

بررسی کنترل ژنتیکی صفات مختلف در لاین‌های ذرت (*Zea mays* L.) از طریق تجزیه گرافیکی
**Genetic Control of Different Traits in Corn Lines (*Zea mays* L.)
Using Graphical Analysis**

خداداد مصطفوی^۱، رجب چوکان^۲، محمدرضا بی‌همتا^۳، اسلام مجیدی‌هروان^۴ و
محمد تائب^۵

- ۱- دانشجوی سابق دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران
- ۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
- ۳- استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
- ۴- استاد، موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج
- ۵- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۰/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۵/۱۷

چکیده

چوکان، ر.، مصطفوی، خ.، بی‌همتا، م.ر.، مجیدی‌هروان، ا.، و تائب، م. ۱۳۸۷. بررسی کنترل ژنتیکی صفات مختلف در لاین‌های ذرت (*Zea mays* L.) از طریق تجزیه گرافیکی. نهال و بذر ۲۴: ۱۱۷-۱۲۸.

برای بررسی کنترل ژنتیکی صفات مختلف در ذرت از یک تلاقی دای آلل چهارده لاین خالص استفاده شد. والدین و نسل F1 آن‌ها در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۵ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌ها به روش هیمن و جینکز (۱۹۵۴) تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه و درصد رطوبت دانه توسط ژن‌هایی با اثر فوق غالبیت و صفات عملکرد دانه، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، درصد چوب بلال و وزن دانه در بلال توسط ژن‌هایی با اثر غالبیت نسبی کنترل می‌شوند. آلل‌های افزایشده صفات وزن صد دانه، درصد چوب بلال و وزن دانه در بلال توسط ژن‌هایی با اثر غالبیت نسبی و برای سایر صفات از نوع غالب بودند. والدینی که دارای بیشترین ژن‌های غالب و بیشترین ژن‌های مغلوب بودند به ترتیب برای صفات عملکرد دانه لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۴، ارتفاع بوته لاین‌های شماره ۱۲ و ۹، ارتفاع بلال لاین‌های شماره ۷ و ۱۳، طول بلال لاین‌های شماره ۳ و ۶، قطر بلال لاین‌های شماره ۸ و ۱۴، تعداد دانه در ردیف بلال لاین‌های شماره ۷ و ۶، تعداد ردیف دانه در بلال لاین‌های شماره ۱۳ و ۱، تعداد دانه در بلال لاین‌های شماره ۸ و ۱، وزن ۱۰۰ دانه لاین‌های شماره ۸ و ۲، درصد چوب بلال لاین‌های شماره ۱۰ و ۹، وزن دانه در بلال لاین‌های شماره ۱۲ و ۲ و درصد رطوبت دانه لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۱ بودند.

واژه‌های کلیدی: ذرت (*Zea mays* L.)، تجزیه دای آلل، اثر ژن، پارامترهای ژنتیکی.

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از گیاهان زراعی مهم ایران به شمار می‌رود که سطح زیر کشت آن طی دهه گذشته به شدت افزایش یافته است. پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۱ میلادی سطح زیر کشت آن در ایران دو برابر شود (Choukan *et al.*, 2006). دای آلل یک سیستم آمیزش شامل تمام تلاقی‌های ممکن بین گروهی از والدین است. این طرح ژنتیکی برای بررسی تنوع ژنتیکی و مطالعه سیستم‌های پلی‌ژنی صفات کمی استفاده می‌شود. از آنجائی که اکثر صفات به صورت کمی توارث می‌یابند (Xiang – Yang and Yang, 2006)، نتایج حاصل از تلاقی‌های دای آلل برای بهبود صفات داخل جمعیت‌ها، بین جمعیت‌ها و نیز تولید ارقام هیبرید با ارزش است (Viana and Cardoso, 1999); Yates, 1947). برآورد تنوع ژنتیکی لاین‌های ذرت به اتخاذ سازو کار اصلاحی کمک می‌کند. تعیین لاین‌های خالص والدینی که هیبریدهای مناسبی ایجاد می‌کنند، بسیار با ارزش بوده و یکی از مراحل کاهش مدت زمان برنامه تولید هیبرید در ذرت است (Betran *et al.*, 2003).

محققان زیادی به اهمیت اثر افزایشی در توارث صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، ارتفاع بوته و بلال در مطالعات خود اشاره کرده‌اند (Vasal *et al.*, 1992)؛ (Mungoma and Pollak, 1988). بکتاش و

همکاران (Baktash *et al.*, 1980) در یک طرح دای آلل با استفاده از ده اینبرد لاین ذرت نشان دادند که اثر افزایشی ژن‌ها برای عملکرد و اجزای عملکرد مهم‌تر از اثر غیر افزایشی ژن‌ها است. جوشی و همکاران (Joshi *et al.*, 1998) در مطالعه ترکیب‌پذیری لاین‌های ذرت، نقش اثر ژنی افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه مورد تأکید قرار دادند در حالی که کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 1998) اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها را در کنترل صفات تعداد دانه در هر ردیف بلال و عملکرد تک بوته با اهمیت گزارش کرده و برتری اثر غیرافزایشی را در کنترل صفت تعداد ردیف دانه در بلال مورد تأکید قرار دادند. دیلون و سینگ (Dhillon and Singh, 1976) فوق‌غالبیت و ایستازی تکمیلی را برای کنترل توارث عملکرد دانه در ذرت گزارش کرده بودند در حالی که گیریدهاران و همکاران (Giridharan *et al.*, 1996) اهمیت ژن‌های با اثر افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل عملکرد دانه ذرت مورد تأکید قرار دادند. اسماعیل (Ismail, 1996) در بررسی تلاقی دای آلل هفت لاین ذرت، اهمیت ژن‌های با اثر غالبیت را در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه گزارش کرد. پرزولاسکو و همکاران (Perez-Velasquez *et al.*, 1996) در تجزیه تلاقی‌های دای آلل پنج لاین برگزیده ذرت به اهمیت ژن‌های با عمل افزایشی در کنترل

لاین‌های ذرت و بررسی نحوه کنترل ژنتیکی صفات مختلف از طریق تجزیه دای آلل به روش گرافیکی همین (Hayman, 1954) بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه نحوه کنترل ژنتیکی عملکرد و برخی صفات وابسته در لاین‌های برگزیده ذرت از گروه‌های مختلف هتروتیکی، چهارده لاین خالص ذرت به نام‌های (شماره ۱) Mo17، (شماره ۲) B73، (شماره ۳) K18، (شماره ۴) K19/1، (شماره ۵) K166B، (شماره ۶) A679، (شماره ۷) K3615/2، (شماره ۸) K3640/5، (شماره ۹) K3653/2، (شماره ۱۰) K3651/1، (شماره ۱۱) K3547/5، (شماره ۱۲) K3544/1، (شماره ۱۳) K3545/6 و (شماره ۱۴) K3493/1 در تمام تلاقی‌های ممکن با یکدیگر تلاقی داده شدند. این چهارده لاین همراه با ۹۱ هیبرید حاصل از تلاقی آن‌ها در سال ۱۳۸۵ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند.

عملیات کاشت و داشت طبق معمول انجام شد. کلیه ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی هر کدام در یک کرت شامل یک ردیف بیست کپه‌ای کاشته شدند. فاصله کپه‌ها ۳۵ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر انتخاب شد. در هر کپه چهار بذر کاشته شد و در زمان حدود پنج برگه شدن، بوته‌های اضافی تنک و فقط دو بوته

ژنتیکی تعداد دانه در هر ردیف بلال و اهمیت فوق‌غالبیت برای کنترل تعداد ردیف دانه در هر بلال و وزن دانه در بوته اشاره کرده‌اند. نتایج مطالعات پال و پرادهام (Pal and Prodhman, 1994) حاکی از آن است که برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و طول بلال اثر غیرافزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. موریلو و همکاران (Morello et al. 2002) با بررسی ترکیب پذیری و وضعیت ژنتیکی صفات عملکرد دانه، وزن دانه در بلال، ارتفاع گیاه و ارتفاع بلال در ده جمعیت آزاد کرده افشان ذرت نشان دادند که برای کلیه صفات اثر ترکیب‌پذیری عمومی و واریانس افزایشی ژن‌ها معنی‌دار است. ملانی و کارنا (Melani and Carena, 2003) در مطالعه‌ای روی ده جمعیت آزاد کرده افشان ذرت گزارش کردند که در کنترل صفات عملکرد دانه و رطوبت دانه موقع برداشت اثر افزایشی ژن‌ها مهم‌تر از اثر غیرافزایشی آنها است. چوکان و مساوات (Choukan and Mosavat, 2006) در بررسی نحوه عمل ژن صفات مختلف لاین‌های محک ذرت با استفاده از تلاقی‌های دای آلل نشان دادند که در کنترل توارث صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در بلال ژن‌هایی با اثر افزایشی و غیرافزایشی و در توارث صفات طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال فقط ژن‌هایی با اثر افزایشی نقش دارند. هدف از این مطالعه ارزیابی

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها به روش هیمن در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول a نشان دهنده تنوع ژنتیکی ناشی از ژن‌های با اثر افزایشی و b نشان دهنده تنوع ژنتیکی ناشی از ژن‌های با اثر غالبیت است. به طور کلی آماره‌های a و b تخمینی از ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی هستند. همان طور که مشاهده می‌شود این دو پارامتر برای کلیه صفات معنی دار بود. آماره b خود به اجزای b1، b2 و b3 تفکیک شد. جزء b1 مقایسه بین والد‌ها در برابر تلاقی‌ها و به عبارت دیگر این جزء بیان کننده متوسط هتروزیس است. این جزء هم برای تمام صفات معنی دار بود. جزء b2 هتروزیس خاص مرتبط با هر والد را نشان می‌دهد. معنی دار شدن این جزء بیان کننده این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والدین متفاوت است. این آماره برای کلیه صفات به جز عملکرد دانه و ارتفاع بلال معنی دار بود. جزء b3 بیشترین جزء غالبیت است و معادل مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی در روش ۳ گریفینگ است، این جزء برای کلیه صفات معنی دار بود (جدول ۱).

نسبت ژن‌های با اثر مثبت و منفی در والدین با استفاده از رابطه $\frac{H2}{4HI}$ برآورد شد (جدول ۲). برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و طول بلال این نسبت نزدیک به ۰/۲۵ بود که نشان دهنده فراوانی مساوی آلل‌های غالب و مغلوب برای این صفات است. برای سایر صفات

در هر کپه نگهداری شد.

صفات عملکرد دانه (تن در هکتار)، ارتفاع بوته (سانتی متر)، ارتفاع بلال (سانتی متر)، طول بلال (سانتی متر)، قطر میانی بلال (سانتی متر)، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه (گرم)، درصد چوب بلال، وزن دانه در بلال (گرم) و درصد رطوبت دانه برای ژنوتیپ‌های مورد نظر اندازه‌گیری شدند. برای این منظور از بوته‌های داخل ردیف‌ها استفاده شد و پس از تعیین درصد رطوبت، عملکرد، وزن صد دانه و وزن دانه در بلال بر اساس ۱۴٪ رطوبت دانه تصحیح شد. قبل از تجزیه داده‌ها آزمون بارتلت (Bartlett's test) برای بررسی همگن بودن واریانس والد‌ها و هیبریدها و نیز آزمون نرمال بودن داده‌ها با نرم افزار آماری مینی‌تب (Mini-Tab) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و تجزیه دای آلل به روش هیمن و جینکز توسط نرم افزار Dial98 انجام گرفت. ضریب رگرسیون Wt روی Vt برای صفت ارتفاع بوته با عدد یک اختلاف معنی دار داشت که بعد از حذف لاین‌های شماره ۴ و ۱۱ این ضریب واجد تفاوت معنی دار با عدد یک نبود و فرضیات هیمن تحقق یافت. به همین منظور برای صفت تعداد دانه در بلال لاین‌های شماره ۶ و ۹، برای صفت وزن صد دانه لاین‌های شماره ۱۱ و ۱۲ و برای صفت درصد چوب بلال لاین‌های شماره ۲، ۶ و ۱۳ حذف شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس تلاقی های دای آلل حاصل از چهارده لاین اینبرد ذرت به روش هیمن

Table1. Variance analysis of diallel crosses of fourteen maize inbred lines using Hayman method

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS											
		عملکرد	ارتفاع	ارتفاع	طول	قطر	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در	وزن صد	درصد چوب	وزن دانه در	درصد	
S.O.V.	df.	Yield (tha ⁻¹)	PHT (cm)	EHT (cm)	EL (cm)	ED (cm)	K/ER	R/E	K no./E	100 KW (g)	CP	KW/E (g)	MP
بلوک	2	158.20**	41.19**	33.19**	19.24**	9.82**	170.80	3.80**	63216.12**	7.42**	7.62**	22722.80**	1.72 ^{ns}
a	13	25.13**	6.28**	4.20**	59.84**	13.44**	172.41**	114.29**	109650.50**	16.48**	7.51**	7.60**	214.24**
b	91	7.69**	1.85**	1.98**	8.97**	1.62**	81.52**	5.38**	36056.48**	1.37**	1.78**	1.85**	23.22**
b1	1	158.33*	87.70**	80.23**	100.38**	14.68**	1424.73**	106.67**	969992.80**	7.85**	24.09	30.14**	31.68**
b2	13	3.49 ^{ns}	0.60*	0.69 ^{ns}	2.69*	1.46**	57.71**	4.00**	26648.29**	1.86**	1.40*	1.82**	28.41**
b3	77	6.44**	0.94**	1.18**	8.84**	1.48**	68.10**	4.30**	25515.84**	1.20**	1.56**	1.48**	22.23**

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

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

PHT: Plant Height; EHT: Ear Height; EL: Ear Length; ED: Ear Diameter; K/ER: Kernel/Ear Row; R/E: Row/Ear; K no./E: Kernel number/Ear; 100KW: 100 Kernel Weight;

CP: Cob Percent; KW/E: Kernel Weight / Ear; MP: Moisture Percent

جدول ۲- برآورد شاخص‌های آماری و پارامترهای ژنتیکی صفات مختلف در تلاقی‌های دای آلل چهارده اینبرد لاین ذرت

Table 2. Estimation of statistical indices and genetics parameters for different traits in fourteen maize inbred lines diallel crosses

Parameters	پارامترها	میانگین مربعات (MS)											
		عملکرد دانه	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال	طول بلال	قطر بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در بلال	وزن صد دانه	درصد چوب بلال	وزن دانه در بلال	درصد رطوبت
		Yield (tha ⁻¹)	PHT (cm)	EHT (cm)	EL (cm)	ED (cm)	K/ER	R/E	K no./E	100 KW (g)	CP	KW/E (g)	MP
D	واریانس افزایشی	2.41	0.13	0.07	3.97	0.94	13.06	4.74	4441.48	0.79	0.59	1.10	11.04
H ₁	واریانس غالبیت	2.06	1.14	1.14	3.41	0.72	58.38	3.62	27587.02	0.97	0.36	0.90	16.74
H ₂	واریانس غالبیت	3.69	1.05	1.07	5.05	0.75	45.67	2.81	21206.89	0.58	0.75	0.84	10.71
F	اثر متقابل اثر افزایشی و غیرافزایشی	1.69	0-.07	-0.03	1.56	0.50	18.22	0.16	5817.57	0.42	0.37	0.82	7.25
h ²	اثر غالبیت در تمام مکان‌های ژنی	13.82	7.73	7.06	8.75	1.26	124.88	9.33	85417.62	0.65	2.07	2.61	2.19
E	واریانس محیطی	0.72	0.09	0.13	0.47	0.17	4.36	0.39	1422.44	0.16	0.22	0.20	2.40
H ₂ /4H ₁	توزیع نسبی ژن‌های افزاینده و کاهنده	0.23	0.23	0.23	0.23	0.18	0.19	0.19	0.19	0.15	0.19	0.18	0.15
(H ₁ /D) ^{1/2}	میانگین درجه غالبیت	0.92	3.00	4.12	0.93	0.87	2.11	0.87	2.50	1.11	0.78	0.90	1.23
	توزیع نسبی ژن‌های غالب و مغلوب												
[4DH ₁] ^{1/2} +F/[4DH ₁] ^{1/2} -F		1.74	0.83	0.90	1.40	1.74	1.98	1.04	1.71	0.55	1.74	2.46	1.73
R(Y _r ,W _r +V _r)	جهت غالبیت	-0.29	-0.72	-0.47	-0.85	-0.61	-0.81	-0.73	-0.73	0.42	0.44	-0.30	0.55

PHT: Plant Height; EHT: Ear Height; EL: Ear Length; ED: Ear Diameter; K/ER: Kernel/Ear Row; R/E: Row/Ear; K no./E: Kernel number/Ear; 100KW: 100 Kernel Weight;

CP: Cob Percent; KW/E: Kernel Weight / Ear; MP: Moisture Percent

می‌کند، به عبارت دیگر تفاوت بین کوواریانس و واریانس هر ردیف ثابت است. شیب یک، وقتی به دست می‌آید که اثر متقابل غیرآلی وجود نداشته باشد. بررسی گرافیکی نتایج دای آلل برای صفات مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل گرافیکی، خط رگرسیون W_r روی V_r برای صفات عملکرد دانه، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه و وزن دانه در بلال محور W_r را در قسمت مثبت قطع کرد، بنابر این صفات تحت تأثیر غالبیت نسبی ژن‌ها هستند. برای سایر صفات، خط رگرسیون محور W_r را در قسمت منفی قطع کرد که گویای وجود اثر فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفات است.

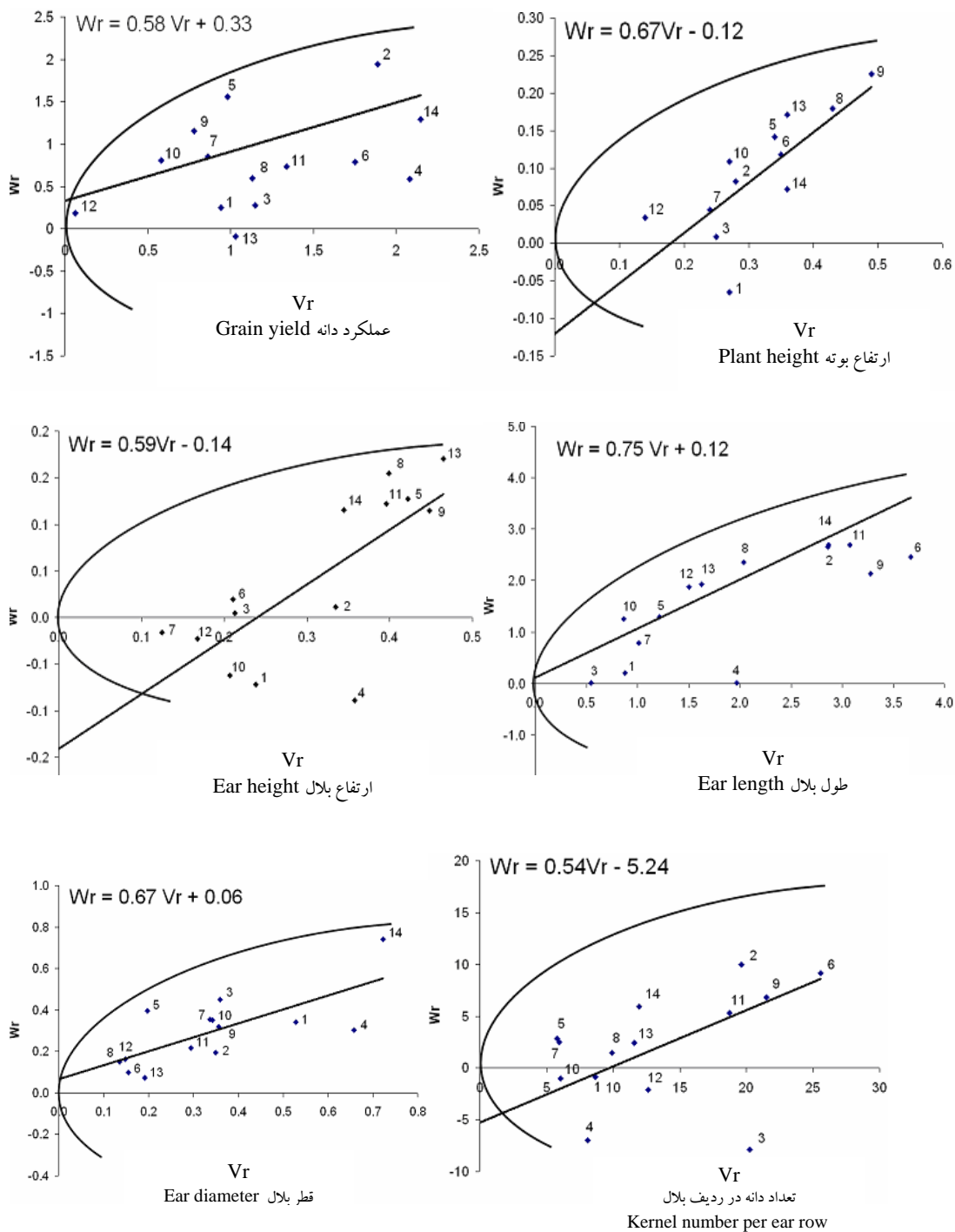
پراکنش والد‌ها در طول خط رگرسیون به نحوی بیانگر نسبت فراوانی ژن‌های غالب و مغلوب است، به این ترتیب که هر چه والدین، به محل تقاطع خط رگرسیون با محور W_r نزدیک تر باشند، دارای ژن‌های غالب بیشتری هستند و اگر دورتر از محل مذکور باشند، دارای درصد بیشتری از ژن‌های مغلوب هستند، بدیهی است که تلاقی بین این ژنوتیپ‌ها می‌تواند منجر به تولید هیبریدهای مناسبی شود. بر این اساس نزدیک‌ترین و دورترین لاین‌ها به مبدأ مختصات برای عملکرد دانه به ترتیب لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۴، برای ارتفاع بوته لاین‌های شماره ۱۲ و ۹، برای ارتفاع بلال لاین‌های شماره ۷ و ۱۳، برای طول بلال لاین‌های شماره ۳ و ۶، برای قطر بلال لاین‌های

این نسبت کوچک‌تر از ۰/۲۵ به دست آمد که نشانگر بیشتر بودن فراوانی آلل‌های مغلوب برای صفات مربوطه است.

برآورد میانگین درجه غالبیت $\frac{1}{2} \left(\frac{H_1}{D}\right)$ برای صفات عملکرد دانه، طول بلال، قطر میانی بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، درصد چوب بلال و وزن دانه در بلال مبین وجود غالبیت نسبی بود و برای سایر صفات این پارامتر بیشتر از یک بود که مبین وجود فوق غالبیت ژن‌ها است. این نتایج به وسیله تجزیه گرافیکی هم تأیید شدند. علامت F و برآورد نسبت ژن‌های غالب به مغلوب در والدین $\frac{[(4DH_1)^{0.5} + F]}{[(4DH_1)^{0.5} - F]}$ نشان داد که لاین‌های مورد مطالعه برای صفات عملکرد دانه، طول بلال، قطر میانی بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن دانه در بلال و درصد رطوبت دارای آلل‌های غالب بیشتری نسبت به آلل‌های مغلوب هستند و سایر صفات آلل‌های مغلوب بیشتری دارند.

علامت ضریب همبستگی بین میانگین والد مشترک هر ردیف (Y_r) و ($W_r + V_r$)، جهت غالبیت را نشان می‌دهد، بر این اساس برای صفات وزن صد دانه، درصد چوب بلال و درصد رطوبت آلل‌های کاهنده غالب و برای سایر صفات آلل‌های افزایشنده غالب بودند (جدول ۲).

رگرسیون کوواریانس ردیف‌ها روی واریانس ردیف‌ها با شیبی برابر با یک ایجاد



شکل ۱- تجزیه و تحلیل گرافیکی صفات مختلف برای تلاقی‌های دای آلل ذرت

Fig.1. Graphical analysis of different traits for maize diallel crosses

1: MO17; 2: B73; 3: K18; 4: K19/1; 5: K166B ; 6: A679; 7: K3615/2; 8: K3640/5; 9: K3653/2; 10: K3651/1; 11: K3547/5; 12: K3544/1; 13: K3545/6; 14: K3493/1.

بررسی کنترل ژنتیکی صفات مختلف در لاین‌های

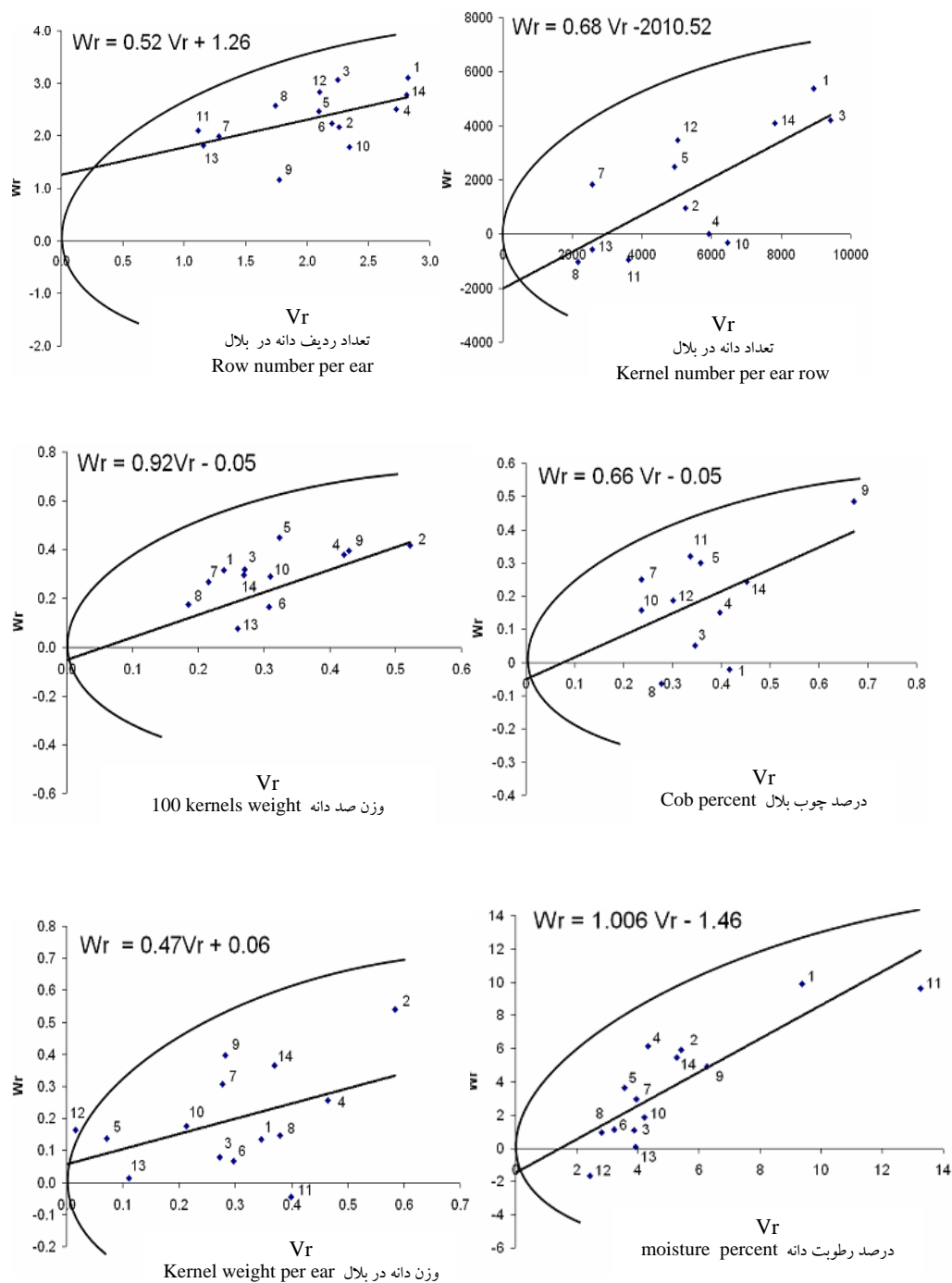


Fig. 1. Continued

ادامه شکل ۱

1: MO17; 2: B73; 3: K18; 4: K19/1; 5: K166B ; 6: A679; 7: K3615/2; 8: K3640/5; 9: K3653/2; 10: K3651/1; 11: K3547/5; 12: K3544/1; 13: K3545/6; 14: K3493/1.

معنی‌دار برای این صفات نشان می‌دهد که اثر افزایشی و غیرافزایشی نقش مهمی در کنترل این صفات دارند. این نتایج با گزارش‌های بیشتر محققین انطباق دارد (Joshi *et al.*, 1998)؛ محققان به اهمیت اثر افزایشی (Giridharan *et al.*, 1996). برخی دیگر از محققان (Vasal *et al.*, 1992) و برخی دیگر نیز به اهمیت اثر غیرافزایشی (Ismail, 1996؛ Pal and Prodhan, 1996) در کنترل این صفات اشاره کرده‌اند. وجود اثر افزایشی می‌تواند برای گزینش مستقیم مواد آزمایشی و بهبود صفات مورد نظر امیدبخش باشد. وجود اثر غیرافزایشی ژن‌ها نیز می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری سودمند باشد، از این رو برای بهبود کلیه صفات مورد مطالعه در این تحقیق می‌توان برنامه‌هایی برای تولید ژنوتیپ‌های دورگ تدارک دید. چنین نتایجی توسط سایر محققین هم گزارش شده است. چوکان (Choukan, 2002) در مطالعه تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت، با محاسبه درجه غالبیت گزارش کرد که نقش اثر غالبیت و فوق‌غالبیت ژن‌ها در کنترل عملکرد دانه ذرت اهمیت دارد.

شماره ۸ و ۱۴، برای تعداد دانه در ردیف بلال لاین‌های شماره ۷ و ۶، برای تعداد ردیف دانه در بلال لاین‌های شماره ۱۳ و ۱، برای تعداد دانه در بلال لاین‌های شماره ۸ و ۱، برای وزن صد دانه لاین‌های شماره ۸ و ۲، برای درصد چوب بلال لاین‌های شماره ۱۰ و ۹، برای وزن دانه در بلال لاین‌های شماره ۱۲ و ۲ و برای درصد رطوبت دانه لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۱ بودند. به این ترتیب انتظار می‌رود تلاقی بین لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۴ هیبریدی با عملکرد بالا تولید کند، زیرا با ترکیب این لاین‌ها بیشترین مقدار هتروزیس مشاهده خواهد شد، همچنین برای طول بلال تلاقی بین لاین‌های شماره ۳ و ۶، برای قطر بلال تلاقی بین لاین‌های شماره ۸ و ۱۴، برای تعداد دانه در ردیف تلاقی بین لاین‌های شماره ۷ و ۶، برای تعداد ردیف دانه در بلال تلاقی بین لاین‌های شماره ۱۳ و ۱، برای وزن صد دانه تلاقی لاین‌های شماره ۸ و ۲ و برای وزن دانه در بلال تلاقی لاین‌های شماره ۱۲ و ۲ مطلوب خواهد بود.

به طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق عملکرد دانه و اجزای عملکرد توسط اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند. وجود واریانس افزایشی و غالبیت

References

- Baktash, F. Y., Younis, M. A., Al-Younis, A. H., and Al-Ithawi, B. H. 1980. Diallel crosses of corn inbred lines for grain yield and ear characters. *Plant Breeding*. Abs. 56: 234.

- Betran, F. J., Riaut, J. M., Beck, D., and Leon, D. G. 2003.** Genetic diversity, specific combining ability and heterosis in tropical maize under stress and nonstress environments. *Crop Science* 43: 797 – 806.
- Choukan, R. 2002.** Genetic analysis of grain yield and yield components in maize. *Seed and Plant* 18: 170-178 (in Farsi).
- Choukan, R., Hosseinzadeh, A., Ghannadha, M.R., Warburton, M.L., Talei, A.L., and Mohammadi, S.A. 2006.** Use of SSR data to determine relationships and potential heterotic groupings within medium to late maturing Iranian maize inbred lines. *Field Crops Research* 95: 212 - 222.
- Choukan, R., and Mosavat, S. A. 2006.** Mode of gene action of different traits in maize tester lines using diallel crosses. *Seed and Plant* 21: 547-560 (in Farsi).
- Dhillon, B. S., and Singh, J. 1976.** Inheritance of grain yield and other quantitative traits in maize. *Experimental Agriculture* 13: 253 – 256.
- Giridharan, S., Prasad, M. N., and Rangaswamy, S. R. 1996.** Diallel, triallel and quadriallel analysis for grain yield in maize. *Madras Agricultural Journal* 83: 230 – 236.
- Hayman, B. I. 1954.** The analysis of variance of diallel crosses. *Biometrics* 10: 235 – 244.
- Ismail, A. A. 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.
- Joshi, V. N., Pandiya, M. K., and Dubey, R. B. 1998.** Heterosis and combining ability for quality and yield in early maturing single cross hybrids of maize. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 58: 519 – 524.
- Kumar, A., Gangashetti, M. G., and Kumar, A. 1998.** Gene effects in some metric traits of maize. *Annals of Agriculture Biological Research* 3: 139 – 143.
- Melani, M. D., and Carena, M. J. 2003.** Alternative maize heterotic patterns for the northern corn belt. *Plant Genetic Resources* 35 (2): 87 – 96.
- Morello, C. L., Miranda Filho, J. B., and Ferreira, J. M. 2002.** Heterosis and combining ability among varieties of maize in acid soil. *Pesquisa Agropecuaria Tropical* 32 (2): 89 – 95.

- Mungoma, C., and Pollak, B. L. M. 1998.** Heterosis patterns among ten corn belt and exotic maize populations. *Crop Science* 28: 500 – 504.
- Pal, A. K., and Prodhham, H. S. 1994.** Combining ability analysis of grain yield and oil content along with some other attributes in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Genetics* 54: 376 – 380.
- Perez-Velasquez., J. C., Celallos, H., Pandey, S., and Amaris, C. D. 1996.** A diallel cross analysis of some quantitative characters in maize. *Crop Science* 36: 572 – 578.
- Vasal, S. K., Srinivasan, G., Gonzalez, F., Han, G. C., Pandey, S., Beck, D., and Crossa, J. 1992.** Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical × subtropical maize germplasm. *Crop Science* 32: 1483 – 1489.
- Viana. J. M. S., and Cardoso, A. A. 1999.** Theory and analysis of partial diallel crosses. *Genetics and Molecular Biology* 22: 591 – 599.
- Xiang-Yang, L., and Yang, M. C. K. 2006.** Estimating effects of a single gene and polygenes on quantitative traits from diallel design. *Genetica* 128: 471 – 484.
- Yates, F. 1947.** Analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. *Heredity* 1: 287 – 301.

