یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۲- زمستان ۱۳۹٤

تجزیه دای آلل 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 آلل عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی لوبیا در شرایط آبیاری کامل و تنش کم آبی، تحقیقی با ٦ 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 ٦ ژنوتیپ مربوط به والدین و مابقی نسل F_2 تلاقی‌های 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 می‌باشد نقش اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بسیار حائز اهمیت است. قابلیت ترکیب پذیری خصوصی نیز در تعدادی از صفات معنی‌دار می‌باشد 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 ژن‌ها نسبت به اثرات غیر افزایشی از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشند. در شرایط تنش صفت عملکرد تحت کنترل اثرات افزایشی و غیر افزایشی می‌باشد. در هر دو شرایط، واریانس غیر افزایشی از اهمّیت بالاتری در کنترل این صفت عملکرد برخوردار می‌باشد. بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی صفت عملکرد در شرایط غیر تنش، مربوط به ژنوتیپ صیاد و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ اختر بود؛ در شرایط تنش خشکی والد Ks_{31169} بالاترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار را برای صفت عملکرد از خود نشان داده است. در شرایط غیر تنش، تلاقیAND_{1007}×اختر و در شرایط تنش خشکی، تلاقی های اختر×Ks_{31169} و D_{81083}×گلی بالاترین ترکیب پذیری خصوصی را برای عملکرد دارند.

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

---

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

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/٤/۲۸

مقدمه

انواع لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، ۵۰٪ حبوبات مصرفی در سراسر جهـان را در بـر مـی گیـرد و منبع اصلی پروتئین در رژیم غذایی بسیاری از کشور های در حال توسعه به شمار می رود (۵ و ٦). ایـن محصول حاوی سطح بالایی از ویتامین ها و مواد معدنی بوده و در آمریکا بیش از چهارصد و نود و یـک 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 اختصـاص دارد در ایـران این گیاه در سطحی معادل ۹۲۰۰۰ هکتار کشت می شود که متوسط عملکرد آن برابر با ۲۱۷۳٦ هکتـوگرم بر هکتار (Hg/Ha) می باشد (۸). این محصول با داشتن ۲۰ تا ۲۵٪ پروتئین می تواند جـایگزین مناسـبی 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 تـنش آب در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش دهند. خشکی غالباً یک عامل کاهش دهنـده عملکـرد مـی باشد و این حتی در مواردی که صدمه وارد شده مشهود نباشد نیز صادق است (۲٦). تنش خشکی باعث کاهش بیش از ٦۰٪ 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 انـد امـا مـدت و شـدت آن از یـک منطقه آب و هوایی به منطقه دیگر بسیار متغیر است. در کمربند عریضی از قسمت‌های جنوبی آسیا، هند، آفریقا و خاورمیانه و سایر نقاط از قسمتهای شمال آرژانتین و شمال شرقی برزیل تا مکزیک، تولید مـواد غذایی عمدتاً محدود به باران‌های غیر منظم است و خشکی یک تهدید جـدی بـرای تولیـد محصـولات زراعی در بیشتر کشورهای این مناطق به شمار می رود. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲٤۰ میلی متر در زمره مناطق خشک جهان طبقه بندی می شود (۲).

با توجه به اهمیت مطالعه تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهـان و گسـترش روزافـزون کشـت و تولیـد لوبیـا، شناخت توان ژنتیکی نهفته موجود در این گیاه از اهمیت زیـادی برخـوردار مـی باشـد (۱). همچنـین در مسیر برنامه های اصلاحی بایستی از نحوه عمل ژن، توارث پذیری و تعداد ژن های کنترل کننده صـفات 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 (۱۹۵٤) و همچنین گریفینگ (۱۹۵٦) ارایه 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 (١٦-١٢ و ١٩).

دیکسون (١٩٦٧)، در تلاقی دی‌آلل ۷ × ۷ لوبیا سبز برای تعیین توارث زمان گل‌دهی نشان داد توارث تا حد زیادی توسط اثرات افزایشی ژن کنترل می‌گردد (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 ٦٩ تا ٤٥/٩٪ بیان نمودند (۹ و ۲۸). نین هوس و ساین (١٩٨٦)، 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 نتاج 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 (۲۲). فولاد و بصیری (۱۹۸۳) و میترانو (۱۹۸۳)، هتروزیس را برای گل‌دهی 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 (٢٠٠٦)، تلاقی دای اللی 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). پریرا سیلوا و همکاران (۲۰۰۷)، در یک تلاقی دای الل با ۸ والد، ترکیب پذیری را در لوبیای معمولی تخمین زدند (٢٤). 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 الل به همراه والدین آنها مورد بررسی قرار گرفتند (۱۱). کیمانی و دراما (۲۰۰۹)، از تلاقی های دای الل جهت آنالیز قابلیت ترکیب پذیری برای بعضی صفات در لوبیا تحت شرایط فسفر محدود و میزان بالای فسفر، استفاده کردند (۱۷). مندس وهمکاران (۲۰۰۹)، در یک تلاقی دای الل جزئی با ٦ 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 الل 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، تعدادغلاف در گیاه، وزن غلاف، طول غلاف و قطر غلاف به صورت معنی داری مشاهده گردید (٤).

مواد و روش ها

در این تحقیق ٦ 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 ٦ 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 آلل ٦×٦ یک طرفه

ردیف	ژنوتیپ	ردیف	ژنوتیپ
۱	گلی×اختر	۱۲	D81083 ×صیاد
۲	D81083 ×اختر	۱۳	$Ks_{31169} \times AND_{1007}$
۳	AND_{1007} ×اختر	۱٤	AND_{1007} ×صیاد
٤	اختر×Ks_{31169}	۱۵	صیاد× Ks_{31169}
۵	اختر ×صیاد	۱٦	اختر
٦	D81083 ×گلی	۱۷	گلی
۷	AND_{1007} ×گلی	۱۸	D81083
۸	Ks_{31169} ×گلی	۱۹	AND_{1007}
۹	گلی×صیاد	۲۰	Ks_{31169}
۱۰	$D81083 \times AND_{100'}$	۲۱	صیاد
۱۱	$Ks_{31169} \times D81083$		

تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین‌های داده‌های جمع آوری شده برای هر صفت به طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفتند. تجزیه دی آلل 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) درجدول های ۲ و ۳ ارائـه گردیده است؛ بر این اساس کلیه صفات مورد بررسی، معنی‌دار گردیدند. تجزیه اثرات ژنوتیپ بـه اثـرات ترکیب پذیری عمومی (GCA) و ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای صفات مورد بررسی در جـداول ٤ و ٥ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که GCA برای بسیاری از صفات در هر دو شرایط معنـی دار می‌باشد که نشان دهنده نقش مهم اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات است. SCA نیز در تعـدادی از صفات معنی‌دار می‌باشد. در صفاتی که SCA معنی دار گردیده، نقش اثرات غیـر افزایشـی مـؤثر بـوده است. معنی دار بودن نسبت GCA/SCA در صفات نشان می دهد در این صفات اثـرات افزایشـی ژن‌هـا نسبت به اثرات غیر افزایشی از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشند.

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

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
بلوک	۲	٤۰۳/۳٦**	۸۹٦/۳۳**	٤۱۳/۳۱*	۳٤٥/۸٥**	۱۳۳۲/۲۷*	۱۷۹۸٦/۷۹**
ژنوتیپ	۲۰	۱۷۰/۹۷**	۱٦۳/٤۲**	٦٦۳/۲۲**	۱٥٦/٤۷**	٦٦۲/٦٥*	۱۲۸۱۱/٤۷**
خطا	٤۰	٤۷/۹۸	٥۷/۰۹	۱۰٥/۸۱**	٥٤/۰۳	۳۱۱/۳۳	۱۲۲۹/۸٥
ضریب تغییرات (٪)		۲۷/٥۹	۸/۲٤	۱٥/۲٥	۲٦/٥۰	۲٦/٥۳	٦۳/۸۲

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ٥٪ و غیر معنی‌دار

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

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
بلوک	۲	۷۰۳/۳٦**	۸۹٦/۳۳**	٤۱۳/۳۱*	۳٤٥/۸٥**	۱۳۳۲/۲۷*	۱٥۹۷۳/۷۷**
ژنوتیپ	۲۰	۸۷۰/۹۷**	۱٦۳/٤۲**	٦٦۳/۲۲**	۱٥٦/٤۷**	٦٦۲/٦٥*	۱۲۷۸۹/۷۱**
خطا	٤۰	۲۱٥/٤۳	٥۷/۰۹	۱۰٥/۸۱	٥٤/۰۳	۳۱۱/۳۳	۱۲۳٥/٥۱
ضریب تغییرات (٪)		۲۷/٥۹	۸/۲٤	۱٥/۲٦	۲٦/٥۱	۲٦/٥۳	۳۱/٦۳

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ٥٪ و غیر معنی‌دار

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

جدول ٤: تجزیه واریانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری کامل

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
GCA	۵	۲۷/۸۷**	۸٤/۲۷*	۲۳٤/۱۲^{ns}	۲۸/۳٦^{ns}	۱۹۸/٤۹^{ns}	٤۲/۹۱^{ns}
SCA	۹	۱۷/۸۸**	٤٦/۳۸^{ns}	۵۸۱/۱۵**	۱۳٤/۷۳^{ns}	٤۵٤/۷۷^{ns}	۱٤/۷۵^{ns}
Error	۲۸	٤/۵۹	۲۳/۸۵	۱۰۸/۱٤	٦۷/۰۱	۳٦۳/۵۰	۲۱/۵۲
GCA/SCA	-	۱/۵٦^{ns}	۱/۹^{ns}	۰/٤۱^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/٤٤^{ns}	۲/۹۱^{ns}

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

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

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
GCA	۵	۱٤۷/۱۳**	۱۷۳/٤٤**	۲۹۵/۱۷**	۲۸/۳٦^{ns}	۲٤۵/٦۳^{ns}	٦۲/٤۱**
SCA	۹	٤۷/۸۸**	۱٤/۹۳^{ns}	٦٦۰/۸٦**	۱۳٤/۷٦^{ns}	٤٦۲/۲۱^{ns}	۳۹/٤٦*
Error	۲۸	٤/۸۳	۲٦/۵۵	٦۱/۰۳	٦٦/۹۹	۳۳٤/۷۵	۱٦/٤۰
GCA/SCA	-	۳/۰۸^{ns}	۱۱/٦۲**	۰/٤۹^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۵٤^{ns}	۱/۵۹^{ns}

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

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

تعداد روز تا گل‌دهی(R6)

در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، همان‌طور که در جدول های ٤ و ۵ ملاحظه می‌گردد، GCA و SCA معنی‌دار گردیدند که نشان می‌دهد اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفت دخیل می‌باشند. نسبت GCA/SCA معنی‌دار نگردید و نشان می‌دهد 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 ٦ می باشد (جدول ٦) و بررسی مقادیر SCA نشان می‌دهد که تلاقی‌های ۳×۱ و ۵×۱ بیشترین مقدار و تلاقی‌های ۲×۱ و ۵×۳ کمترین مقدار SCA را دارا می‌باشند (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 ۳×۱ و کمترین آن را در تلاقی ۲×۱ شاهد هستیم.

دیکسون(۱۹٦۷)، در تلاقی دی‌آلل ۷×۷ لوبیا سبز برای تعیین توارث زمان گل‌دهی نشان داد توارث تا حد زیادی توسط اثرات افزایشی ژن کنترل می‌گردد(۷).

جدول ٦: 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	-٤/۰٤	-۱/۸٦	-٦/۸٦*	-۲/۰۱
۲	۰/۸۵	۰/۷۰	٤/۱٤	۰/۲۱	-۱/۰۱	-۰/۳٤
۳	-۰/۲۹	-۰/۵۵	-۱/۱۸	-۰/۷۹	-۰/٤۱	۰/۲٦
٤	۰/۰۷	-۰/۹٤	-۲/۷۳	-۱/۱۰	۰/۸۱	۰/۰۱
۵	۱/۵۹*	۳/٦۹*	٦/۸۰*	۲/۱۰	۵/٤۵*	۰/٦۲
٦	-۲/۸۱*	-٤/۲٤*	-۳/۰۰	۱/٤٤	۲/۰۱	۱/۵۱
G_i(5%)	۱/۳۵	۳/۰۸	٦/۵۷	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	-٦/۸۸*	-۱/۸٦	-۸/۳	-۱/۲۱
۲	۱/٤۰*	۱/۰٤	۳/۱٤	۰/۲۱	-۰/۵۱	-۰/٤۵
۳	-۰/٦۷	-۱/۲٦	۱/۱۵	-۰/۷۹	-۰/۱۵	۰/٦۹
٤	۰/۰۵	-۰/۹	-۲/۲۳	-۱/۱	۱/۰۲	-۳/۰٤*
۵	۱/۷۱*	٤/۲۳*	۷/۳۰*	۲/۱	٤/۵۲	۳/۸۲*
٦	-۳/۲٦*	-۵/۲۳*	-۲/۵	۱/٤٤	۳/٤۱	۰/۱۸
G_i(5%)	۱/۳۹	۳/۲۵	٤/۹٤	۵/۱۷	۱۱/۵۷	۲/۵٦

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، اثراتGCA معنی‌دار و SCA غیر معنی دار بودند، که بیانگر نقش مهم تر افزایشی ژن ها 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 ٦ 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 ٦ 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 ۳×۱، ٦×۳ و ٤×٦ و کمترین SCA از تلاقی ۲×۱، ٤×۱ و ۵×۳ به دست آمده است، همچنین در شرایط تنش تلاقی

٦×٥ نیز توانسته قدرت ترکیب پذیری خوبی از خود نشان دهد. این نتایج با نتایج سایر محققین از جمله پریرا سیلوا و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد (۲٤).

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

تلاقی	R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
۱*۲	-٤/۲٤*	-۳/۱٥	٦/٦۳	٤/۰۹	۱٤/۰۱	۳/٤۹
۱*۳	۳/۱۳	۳/٥	-۲۹/٥۷	-۱۲/٦۳	-۲۰/٤٤	-٥/٦۲
۱*٤	-۰/۳۹	-۳/۸۹	۹/٤٦	۸/۲۷	۱٥/۸۰	٤/۰٥
۱*٥	۲/٤۱	۱/۹۱	٦/۱۷	-٤	-۹/٥۳	-۱/۸
۱*٦	-۰/۹۱	۱/٦۲	۷/۳۱	٤/۲۷	۰/۱٦	-۰/۱۲
۲*۳	۰/۹۹	-۰/٦۱	۱٦/۸۹	۳/۸۱	٥/۸٤	۰/۷٤
۲*٤	۰/٤۱	۳/٤٦	-۱/۹	-۲/۳٤	-۷/۸٥	-۲/۱۸
۲*٥	۱/۳٤	۲/۲۱	-۱۲/۰٥	۰/٦٦	-۱/٤۲	۰/۰٥
۲*٦	۱/٤۹	-۱/۹۲	-۹/٥۸	-٦/۲۲	-۱۰/٥۷	-۲/۱
۳*٤	-۱/٤۹	-۳/٤۳	۰/٥۱	۱/۰٦	-۲/٤٦	-۰/٥۳
۳*٥	-۲/۸٤	-۳/۷٤	۸	٤/۳۲	۱۰/۲۱	۲/٤٥
۳*٦	۰/۲۱	٤/۲۷	٤/۱٦	٥/٥٦	٦/۸٥	۲/۹۷
٤*٥	۰/٦۷	۳/۷۲	-٤/۱٥	-۱/۱۳	-٤/۱٦	-۰/٦٤
٤*٦	۰/۷۹	۰/۱۳	۳/۹۲	-۳/۷٥	-۱/۳۳	-۰/۷
٥*٦	-۱/٥۸	-٤/۱۱	۲/۰۳	۰/۱٥	٤/۹	-۰/۰٥
S_{ij}(5%)	۳/۲۹	۸/٤۸	۱۸/۰٦	۱٤/۲۲	۳۳/۱۲	۸/۰٥

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 معنی‌دار بود که مبین نقش مهم اثرات افزایشی در کنترل این صفت می‌باشد.

در هر دو شرایط، بیشترین مقدار GCA مربوط به والد ٥ بود و کمترین مقدار مربوط به والد ۱ و بیشترین میزان SCA از تلاقی ۳×۲ و کمترین SCA از تلاقی ۳×۱ به دست آمد.

این نتایج با تحقیقات توکادیا و همکاران(۲۰۰٦)، آرونگا و همکاران(۲۰۱۰) و سایر محققین کاملاً مطابقت دارد (٤ و ۳۰).

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

تلاقی	R6	R9	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد تک بوته
۱*۲	-۲/۷۱	-۳/٦۸	-۲/٤۷	٤/۰۹	۱٤/۳۳	۱/۷۹
۱*۳	۳/٦٦	٤/۲٤	-۲۸/٦۷*	-۱۲/٦۳	-۲۰/۸۱	-٥/۸
۱*٤	-۱/۷۲	-۳/۲۱	۱۲/۲۹	۸/۲۸	۱٥/٤۸	-۰/۷۹
۱*٥	۱/۰۹	۱	۸/۹	-٤	-۸/۷۱	۳/۸٥
۱*٦	-۰/۳۲	۱/٦٥	۱۰/۰٤	٤/۲۷	-۰/۲۹	۰/۹٥
۲*۳	۰/۲۱	۰/۳۳	۲۳/۲۹*	۳/۸۱	٤/۷۷	۳/۹۳
۲*٤	-۰/۲۹	۳/٦٦	-۱	-۲/۳٤	-٦/۷۸	۱/٤۹
۲*٥	۱/۰۷	۱/۰۷	-۱۱/۱٥	۰/٦٦	-۰/۸٥	-۳/٤۷
۲*٦	۱/۷۳	-۱/۳۸	-۸/٦۸	-٦/۲۲	-۱۱/٤۷	-۳/۷٤
۳*٤	-۰/۷٦	-٤/٤۱	-۱/۹۲	-۱/۰٦	-۳/٥۹	-۱/۷
۳*٥	-۱/٤۷	-۲/۷٤	٥/٥۷	٤/۳۲	۹/۳۳	۲/٤۱
۳*٦	-۱/٦٤	۲/٥۷	۱/۷۳	٥/٥٦	۱۰/۳	۱/۱٥
٤*٥	۰/۹۳	۳/۷٤	-٤/۷٥	-۱/۱۳	-۳/۱۷	-۱/۷۱
٤*٦	۱/۸٥	۰/۲۳	-٤/٥۲	-۳/۷٥	-۱/۹٥	۲/۷۱
٥*٦	-۱/٦۲	-۳/۰۸	۱/٤۳	۰/۱٥	۳/٤۱	-۱/۰۷
S_{ij}(5%)	۳/۸۱	۸/۹٥	۱۳/٥۷	۱٤/۲۱	۳۱/۷۸	۷/۰۳

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 معنی‌دار 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 معنی‌دار نگردید. در شرایط بدون تنش خشکی، بیشترین میزان GCA مربوط به والد ٥ و کمترین میزان آن مربوط به والد ۱ بود (جدول ٦) و بر اساس جدول (۷)، بیشترین SCA از تلاقی ژنوتیپ‌های ٤×۱ به دست آمد، همچنین کمترین میزان SCA مربوط به تلاقی ۳×۱ 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 مندس (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۱۷ و ۲۰). توکادیا و همکاران (۲۰۰٦)، نیز تلاقی دای اللی 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، معنی‌دار گردیدند که نشان دهنده نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفت مربوطه می‌باشند. در هر دو شرایط، نسبت GCA/SCA معنی‌دار نگردید؛ لذا واریانس غیر افزایشی (اثرات غالبیت) از اهمّیت بالاتری در کنترل این صفت برخوردار می‌باشد (جدول۵). بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی در شرایط غیر تنش، مربوط به ژنوتیپ ٦ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ ۱ بود؛ در شرایط تنش خشکی والد ۵ بالاترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار و والد ٤ کمترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار را از خود نشان داده است.

در شرایط غیر تنش، تلاقی ٤×۱ و در شرایط تنش خشکی، تلاقی های ۵×۱ و ۳×۲ بالاترین ترکیب پذیری خصوصی را براع 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 نتاج 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 (۲۰۰٦) گزارش کردند هر دو جزء افزایشی و غیر افزایشی برای عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد مهم بودند (۳۱). آرونگا وهمکاران (۲۰۱۰)، آنالیز دای الل 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 (٤).

تشکر و قدردانی

نگارنده بر خود واجب می‌داند 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): ۱٤۳-۱٤۹.

۲- سرمدنیا، غ. ۱۳۷٤. اهمیت تنش های محیطی در زراعت. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. ۳۳۰ صفحه. صفحات ۱٦۲-۱۵۷.

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 Owuoche, 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. 3nd 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: Pessarakli 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.