مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۶، شماره ۴، سال ۱۳۸۹

تجزیه ژنتیکی تحمل به خشکی در لوبیا سفید

Genetic Analysis of Drought Tolerance in White Bean

بهروز اسدی[۱]، محمدرضا بی‌همتا[۲] و حمیدرضا دری[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
۲- استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج
۳- مربی، ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا خمین، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی،اراک

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۴/۳

چکیده

اسدی، ب.، بی‌همتا، م. ر.، و دری، ح. ر. ۱۳۸۹ تجزیه ژنتیکی تحمل به خشکی در لوبیا سفید. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۶:** ۴۸۴ - ۴۶۹.

به منظور مطالعه نحوه کنترل ژنتیکی، تعیین ترکیب‌پذیری عمومی(GCA) و خصوصی(SCA) عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا سفید با استفاده از تجزیه دی‌آلل، مدل ۲ روش ۲ گریفینگ، ده هیبرید به همراه والدین (جمعاً ۱۵ تیمار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی در ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا در خمین در سال ۱۳۸۴ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس در هر دو شرایط نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در اکثر صفات تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بر اساس تجزیه اثر ژنوتیپ به اثرهای GCA و SCA در شرایط آبیاری مطلوب، هر دو واریانس GCA و SCA برای صفات تعداد غلاف در بوته، دانه در بوته و عملکرد معنی‌دار بودند و برای تعداد دانه در غلاف فقط GCA معنی دار بود که نشان می‌داد در شرایط آبیاری مطلوب واریانس افزایشی و غالبیت هر دو در مورد این صفات اهمیت دارند. در شرایط تنش خشکی GCA و SCA برای تعداد غلاف در بوته و عملکرد معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری مطلوب والد KS41107 و در شرایط تنش خشکی والد دهقان دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد و اجزای آن بودند، بنابراین می‌توان از این والدین در برنامه‌های به‌نژادی بهره گرفت. بررسی پارامترهای ژنتیکی نشان داد که برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب اثر غالبیت در کنترل این صفات اهمیت بیشتری نسبت به اثر افزایشی دارد. میانگین درجه غالبیت برای کلیه صفات به جز وزن صددانه در شرایط تنش خشکی بیشتر از یک برآورد شد که بیانگر وجود حالت فوق غالبیت برای این صفات است.

واژه‌های کلیدی: لوبیا سفید، خشکی، ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی، اثر ژن.

نویسنده مسئول: b.assady@yahoo.com تلفن: ۰۸۶۵۲۳۳۶۵۳۵

مقدمه

لوبیا از مهم‌ترین حبوبات ایران و جهان محسوب می‌شود. بر اساس گزارش فائو (Anonymous, 2005) سطح زیر کشت این گیاه در جهان حدود ۲۶/۵ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۶۹۷ کیلوگرم در هکتار است. سطح زیر کشت لوبیا در ایران در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ حدود ۱۱۱ هزارهکتار بود. متوسط عملکرد تولید لوبیا در ایران ۱۹۷۷ کیلوگرم در هکتار است (Anonymous, 2006). مهم‌ترین هدف برنامه‌های به‌نژادی اکثر گیاهان زراعی افزایش عملکرد و پایداری آن در واحد سطح است، بنابراین در شرایط مطلوب از طریق تجمع ژن‌هایی که مسئول تولید حداکثر بیوماس در شرایط نامناسب محیطی هستند می‌توان باعث افزایش عملکرد شد (Singh *et al.*, 1989). برآورد اجزای ژنتیکی و وراثت‌پذیری و اطلاع از تنوع ژنتیکی مواد مورد ارزیابی یکی از مهم‌ترین اقدامات پیش اصلاحی در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان زراعی به شمار می‌رود. در لوبیا افزایش تولید از طریق برنامه‌های دورگ‌گیری منجر به تولید رقم با عملکرد بیش از والد برتر می‌شود. عدم پیشرفت مناسب در افزایش عملکرد دانه در لوبیا به فقدان آلل‌های مطلوب در جمعیت پایه، پائین بودن ترکیب‌پذیری عملکرد، زیاد بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، اثر جبران‌کنندگی منفی صفات افزاینده عملکرد، ترکیب‌پذیری عمومی منفی ارقام تجارتی پر محصول و تکیه بر انتخاب عینی برای عملکرد دانه در نسل‌های در حال تفکیک اولیه نسبت داده شده است (Conti, 1985). انتخاب والدین مناسب در برنامه‌های اصلاح ارقام مقاوم به خشکی با این هدف که ژنوتیپ‌های جدید ترکیبی از خواص مطلوب والدین را دارا باشند همیشه یکی از ابزار اساسی مورد استفاده متخصصین اصلاح نباتات بوده است، بنابراین انتخاب والدین با GCA مثبت اهمیت زیادی در موفقیت یک برنامه اصلاحی دارد (Singh and Saini, 1983; Radkove and Mitranov, 1983). فولاد و بصیری (Foolad and Bassiri, 1983) برای عملکرد دانه لوبیا اثر SCA را بزرگ‌تر از GCA گزارش کردند. ناصح غفوری و همکاران (Naseh Ghafoori *et al.*, 2008) در ارزیابی نحوه توارث صفات لوبیا تحت شرایط آبیاری محدود و نرمال با استفاده از روش میانگین نسل‌ها اثر افزایشی، غالبیت و اپیستازی را برای اکثر صفات اعلام داشتند. نینهویس و سینگ (Nienhuis and Singh, 1988) در تلاقی ده والد لوبیا در هشت منطقه و ارزیابی ۲۰۰ جمعیت نسل F2 آن‌ها، میزان وراثت‌پذیری عمومی را برای عملکرد دانه، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۲، ۰/۵۷ و ۰/۷۴ گزارش کردند. کریستینسن و گراهام (Christiansen and Graham, 2002) در بررسی میزان ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی دوازده رقم و لاین لوبیا، GCA را برای عملکرد دانه معنی‌دار عنوان کردند. کمترین مقدار GCA مربوط به لاین ESAL693 بود و بیشترین هتروزیس از تلاقی دو والد ESAL693*H-4-7 به دست آمد. فولاد و بصیری

(Foolad and Bassiri, 1983)، سینگ و ساینی (Singh and Saini, 1983)، نین هویس و سینگ (Nienhuis and Singh, 1986) هتروزیس معنی‌داری را در مورد تعداد غلاف در بوته در لوبیا گزارش کردند و ارزش آن را بر اساس والد برتر بین ۴۵/۹ تا ۶۹ درصد اعلام داشتند. سینگ و ساینی (Singh and Saini, 1983) و نین هویس و سینگ (Nienhuis and Singh, 1986) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بزرگ و معنی‌داری را در نسل F1 برای وزن دانه و تعداد غلاف در بوته مشاهده کردند. سینگ و همکاران (Singh *et al*., 1989) در تلاقی‌های انجام شده بین نژادهای ژنوتیپ‌های دانه متوسط از بین ژرم‌پلاسم های آمریکای جنوبی گزارش کردند که لاین‌های به دست آمده عملکرد بیشتری نسبت به والد برتر و ارقام محلی داشتند. داودی‌فر (Davoodifar, 2006) در بررسی نسل F2 حاصل از تلاقی دی‌آلل شش والد لوبیا چیتی در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی نشان داد که واریانس غیر افزایشی بیشتر از واریانس افزایشی در کنترل عملکرد دانه نقش دارد. همچنین بیشترین مقدار GCA از لاین COS16 به دست آمد. ارزیابی شش لاین لوبیا چیتی به روش دی‌آلل که در سال ۱۳۸۳ انجام شد، حالت فوق غالبیت برای تعداد دانه در بوته و عملکرد بوته مشاهده شد (دری، گزارش منتشر نشده). مرجانی (Marjani, 1995) وراثت‌پذیری عمومی را برای تعداد غلاف در لوبیا ۳۷ درصد گزارش کرد. این تحقیق با هدف تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین، نحوه کنترل ژنتیکی برخی صفات و میزان وراثت پذیری آن‌ها در ارقام و لاین‌های لوبیا سفید در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت دو سال (۸۴-۱۳۸۳) در مزرعه ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا در خمین انجام شد. این ایستگاه در ارتفاع ۱۹۳۰ متر از سطح دریا، طول جغرافیائی ۴۹/۵۷ و عرض جغرافیائی ۳۳/۲ در غرب شهرستان خمین واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه آن ۳۰۰ میلی‌متر و دمای حداقل و حداکثر سالیانه آن به ترتیب ۵/۶ و ۲۰/۷ درجه است. در سال ۱۳۸۳ به منظور تهیه هیبریدهای مورد نیاز این آزمایش، پنج والد لوبیا سفید (دانشکده، KS41105، KS41235، دهقان و KS41107) در بلوک‌های دورگ‌گیری کشت شدند و کلیه تلاقی‌های ممکن به صورت نیمه دی‌آلل انجام شد. در سال ۱۳۸۴ پس از آماده‌سازی زمین نتاج به دست آمده به همراه والدین (جمعاً ۱۵ تیمار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی کاشته شدند. فواصل خطوط کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذر هر یک از تیمارها روی یک خط به طول یک متر و با فاصله ده سانتی‌متر از یکدیگر کاشته شد. به منظور کنترل علف های هرز از علف کش پیش کاشت تریفلورالین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. عناصر غذائی ماکرو و میکرو بر اساس آزمون خاک به زمین اضافه شد. پس از کاشت، آبیاری در هر دو

شرایط به صورت یکسان تا زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها انجام شد، سپس در شرایط آبیاری مطلوب بر اساس ۵۰ میلی‌متر و در شرایط تنش بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A، تیمارها آبیاری شدند. در طول دوران رشد و نمو مراقبت‌های زراعی معمول شامل مبارزه با آفات، بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز برای کلیه تیمارها به صورت یکسان انجام شد. در زمان رسیدگی تمامی بوته‌های مربوط به هر تیمار به صورت جداگانه برداشت و سپس صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صددانه و عملکرد دانه محاسبه شدند.پس از محاسبه میانگین مربوط به هر تیمار، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و Diall مورد تجزیه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات مورد ارزیابی در جدول ۱ ارائه شده است. براین اساس در هر دو شرایط آبیاری ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات به جز وزن صددانه در شرایط آبیاری مطلوب، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. مقایسه میانگین صفات در جدول ۲ نشان داده شده است. تیمارها از نظر صفات مختلف در دو شرایط آبیاری تفاوت‌هایی با یکدیگر داشتند. بیشترین مقدار عملکرد دانه در بوته برای شرایط محیطی بدون تنش از هیبرید ۵×۴ به میزان ۹۳/۷۳ گرم به دست آمد. در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین مقدار عملکرد از همین تلاقی به میزان ۶۹/۵۵ گرم به دست آمد. در اکثر مطالعات انجام شده، عملکرد دانه لوبیا با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داده است، بنابراین با افزایش هر یک از این اجزا، عملکرد نیز افزایش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تلاقی ۵×۴ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی بود.کمترین تعداد غلاف در بوته در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی مربوط به والد شماره ۳ بود. کمترین تعداد دانه در بوته نیز مربوط به والد شماره ۳ بود. در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین مقدار وزن صددانه در هیبرید ۵×۳ مشاهده شد. در شرایط تنش آبی بیشترین وزن صددانه به هیبرید ۳×۲ و در مرتبه بعدی به هیبرید ۵×۳ تعلق داشت.

تجزیه اثر ژنوتیپ به اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) در جدول ۳ مشخص شده است. واریانس GCA و SCA در شرایط آبیاری مطلوب برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه معنی‌دار شد و برای تعداد دانه در غلاف فقط GCA معنی‌دار بود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آبیاری مطلوب واریانس‌های افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل صفات تعداد غلاف در بوته، دانه در بوته و عملکرد اهمیت دارند. در این شرایط نسبت GCA/SCA برای تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود که بیانگر اهمیت بیشتر اثر افزایشی در کنترل این صفت است. دیکسون (Dicson, 1967) در یک طرح دی‌آلل هفت رقم لوبیا را تلاقی داده و

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف لوبیا سفید در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی

Table 1. ANOVA for different traits of white bean in normal irrigation and water stress conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS									
			تعداد غلاف در بوته Pods/plant		تعداد دانه در بوته Seeds/plant		تعداد دانه در غلاف Seeds/pod		وزن صددانه 100 Seed weight		عملکرد دانه Seed yield	
			N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Replication	تکرار	2	11.41	121.90	453.56	1123.72	0.11	0.30	2.47	22.46	117.66	173.04
Treatment	تیمار	14	881.26**	1117.29**	13120.02**	9303.20**	0.25*	0.39**	29.21	15.59*	1385.89**	707.79**
Error	خطا	28	58.28	380.50	576.14	3344.58	0.12	0.09	21.51	8.24	104.83	321.09

S:Stress condition

S: شرایط تنش

N:Non stress condition

N: شرایط بدون تنش

* and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۲- میانگین صفات مختلف لاین‌ها و هیبریدهای لوبیا سفید در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی

Table 2. Means of different traits of white bean parents and hybrids in normal irrigation and water stress conditions

والدین و تلاقی‌ها Parents and crosses	تعداد غلاف در بوته Pods/plant		تعداد دانه در بوته Seeds/plant		تعداد دانه در غلاف Seeds/pod		وزن صددانه 100 Seed weight (g)		عملکرد دانه در بوته Seed yield per plant (g)	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
1	37.34de	31.28c	139.63de	89.85cd	3.7ab	3.14bcde	29.82abc	25.11bc	41.79de	25.14bcd
2	28.09f	27.12c	120.29de	93.37cd	4.23a	3.54abc	35.2ab	29.32ab	39.64de	27.34bcd
3	15.28g	10.82c	62.61f	37.25d	3.95a	3.11cdef	24.69c	22.79c	16.49f	8.64d
4	30.37ef	39.13c	118.07de	134.91bcd	3.91a	3.45abcde	26.81bc	24.42bc	30.82ef	32.90bcd
5	33.63def	23.93c	109.04e	64.01cd	3.23b	2.53f	32.03abc	28.1abc	36.54de	19.07cd
1×2	29.37f	31.77c	129.7de	124.62bcd	4.26a	3.89a	31.82abc	28.22ab	42.85de	35.80bcd
1×3	39.42d	45.41bc	164.1d	147.49abcd	4.20a	3.26bcde	33.03abc	28.22ab	55.61cd	42.53abcd
1×4	32.53def	29.56c	139.1de	94.21cd	4.30a	3.32abcde	30.86abc	24.31bc	42.60de	23.20bcd
1×5	58.67c	47.19bc	218.3c	163.81abc	3.76ab	2.86ef	31.71abc	25.42bc	64.97bc	33.33bcd
2×3	34.4def	37.91c	140.53de	131.20bcd	4.09a	3.48abcd	32.40abc	30.82a	45.85de	40.23abcd
2×4	30.41ef	27.44c	125.77de	101.09cd	4.32a	3.73ab	32.21abc	27.83abc	44.56de	28.11bcd
2×5	68.81b	31.11c	264.11b	87.22cd	3.86ab	2.99cdef	32.48abc	28.63ab	87.87a	24.27bcd
3×4	34.67def	76.33ab	143.3de	217.67ab	4.15a	2.93def	31.80abc	24.91bc	44.86de	57.96ab
3×5	55.33c	47.00bc	29.33c	160.50abc	4.11a	3.36abcde	38.06a	29.34ab	79.32ab	47.60abc
4×5	83.51a	84.88a	312.19a	246.82a	3.78ab	2.90def	29.81abc	26.19abc	93.73a	69.55a

S: شرایط تنش

N: شرایط بدون تنش

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

S:Stress condition

N:Non stress condition

Means with different letters in each column are significantly different at the 5% probability level.

1-5: Parents; 1: Daneshkadeh; 2: KS41105; 3: KS41235; 4: Deghan; 5: KS41107.

در ارزیابی نسل‌های F1 و F2 حاصل از آن‌ها گزارش کرد که در صفات تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در گیاه اثر ژنی افزایشی نسبت به اثر غیر افزایشی بیشتر بوده است.

در شرایط تنش خشکی GCA و SCA برای تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده نقش اثر افزایشی و غالبیت در کنترل این صفت است. برای صفات تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه فقط GCA معنی‌دار بود که نشان‌دهنده نقش اثر افزایشی در کنترل این صفت است. نسبت GCA/SCA برای تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه معنی‌دار بود که باز بیانگر اهمیت بیشتر اثر افزایشی در کنترل این صفات است. برای عملکرد دانه این نسبت غیر معنی‌دار بود و حاکی از آن است که در شرایط تنش خشکی اثر غالبیت در کنترل این صفت از اهمیت بالاتری برخوردار است. عملکرد یک صفت کمی است و مانند هر صفت کمی دیگر توسط تعداد زیادی ژن با اثر کوچک کنترل می‌شود و به شدت تحت تاثیر محیط قرار دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب هر دو اثر افزایشی و غالبیت با همدیگر عملکرد بوته را کنترل می‌نمایند اما به نظر می‌رسد تنش خشکی در جهت کند اثر افزایشی و افزایش اثر غالبیت برای عملکرد بوته عمل کرده است و لذا سهم اثر افزایشی کاهش یافته و اثر غالبیت در کنترل آن نقش بیشتری را ایفا کرده است. صادقپور و همکاران (Sadeghpor *et al.*, 2008) در ارزیابی ده هیبرید لوبیا سفید به همراه والدین با استفاده از تجزیه دی‌آلل، GCA را برای صفات عملکرد و اجزای آن در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی معنی‌دار گزارش کردند.

میزان ترکیب‌پذیری هر یک از والدین در هر دو شرایط در جدول ۴ ارائه شده است. در شرایط بدون تنش والد شماره ۵ دارای GCA مثبت و معنی‌دار برای صفات تعداد غلاف در بوته، دانه در بوته و عملکرد بود. همچنین والد شماره ۲ دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار برای صفات فوق‌الذکر بود، بنابراین از والد شماره ۵ می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی به عنوان یک والد برتر جهت افزایش عملکرد دانه استفاده کرد. در شرایط تنش خشکی والد شماره ۴ دارای بیشترین GCA در بین سایر والدین برای صفات غلاف در بوته، دانه در بوته و عملکرد دانه بود، لذا می‌توان از این والد در برنامه‌های به‌نژادی برای ایجاد ارقام متحمل به خشکی بهره گرفت. دری و همکاران (Dorri *et al.*, 2006) در ارزیابی ژنتیکی شش لاین لوبیا چیتی با استفاده از نسل F1 حاصل از تلاقی دیالل و داودی فر (Davoodifar, 2006) با استفاده از نسل F2 حاصل از آن‌ها برای عملکرد و اجزای آن، GCA و SCA معنی‌دار گزارش و لاین COS-16 را به عنوان بهترین والد دارای ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد و اجزای آن شناسایی کردند.

میزان ترکیب‌پذیری خصوصی در جدول ۵ آورده شده است. برای عملکرد دانه در بوته بهترین ترکیب‌پذیری خصوصی در شرایط آبیاری نرمال از تلاقی دو والد شماره ۴ و ۵ به میزان ۳۲/۲۲ به دست آمد. در جدول مقایسه

جدول ۳- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) صفات مختلف لوبیا سفید

Table 3. Estimate of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of different traits of white bean

			میانگین مربعات MS									
			تعداد غلاف در بوته Pods/plant		تعداد دانه در بوته Seeds/plant		تعداد دانه در غلاف Seeds/pod		وزن صددانه 100 Seed weight (g)		عملکرد دانه در بوته Seed yield per plant (g)	
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
GCA	ترکیب پذیری عمومی	4	330.66*	235.61**	3876.45**	1766.09	0.19*	0.29**	-	10.55*	411.79*	144.03**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	10	278.99*	383.64**	4572.09**	3635.06**	0.04	0.06	-	3.06	482.04*	356.25**
Error	خطا	28	19.43	46.04	192.05	1114.86	0.04	0.03	-	2.74	34.94	23.61
GCA/SCA		-	1.18	0.61	0.85	0.48	4.75*	4.67*	-	3.45*	0.85	0.40

S: شرایط تنش

N: شرایط بدون تنش

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

S:Stress condition

N:Non stress condition

* and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۴- برآورد میزان اثر ترکیب‌پذیری عمومی والدین در تلاقی دی‌آلل در لوبیا سفید

Table 4. Estimate of the GCA effect of the parents in the diallel crosses of white bean

شماره	والدین	تعداد غلاف در بوته		تعداد دانه در بوته		تعداد دانه در غلاف		وزن صددانه		عملکرد دانه	
		Pods/plant		Seeds/plant		Seeds/pod		100 Seed weight		Seed yield	
No	Parents	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
1	Daneshkadeh	-2.81*	-2.32	-5.14*	6.83*	0.002	0.03	-	-0.63	-2.48	-2.38
2	KS41105	-0.89	-7.46*	-9.39*	-18.11*	0.140	0.25	-	1.75*	-0.49	-4.05*
3	KS41235	-7.20*	-0.97	-23.42*	-3.75	0.070	-0.02	-	-0.43	-6.91*	3.82*
4	Dehghan	-0.42	8.09*	-1.42	24.57*	0.060	0.05	-	-1.38	-2.80*	5.90*
5	KS41107	11.32*	2.65	39.37*	4.11	-0.280	-0.32	-	0.69	13.14*	-3.29*
(Gi)	اختلاف بحرانی	2.39	2.97	4.24	6.58	0.51	0.48	-	1.47	2.77	2.51

S: شرایط تنش

N: شرایط بدون تنش

* : معنی دار در سطح احتمال پنج درصد .

S:Stress condition

N:Non stress condition

*: Significant at 5% of probability level.

جدول ۵- برآورد میزان اثر ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌های دی‌آلل در لوبیا سفید

Table 5. Estimates of the SCA effect in the diallel crosses of white bean

تلاقی ها Crosses		تعداد غلاف در بوته Pods/plant		تعداد دانه در بوته Seeds/plant		تعداد دانه در غلاف Seeds/pod		وزن صددانه 100 Seed weight		عملکرد دانه Seed yield	
		N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
1×2		-7.71*	2.43	-16.84*	23.28*	0.090	0.380	-	0.12	-4.89*	8.59*
1×3		8.64*	9.57*	31.58*	31.80*	0.130	0.020	-	2.29*	13.84*	7.46*
1×4		-5.03*	-15.33*	-15.42*	-49.80*	0.250	0.005	-	-0.52	-3.28	-13.95*
1×5		-0.25	7.74*	23.03*	40.26*	0.050	-0.090	-	-0.68	3.15	5.37*
2×3		1.70	7.22*	12.27*	26.79*	-0.120	0.010	-	2.52*	2.54	6.82*
2×4		-9.07*	-12.31*	24.49*	-31.64*	0.120	0.190	-	0.48	-2.86	-7.37*
2×5		17.66*	-3.20	73.06*	25.05*	0.007	-0.180	-	-0.79	24.51*	-11.66*
3×4		1.48	29.75*	7.09*	70.58*	0.030	-0.330	-	-0.26	3.40	37.56*
3×5		10.41*	6.19*	52.31*	33.87*	0.320	0.470	-	2.10*	21.93*	13.43*
4×5		31.81*	30.26*	113.16*	91.87*	0.007	-0.070	-	-0.09	32.22*	8.83*
(S_{ij})	اختلاف بحرانی	3.42	4.24	6.06	9.41	0.510	0.690	-	2.09	3.96	3.59

S: شرایط تنش

N: شرایط بدون تنش

*: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد.

S:Stress condition

N:Non stress condition

*: Significant at 5% of probability level.

میانگین‌ها نیز این هیبرید با مقدار ۹۷/۷۳ برترین ژنوتیپ بود. در شرایط تنش خشکی بهترین ترکیب‌پذیری خصوصی از تلاقی دو والد شماره ۳ و ۴ به میزان ۳۷/۵۶ گرم به دست آمد. برای تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی در هر دو شرایط از تلاقی دو والد شماره ۴ و ۵ به دست آمد. برای وزن صددانه بیشترین میزان SCA از تلاقی دو والد شماره ۲ و ۳ به میزان ۲/۵۲ حاصل شد.

به منظور محاسبه پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن و جینکز آزمون معتبر بودن فرضیات انجام شد و فرضیات هیمن مبنی بر این‌که هر مکان ژنی دارای دو آلل است، ژن‌ها به صورت مستقل در والدین توزیع شده‌اند و اثر غیر آللی وجود ندارد صادق بود. پارامترهای ژنتیکی مورد ارزیابی در شرایط آبیاری مطلوب در جدول ۶ آمده است. واریانس افزایشی (D) برای تعداد دانه در غلاف معنی‌دار و برای سایر صفات (غلاف در بوته، دانه در بوته و عملکرد دانه) غیر معنی‌دار بود. واریانس غالبیت (H) برای کلیه صفات به جز تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود، در نتیجه اثر غیر افزایشی (غالبیت) در کنترل صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه از اهمیت بالاتری برخوردار بود. نتایج به دست آمده به روش گریفینگ نیز موید این نکته بود. بنابراین برای اصلاح این صفات از روش‌های به‌نژادی مبتنی بر دورگ‌گیری می‌توان بهره جست. در شرایط تنش خشکی جزء اثر افزایشی (D) برای تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه غیرمعنی‌دار و برای تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه معنی‌دار بود. جزء غیر افزایشی (H) برای کلیه صفات به جز وزن صد دانه معنی‌دار است (جدول ۷). در نتیجه اثر غیر افزایشی از اهمیت بالاتری در کنترل صفات برخوردار است. هوسفیلد و همکاران (Hosfield *et al.*, 1988) اثرات غالبیت و افزایشی مثبت و معنی‌داری را در تلاقی دی‌آلل ۸×۸ لوبیا مشاهده کردند.

برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد بوته در شرایط آبیاری مطلوب میانگین درجه غالبیت بیشتر از یک برآورد شد (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی نیز میانگین درجه غالبیت برای کلیه صفات به جز وزن صددانه بیشتر از یک برآورد شد که بیانگر وجود فوق غالبیت برای صفات فوق بود. برای وزن صددانه در شرایط تنش خشکی حالت غالبیت کامل وجود داشت. نسبت KD/KR در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی برای کلیه صفات به جز تعداد دانه در غلاف بیشتر از یک برآورد شد، بنابراین تعداد ژن‌های غالب بیشتر از ژن‌های مغلوب بودند (جدول‌های ۶ و ۷). بر اساس تحقیق انجام شده در سال ۱۳۸۳، در ارزیابی شش لاین لوبیا چیتی با استفاده از روش دی‌آلل در شرایط آبیاری مطلوب برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه حالت فوق غالبیت تعیین شد ولی کوین (Coyne, 1969) برای عملکرد دانه غالبیت ناقص را گزارش کرده است.

میزان وراثت‌پذیری عمومی عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب نسبتاً بالا بود،

جدول ۶- برآورد پارامترهای ژنتیکی در شرایط بدون تنش در لوبیا سفید به روش هیمن

Table 6. Estimates of genetic parameters in non stress condition for white bean with Hayman method

Character	صفت	واریانس غالبیت Dominance variance (H)	واریانس افزایشی Additive variance (D)	درجه غالبیت Degree of dominance	KD/KR	وراثت پذیری عمومی Broad sense heritability	وراثت پذیری خصوصی Narrow sense heritability
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	1079.67*	66.44	4.03	1.19	0.95	0.42
Seeds/plant	تعداد دانه در بوته	16527.40*	634.59	5.10	1.34	0.96	0.38
Seeds/pod	تعداد دانه در غلاف	0.03	0.09*	0.57	0.99	0.58	0.47
Seed yield	عملکرد	1610.42*	67.56	4.88	1.17	0.93	0.36

*: Significant at 5% of probability level.

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول ۷- برآورد پارامترهای ژنتیکی در شرایط تنش خشکی در لوبیا سفید به روش هیمن

Table 7. Estimates of genetic parameters in water stress condition for white bean with Hayman method

Character	صفت	واریانس غالبیت Dominance variance (H)	واریانس افزایشی Additive variance (D)	درجه غالبیت Degree of dominance	KD/KR	وراثت پذیری عمومی Broad sense heritability	وراثت پذیری خصوصی Narrow sense heritability
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	1357.11*	65.26	4.56	1.54	0.89	0.25
Seeds/plant	تعداد دانه در بوته	10620.98*	259.36	6.39	1.68	0.72	0.15
Seeds/pod	تعداد دانه در غلاف	0.16*	0.12*	1.17	0.72	0.77	0.53
100 Seed weight	وزن صد دانه	4.57	4.17*	1.05	1.16	0.52	0.42
Seed yield	عملکرد	1351.03*	56.92	4.87	2.25	0.92	0.23

*: Significant at 5% of probability level.

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

به‌طوری‌که از حداقل ۰/۵۸ برای تعداد دانه در غلاف تا ۰/۹۶ برای تعداد دانه در بوته به دست آمد (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی برای عملکرد بوته میزان وراثت‌پذیری عمومی ۰/۹۲ برآورد شد. میزان وراثت‌پذیری خصوصی عملکرد در هر دو شرایط پائین بود به طوری که در شرایط مطلوب ۰/۳۶ و در شرایط تنش خشکی ۰/۲۳ به دست آمد. در شرایط تنش خشکی بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی مربوط به تعداد دانه در غلاف (۰/۵۳) و وزن صددانه (۰/۴۲) بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی برای عملکرد دانه لوبیا از ۰/۰۵ تا ۰/۹۴ توسط محققین متعددی گزارش شده است. داودی فر (Davoodifar, 2006) میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی عملکرد دانه لوبیا را ۸۶ و ۱۳ درصد گزارش کرد، این در حالی است که دری و همکاران (Dorri *et al.*, 2005) میزان وراثت‌پذیری خصوصی عملکرد دانه را ۰/۳۳ عنوان کردند. با توجه به پائین بودن وراثت‌پذیری خصوصی تمرکز برروی صفت عملکرد دانه نمی‌تواند در اصلاح برای افزایش عملکرد دانه تاثیر قابل توجهی ایجاد کند اما چون وراثت‌پذیری خصوصی اجزای عملکرد نسبتاً بالابود، از این رو می‌توان با تمرکز برروی اجزای عملکرد نسبت به اصلاح غیر مستقیم عملکرد دانه اقدام کرد.

با توجه به نتایج به دست آمده والدKS41107 با توجه به GCA مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط مطلوب، به عنوان بهترین والد جهت افزایش تولید در برنامه‌های هیبریداسیون معرفی می‌شود. این والد همچنین از نظر SCA نیز در اغلب تلاقی‌ها (به جز یک مورد) نیز مثبت و معنی‌دار بود که از این نظر هم نسبت به سایر والدین اولویت دارد. این والد تنها والدی بود که دارای GCA مثبت معنی‌دار برای صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته در هر دو شرایط تنش و بذون تنش خشکی بود. برای شرایط تنش خشکی رقم دهقان به عنوان بهترین والد جهت برنامه‌های دورگ‌گیری با هدف افزایش تولید پیشنهاد می‌شود. این رقم از نظر صفات تعداد غلاف ثر بوته و تعداد دانه در بوته در شرایط تنش نیز GCA مثبت و معنی‌دار نشان داد.

References

Anonymous. 2005. FAO. Statistics of Agricultural Crops in the World. Appeared on: http://www.fao.org.

Anonymous. 2006. Statistics of Agricultural Crops. Center of Statistics and Information, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).

Christiansen, M., and Graham, P. H. 2002. Variation in nitrogen fixation among Andean bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes grown at low and high levels of phosphorus supply. Field Crops Research 73:133-142.

Conti, L. 1985. Conclusive results of a selection programme for obtaining a dwarf bean (*P. vulgaris*) resistant to some viruses and characterized by agronomical qualities. Genet. Agrar. 39 (1): 51-63.

Coyne, D.P. 1969. Heritability and selection of yield components in beans. Annual. Report of Improvement Cooperation 12:14-15.

Davoodifar, F. 2006. Genetic analysis of traits in common bean by diallel method in F2 generation. MSc. Thesis, College of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran (in Persian).

Dickson, M. H. 1967. Diallel analysis of seven agronomic characters in span bean. Crop Science 7:122-124.

Dorri, H. R., Ghannadha, M. R., and Asadi, B. 2005. Combining ability analysis of quantitative and qualitative traits in chitti beans (*Phaseolus vulgaris*). Abstracts Book of the 1st National Pulse Symposium. Mashhad, Iran (in Persian).

Dorri, H. R., Ghannadha, M. R., Ghadiri, A., and Asadi, B. 2006. Genetic analysis of quantitative and qualitative traits of chitti beans. Book of Abstracts of the 9th Iranian Genetics Congress. Millad Hospital Center, Tehran, Iran (in Persian).

Foolad, M. K., and Bassiri, A., 1983. Estimates of combining ability, reciprocal effects and heterosis for yield and components in a common bean diallel cross. Journal of Agricultural Science, (Camb.) 100 (1): 103-108.

Hosfield, G. L., Isleib, T. G., and Uebersax, M. A. 1988. Genetic analysis of F2, F3, and F4 dry bean populations for yield and culinary. Annual Report of Bean Improvement Cooperation 31:34-35.

Marjani, A. 1995. Investigation of phenotype and genotype conversions on quantitative traits and correlation among them with yield by path analysis. MSc. Thesis, College of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran (in Persian).

Naseh Ghafori, E., Bihamta, M.R., Zali, A. A., Dorri, H. R., Afzali, M., and Sadeghpor, N. 2008. Genetic diversity and stud y of effective traits on yield and yield components in red bean cultivars under limited and normal irrigation. Book of Abstracts of the 10th Iranian Genetics Congress. Razi Conferences Hall, Tehran, Iran (in Persian).

Nienhuis, J., and Singh, S. P. 1986. Combining ability analysis and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. Crop Science 26 (1): 21-27.

Nienhuis, J., and Singh, S. P. 1988. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle-American origin. Genetic variance, heritability and expected response from selection. Plant Breeding 101 (2): 155-163.

Radkove, P. and Mitranov, L. 1983. Breeding and genetic studies of four intercultivar kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crosses. Genetics and Plant Breeding (Sofia) 16 (3): 204-208.

Sadeghpor, N., Bihamta, M. R., Zali, A. A., Rahimi, B., Naseh Ghafori, E., and Dorri, H. R. 2008. Genetic analysis of characteristics in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under normal irrigation and water stress condition. Book of Abstracts of the 10^{th} Iranian Genetics Congress. Razi Conference Hall, Tehran, Iran (in Persian).

Singh, A. K., and Saini, S. S. 1983. Heterosis and combining ability studies in french bean. SABRAO Journal 15 (1): 17-22.

Singh, S. P., Urrea, C., Gutierrez, J. A, and Garcia, J. 1989. Selection for yield at low fertilizer levels in small-seeded common bean. Canadian Journal of Plant Science 69: 1011-1017.