

تجزیه دای آل عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آبیاری کامل و تنش کم آبی به روش گریفینگ

شهاب خاقانی*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران

چکیده

به منظور بررسی تجزیه دای آل عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی لوبیا در شرایط آبیاری کامل و تنش کم آبی، تحقیقی با ۶ لاین لوبیای قرمز و تمامی تلاقی های مربوط به آن، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در دو محیط تنش و بدون تنش در مزارع تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش مشتمل بر ۲۱ ژنوتیپ بود که ۶ ژنوتیپ مربوط به والدین و مابقی نسل F₂ تلاقی های مربوط به آنها بود. نتایج نشان داد با توجه به اینکه قابلیت ترکیب پذیری عمومی برای بسیاری از صفات در هر دو شرایط معنی دار می باشد نقش اثرات افزایشی زن ها در کنترل این صفات بسیار حائز اهمیت است. قابلیت ترکیب پذیری خصوصی نیز در تعدادی از صفات معنی دار می باشد که نشان دهنده نقش اثرات غیر افزایشی بوده است. معنی دار بودن نسبت GCA/SCA در صفات نشان می دهد در این صفات اثرات افزایشی زن ها نسبت به اثرات غیر افزایشی از اهمیت بالاتری برخوردار می باشند. در شرایط تنش صفت عملکرد تحت کنترل اثرات افزایشی و غیر افزایشی می باشد. در هر دو شرایط، واریانس غیر افزایشی از اهمیت بالاتری در کنترل این صفت عملکرد برخوردار می باشد. بیشترین میزان ترکیب پذیری عمومی صفت عملکرد در شرایط غیر تنش، مربوط به ژنوتیپ صیاد و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ اختر بود؛ در شرایط تنش خشکی والد KS31169 بالاترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار را برای صفت عملکرد از خود نشان داده است. در شرایط غیر تنش، تلاقی AND1007×اختر و در شرایط تنش خشکی، تلاقی های اختر×KS31169 و D81083×گلی بالاترین ترکیب پذیری خصوصی را برای عملکرد دارند.

واژه های کلیدی: لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، دای آل، شرایط کامل، تنش کم آبی

* نویسنده مسئول: E-mail : sh-khaghani@iau-arak.ac.ir

مقدمه

انواع لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، ۵۰٪ حبوبات مصرفی در سراسر جهان را در بر می گیرد و منبع اصلی پروتئین در رژیم غذایی بسیاری از کشور های در حال توسعه به شمار می رود (۵ و ۶). این محصول حاوی سطح بالایی از ویتامین ها و مواد معدنی بوده و در آمریکا بیش از چهارصد و نود و یک میلیون دلار در سال فروش دارد. بنابراین یک ماده غذایی مهم به شمار می رود (۱۰ و ۲۹). بر اساس آمار منتشره از سوی FAO در سطح جهان ۲۹۸۸۱۷۲۱ هکتار به کشت لوبیا خشک اختصاص دارد در ایران این گیاه در سطحی معادل ۹۲۰۰۰ هکتار کشت می شود که متوسط عملکرد آن برابر با ۲۱۷۳۶ هکتوگرم بر هکتار (Hg/Ha) می باشد (۸). این محصول با داشتن ۲۰ تا ۲۵٪ پروتئین می تواند جایگزین مناسبی برای گوشت باشد (۳).

خشکی یکی از عوامل محدود کننده تولید و خطری جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان است. خشکی زمانی اتفاق می افتد که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش آب در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش دهند. خشکی غالباً یک عامل کاهش دهنده عملکرد می باشد و این حتی در مواردی که صدمه وارد شده مشهود نباشد نیز صادق است (۲۶). تنش خشکی باعث کاهش بیش از ۶۰٪ از تولید این محصول می گردد (۲۵). پیش بینی می شود که در آینده تغییرات اقلیمی در جهت گرم شدن هوا بوده و در نتیجه نیاز آبی گیاهان افزایش یافته و استفاده از منابع آب هر چه بیشتر محدود می گردد (۳۰). در حال حاضر نیز اکثر مناطق جهان خشک اند اما مدت و شدت آن از یک منطقه آب و هوایی به منطقه دیگر بسیار متغیر است. در کمربند عریضی از قسمت های جنوبی آسیا، هند، آفریقا و خاورمیانه و سایر نقاط از قسمتهای شمال آرژانتین و شمال شرقی برزیل تا مکزیک، تولید مواد غذایی عمدتاً محدود به باران های غیر منظم است و خشکی یک تهدید جدی برای تولید محصولات زراعی در بیشتر کشورهای این مناطق به شمار می رود. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی متر در زمره مناطق خشک جهان طبقه بندی می شود (۲).

با توجه به اهمیت مطالعه تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان و گسترش روزافزون کشت و تولید لوبیا، شناخت توان ژنتیکی نهفته موجود در این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار می باشد (۱). همچنین در مسیر برنامه های اصلاحی بایستی از نحوه عمل ژن، توارث پذیری و تعداد ژن های کنترل کننده صفات مطلع بود تا بتوان استراتژی های اصلاحی را بر آن استوار کرد (۱۸).

سیستم تلاقی های دی آلل یکی از معمول ترین روش های برآورد پارامترهای ژنتیکی و شاخص های آماری است. اصول و مبانی این نوع تلاقی ها را جینکز و هیمن (۱۹۵۳)، هیمن (۱۹۵۴) و همچنین گریفینگ (۱۹۵۶) ارائه نموده اند و از آن پس این روش توسط بسیاری از متخصصان اصلاح نباتات جهت تجزیه و تحلیل صفات کمی در ارتباط با وضعیت ژن ها، نحوه انتقال آنها و تجزیه علل تنوع استفاده شده

اند و از متغیرهای آماری نظیر میانگین، واریانس و کوواریانس برای سنجش تنوع و نحوه وراثت صفات استفاده شده است (۱۶-۱۲ و ۱۹).

دیکسون (۱۹۶۷)، در تلاقی دی آلل 7×7 لوبیا سبز برای تعیین توارث زمان گل دهی نشان داد توارث تا حد زیادی توسط اثرات افزایشی ژن کنترل می گردد (۷). فولاد و بصیری (۱۹۸۳) و ساین (۱۹۸۳)، هتروزیس معنی داری را در مورد تعداد غلاف در بوته لوبیا گزارش نمودند و ارزش آن را بر اساس والد برتر بین ۶۹ تا ۴۵/۹٪ بیان نمودند (۹ و ۲۸). نین هوس و ساین (۱۹۸۶)، در نتیجه تجزیه و تحلیل قابلیت ترکیب پذیری روی لوبیا دو وارسته پیدا نمودند که هم برای عملکرد دانه و هم برای وزن دانه ترکیب پذیری عمومی (GCA) مثبتی را نشان دادند، به طوری که نتاج حاصل از تلاقی این دو وارسته برای به دست آوردن لاین هایی با عملکرد بالا و دانه های درشت اهمیت زیادی داشتند. آن ها اثرات ژنی افزایشی و غیر افزایشی در عملکرد و اجزای آن را گزارش نمودند و اثرات افزایشی غالب بودند (۲۲). فولاد و بصیری (۱۹۸۳) و میترانو (۱۹۸۳)، هتروزیس را برای گل دهی زود هنگام در لوبیا گزارش نمودند. هر دو واریانس GCA و SCA قابل توجه بودند اما میزان ترکیب پذیری عمومی بیشتر از ترکیب پذیری خصوصی بود (۹ و ۲۱).

توکادیا و همکاران (۲۰۰۶)، تلاقی دای الی را با ۹ والد برای تجزیه اجزا ژنتیکی عملکرد غلاف و صفات مرتبط با آن، در لوبیا انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد هر دو جزء افزایشی و غیر افزایشی برای عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد مهم بودند (۳۱). پیرا سیلوا و همکاران (۲۰۰۷)، در یک تلاقی دای الی با ۸ والد، ترکیب پذیری را در لوبیای معمولی تخمین زدند (۲۴). گنکالوس وی دیگال و همکاران (۲۰۰۸)، قابلیت ترکیب پذیری و هتروزیس را در کولتیوارهای لوبیا مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق ۱۵ هیبرید حاصل از تلاقی دای الی به همراه والدین آنها مورد بررسی قرار گرفتند (۱۱). کیمانی و دراما (۲۰۰۹)، از تلاقی های دای الی جهت آنالیز قابلیت ترکیب پذیری برای بعضی صفات در لوبیا تحت شرایط سفر محدود و میزان بالای سفر، استفاده کردند (۱۷). مندرس و همکاران (۲۰۰۹)، در یک تلاقی دای الی جزئی با ۶ والد، شاخص های انتخاب برای گزینش جمعیت های در حال تفرق در لوبیا را مورد ارزیابی قرار دادند. جمعیت مورد استفاده در این تحقیق، جمعیت های F_2 و F_3 حاصل از تلاقی ها بوده است (۲۰). آرونگا و همکاران (۲۰۱۰)، آنالیز دای الی را برای صفات مهم لوبیا انجام دادند و قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی را برای والدین و تلاقی ها مشخص نمودند. اثرات افزایشی و غالبیت برای صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع، تعداد غلاف در گیاه، وزن غلاف، طول غلاف و قطر غلاف به صورت معنی داری مشاهده گردید (۴).

مواد و روش ها

در این تحقیق ۶ لاین لوبیای قرمز مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به عدم گزارش توارث مادری در خصوص لوبیا، فقط تلاقی های مستقیم (یک طرفه) صورت پذیرفت. در سال اول کلیه والدین کشت گردیده و تلاقی های مورد نظر صورت پذیرفت. بدلیل عدم وجود بذر کافی در سال بعدی بذور F_1 کشت گردید و در سال سوم ژنوتیپ های حاصل از سال قبل به همراه والدین در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در دو محیط تنش و بدون تنش مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش مشتمل بر ۲۱ ژنوتیپ است که ۶ ژنوتیپ مربوط به والدین و مابقی نسل F_2 تلاقی های مربوط به آنها بود. هر کرت (واحد آزمایشی) شامل ۳ ردیف به طول تقریبی ۲/۵ متر با فاصله خطوط ۵۰ سانتی متر و فاصله بذور روی خطوط ۷ سانتی متر در نظر گرفته می شود. مراقبت های زراعی نظیر آبیاری، مبارزه با علف های هرز و... به طور منظم بر اساس برنامه تعیین شده و یا بر حسب ضرورت انجام شد. در این آزمایش کلیه بوته های مربوط به هر ژنوتیپ در هر کرت شماره گذاری و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱: ترتیب کشت ژنوتیپ های حاصل از تلاقی ها و والدین در بررسی تلاقی دای آل ۶×۶ یک طرفه

ژنوتیپ	ردیف	ژنوتیپ	ردیف
D81083 × صیاد	۱۲	گلی × اختر	۱
KS ₃₁₁₆₉ × AND ₁₀₀₇	۱۳	D81083 × اختر	۲
AND ₁₀₀₇ × صیاد	۱۴	AND ₁₀₀₇ × اختر	۳
KS ₃₁₁₆₉ × صیاد	۱۵	اختر × KS ₃₁₁₆₉	۴
اختر	۱۶	اختر × صیاد	۵
گلی	۱۷	D81083 × گلی	۶
D81083	۱۸	AND ₁₀₀₇ × گلی	۷
AND ₁₀₀₇	۱۹	KS ₃₁₁₆₉ × گلی	۸
KS ₃₁₁₆₉	۲۰	گلی × صیاد	۹
صیاد	۲۱	D81083 × AND ₁₀₀₇	۱۰
		KS ₃₁₁₆₉ × D81083	۱۱

تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین های داده های جمع آوری شده برای هر صفت به طور جداگانه با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفتند. تجزیه دی آل صفات به روش هیمن (مورلی جونز) و گریفینگ توسط نرم افزار Dial 98 انجام گرفت (۲۷ و ۳۲).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌ها (والدین و هیبریدها) در جدول های ۲ و ۳ ارائه گردیده است؛ بر این اساس کلیه صفات مورد بررسی، معنی دار گردیدند. تجزیه اثرات ژنوتیپ به اثرات ترکیب پذیری عمومی (GCA) و ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای صفات مورد بررسی در جداول ۴ و ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که GCA برای بسیاری از صفات در هر دو شرایط معنی دار می‌باشد که نشان دهنده نقش مهم اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات است. SCA نیز در تعدادی از صفات معنی دار می‌باشد. در صفاتی که SCA معنی دار گردیده، نقش اثرات غیر افزایشی مؤثر بوده است. معنی دار بودن نسبت GCA/SCA در صفات نشان می‌دهد در این صفات اثرات افزایشی ژن‌ها نسبت به اثرات غیر افزایشی از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشند.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی تحت شرایط آبیاری کامل

میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	R9	R6		
۱۷۹۸۶/۷۹**	۱۳۳۲/۲۷*	۳۴۵/۸۵**	۴۱۳/۳۱*	۸۹۶/۳۳**	۴۰۳/۳۶**	۲	بلوک
۱۲۸۱۱/۴۷**	۶۶۲/۶۵*	۱۵۶/۴۷**	۶۶۳/۲۲**	۱۶۳/۴۲**	۱۷۰/۹۷**	۲۰	ژنوتیپ
۱۲۲۹/۸۵	۳۱۱/۳۳	۵۴/۰۳	۱۰۵/۸۱**	۵۷/۰۹	۴۷/۹۸	۴۰	خطا
۶۳/۸۲	۲۶/۵۳	۲۶/۵۰	۱۵/۲۵	۸/۲۴	۲۷/۵۹	(%)	ضریب تغییرات

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش

میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	R9	R6		
۱۵۹۷۳/۷۷**	۱۳۳۲/۲۷*	۳۴۵/۸۵**	۴۱۳/۳۱*	۸۹۶/۳۳**	۷۰۳/۳۶**	۲	بلوک
۱۲۷۸۹/۷۱**	۶۶۲/۶۵*	۱۵۶/۴۷**	۶۶۳/۲۲**	۱۶۳/۴۲**	۸۷۰/۹۷**	۲۰	ژنوتیپ
۱۲۳۵/۵۱	۳۱۱/۳۳	۵۴/۰۳	۱۰۵/۸۱	۵۷/۰۹	۲۱۵/۴۳	۴۰	خطا
۳۱/۶۳	۲۶/۵۳	۲۶/۵۱	۱۵/۲۶	۸/۲۴	۲۷/۵۹	(%)	ضریب تغییرات

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

جدول ۴: تجزیه واریانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری کامل

میانگین مربعات							درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	R9	R6			
۴۲/۹۱ ^{ns}	۱۹۸/۴۹ ^{ns}	۲۸/۳۶ ^{ns}	۲۳۴/۱۲ ^{ns}	۸۴/۲۷*	۲۷/۸۷ ^{**}	۵	GCA	
۱۴/۷۵ ^{ns}	۴۵۴/۷۷ ^{ns}	۱۳۴/۷۳ ^{ns}	۵۸۱/۱۵ ^{**}	۴۶/۳۸ ^{ns}	۱۷/۸۸ ^{**}	۹	SCA	
۲۱/۵۲	۳۶۳/۵۰	۶۷/۰۱	۱۰۸/۱۴	۲۳/۸۵	۴/۵۹	۲۸	Error	
۲/۹۱ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۴۱ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۱/۵۶ ^{ns}	-	GCA/SCA	

ns و **، * به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

جدول ۵: تجزیه واریانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در شرایط تنش

میانگین مربعات							درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	R9	R6			
۶۲/۴۱ ^{**}	۲۴۵/۶۳ ^{ns}	۲۸/۳۶ ^{ns}	۲۹۵/۱۷ ^{**}	۱۷۳/۴۴ ^{**}	۱۴۷/۱۳ ^{**}	۵	GCA	
۳۹/۴۶*	۴۶۲/۲۱ ^{ns}	۱۳۴/۷۶ ^{ns}	۶۶۰/۸۶ ^{**}	۱۴/۹۳ ^{ns}	۴۷/۸۸ ^{**}	۹	SCA	
۱۶/۴۰	۳۳۴/۷۵	۶۶/۹۹	۶۱/۰۳	۲۶/۵۵	۴/۸۳	۲۸	Error	
۱/۵۹ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۴۹ ^{ns}	۱۱/۶۲ ^{**}	۳/۰۸ ^{ns}	-	GCA/SCA	

ns و **، * به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

تعداد روز تا گل دهی (R6)

در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، همان طور که در جدول های ۴ و ۵ ملاحظه می گردد، GCA و SCA معنی دار گردیدند که نشان می دهد اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن ها در کنترل صفت دخیل می باشند. نسبت GCA/SCA معنی دار نگردید و نشان می دهد اثرات افزایشی در کنترل این صفت از اهمیت کمتری برخوردار اند. در شرایط بدون تنش، بیشترین میزان GCA مربوط به والد ۵ و کمترین آن مربوط به والد ۶ می باشد (جدول ۶) و بررسی مقادیر SCA نشان می دهد که تلاقی های ۱×۳ و ۱×۵ بیشترین مقدار و تلاقی های ۱×۲ و ۳×۵ کمترین مقدار SCA را دارا می باشند (جدول ۸). در شرایط تنش علاوه بر والد شماره ۵، والد شماره ۲ نیز ترکیب پذیری عمومی زیادی از خود نشان داده است و بالاترین ترکیب پذیری خصوصی مربوط به تلاقی های ۱×۳ و کمترین آن را در تلاقی ۱×۲ شاهد هستیم. دیکسون (۱۹۶۷)، در تلاقی دی آلل ۷×۷ لوبیا سبز برای تعیین توارث زمان گل دهی نشان داد توارث تا حد زیادی توسط اثرات افزایشی ژن کنترل می گردد (۷).

جدول ۶: برآورد مقادیر ترکیب پذیری عمومی (GCA) ژنوتیپ‌های لوبیا برای صفات مورد ارزیابی در شرایط آبیاری کامل

ژنوتیپ	R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
۱	۰/۵۹	۱/۳۵	-۴/۰۴	-۱/۸۶	-۶/۸۶*	-۲/۰۱
۲	۰/۸۵	۰/۷۰	۴/۱۴	۰/۲۱	-۱/۰۱	-۰/۳۴
۳	-۰/۲۹	-۰/۵۵	-۱/۱۸	-۰/۷۹	-۰/۴۱	۰/۲۶
۴	۰/۰۷	-۰/۹۴	-۲/۷۳	-۱/۱۰	۰/۸۱	۰/۰۱
۵	۱/۵۹*	۳/۶۹*	۶/۸۰*	۲/۱۰	۵/۴۵*	۰/۶۲
۶	-۲/۸۱*	-۴/۲۴*	-۳/۰۰	۱/۴۴	۲/۰۱	۱/۵۱
G _i (5%)	۱/۳۵	۳/۰۸	۶/۵۷	۵/۱۷	۳/۸۹	۲/۹۳

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

جدول ۷: برآورد مقادیر ترکیب پذیری عمومی (GCA) ژنوتیپ‌های لوبیا برای صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش

ژنوتیپ	R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
۱	۰/۷۷	۲/۱۲	-۶/۸۸*	-۱/۸۶	-۸/۳	-۱/۲۱
۲	۱/۴۰*	۱/۰۴	۳/۱۴	۰/۲۱	-۰/۵۱	-۰/۴۵
۳	-۰/۶۷	-۱/۲۶	۱/۱۵	-۰/۷۹	-۰/۱۵	۰/۶۹
۴	۰/۰۵	-۰/۹	-۲/۲۳	-۱/۱	۱/۰۲	-۳/۰۴*
۵	۱/۷۱*	۴/۲۳*	۷/۳۰*	۲/۱	۴/۵۲	۳/۸۲*
۶	-۳/۲۶*	-۵/۲۳*	-۲/۵	۱/۴۴	۳/۴۱	۰/۱۸
G _i (5%)	۱/۳۹	۳/۲۵	۴/۹۴	۵/۱۷	۱۱/۵۷	۲/۵۶

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی (R9)

در هر دو شرایط تنش و غیر تنش، اثرات GCA معنی دار و SCA غیر معنی دار بودند، که بیانگر نقش مهم تر افزایشی ژن‌ها نسبت به غیر افزایشی است؛ همچنین معنی دار بودن نسبت GCA/SCA در شرایط تنش تاییدی بر نقش مهم اثرات افزایشی ژن‌ها دارد. در هر دو شرایط، بیشترین میزان GCA مربوط به والد ۵ و کمترین آن مربوط به والد ۶ بود، البته در شرایط تنش به جز والد شماره ۵ والد شماره ۲ نیز از ترکیب پذیری عمومی خوبی برخوردار است. به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های زودرس نیز می‌توان از والد ۶ در تلاقی‌ها استفاده نمود و نسبت به گزینش در نسل‌های در حال تفکیک اقدام و ژنوتیپ‌های زودرس را گزینش نمود. در هر دو شرایط تنش و غیر تنش، بیشترین SCA از تلاقی‌های ۱×۳، ۱×۶ و ۳×۶ و کمترین SCA از تلاقی ۱×۲، ۱×۴ و ۳×۵ به دست آمده است، همچنین در شرایط تنش تلاقی

۵×۶ نیز توانسته قدرت ترکیب پذیری خوبی از خود نشان دهد. این نتایج با نتایج سایر محققین از جمله پیرا سیلوا و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد (۲۴).

جدول ۸: مقادیر قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) تلاقی برای صفات مورد ارزیابی در شرایط آبیاری کامل

عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	R9	R6	تلاقی
۳/۴۹	۱۴/۰۱	۴/۰۹	۶/۶۳	-۳/۱۵	-۴/۲۴*	۱*۲
-۵/۶۲	-۲۰/۴۴	-۱۲/۶۳	-۲۹/۵۷	۳/۵	۳/۱۳	۱*۳
۴/۰۵	۱۵/۸۰	۸/۲۷	۹/۴۶	-۳/۸۹	-۰/۳۹	۱*۴
-۱/۸	-۹/۵۳	-۴	۶/۱۷	۱/۹۱	۲/۴۱	۱*۵
-۰/۱۲	۰/۱۶	۴/۲۷	۷/۳۱	۱/۶۲	-۰/۹۱	۱*۶
۰/۷۴	۵/۸۴	۳/۸۱	۱۶/۸۹	-۰/۶۱	۰/۹۹	۲*۳
-۲/۱۸	-۷/۸۵	-۲/۳۴	-۱/۹	۳/۴۶	۰/۴۱	۲*۴
۰/۰۵	-۱/۴۲	۰/۶۶	-۱۲/۰۵	۲/۲۱	۱/۳۴	۲*۵
-۲/۱	-۱۰/۵۷	-۶/۲۲	-۹/۵۸	-۱/۹۲	۱/۴۹	۲*۶
-۰/۵۳	-۲/۴۶	۱/۰۶	۰/۵۱	-۳/۴۳	-۱/۴۹	۳*۴
۲/۴۵	۱۰/۲۱	۴/۳۲	۸	-۳/۷۴	-۲/۸۴	۳*۵
۲/۹۷	۶/۸۵	۵/۵۶	۴/۱۶	۴/۲۷	۰/۲۱	۳*۶
-۰/۶۴	-۴/۱۶	-۱/۱۳	-۴/۱۵	۳/۷۲	۰/۶۷	۴*۵
-۰/۷	-۱/۳۳	-۳/۷۵	۳/۹۲	۰/۱۳	۰/۷۹	۴*۶
-۰/۰۵	۴/۹	۰/۱۵	۲/۰۳	-۴/۱۱	-۱/۵۸	۵*۶
۸/۰۵	۳۳/۱۲	۱۴/۲۲	۱۸/۰۶	۸/۴۸	۳/۲۹	S _{ij} (5%)

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

ارتفاع بوته

با توجه به اینکه در شرایط بدون تنش فقط SCA معنی دار شده و GCA معنی دار نیست، پس اثرات غیر افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردارند، همچنین غیر معنی دار شدن GCA/SCA نیز نشان از اثرات غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می باشد.

در شرایط تنش آبی، هر دو پارامتر SCA و GCA معنی دار شده، پس هم اثرات افزایشی و هم اثرات غیر افزایشی در کنترل این صفت نقش دارند. نسبت GCA/SCA نیز معنی دار بود که مبین نقش مهم اثرات افزایشی در کنترل این صفت می باشد.

در هر دو شرایط، بیشترین مقدار GCA مربوط به والد ۵ بود و کمترین مقدار مربوط به والد ۱ و بیشترین میزان SCA از تلاقی ۲×۳ و کمترین SCA از تلاقی ۱×۳ به دست آمد.

این نتایج با تحقیقات توکادیا و همکاران (۲۰۰۶)، آرونکا و همکاران (۲۰۱۰) و سایر محققین کاملاً مطابقت دارد (۴ و ۳۰).

جدول ۹: مقادیر قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) تلاقی های لوبیا برای صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش

عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	R9	R6	تلاقی
۱/۷۹	۱۴/۳۳	۴/۰۹	-۲/۴۷	-۳/۶۸	-۲/۷۱	۱*۲
-۵/۸	-۲۰/۸۱	-۱۲/۶۳	-۲۸/۶۷*	۴/۲۴	۳/۶۶	۱*۳
-۰/۷۹	۱۵/۴۸	۸/۲۸	۱۲/۲۹	-۳/۲۱	-۱/۷۲	۱*۴
۳/۸۵	-۸/۷۱	-۴	۸/۹	۱	۱/۰۹	۱*۵
۰/۹۵	-۰/۲۹	۴/۲۷	۱۰/۰۴	۱/۶۵	-۰/۳۲	۱*۶
۳/۹۳	۴/۷۷	۳/۸۱	۲۳/۲۹*	۰/۳۳	۰/۲۱	۲*۳
۱/۴۹	-۶/۷۸	-۲/۳۴	-۱	۳/۶۶	-۰/۲۹	۲*۴
-۳/۴۷	-۰/۸۵	۰/۶۶	-۱۱/۱۵	۱/۰۷	۱/۰۷	۲*۵
-۳/۷۴	-۱۱/۴۷	-۶/۲۲	-۸/۶۸	-۱/۳۸	۱/۷۳	۲*۶
-۱/۷	-۳/۵۹	-۱/۰۶	-۱/۹۲	-۴/۴۱	-۰/۷۶	۳*۴
۲/۴۱	۹/۳۳	۴/۳۲	۵/۵۷	-۲/۷۴	-۱/۴۷	۳*۵
۱/۱۵	۱۰/۳	۵/۵۶	۱/۷۳	۲/۵۷	-۱/۶۴	۳*۶
-۱/۷۱	-۳/۱۷	-۱/۱۳	-۴/۷۵	۳/۷۴	۰/۹۳	۴*۵
۲/۷۱	-۱/۹۵	-۳/۷۵	-۴/۵۲	۰/۲۳	۱/۸۵	۴*۶
-۱/۰۷	۳/۴۱	۰/۱۵	۱/۴۳	-۳/۰۸	-۱/۶۲	۵*۶
۷/۰۳	۳۱/۷۸	۱۴/۲۱	۱۳/۵۷	۸/۹۵	۳/۸۱	S _{ij} (5%)

R6: تعداد روز تا گلدهی و R9: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

تعداد غلاف در بوته

در هر دو شرایط تنش و غیر تنش، GCA، SCA و پیامد آن نسبت GCA/SCA، برای صفت تعداد غلاف در بوته معنی دار نگردید. در هر دو شرایط نیز مقدار ترکیب پذیری عمومی هیچ یک از والدین و ترکیب پذیری هیچکدام از تلاقی ها معنی دار نگردید.

تعداد دانه در بوته

در هر دو شرایط تنش و غیر تنش، GCA، SCA و پیامد آن نسبت GCA/SCA، برای این صفت معنی دار نگردید. در شرایط بدون تنش خشکی، بیشترین میزان GCA مربوط به والد ۵ و کمترین میزان آن مربوط به والد ۱ بود (جدول ۶) و بر اساس جدول (۷)، بیشترین SCA از تلاقی ژنوتیپ های ۱×۴ به دست آمد، همچنین کمترین میزان SCA مربوط به تلاقی ۱×۳ بود.

در تمامی موارد مربوط به صفت تعداد دانه در بوته، در شرایط تنش خشکی نیز دقیقاً رفتاری مشابه به شرایط غیر تنش را شاهد هستیم. نتایج تحقیق حاصل با نتایج سایر محققین از جمله کیمانی و دراما (۲۰۰۹) و مندرس (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۱۷ و ۲۰). توکادیا و همکاران (۲۰۰۶)، نیز تلاقی دای الی را با ۹ والد برای تجزیه اجزاء ژنتیکی عملکرد غلاف و صفات مرتبط با آن، در لوبیا انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد هر دو جزء افزایشی و غیر افزایشی برای عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد مهم بودند که کاملاً مطابق با نتایج تحقیق حاضر می باشد (۳۱).

عملکرد دانه

GCA و SCA برای عملکرد در شرایط تنش، معنی دار گردیدند که نشان دهنده نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفت مربوطه می باشند. در هر دو شرایط، نسبت GCA/SCA معنی دار نگردید؛ لذا واریانس غیر افزایشی (اثرات غالبیت) از اهمیت بالاتری در کنترل این صفت برخوردار می باشد (جدول ۵). بیشترین میزان ترکیب پذیری عمومی در شرایط غیر تنش، مربوط به ژنوتیپ ۶ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ ۱ بود؛ در شرایط تنش خشکی والد ۵ بالاترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار و والد ۴ کمترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار را از خود نشان داده است.

در شرایط غیر تنش، تلاقی ۱×۴ و در شرایط تنش خشکی، تلاقی های ۱×۵ و ۲×۳ بالاترین ترکیب پذیری خصوصی را بر اع عملکرد دارند.

نین هوس و ساین (۱۹۸۸)، در نتیجه تجزیه و تحلیل قابلیت ترکیب پذیری روی لوبیا دو واریته پیدا نمودند که هم برای عملکرد دانه و هم برای وزن دانه ترکیب پذیری عمومی (GCA) مثبتی را نشان دادند، به طوری که نتایج حاصل از تلاقی این دو واریته برای به دست آوردن لاین هایی با عملکرد بالا و دانه های درشت اهمیت زیادی داشتند. آن ها اثرات ژنی افزایشی و غیر افزایشی در عملکرد و اجزای آن را گزارش نمودند و اثرات افزایشی غالب بودند (۲۳). توکادیا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند هر دو جزء افزایشی و غیر افزایشی برای عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد مهم بودند (۳۱). آرونگا و همکاران (۲۰۱۰)، آنالیز دای ال را برای صفات مهم لوبیا انجام دادند و قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی را برای والدین و تلاقی ها مشخص نمودند. اثرات افزایشی و غالبیت برای صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع، تعداد غلاف در گیاه، وزن غلاف، طول غلاف و قطر غلاف به صورت معنی داری مشاهده گردید (۴).

تشکر و قدردانی

نگارنده بر خود واجب می داند از حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک و معاونت پژوهش و فن آوری این واحد در راستای حمایت از اجرای این پژوهش تشکر نماید.

منابع

- ۱- جهانسوز، م.، نقوی، ر. و طالعی، ع. ر. ۱۳۸۵. تعیین روابط بین صفات مختلف در ارقام لوبیا چشم بلبلی. مجله علوم کشاورزی. ۱۲ (۱): ۱۴۳-۱۴۹.
- ۲- سرمدنیا، غ. ۱۳۷۴. اهمیت تنش های محیطی در زراعت. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. ۳۳۰ صفحه. صفحات ۱۶۲-۱۵۷.
- ۳- ون شونهوون، ا. و او. ویسست. ۱۹۹۱. زراعت و اصلاح لوبیا. ترجمه عبدالرضا باقری، علی اکبر محمودی و فرخ دین قزلی (۱۳۸۰). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- 4- Arunga, E. E., Van Rheenen, H. A. and Owuoch, J. O. 2010. Diallel analysis of Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties for important traits. African Journal of Agricultural Research, 5 (15), pp. 1951-1957.
- 5- Beebe, S. E., Rao, I. M., Blair, M. W. and Acosta-Gallegos, J. A. 2010. Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Drought Phenotyping in Crops: From Theory to Practice*, pp.311-334.
- 6- Beebe, S. E., Rao, I. M., Cajiao, C. and Grajales, M. 2008. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, 48(2), pp.582-592.
- 7- Dickson, M. H. 1967. Inheritance of fish face seed character in snap beans. Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 10:11.
- 8- FAOSTAT, 2014. Metadata, Production, Crops Food and Agriculture Organization of United Nations— Statistics Division (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> Accessed 28 May 2016)
- 9- Foolad, M. R. and Bassiri, A. 1983. Estimates of combining ability, reciprocal effects and heterosis for yield and yield components in a common bean diallel cross. The Journal of Agricultural Science, 100(01), pp.103-108.
- 10- Foschiani, A., Miceli, F. and Vischi, M. 2009. Assessing diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions at phenotype and molecular level: a preliminary approach. Genetic resources and crop evolution, 56(4), pp.445-453.
- 11- Gonçalves-Vidigal, M. C., Silvério, L., Elias, H. T., Vidigal Filho, P. S., Kvitschal, M. V., Retuci, V. S. and Silva, C. R. da. 2008. Combining ability and heterosis in common bean cultivars. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43(9), pp. 1143-1150
- 12- Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. 10: 31-50.
- 13- Griffing, B. 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian journal of biological sciences, 9(4), pp.463-493.
- 14- Hayman, B. I. 1954a. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics, 10(2), pp.235-244.
- 15- Hayman, B. I., 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 39(6), p.789.
- 16- Jinks, J. L. and Hayman, B. I., 1953. The analysis of diallel crosses. Maize genetics cooperation newsletter, 27, pp.48-54.
- 17- Kimani, J. M. and Derera, J. 2009. Combining ability analysis across environments for some traits in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under low and high soil phosphorus conditions. Euphytica, 166(1), pp.1-13.
- 18- Manifesto, M. M., Schlatter, A. R., Hopp, H. E., Suárez, E.Y. and Dubcovsky, J. 2001. Quantitative evaluation of genetic diversity in wheat germplasm using molecular markers. Crop science, 41(3), pp.682-690.
- 19- Mather, k. and Jinks, J. L. 1982. Biometrical Genetics. 3rd edi. Chapman & Hall, London. 396pp

- 20- Mendes, F. F., Ramalho, M. A. P. and Abreu, Â. D. F. B. 2009. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44 (10), pp. 1312-1318
- 21- Mitranov, L. 1983. A study of general and specific combining ability for productivity in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Genet Plant Breed (Sofia), 16, pp.176-180.
- 22- Nienhuis, J. and Singh, S. P. 1986. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. Crop Science, 26(1), pp.21-27.
- 23- Nienhuis, J. and Singh, S. P. 1988. Genetics of Seed Yield and its Components in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle-American Origin. Plant breeding, 101(2), pp.143-154.
- 24- Pereira, e., Silva, V. M., Ramalho, M. A. P., Abreu, Â. de F. B. and Silva, F. B. 2007. Estimation of competition parameters in common bean plants. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 7 (4), pp. 360-366.
- 25- Polania, J., Rao, I. M., Cajiao, C., Rivera, M., Raatz, B. and Beebe, S. 2016. Physiological traits associated with drought resistance in Andean and Mesoamerican genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica, pp.1-13.
- 26- Rao, I. M. 2014. Advances in improving adaptation of common bean and Brachiaria forage grasses to abiotic stresses in the tropics. In: Pessaraki M (ed) Handbook of plant and crop physiology, third edit. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York, pp 847-88
- 27- SAS Institute. 2004. The SAS System for Windows. Release 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- 28- Singh, A. K. and Saini, S. S. 1983. Heterosis and combining ability studies in French bean. SABRAO J, 15, pp.17-22.
- 29- Singh, S. P. 2001. Broadening the genetic base of common bean cultivars. Crop Science, 41(6), pp.1659-1675.
- 30- Timothy, G., Reeves, S., Rayaram, M. V., Ginkel, R., Trethowan, H., Braum, J. and Cassady, K. 2000. New wheat for a secure sustainable future. Agronomy Journal, 41-141.
- 31- Tukadiya, A. R., Kathiria, K. B. and Modha, K. G. 2006. Genetic components analysis for pod yield and its related traits in Indian bean (*Lablab purpureus* var. *typicus*). Vegetable Science, 33(2), pp.183-184.
- 32- Ukai, Y. 2006. Analysis of full and half diallel tables (DIAL. 98). Virtual Institute of Statistical Genetics. <http://Ibm.ab.a-u-tokyo.ac.jp/~ukai>.