پارامتر جهت غالبیت، نشان دهنده این است که افزایش در صفات تعداد روز از ظهور کرده تا ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ پرچم و وزن ۱۰۰ دانه، با آلل‌های مغلوب کنترل می‌گردد؛ چرا که مقدار عددی این پارامتر منفی است و افزایش در مابقی صفات توسط آلل‌های غالب کنترل می‌گردد، چون میزان این پارامتر مثبت است. پارامتر نسبت توزیع آلل‌های غالب و مغلوب در والدین نشان داد که در صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال، فراوانی آلل‌های مغلوب در والدین بیشتر است؛ چون این نسبت از یک کوچک‌تر می‌باشد. در صفات تعداد روز از ظهور کرده تا ظهور کاکل، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، با توجه به اینکه این نسبت بزرگ‌تر از ۱ می‌باشد، چنین استنباط می‌شود که فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است.

بر اساس تجزیه و تحلیل گرافیکی، خط رگرسیون Wr روی Vr برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ پرچم، عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال، محور Wr را در قسمت مثبت قطع کرد (شکل ۱). بنابراین صفات مذکور تحت تأثیر غالبیت نسبی ژن‌ها می‌باشد. برای صفات تعداد روز از ظهور کرده تا ظهور کاکل، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، اثر فوق‌غالبیت ژن‌ها وجود دارد، زیرا خط رگرسیون محور Wr را در قسمت منفی قطع نموده است.

پراکنش‌والدها در طول خط رگرسیون به نحوی بیانگر نسبت فراوانی ژن‌های غالب و مغلوب است، به این ترتیب که هر چه والدین به محل تقاطع خط رگرسیون با محور Wr نزدیک‌تر باشند، دارای ژن‌های غالب بیشتر هستند و اگر دورتر از محل مذکور باشند، دارای درصد بیشتری از ژن‌های مغلوب

است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غیر افزایشی روی تمام نتایج (کلید ردیف‌ها) برای صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شد که بیانگر توزیع نامتقارن ژن‌های غالب و مغلوب در والدین می‌باشد و برای صفاتی چون تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه و تعداد ردیف دانه در بلال، هر چند که معنی‌دار نبود، ولی به دلیل منفی بودن این پارامتر، دلالت بر فراوانی بیشتر آلل‌های مغلوب در والدین دارد، در حالی که مثبت بودن این شاخص برای سایر صفات، حاکی از فراوانی بیشتر آلل‌های غالب نسبت به مغلوب می‌باشد. معنی‌دار شدن پارامتر E برای تمامی صفات مورد مطالعه (جدول ۲)، دلالت بر نقش مهم اثر محیط در بیان صفات مورد مطالعه دارد.

در بررسی میانگین درجه غالبیت برای صفات تعداد روز از ظهور کرده تا ظهور کاکل، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه، مشخص شد که در کنترل این صفات، اثر ژن به صورت فوق‌غالبیت می‌باشد، زیرا اعداد به دست آمده بزرگتر از یک بود که برای صفات ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف بلال با نتایج مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2008) مطابقت داشت. در کنترل صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم و تعداد ردیف دانه در بلال، غالبیت نسبی ژن‌ها حاکم بود، زیرا عدد محاسبه شده کمتر از یک بود که برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال موافق با نتایج هی و همکاران (He et al., 2003) و زارع و همکاران (Zare et al., 2008) بود. دامنه تغییرات وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب از ۱۰/۷ درصد برای صفت وزن ۱۰۰ دانه تا ۹۳/۱ درصد برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال و از یک درصد برای صفت عملکرد دانه تا ۸۵ درصد برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال به دست آمد که برای عملکرد دانه مشابه با نتایج رضایی و روحی (Rezaei and Roohi, 2004) بود. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که برای صفات تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، انتخاب در نسل‌های اولیه می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی سایر صفات می‌تواند به علت بیشتر بودن سهم اثر غیرافزایشی ژن‌ها

هستند. بدیهی است که تلاقی بین این ژنوتیپ‌ها می‌تواند منجر به تولید هیبریدهای مناسبی شود.

بر این اساس نزدیک‌ترین و دورترین لاین‌ها به مبدأ مختصات برای تعداد روز از ظهور گرده تا ظهور کاکل به ترتیب لاین‌های شماره ۶ و ۵، برای تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، لاین‌های شماره ۷ و ۳، برای تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک لاین‌های شماره ۲ و ۳، برای ارتفاع بوته لاین‌های شماره ۶ و ۷، برای سطح برگ بلال لاین‌های شماره ۱ و ۴، برای سطح برگ پرچم لاین‌های شماره ۴ و ۲، برای طول بلال لاین‌های شماره ۳ و ۲، برای وزن ۱۰۰ دانه لاین‌های ۳ و ۵، برای عمق دانه لاین‌های شماره ۶ و ۴، برای تعداد ردیف دانه در بلال لاین‌های شماره ۳ و ۵، برای تعداد دانه در ردیف بلال لاین‌های شماره ۳ و ۲ و برای عملکرد دانه لاین‌های شماره ۵ و ۲ بودند. با توجه به نتایج این تحقیق، انتظار می‌رود تلاقی بین لاین‌های شماره ۵ و ۲ هیبریدی با عملکرد بالا تولید کند، زیرا با ترکیب این لاین‌ها بیشترین مقدار هتروزیس مشاهده خواهد شد. هم‌چنین برای

طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال تلاقی لاین‌های شماره ۳ و ۲، برای وزن ۱۰۰ دانه و تعداد ردیف دانه در بلال لاین‌های شماره ۳ و ۵ و برای عمق دانه تلاقی لاین‌های شماره ۶ و ۴ مطلوب به نظر می‌رسد.

به‌طور کلی براساس نتایج این تحقیق، ژن‌های با اثر غیرافزایشی دارای نقش بیشتری نسبت به اثر افزایشی در کنترل صفات تعداد روز از ظهور گرده تا ظهور کاکل، تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه بودند و در کنترل صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، سطح برگ بلال، سطح برگ پرچم و تعداد ردیف دانه در بلال، ژن‌های با اثر افزایشی نقش بیشتری داشتند. وجود اثر افزایشی می‌تواند برای گزینش مستقیم مواد آزمایشی و بهبود صفت مورد نظر امیدبخش باشد. وجود اثر غیرافزایشی ژن‌ها نیز می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری سودمند باشد.

جدول ۱ - تجزیه واریانس تلاقی‌های دای‌آلل حاصل از هفت لاین اینبرد ذرت به روش همپن

Table 1. Variance analysis of diallel crosses of seven maize inbred lines using Hayman method													
Traits	Days from anthesis to silking	Days to physiological maturity	Days from silking to physiological maturity	Plant height	Area of ear leaf	Area of flag leaf	Ear length	100- grain weight	Kernel depth	Number of rows per ear	Number of kernels per row	Grain yield	
S.O.V.	D.F.	Mean Squares											
Replication	2	0.03 ^{ns}	113.98 ^{**}	114.34 ^{**}	522.35 ^{ns}	10936.19 ^{ns}	8855.79 ^{ns}	1.325 ^{ns}	4.52 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.25 ^{ns}	57.37 ^{ns}	0.59 ^{ns}
a	6	5.26 [*]	275.63 ^{**}	84.94 ^{**}	1209.38 ^{**}	34156 ^{**}	30211.50 ^{**}	16.936 [*]	45.12 [*]	0.06 [*]	190.24 ^{**}	126.74 ^{**}	2.29 [*]
b	21	4.05 [*]	41.26 ^{**}	25.54 [*]	1825.18 ^{**}	10746.8 [*]	12181.39 [*]	14.719 ^{**}	33.36 [*]	0.05 ^{**}	7.27 ^{**}	159.78 ^{**}	3.781 ^{**}
b ₁	1	18.58 ^{**}	461.5 ^{**}	80.22 [*]	18184.18 ^{**}	64956.43 ^{**}	22452.29 [*]	26.43 [*]	95.10 ^{**}	0.58 ^{**}	42.06 ^{**}	2014.01 ^{**}	12.764 ^{**}
b ₂	6	2.09 [*]	16.59 [*]	21.50 ^{**}	836.20 [*]	9985.07 [*]	5709.02 ^{ns}	11.335 ^{ns}	32.45 ^{ns}	0.04 [*]	3.54 [*]	46.12 [*]	5.043 ^{**}
b ₃	14	3.86 [*]	21.81 [*]	23.37 [*]	1037.67 ^{**}	8915.42 [*]	8935.91 ^{ns}	17.118 [*]	29.34 ^{ns}	0.05 ^{**}	6.38 ^{**}	76.04 ^{**}	2.599 ^{**}
c	6	0.97 ^{ns}	11.32 ^{ns}	9.14 ^{ns}	1644.39 ^{**}	9848.56 [*]	4177.05 ^{ns}	8.294 ^{ns}	9.9 ^{ns}	0.03 ^{ns}	3.42 ^{ns}	24.5 ^{ns}	1.29 ^{ns}
d	15	1.59 ^{ns}	14.3 ^{ns}	12.88 ^{ns}	856.63 [*]	11630.58 [*]	7953.29 ^{ns}	6.749 ^{ns}	12.36 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.6 ^{ns}	26.11 ^{ns}	1.935 ^{ns}
Error	96	0.94	7.4	9.7	296.06	4403.64	5331.72	6.561	20.91	0.015	1.58	23.89	1.03
Total	146												

ns, * and **: Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively. /0.5 و /1: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال 5% و 1%.

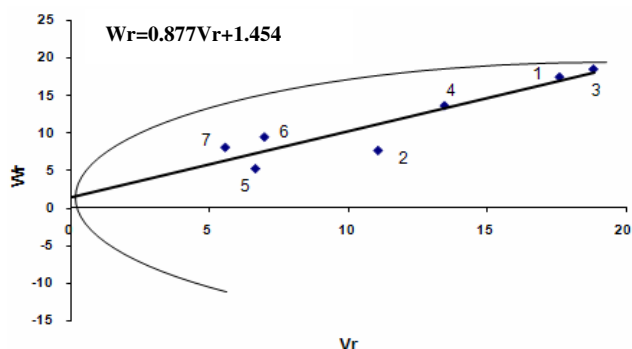
Table 2. Estimation of statistical indices and genetic parameters for various traits in a 7×7 diallel crosses of maize

Parameters	Mean Squares											
	Days from anthesis to silking	Days to physiological maturity	Days from silking to physiological maturity	Plant height	Area of ear leaf	Area of flag leaf	Ear length	100-grain weight	Kernel depth	Number of rows per ear	Number of kernels per row	Grain yield
D	0.535 ^{ns}	22.233 ^{**}	6.731 ^{ns}	255.841*	1203.934 ^{ns}	940.512 ^{ns}	2.468 ^{ns}	1.323 ^{ns}	0.002 ^{ns}	17.071 ^{**}	10.198 ^{ns}	1.253 ^{ns}
S.E(D)	0.898	8.012	6.013	129.195	2359.146	2796.033	2.827	9.644	0.015	2.985	10.812	1.255
H ₁	1.191 ^{ns}	22.047 ^{**}	10.275 ^{ns}	1488.74 ^{**}	985.922 ^{ns}	212.269 ^{ns}	6.575 ^{ns}	2.904 ^{ns}	0.006 ^{ns}	3.711*	95.886 ^{**}	1.39 ^{ns}
S.E(H ₁)	1.36	8.31	8.485	251.32	4483.511	5000.462	4.361	16.154	0.022	1.625	22.14	1.689
H ₂	1.251 ^{ns}	20.709 ^{**}	8.46 ^{ns}	1223.62 ^{**}	1676.105 ^{ns}	1257.438 ^{ns}	5.528 ^{ns}	2.707 ^{ns}	0.009 ^{ns}	3.418 ^{**}	90.917 ^{**}	0.838 ^{ns}
S.E(H ₂)	1.022	6.801	5.997	188.099	3345.972	3815.935	3.145	11.056	0.017	1.284	18.474	1.076
F	0.215 ^{ns}	-1.554 ^{ns}	1.888 ^{ns}	475.224*	-4232.577 ^{ns}	-3691.554 ^{ns}	2.617 ^{ns}	-2.168 ^{ns}	-0.003 ^{ns}	-0.516 ^{ns}	5.695 ^{ns}	1.867 ^{ns}
S.E(F)	1.285	8.052	8.285	218.986	3377.733	3941.783	4.227	15.156	0.021	2.659	15.721	1.897
E	0.741 ^{**}	3.465 ^{**}	4.375 ^{**}	66.307 ^{**}	2801.212 ^{**}	3173.989 ^{**}	2.187 ^{**}	9.97 ^{**}	0.014 ^{**}	0.729 ^{**}	7.963 ^{**}	0.859 ^{**}
S.E(E)	0.107	0.464	0.601	9.409	387.061	457.275	0.319	1.38	0.002	0.104	1.121	0.123
[H1/D] ^{1/2}	1.493	0.916	1.236	2.412	0.904	0.475	1.632	1.48	1.751	0.466	3.066	1.053
h ² _{bs}	0.374	0.837	0.554	0.832	0.362	0.269	0.456	0.107	0.173	0.931	0.775	0.172
h ² _{ns}	0.11	0.592	0.339	0.058	0.266	0.196	0.112	0.047	0.030	0.85	0.134	0.01
Mf ₁ -Mp	-1.016	-5.063	-2.111	33.558	60.072	-24.34	0.575	-2.298	0.18	1.528	10.578	0.842
KD/KR ¹	1.232	0.932	1.256	2.252	-0.978	-0.610	-0.076	0.288	0.396	0.937	1.200	5.834

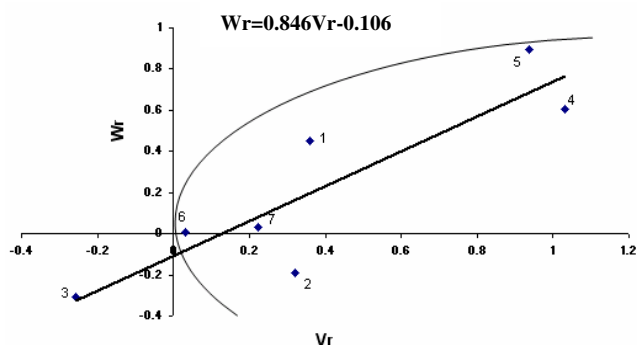
$$I: (\sqrt{4DH_1} + F)/(\sqrt{4DH_1} - F)$$

D: (واریانس افزایشی)، S.E(D): (خطای معیار D)، H₁: (واریانس غالب)، S.E(H₁): (خطای معیار H₁), H₂: (واریانس غالب)، S.E(H₂): (خطای معیار H₂), F: (میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غیر افزایشی کلیه ردیف ها)، S.E(F): (خطای معیار F)، E: (واریانس محیطی کل)، S.E(E): (خطای معیار E)، [H1/D]^{1/2}: (میانگین درجه غالب)، h²_{bs}: (وراثت پذیری عمومی)، h²_{ns}: (وراثت پذیری خصوصی)، Mf₁-Mp: (جهت غالبیت)، KD/KR¹: (نسبت توزیع آلل های غالب به مغلوب در والدین).

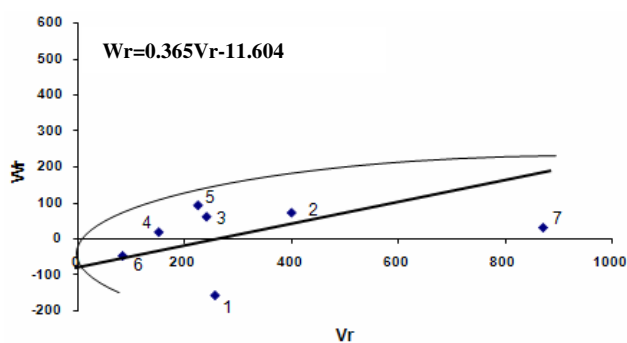
ns, * and **: Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
 ns, * and **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱/ و ۵/۰



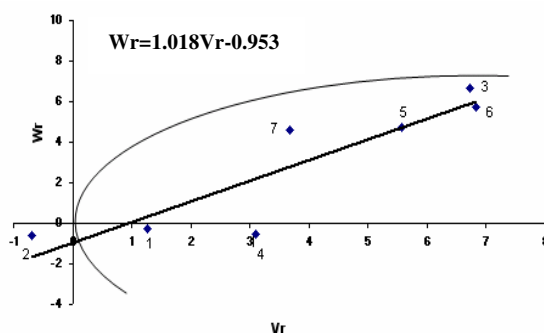
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک
Days to physiological maturity



تعداد روز از ظهور گرده تا ظهور کاکل
Days from anthesis to silking

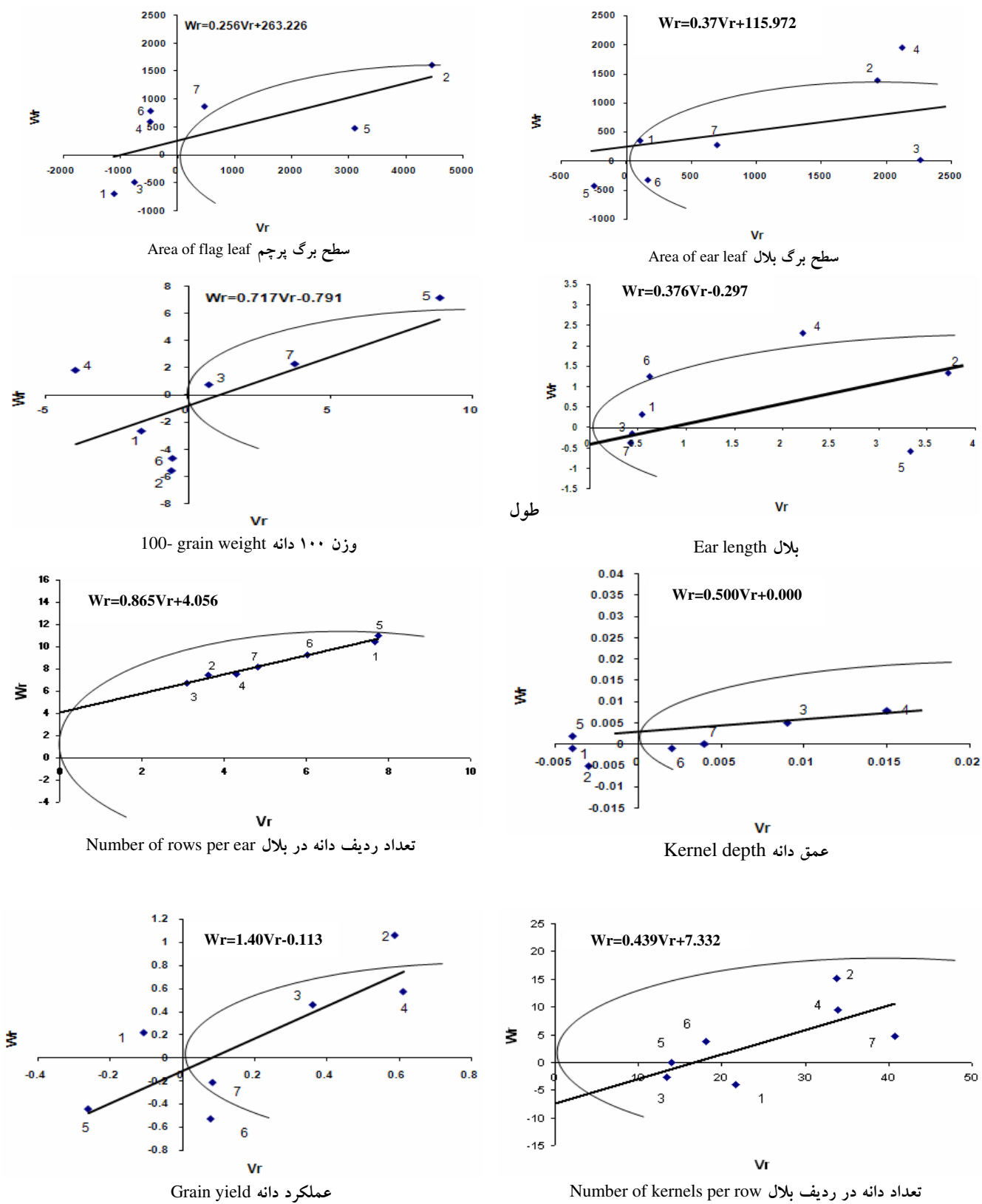


ارتفاع بوته
Plant height



تعداد روز از ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک
Days from silking to physiological maturity

شکل ۱- تجزیه و تحلیل گرافیکی صفات مختلف در تلاقی‌های دای‌آلل ۷×۷ در ذرت
Figure 1. Graphical analysis for various traits in a 7×7 diallel crosses of maize



شکل ۱- ادامه

Figure 1. Cont.

References**منابع**

- Akbar M, Saleem M, Ashraf MY, Husain A, Azhar FM, Ahmad R (2009) Combining ability studies for physiological and grain yield traits in maize at two temperature regims. *Pakistan Journal of Botechnology* 41(4): 1817-1829.
- Bello OB, Olaoye G (2009) Combining ability for maize grain yield and other agronomic characters in a typical southern guinea savanna ecology of Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 8(11): 2518-2522.
- Cherchel VY, Satarova TN (2010) Genetic control if matroclinal haploidy in maize. 52nd Annual Maize Genetics Conference. Riva del Garda (Trento), Italy. p. 141.
- Choukan R, Mosavat A (2005) Mode of gene action of different traits in maize tester lines using diallel crosses. *Seed and Plant of Journal* 21(4): 547-560.
- Fehr WR (1991) Principles of cultivar development. Theory and technique. Volume 1. MacMillan Publishing Co. pp. 536.
- Hayman BI, (1954) The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics* 10: 235-244.
- He DY, Wu GW, Long DX, Lu JJ, Liu Q (2003) Analysis of combining ability and hereditary parameters of main quantitative characters of 10 maize inbred lines. *Journal of Maize Science* 11(1): 26-29.
- Ismail AA (1996) Gene action and combining ability for flowering and yield in maize under two different sowing dates. *Assiut. Journal of Agricultural Science* 27: 91-105.
- Kebede AZ, Araus J L, Banziger M, Melchinger A E (2010) Influence of maternal parentage and season on the in vivo haploid induction rate in tropical maize. 52nd Annual Maize Genetics Conference. Riva del Garda (Trento), Italy. p. 147.
- Machado JC, Cândido de Souza J, Ramalho MAP, Lima JL (2009) Stability of combining ability effects in maize hybrids. *Science of Agriculture (Piracicaba, Braz.)*, 66(4): 494-498.
- Melani MD, Carena MJ (2005) Alternative maize heterotic patterns for the northern corn belt. *Crop Science* 45: 2186-2194.
- Minitab (1998) MINITAB 12. Minitab, State College, PA., USA.
- Mostafavi K, Choukan R, Bihamta MR, Majidi Heravan E, Taeb M (2008) Genetic control of different traits in corn lines (*Zea mays* L.) using graphical analysis. *Seed and Plant Journal* 24(1): 117-128.
- Muraya MM, Ndirangu CM, Omolo EO (2006) Heterosis and combining ability in diallel crosses involving maize (*Zea mays*) S₁ lines. *Australian Journal of Exp. Agriculture* 46(3): 387-394.
- Perez-Velasquez JC, Celallos H, Pandey S, Amaris CD (1996) A diallel cross analysis of some quantitative characters in maize. *Crop Science* 36: 572-578.
- Rezaei AH, 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*.
- SAS Institute (2001) SAS user's guide. Version 8. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Srdić J, Mladenović-Drinić SS, Pajić Z (2006) Combining abilities and genetic resemblance of maize inbred lines. *Acta Agronomy Hungomy* 54(3): 337-342.
- Tabanao DA, Bernardo R (2005) Genetic variation in maize breeding populations with different numbers of parents. *Crop Science* 45: 2301-2306.
- Verhalen LM, Murray JC (1967) A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton. *Crop Science* 7: 501-505.
- Vidal-Martinez VA, Clegg M, Johnson B, Valdivia-Bernal R (2001) Phenotypic and genotypic relationships between pollen and grain yield components in maize. *Agrociencia* 35: 503-511.
- Zare M, Choukan R, Majidi Heravan E, Bihamta MR (2008) Generation mean analysis for grain yield and its related traits in maize (*Zea mays*). *Seed and Plant Journal* 24(1): 63-81.