

تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های لویا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش خشکی

صبا دلفان^۱، محمدرضا بی‌همتا^۲، عبدالهادی حسین‌زاده^۳ و منیژه سبکدست^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، (نویسنده مسئول: saba.delfan@ut.ac.ir)

۲، ۳ و ۴- استاد، دانشیار و استادیار، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۹

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و شناسایی روابط بین عملکرد با سایر صفات مورفولوژیکی موجود در ژنوتیپ‌های لویا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو شرایط نرمال و تنش خشکی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ بر روی ۳۰ ژنوتیپ لویا در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس نشان از تنوع بالا برای اکثر صفات داشت. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین عملکرد دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی متعلق به ژنوتیپ دانشکده بود. تجزیه رگرسیون نشان داد که در شرایط نرمال صفات وزن غلاف با دانه در بوته، شاخص برداشت و ارتفاع بوته و در شرایط تنش خشکی صفات وزن غلاف با دانه در بوته، طول میانگره و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی به ترتیب بیشترین رابطه را با عملکرد دانه داشتند. تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال و تنش خشکی شش عامل را شناسایی که به ترتیب در مجموع ۸۲/۷ و ۸۵/۳ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. در هر دو شرایط عامل‌های اول و دوم که بیشترین درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کردند به عنوان عامل‌های عملکرد و اجزای عملکرد معرفی شدند. سپس از این دو عامل جهت به دست آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد. در شرایط نرمال ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱۶، ۱۲، ۶، ۲۷ و ۵ و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های ۱۵، ۲۶، ۱۲، ۱۸، ۱۶ و ۲۹ که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند به عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. تجزیه خوشه‌ای در شرایط نرمال و تنش خشکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در چهار گروه قرار داد. بیشترین تنوع برای صفات در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد بنابراین می‌توان با انتخاب و اصلاح برای این صفات، عملکرد دانه در بوته را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، ضرایب همبستگی، عملکرد و اجزای عملکرد، مقایسه میانگین‌ها

مقدمه

حبوبات یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی در رژیم غذایی بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه می‌باشد و بعد از غلات دومین منبع غذایی انسان به شمار می‌رود (۲۸). مقدار پروتئین موجود در بذور حبوبات دو تا سه برابر بیشتر از پروتئین موجود در دانه‌های غلات است. نسبت پروتئین به نشاسته در حبوبات ۱ به ۲/۵ و در غلات ۱ به ۶ می‌باشد. به علاوه حبوبات دارای ۵۵ تا ۶۰ درصد کربوهیدرات و نیز ذخیره بالایی از ویتامین‌ها و آهن می‌باشند. لویا و نخود در مقایسه با دیگر جنس‌های لگووم مقادیر نسبتاً بالاتری از اسیدهای آمینه ضروری را دارند (۲۲).

لویا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* دارای ۲۲=۲n=۲x کروموزوم بوده و گیاهی خودگشن است. این گیاه از خانواده Fabaceae و دارای ۵ گونه زراعی و حدود ۵۰ گونه وحشی است. گونه *P. vulgaris* شامل واریته‌های سبز و خشک می‌باشد و لوبیاهای ایران نیز از این گونه هستند. لویا دارای تنوع ژنتیکی بالایی است، کلکسیون‌های سیات (CIAT)^۱ شامل بیش از ۴۰۰۰۰ نمونه‌اند که ۲۶۵۰۰ نمونه زراعی بوده و حدود ۱۳۰۰۰ نمونه آنها از انواع وحشی و بقیه خویشاوندان دور لوبیای معمولی هستند (۱۵).

لویا از مهم‌ترین حبوبات ایران و جهان محسوب می‌شود. بر اساس گزارش فائو سطح زیر کشت این گیاه در جهان در سال ۲۰۱۴ حدود ۲۶/۵ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۶۹۷ کیلوگرم در هکتار است. سطح زیر کشت لویا در ایران در سال ۹۳، ۹۴۴۲۴ هکتار بوده است که از این میزان ۹۳۰۶۷

هکتار را آبی و ۱۳۵۷ هکتار را دیم تشکیل می‌دهد. بیشترین سطح زیر کشت این محصول در سال ۹۳ متعلق به استان فارس با ۲۴/۲۵ درصد از کل سطح برداشت بوده است (۴).

پدیده خشکی عارضه‌ای فوق‌العاده پیچیده است. با توجه به برهم‌خوردن آب و هوای جهانی و کاهش بارندگی‌های سالیانه خشکی بیش از سایر تنش‌ها مانند شوری، غرقاب شدن و آفات و بیماری‌ها، باعث کاهش عملکرد جهانی گیاهان زراعی می‌گردد (۷). حدود ۶۰ درصد تولید لویا در کشورهای در حال توسعه، تحت شرایط تنش خشکی صورت می‌گیرد (۳۵). بر اساس گزارش فائو ۹۰ درصد از کشور ایران با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (۵). یک سوم از اراضی قابل کشت در جهان از کمبود آب کافی برای کشاورزی رنج می‌برند و با تغییرات آب و هوایی و افزایش جمعیت این مشکل در آینده جدی‌تر خواهد شد (۲۳). بنابراین شناسایی گیاهان متحمل به این شرایط با عملکرد مطلوب و مطالعه سازوکارهای تحمل آنها از مهم‌ترین راه حل‌ها برای مبارزه با تنش خشکی است (۲۹). با توجه به این که تحمل به خشکی صفتی است کمی و روش اندازه‌گیری مستقیمی برای آن وجود ندارد، این موضوع باعث مشکل شدن شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌شود (۳۴). اما به نظر می‌رسد عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی اولین قدم برای انتخاب ژنوتیپ‌ها برای استفاده در کارهای به نژادی در شرایط تنش خشکی باشد (۱۲).

تعیین همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد اقتصادی بوته و تعیین روابط علت و معلولی بین آن‌ها، این توانایی را به

به مولفه‌های اصلی نشان دادند که در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی سه مولفه اصلی به ترتیب ۷۲/۵۷ درصد و ۷۳/۳۷ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند.

با توجه به اهمیت لوییا در ایران به عنوان یک منبع تأمین کننده پروتئین و وجود تنوع ژنتیکی بالا برای صفات کیفی و کمی و با توجه به اهمیت مطالعه تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان و گسترش روز افزون کشت و تولید لوییا، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی موجود در بین ۳۰ ژنوتیپ لویایی معمولی از کلکسیون حبوبات بانک ژن دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، بررسی روابط بین اجزای مختلف صفات و دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها از لحاظ مقاومت به خشکی برای کار در برنامه‌های اصلاحی بعدی در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های مختلف لویایی معمولی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال (دور آبیاری ۷ روز بر اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و تنش خشکی (دور آبیاری ۱۰ روز بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۱۲/۵ از سطح دریا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳۰ ژنوتیپ لوییا معمولی (جدول ۱) از بانک ژن دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-کرج بر اساس یک آزمایش مقدماتی انتخاب شدند.

عملیات آماده‌سازی زمین در پاییز ۱۳۹۴ طبق روش‌های معمول انجام گرفت. بذور در هر کرت آزمایشی بر روی سه ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۱/۵ متر به صورت دستی کشت شدند. بذور روی هر خط با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم و در عمق حدود ۵ سانتی‌متر قرار گرفتند. کشت در اواسط اردیبهشت انجام شد و بلافاصله برای هر دو آزمایش آبیاری انجام گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز وجین دستی در مرحله رشد رویشی صورت گرفت تنش خشکی از ابتدای گلدهی آغاز شد و تا پایان دوره رشدی برای آزمایش تنش ادامه داشت.

از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی، پنج بوته با رعایت اثر حاشیه انتخاب و صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا غلاف‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف، تعداد گره، طول میانگره، قطر ساقه، ارتفاع بوته، طول غلاف، عرض غلاف، تعداد بذر در غلاف، عملکرد بیولوژیک، وزن غلاف‌ها با دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ بذر، شاخص برداشت، طول بذر، عرض بذر، قطر بذر، تعداد دانه در بوته اندازه‌گیری شد. در اندازه‌گیری صفات فنولوژیکی زمانی که ۵۰ درصد کرت به مرحله مورد نظر می‌رسید تاریخ مورد نظر یادداشت می‌گردید، صفاتی مانند قطر ساقه، طول، عرض و قطر بذر با کولیس اندازه‌گیری شدند. تجزیه‌های آماری از

اصلاح‌گر می‌دهد تا مناسب‌ترین و منطقی‌ترین نسبت بین اجزا را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردد را انتخاب نماید (۲۵). کراسو و اوز (۱۹) با مطالعه همبستگی و ارتباط صفات زراعی در ۳۰ رقم لوییا بیش‌ترین میزان همبستگی را بین صفات عملکرد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه در بوته گزارش کردند. نیلسون و نیلسون (۲۷) بیان کردند که تنش خشکی در لوییا در مرحله رویشی، باعث کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته و یا تعداد دانه در غلاف می‌شود اما بیشترین کاهش در مرحله زایشی صورت می‌گیرد. جرمن و تران (۱۴) بیان کردند که تنش خشکی در لوییا باعث کاهش بیوماس، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه می‌شود و عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی همبستگی مثبتی با هم نشان دادند. سبکدست و خیالپرست (۳۰) در مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در ۳۰ رقم لوییا بیان داشتند که بین ارقام در کلیه ۱۸ صفت مورد بررسی، اختلاف معنی‌دار وجود دارد که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بین آن‌هاست. از بین صفات مورد مطالعه، وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته و تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه را می‌توان به تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و طول غلاف نسبت داد. ابراهیمی و همکاران (۱۰) در مطالعه اثر آبیاری محدود در ۳۰ رقم از ژنوتیپ‌های لوییا سفید اختلاف معنی‌داری برای صفات مورد بررسی گزارش کردند، در شرایط تنش خشکی صفات وزن غلاف، شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته و در شرایط آبیاری نرمال صفات وزن غلاف، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک به عنوان مهم‌ترین صفات شناخته شدند. صفاپور و همکاران (۳۱) در بررسی آماری اثرات تنش آبیاری بر صفات فنولوژی و زراعی ژنوتیپ‌های لوییا سفید نشان دادند که در شرایط تنش خشکی بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه در لوییا سفید مربوط به کاهش تعداد دانه در بوته بوده است. آنها نشان دادند صفات تعداد روز تا پر شدن غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، طول بلندترین غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و طول ریشه اصلی در شرایط نرمال و صفات تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و طول ریشه اصلی در شرایط تنش بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه دارد. واعضی‌راد و همکاران (۳۷) در بررسی اثر تنش خشکی در ارقام لویایی قرمز بیان داشتند که تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته است در حالی که وزن صد دانه با تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌دار، و با تعداد غلاف در بوته همبستگی منفی نشان داد. امینی و همکاران (۳) با مطالعه تنوع ژنتیکی و همبستگی صفات لویایی معمولی گزارش کردند که وزن غلاف در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته، وزن صد دانه، تعداد گره روی شاخه اصلی، ارتفاع بوته و شاخص برداشت بیش‌ترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه دارد. خورشیدی و همکاران (۲۱) در بررسی اثر تنش خشکی در ارقام لوییا با توجه به نتایج حاصل از تجزیه

و SPSS 16 انجام شد. ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریماکس بر مبنای تجزیه به مولفه‌های اصلی برآورد شدند. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با استفاده از مربع فاصله اقلیدوسی انجام شد (۱۱).

قبیل آزمون نرمال بودن خطای داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین به روش دانکن، همبستگی، رگرسیون، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.2، Minitab 16

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی مورد ارزیابی

Table 1. Names of investigated common bean genotypes

ژنوتیپ	شماره ثبت شده*	ژنوتیپ	شماره ثبت شده	ژنوتیپ	شماره ثبت شده
۱	اختر	۱۱	۱۸	۲۱	شماره ثبت شده
۲	ناز	۱۲	۶۹۸	۲۲	۱
۳	خمین	۱۳	۱۶۹	۲۳	۱۶۷
۴	KS-۳۱۱۱۱	۱۴	۲۴	۲۴	درسا
۵	دانشکده	۱۵	۲۸۸	۲۵	COS 16
۶	KS-۳۱۱۳۹	۱۶	۴۳	۲۶	۱۱۸۹
۷	۴۴۳	۱۷	چیتی	۲۷	۱۸
۸	مرمر	۱۸	۱۷۷	۲۸	۱۶۰
۹	KS-۳۱۱۶۷	۱۹	KS-۳۱۱۲۷	۲۹	۱۹۵
۱۰	۱۷۵	۲۰	KS-۳۱۱۱۰	۳۰	۱۱۸۵

* شماره ژنوتیپ‌ها در بانک ژن دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-کرج

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج تجزیه واریانس ساده برای صفات مورد بررسی برای ۳۰ ژنوتیپ لوبیا در شرایط نرمال (جدول ۲) از نظر کلیه صفات مورد بررسی به جز عملکرد دانه در بوته اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد. در شرایط تنش خشکی (جدول ۳) نیز به جز برای عملکرد بیولوژیکی و وزن غلاف‌ها با دانه که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود بقیه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. این مطلب نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. نتایج به دست آمده با نتایج برخی محققان مطابقت داشت (۱۰، ۱۶، ۲۰، ۳۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴ و ۵) نشان داد که تحت شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۷ دارای بیشترین طول دوره صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی بود و این در حالی بود که این ژنوتیپ دارای کمترین عملکرد (۱۱/۸۳ گرم) تحت شرایط نرمال بود. بنابراین اظهار می‌گردد که افزایش طول دوره این صفات، باعث اثر نامطلوب بر عملکرد می‌گردد. عبارتی دیگر بالا بودن میانگین این سه صفت، سبب کاهش اجزای اصلی

عملکرد یعنی تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف‌ها با دانه در بوته، وزن صد دانه و همچنین کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد که در کل عملکرد دانه کاهش خواهد یافت. این در حالی است که ژنوتیپ شماره ۵، که دارای بالاترین عملکرد در شرایط نرمال و تنش خشکی بود میزان کمتری از سه صفت فوق و میزان بیشتری از اجزای مهم عملکرد را داشت و به همین دلیل عملکرد بالا و قابل قبولی را داشت. نتایج به دست آمده نشان داد که تحت هر دو شرایط رطوبتی، ژنوتیپ شماره ۳ دارای بالاترین میانگین از نظر صفت وزن صد دانه است و این در حالی است که کمترین میانگین وزن صد دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۳۰ بود که شاید یکی از دلایل کاهش وزن صد دانه در این رقم به دلیل توانایی کمتر آن در ساخت و تولید مواد فتوسنتزی و انتقال مواد پرورده باشد (۷). جعفری و همکاران (۱۸) اظهار داشتند بالا بودن میانگین صفات روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی، روز از کاشت تا ۵۰ درصد رسیدگی و طول دوره پر شدن غلاف، در هر دو شرایط نرمال و بویژه در شرایط تنش شدید، سبب کاهش میزان عملکرد اقتصادی می‌شود که با نتایج ما مطابقت داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط نرمال

Table 2. Analysis of variance traits in bean genotypes in normal condition

میانگین مربعات (MS)																					
منابع تغییر	درجه آزادی	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀
بلوک	۲	۱۴/۳۳	۱۱/۸۷	۳/۱۳	۱/۳۹	۷۸۷/۴۴	۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۰/۷	۱۹۸/۶۲	۱/۴۶	۱۰/۸۱	۰/۱۱	۰/۰/۷	۰/۰/۲	۴۱۹/۹۴	۰/۴۱**	۲۰/۱۴	۶۷/۵۱**	۳۷/۳۴**	۶۲/۵۴*
ژنوتیپ	۲۹	۱۳۳/۴۹**	۷۶/۸۱**	۱۱/۰/۴**	۲/۷۷**	۲۸۴۲/۶۵**	۲/۸۸**	۲/۷۸**	۰/۹۲**	۲۴۰/۹۵**	۱۱۵/۲۴**	۵۹/۴۷	۶/۴۹**	۱/۳۴**	۱/۰/۳**	۲۴۳۵/۹۲**	۰/۰/۰۹**	۱۰۲/۱۶**	۶۴/۴۳**	۴۷/۸۲**	۶۶/۲۸**
خطا	۵۸	۴۴/۲۴	۷/۴۱	۴/۴۱	۰/۸۶	۳۰۲/۷۱	۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۴۳	۱۱۶/۷۷	۵۳/۹۲	۴۱/۴۲	۰/۴۱	۰/۰/۹	۰/۰/۹	۸۶۵/۱۴	۰/۰/۰۴	۷/۸۳	۱۲/۷۲	۹/۱۴	۱۶/۷۸

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

X₁=تعداد غلاف؛ X₂=تعداد گره؛ X₃=طول میانگره؛ X₄=قطر ساقه؛ X₅=ارتفاع بوته؛ X₆=طول غلاف؛ X₇=عرض غلاف؛ X₈=تعداد دانه در غلاف؛ X₉=عملکرد بیولوژیکی؛ X₁₀=وزن غلاف‌ها با دانه در بوته؛ X₁₁=عملکرد دانه در بوته؛ X₁₂=طول بذر؛ X₁₃=عرض بذر؛ X₁₄=قطر بذر؛ X₁₅=تعداد دانه در بوته؛ X₁₆=شاخص برداشت؛ X₁₇=وزن صد دانه؛ X₁₈=روز تا ۵۰ درصد گلدهی؛ X₁₉=روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی؛ X₂₀=روز تا ۵۰ درصد رسیدگی

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط نرمال

Table 3. Analysis of variance traits in common bean genotypes in drought stress conditions

میانگین مربعات (MS)																					
منابع تغییر	درجه آزادی	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀
بلوک	۲	۲۵۴/۰۹**	۸/۲۷	۱/۹۵	۱۰/۶۱**	۴۶۳/۰۹	۱/۴۲	-/۳۴	۱/۶۵*	۱۱۰۷/۷۸**	۴۰۴/۴۳**	۱۰۵/۹۵*	-/۸۴	-/۲۸	-/۱۷	۳۱۳۴/۹۸**	-/۰۰/۰۶	۶/۸۷	۷۶/۹۷**	۴۶/۹۸**	۲۵۵/۲۳**
ژنوتیپ	۲۹	۹۱/۷۴**	۶۶/۲۹**	۱۳/۳۷**	۳/۳۱**	۲۷۸۲/۷۹**	۳/۶۶**	۳/۶۴**	-/۹۸**	۲۲۷/۹۴*	۱۱۵/۸۳*	۵۹/۸۸**	۴/۹۳**	۱/۱۴**	-/۸۴**	۱۳۶۹/۵۸**	-/۰۰/۲۵**	۸۵/۴۵**	۴۸/۶۶**	۴۳/۶۹**	۱۷۲/۲۵**
خطا	۵۸	۴۴/۲۶	۹/۲۱	۲/۶۷	-/۸۱	۳۱۶/۰۷	-/۶۵	-/۴۳	-/۴۶	۱۱۴/۸۵	۵۷/۴۹	۲۵/۶۹	-/۵۴	-/۱۴	-/۰۰/۰۹	۵۰۴/۳۸	-/۰۰/۰۱	۸/۴۸	۱۰/۴۶	۶/۴۵	۴۴/۷۳

میانگین مربعات (MS)																					
منابع تغییر	درجه آزادی	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀
بلوک	۲	۲۵۴/۰۹**	۸/۲۷	۱/۹۵	۱۰/۶۱**	۴۶۳/۰۹	۱/۴۲	-/۳۴	۱/۶۵*	۱۱۰۷/۷۸**	۴۰۴/۴۳**	۱۰۵/۹۵*	-/۸۴	-/۲۸	-/۱۷	۳۱۳۴/۹۸**	-/۰۰/۰۶	۶/۸۷	۷۶/۹۷**	۴۶/۹۸**	۲۵۵/۲۳**
ژنوتیپ	۲۹	۹۱/۷۴**	۶۶/۲۹**	۱۳/۳۷**	۳/۳۱**	۲۷۸۲/۷۹**	۳/۶۶**	۳/۶۴**	-/۹۸**	۲۲۷/۹۴*	۱۱۵/۸۳*	۵۹/۸۸**	۴/۹۳**	۱/۱۴**	-/۸۴**	۱۳۶۹/۵۸**	-/۰۰/۲۵**	۸۵/۴۵**	۴۸/۶۶**	۴۳/۶۹**	۱۷۲/۲۵**
خطا	۵۸	۴۴/۲۶	۹/۲۱	۲/۶۷	-/۸۱	۳۱۶/۰۷	-/۶۵	-/۴۳	-/۴۶	۱۱۴/۸۵	۵۷/۴۹	۲۵/۶۹	-/۵۴	-/۱۴	-/۰۰/۰۹	۵۰۴/۳۸	-/۰۰/۰۱	۸/۴۸	۱۰/۴۶	۶/۴۵	۴۴/۷۳

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

X1 = تعداد غلاف؛ X2 = تعداد گره؛ X3 = طول میانگره؛ X4 = قطر ساقه؛ X5 = ارتفاع بوته؛ X6 = طول غلاف؛ X7 = عرض غلاف؛ X8 = تعداد دانه در غلاف؛ X9 = عملکرد بیولوژیکی؛ X10 = وزن غلاف‌ها در بوته؛ X11 = عملکرد دانه در بوته؛ X12 = طول بذر؛ X13 = عرض بذر؛ X14 =

قطر بذر؛ X15 = تعداد دانه در بوته؛ X16 = شاخص برداشت؛ X17 = وزن صد دانه؛ X18 = روز تا ۵۰ درصد گلدهی؛ X19 = روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی؛ X20 = روز تا ۵۰ درصد رسیدگی

جدول ۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال به روش دانکن

Table 4. Mean comparison of bean genotype for the studied traits in normal conditions by Duncan method

ژنوتیپ	صفات	تعداد غلاف در بوته	تعداد گره در بوته	طول میانگره (cm)	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بوته (cm)	طول غلاف (cm)	عرض غلاف (mm)	تعداد دانه در غلاف	عملکرد بیولوژیک (g)	وزن غلاف با دانه در بوته (g)
۱	۱۸/۷۸ ^{a-g}	۷/۴۴ ^e	۸/۸۳ ^{a-d}	۷/۴۹ ^{a-d}	۲۹/۴۴ ^f	۱۰/۸۳ ^a	۹/۸۴ ^{b-d}	۴/۵۳ ^{b-d}	۳۷/۷۸ ^{ab-e}	۳۷/۷۸ ^{ab-e}	۳۸/۴۵ ^{b-e}
۲	۲۰/۸۹ ^{c-g}	۱۸/۷۸ ^{b-f}	۵/۲۶ ^f	۸/۸۱ ^{a-d}	۱۰۲/۱۱ ^{b-f}	۸/۸۸ ^{c-g}	۹/۵۹ ^{b-e}	۵/۰۰ ^{a-e}	۳۸/۴۸ ^{a-e}	۳۳/۹۳ ^{cd}	۳۳/۹۳ ^{cd}
۳	۱۴/۷۸ ^g	۱۹/۶۷ ^{b-f}	۷/۳۹ ^{a-e}	۵/۴۰ ^{ef}	۱۰۳/۵۶ ^{b-f}	۸۰۰۵ ^{f-h}	۱۱/۱۱ ^a	۴/۲۴ ^{e-f}	۳۱/۷۹ ^{c-e}	۲۳/۶۳ ^{c-e}	۲۳/۶۳ ^{c-e}
۴	۲۱/۲۳ ^{c-g}	۱۶/۲۳ ^{d-f}	۹/۷۸ ^{a-c}	۵/۹۵ ^{c-d}	۷۰/۲۲ ^{f-j}	۹/۳۹ ^{b-i}	۹/۲۳ ^{c-e}	۵/۰۷ ^{a-e}	۴۲/۴۲ ^{a-e}	۳۰/۴۰ ^{b-e}	۳۰/۴۰ ^{b-e}
۵	۳۴/۸۹ ^{c-g}	۲۲/۱۱ ^b	۷/۰۰ ^{a-f}	۷/۲۱ ^{a-e}	۱۱۸/۲۲ ^{bc}	۱۰/۲۹ ^{ab}	۱۰/۶۰ ^{ab}	۵/۸۱ ^a	۵۵/۴۰ ^{ab}	۴۳/۴۸ ^{ab}	۴۳/۴۸ ^{ab}
۶	۳۰/۸۹ ^{a-e}	۱۸/۸۹ ^{b-f}	۵/۱۴ ^{d-f}	۷/۹۴ ^{ab}	۷۲/۵۶ ^{c-j}	۹/۸۲ ^{a-c}	۸/۵۷ ^{d-f}	۵/۰۴ ^{a-e}	۵۶/۱۰ ^{ab}	۲۹/۲۵ ^{b-e}	۲۹/۲۵ ^{b-e}
۷	۱۷/۶۷ ^{c-g}	۲۰/۳۳ ^{b-e}	۴/۸۹ ^{d-i}	۶/۴۱ ^{a-d}	۷۹/۴۴ ^{d-i}	۹/۳۹ ^{b-i}	۹/۰۷ ^{de}	۳/۶۷ ^f	۲۹/۱۳ ^{c-e}	۱۷/۸۵ ^e	۱۷/۸۵ ^e
۸	۲۳/۳۳ ^{c-g}	۱۵/۴۴ ^{d-g}	۱۰/۲۸ ^{ab}	۶/۲۳ ^{a-f}	۸۳/۴۴ ^{d-h}	۹/۶۹ ^{a-d}	۹/۵۵ ^{b-e}	۳/۹۸ ^{ef}	۴۱/۶۷ ^{a-e}	۳۲/۱۱ ^{a-e}	۳۲/۱۱ ^{a-e}
۹	۲۴/۶۷ ^{c-g}	۱۸/۲۳ ^{b-d}	۸/۵۳ ^{a-e}	۶/۱۳ ^{a-d}	۹۵/۸۹ ^{b-g}	۷/۹۵ ^{gh}	۸/۴۱ ^{e-g}	۴/۵۸ ^{a-i}	۳۵/۹۹ ^{b-e}	۲۳/۷۶ ^{de}	۲۳/۷۶ ^{de}
۱۰	۲۱/۸۹ ^{c-g}	۲۰/۷۸ ^{b-d}	۵/۶۱ ^{c-f}	۵/۳۹ ^{ef}	۸۲/۵۶ ^{d-h}	۸/۸۳ ^{c-h}	۷/۷۷ ^{f-h}	۴/۲۹ ^{e-f}	۲۶/۸۸ ^e	۱۸/۸۵ ^{c-e}	۱۸/۸۵ ^{c-e}
۱۱	۱۹ ^{d-g}	۱۹/۰۰ ^{b-f}	۷/۷۳ ^{a-e}	۶/۷۷ ^{a-f}	۹۹/۳۳ ^{b-g}	۸/۲۳ ^{c-h}	۹/۶۱ ^{b-e}	۴/۴۷ ^{c-f}	۳۰/۶۸ ^{c-e}	۱۹/۴۵ ^{de}	۱۹/۴۵ ^{de}
۱۲	۲۶/۳۳ ^{b-g}	۱۵/۱۱ ^{e-g}	۵/۵۶ ^{d-i}	۶/۴۴ ^{b-d}	۵۴/۵۶ ^{d-k}	۸/۴۴ ^{d-h}	۸/۴۳ ^{b-g}	۵/۷۶ ^{ab}	۳۹/۸۸ ^{a-e}	۲۵/۸۳ ^{c-e}	۲۵/۸۳ ^{c-e}
۱۳	۲۴/۸۳ ^{c-g}	۲۲/۱۱ ^b	۸/۳۹ ^{a-e}	۷/۶۳ ^{cd}	۱۲۸/۳۳ ^{ab}	۹/۰۳ ^{c-g}	۸/۶۶ ^{d-f}	۵/۳۳ ^{cd}	۴۷/۱۴ ^{a-e}	۳۲/۸۱ ^{a-d}	۳۲/۸۱ ^{a-d}
۱۴	۲۴/۳۳ ^{c-g}	۱۶/۶۷ ^{c-f}	۵/۸۳ ^{c-f}	۵/۲۳ ^f	۶۹/۴۴ ^{g-j}	۱۴/۸۹ ^{e-h}	۹/۹۹ ^{de}	۴/۸۴ ^{a-i}	۳۳/۱۶ ^{b-e}	۲۵/۹۸ ^{c-e}	۲۵/۹۸ ^{c-e}
۱۵	۲۰ ^{a-f}	۱۶/۳۳ ^{a-e}	۵/۰۸ ^{ef}	۱۰۰/۳۳ ^{b-d}	۱۰۰/۳۳ ^{b-d}	۷/۲۷ ^{c-h}	۹/۴۸ ^{d-i}	۳/۵۳ ^{a-i}	۵۵/۲۱ ^{ab}	۳۰/۴۳ ^{b-e}	۳۰/۴۳ ^{b-e}
۱۶	۳۸/۸۹ ^{ab}	۱۹/۱۱ ^{b-f}	۸/۱۱ ^{a-e}	۵/۹۰ ^{d-f}	۹۲/۵۶ ^{d-g}	۸/۳۵ ^{e-h}	۸/۸۰ ^{d-f}	۵/۱۳ ^{a-e}	۵۰/۲۸ ^{a-d}	۲۵/۴۹ ^{ab}	۲۵/۴۹ ^{ab}
۱۷	۱۴/۴۴ ^g	۶/۴۳ ^e	۹/۱۱ ^{a-d}	۶/۷۱ ^{a-d}	۳۲/۷۸ ^k	۱۰/۸۳ ^{a-b}	۹/۴۰ ^{c-e}	۳/۹۸ ^{ef}	۳۷/۹۹ ^{a-e}	۲۸/۶۳ ^{b-e}	۲۸/۶۳ ^{b-e}
۱۸	۱۸/۶۷ ^{c-g}	۱۸/۵۶ ^{b-f}	۱۰/۸۹ ^a	۵/۳۴ ^f	۹۱/۷۸ ^{d-g}	۱۰/۵۳ ^{ab}	۸/۹۳ ^{d-f}	۵/۱۶ ^{a-e}	۳۸/۳۱ ^{a-e}	۲۵/۱۱ ^{c-e}	۲۵/۱۱ ^{c-e}
۱۹	۱۹ ^{d-g}	۱۴/۵۶ ^{cd}	۶/۰۶ ^{c-f}	۵/۴۱ ^{ef}	۴۳/۴۴ ^{jk}	۸/۵۳ ^{c-h}	۹/۰۸ ^{c-e}	۴/۶۹ ^{a-f}	۲۷/۴۸ ^{de}	۲۰/۱۷ ^{c-e}	۲۰/۱۷ ^{c-e}
۲۰	۳۲/۵۸ ^d	۱۴/۶۷ ^{cd}	۵/۴۸ ^{d-f}	۵/۶۳ ^{ef}	۴۷/۴۴ ^{l-k}	۸/۹۰ ^{c-g}	۹/۵۱ ^{b-e}	۵/۰۳ ^{a-e}	۶۰/۰۹ ^e	۴۶/۱۶ ^a	۴۶/۱۶ ^a
۲۱	۳۰/۶۷ ^{a-e}	۲۱/۶۷ ^{bc}	۷/۱۳ ^{a-e}	۶/۰۷ ^{c-f}	۱۰۵/۳۳ ^{b-e}	۷/۲۳ ^h	۹/۱۱ ^{c-e}	۳/۷۱ ^f	۴۰/۵۹ ^{a-e}	۲۵/۸۹ ^{c-e}	۲۵/۸۹ ^{c-e}
۲۲	۱۴/۲۳ ^g	۷/۴۳ ^e	۵/۳۱ ^{d-f}	۵/۸۵ ^{d-f}	۳۱/۲۲ ^k	۸/۴۸ ^{d-h}	۸/۵۸ ^{c-g}	۴/۴۸ ^{c-f}	۲۶/۱۴ ^e	۲۱/۲۱ ^{c-e}	۲۱/۲۱ ^{c-e}
۲۳	۲۰/۴۴ ^{c-g}	۲۰/۱۱ ^{b-e}	۷/۶۷ ^{c-e}	۷/۷۷ ^{a-c}	۱۰۷/۲۳ ^{b-e}	۱۰/۴۸ ^{ab}	۱۰/۲۸ ^{a-c}	۵/۶۳ ^c	۵۴/۶۳ ^{a-e}	۳۸/۷۹ ^{c-e}	۳۸/۷۹ ^{c-e}
۲۴	۱۶/۱۱ ^{gf}	۱۹/۴۴ ^{b-f}	۵/۲۳ ^{d-f}	۵/۶۰ ^{ef}	۶۸/۵۶ ^{c-j}	۸/۹۸ ^{c-g}	۱۰/۹۵ ^a	۴/۳۳ ^{e-f}	۳۷/۲۶ ^{a-e}	۲۵/۵۵ ^{c-e}	۲۵/۵۵ ^{c-e}
۲۵	۲۹/۲۳ ^{a-f}	۸/۲۳ ^e	۵/۷۸ ^{c-f}	۴۲/۲۲ ^{jk}	۹/۴۹ ^{b-e}	۱۱/۰۳ ^a	۹/۴۹ ^{b-e}	۴/۷۱ ^{a-f}	۳۹/۵۹ ^{a-e}	۲۸/۸۳ ^{b-e}	۲۸/۸۳ ^{b-e}
۲۶	۳۰/۸۹ ^{a-e}	۲۰/۳۳ ^{b-e}	۴/۵۲ ^{ef}	۵/۳۳ ^f	۶۸/۸۹ ^{c-j}	۸/۰۳ ^{efg}	۷/۴۹ ^{gh}	۴/۵۲ ^{b-f}	۲۴/۸۹ ^e	۱۸/۸۷ ^{de}	۱۸/۸۷ ^{de}
۲۷	۳۳/۱۱ ^{a-c}	۱۱/۰۰ ^{ed}	۲/۸۹ ^f	۷/۴۷ ^{a-d}	۴۵/۲۲ ^{jk}	۸/۵۱ ^{c-h}	۸/۴۰ ^{c-g}	۴/۴۷ ^{c-f}	۴۵/۷۰ ^{a-e}	۳۴/۱۳ ^{cd}	۳۴/۱۳ ^{cd}
۲۸	۲۵/۲۳ ^{c-g}	۱۷/۲۳ ^{b-f}	۶/۵۶ ^{b-f}	۵/۱۸ ^f	۶۹/۳۳ ^{g-j}	۷/۹۱ ^{gh}	۹/۲۷ ^{c-e}	۴/۰۹ ^{e-f}	۳۵/۹۵ ^{b-e}	۲۸/۵۰ ^{b-e}	۲۸/۵۰ ^{b-e}
۲۹	۲۵/۱۱ ^{c-g}	۱۷/۰۰ ^{b-d}	۸/۸۱ ^{a-d}	۵/۳۳ ^f	۸۰/۰۰ ^{d-i}	۸/۷۸ ^{c-g}	۸/۷۷ ^{d-i}	۵/۲۳ ^{a-e}	۳۸/۱۳ ^{ab-e}	۲۷/۳۸ ^{c-e}	۲۷/۳۸ ^{c-e}
۳۰	۳۹/۴۴ ^a	۲۹/۶۷ ^a	۵/۲۸ ^{d-f}	۶/۱۸ ^{a-d}	۱۵۶/۶۷ ^a	۷/۳۵ ^h	۷/۱۳ ^h	۴/۵۶ ^{a-f}	۵۱/۲۷ ^{a-c}	۲۴/۵۶ ^{c-e}	۲۴/۵۶ ^{c-e}

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین

Continued Table 4. Mean comparison

ژنوتیپ	صفات	عملکرد دانه در بوته (g)	طول بذر (mm)	عرض بذر (mm)	قطر بذر (mm)	تعداد دانه در بوته	شاخص برداشت	وزن صد دانه (g)	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	روز تا ۵۰ درصد غلافدهی	روز تا ۵۰ درصد رسیدگی
۱		۳۰/۰۶ ^{a-c}	۱۳/۴۷ ^{ab}	۷/۳۰ ^{b,c}	۵/۰۳ ^{c-e}	۶۹/۶۷ ^{d-i}	۰/۵۳ ^{a-d}	۳۰/۳۳ ^b	۴۶/۰۰ ^{b-g}	۴۹/۶۷ ^{c-g}	۹۸/۶۷ ^{c-h}
۲		۲۶/۷۸ ^{ab}	۱۱/۶۵ ^{d-f}	۷/۲۳ ^{b-d}	۴/۷۹ ^{c-i}	۸۲/۷۸ ^{c-f}	۰/۵۴ ^{a-d}	۲۵/۰۸ ^{b-h}	۴۷/۶۷ ^{a-c}	۵۲/۳۳ ^{b-d}	۱۰۸/۳۳ ^{ab}
۳		۱۶/۱۴ ^{bc}	۱۱/۷۸ ^{d-f}	۸/۲۹ ^a	۶/۲۹ ^a	۴۸/۸۹ ^{ef}	۰/۵۱ ^{a-e}	۳۷/۳۳ ^a	۳۹/۶۷ ^{gh}	۴۳/۶۷ ^{h-i}	۹۶/۳۳ ^{d-h}
۴		۲۱/۹۳ ^{a-c}	۱۰/۷۹ ^{e-i}	۶/۶۳ ^{e-j}	۴/۵۶ ^{d-i}	۹۶/۲۳ ^{e-f}	۰/۵۱ ^{a-e}	۲۴/۱۷ ^{d-j}	۴۴/۳۳ ^{d-h}	۴۴/۶۷ ^{g-i}	۹۱/۶۷ ^h
۵		۳۱/۶۶ ^a	۱۰/۶۳ ^{e-i}	۶/۳۵ ^{g-j}	۵/۷۰ ^b	۱۱۶/۱۱ ^{a-d}	۰/۵۷ ^{a-d}	۲۸/۱۹ ^{b-e}	۴۲/۳۳ ^{d-h}	۴۷/۳۳ ^{d-i}	۹۴/۶۷ ^{f-h}
۶		۲۱/۳۰ ^{a-c}	۱۰/۸۱ ^{e-i}	۶/۵۷ ^{e-j}	۴/۶۱ ^{c-i}	۸۷/۵۰ ^{e-f}	۰/۵۳ ^{a-e}	۲۳/۶۸ ^{d-j}	۴۹/۳۳ ^d	۵۲/۳۳ ^{b-d}	۱۰۳/۶۷ ^{a-e}
۷		۱۱/۸۳ ^c	۱۳/۵۹ ^{ab}	۷/۰۵ ^{b-f}	۴/۹۶ ^{c-g}	۴۶/۲۳ ^f	۰/۴۱ ^{d-e}	۲۸/۵۹ ^{b-d}	۵۴/۶۷ ^a	۵۶/۳۳ ^a	۱۰۵/۳۳ ^{a-c}
۸		۲۴/۵۱ ^{a-c}	۱۲/۹۸ ^{bc}	۶/۷۸ ^{b-h}	۴/۴۷ ^{e-i}	۷۶/۸۹ ^{c-f}	۰/۵۸ ^{a-c}	۲۶/۳۷ ^{b-g}	۴۲/۶۷ ^{e-h}	۴۲/۶۷ ^{g-i}	۹۲/۰۰ ^h
۹		۱۷/۴۲ ^{bc}	۱۰/۷۶ ^{e-i}	۶/۷۴ ^{c-i}	۴/۸۰ ^{c-i}	۸۵/۵۶ ^{c-f}	۰/۴۷ ^{b-c}	۲۰/۴۹ ^{b-i}	۵۰/۰۰ ^{a-d}	۵۲/۶۷ ^{b-d}	۱۰۹/۳۳ ^a
۱۰		۱۳/۵۰ ^{bc}	۹/۸۵ ⁱ	۵/۷۴ ^{kl}	۳/۷۷ ^{jk}	۸۶/۰۰ ^{e-f}	۰/۵۰ ^{b-c}	۱۵/۱۳ ^{mm}	۵۱/۶۷ ^{ab}	۵۴/۰۰ ^{b,c}	۱۰۳/۰۰ ^{a-e}
۱۱		۱۴/۷۵ ^{bc}	۱۰/۸۶ ^{e-i}	۷/۱۱ ^{b-e}	۴/۹۸ ^{c-f}	۹۱/۸۹ ^{c-f}	۰/۴۹ ^{b-c}	۲۵/۰۳ ^{b-h}	۴۸/۳۳ ^{a-e}	۳۴/۶۷	۹۸/۶۷ ^{c-h}
۱۲		۸/۳۹ ^{a-c}	۸/۵۳ ⁱ	۶/۱۰ ^{kl}	۴/۵۷ ^{d-i}	۱۳۱/۶۷ ^{a-d}	۰/۴۸ ^{b-c}	۱۸/۷۷ ^{j-m}	۴۶/۳۳ ^{b-d}	۵۲/۳۳ ^{b-d}	۹۷/۰۰ ^{d-h}
۱۳		۲۵/۸۶ ^{ab}	۱۰/۰۸ ^{hi}	۶/۶۳ ^{e-j}	۴/۸۴ ^{c-h}	۱۱۰/۰۰ ^{a-d}	۰/۵۳ ^{a-d}	۲۴/۵۰ ^{c-i}	۵۰/۰۰ ^{a-d}	۵۳/۰۰ ^{b-d}	۱۰۱/۶۷ ^{a-f}
۱۴		۱۹/۳۹ ^{a-c}	۱۰/۲۳ ^{g-h}	۶/۲۰ ^{j-k}	۴/۵۳ ^{d-i}	۹۵/۴۴ ^{e-f}	۰/۵۶ ^{a-d}	۲۲/۶۷ ^{f-k}	۴۳/۰۰ ^{c-h}	۴۳/۰۰ ^{b-e}	۹۶/۶۷ ^{d-h}
۱۵		۲۳/۰۴ ^{a-c}	۹/۴۸ ⁱ	۶/۳۹ ^{f-j}	۴/۱۷ ^{f-i}	۷۴/۰۰ ^{a-d}	۰/۵۶ ^{a-d}	۱۷/۲۵ ^{i-m}	۴۸/۶۷ ^{a-d}	۴۶/۶۷ ^{b-i}	۱۰۴/۳۳ ^{a-d}
۱۶		۲۵/۶۱ ^{ab}	۸/۲۰ ^j	۵/۵۷ ^f	۴/۳۰ ^{hi}	۱۶۰/۰۰ ^a	۰/۵۳ ^{a-e}	۱۶/۶۲ ⁱ⁻ⁿ	۴۰/۰۰ ^{g-h}	۴۷/۰۰ ^{d-i}	۹۵/۶۷ ^{e-h}
۱۷		۲۰/۶۱ ^{a-c}	۱۴/۲۷ ^a	۷/۳۵ ^h	۵/۱۰ ^{c-d}	۵۷/۷۸ ^{d-f}	۰/۵۴ ^{a-d}	۳۸/۶۹ ^a	۴۰/۰۰ ^{g-h}	۴۹/۶۷ ^{c-h}	۹۴/۶۷ ^{f-h}
۱۸		۱۷/۵۴ ^{bc}	۱۰/۵۶ ^{f-i}	۶/۶۱ ^{e-j}	۴/۲۳ ^j	۷۹/۷۸ ^{c-i}	۰/۴۶ ^{b-c}	۲۳/۶۶ ^{d-j}	۴۹/۶۷ ^{d-c}	۵۱/۳۳ ^{a-e}	۱۰۳/۳۳ ^{a-e}
۱۹		۱۳/۲۷ ^{bc}	۱۰/۲۲ ^{g-h}	۶/۹۳ ^{b-g}	۴/۸۳ ^{c-h}	۶۵/۵۶ ^{d-f}	۰/۴۷ ^{b-c}	۲۲/۹۶ ^{e-j}	۴۸/۶۷ ^{b-f}	۴۲/۰۰ ^{b-e}	۱۰۳/۶۷ ^{a-e}
۲۰		۲۶/۱۱ ^{ab}	۱۱/۳۶ ^{d-g}	۷/۲۹ ^{b,c}	۴/۷۷ ^{c-i}	۱۰۹/۱۱ ^{a-e}	۰/۵۶ ^{a-d}	۲۷/۸۴ ^{b-i}	۳۶/۶۷ ^{gh}	۶۱/۶۷ ^f	۹۴/۰۰ ^{i-h}
۲۱		۱۸/۶۴ ^{a-c}	۱۱/۲۳ ^{d-h}	۶/۸۸ ^{b-g}	۴/۷۳ ^{c-i}	۹۰/۳۳ ^{e-f}	۰/۴۴ ^{c-e}	۲۲/۴۴ ^{f-k}	۴۳/۳۳ ^{c-h}	۵۱/۰۰ ^{b-f}	۹۸/۳۳ ^{c-h}
۲۲		۱۵/۸۹ ^{bc}	۱۲/۳۰ ^{d,c}	۶/۷۵ ^{c-i}	۶/۰۹ ^{ab}	۴۵/۰۰ ^f	۰/۶۰ ^{a-c}	۳۰/۰۴ ^b	۴۲/۶۷ ^{c-h}	۴۹/۰۰ ^{c-h}	۹۷/۶۷ ^{c-h}
۲۳		۳۰/۲۶ ^{a-c}	۱۰/۸۳ ^{e-i}	۶/۲۹ ^{b-j}	۵/۹۰ ^{ab}	۹۹/۲۲ ^{d-i}	۰/۶۷ ^a	۳۰/۲۶ ^b	۴۲/۶۷ ^{c-h}	۴۵/۶۷ ^{e-i}	۹۶/۶۷ ^{d-h}
۲۴		۲۲/۲۳ ^{a-c}	۱۱/۸۳ ^{d,e}	۶/۶۷ ^{d-j}	۵/۲۰ ^c	۶۲/۰۰ ^{d-f}	۰/۶۳ ^{ab}	۲۹/۶۷ ^{bc}	۴۲/۳۳ ^{c-h}	۴۹/۶۷ ^{c-g}	۹۳/۳۳ ^{gh}
۲۵		۲۰/۴۸ ^{a-c}	۱۱/۵۹ ^{d-i}	۷/۰۵ ^{b-i}	۵/۱۳ ^{d-i}	۱۱۰/۳۳ ^{d-e}	۰/۵۰ ^{b-c}	۲۶/۲۰ ^{b-g}	۴۴/۶۷ ^{b-g}	۴۸/۶۷ ^{c-g}	۹۹/۶۷ ^{c-h}
۲۶		۱۴/۱۵ ^{bc}	۸/۶۲ ⁱ	۵/۴۴ ⁱ	۴/۵۳ ^{d-i}	۱۰۰/۲۲ ^{b-i}	۰/۵۶ ^{a-d}	۱۷/۶۱ ^{k-m}	۴۷/۰۰ ^{b-i}	۴۹/۶۷ ^{c-g}	۹۹/۶۷ ^{c-h}
۲۷		۲۳/۴۴ ^{a-c}	۱۰/۲۵ ^{g-h}	۶/۱۳ ^{kl}	۵/۰۳ ^{c-e}	۱۰۸/۸۹ ^{a-e}	۰/۵۱ ^{a-e}	۲۱/۲۶ ^{g-i}	۴۵/۳۳ ^{b-g}	۴۹/۰۰ ^{c-h}	۹۴/۰۰ ^{f-h}
۲۸		۲۲/۰۵ ^{a-c}	۱۰/۱۷ ^{g-h}	۶/۷۳ ^{c-i}	۴/۹۳ ^{c-i}	۸۵/۶۷ ^{a-f}	۰/۶۱ ^{a-c}	۲۶/۲۳ ^{b-g}	۴۰/۶۷ ^{f-h}	۴۹/۳۳ ^{d-i}	۹۴/۶۷ ^{e-h}
۲۹		۲۰/۵۰ ^{a-c}	۹/۹۵ ⁱ	۶/۱۹ ^{j-k}	۴/۳۷ ^{g-i}	۱۰۷/۵۶ ^{a-e}	۰/۵۳ ^{a-d}	۲۱/۷۱ ^{g-i}	۴۲/۶۷ ^{gh}	۴۴/۳۳ ^{g-i}	۹۵/۶۷ ^{e-h}
۳۰		۱۸/۳۵ ^{a-c}	۸/۳۱ ^j	۴/۸۶ ^m	۳/۷۰ ^k	۱۵۷/۳۳ ^{ab}	۰/۳۶ ^e	۱۲/۶۱ ⁿ	۵۳/۶۷ ^a	۵۶/۳۳ ^{ab}	۱۰۱/۳۳ ^{b-g}

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین میانگین ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی به روش دانکن
Table 5. Mean comparison of bean genotype for the studied traits in drought stress conditions by Duncan method

صفات ژنوتیپ	تعداد غلاف در بوته	تعداد گره در بوته	طول میانگره (cm)	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بوته (cm)	طول غلاف (cm)	عرض غلاف (mm)	تعداد دانه در غلاف	عملکرد بیولوژیک (g)	وزن غلاف با دانه در بوته (g)
۱	۱۵/۱۱ ^{c-e}	۷/۵۶ ^f	۱۰/۸۹ ^a	۸/۰۴ ^{a-d}	۳۷/۵۶ ^{lm}	۱۰/۹۳ ^a	۱۱/۰۶ ^{ab}	۴/۶۲ ^{bc}	۳۷/۵۳ ^{c-e}	۲۵/۲۷ ^{b-d}
۲	۲۰/۱۱ ^{b-e}	۲۰/۶۷ ^{e-e}	۶/۸۶ ^{c-f}	۵/۸۲ ^{f-i}	۹۸/۱۱ ^{b-f}	۷/۸۸ ^{d-i}	۹/۴۰ ^{d-i}	۴/۰۸ ^{b-d}	۳۰/۸۱ ^e	۱۹/۴۹ ^{b-f}
۳	۱۳/۵۶ ^e	۱۸/۸۹ ^{b-e}	۸/۲۸ ^{a-d}	۵/۲۳ ^{g-i}	۱۱۶/۰۰ ^{a-c}	۸/۱۷ ^{d-h}	۱۱/۱۸ ^a	۴/۱۶ ^{b-d}	۳۵/۴۳ ^{c-e}	۱۹/۶۳ ^{b-f}
۴	۱۷/۱۱ ^{c-e}	۱۵/۸۹ ^e	۶/۹۳ ^{c-f}	۵/۸۱ ^{f-i}	۶۷/۴۴ ^{f-i}	۸/۹۳ ^{b-f}	۸/۶۸ ^{f-k}	۴/۸۷ ^{ab}	۳۳/۹۵ ^{c-e}	۲۲/۲۴ ^{b-e}
۵	۲۲/۶۷ ^{e-e}	۲۵/۴۴ ^a	۱۱/۰۳ ^a	۸/۳۰ ^{ab}	۱۴۶/۸۹ ^a	۹/۷۸ ^{a-c}	۱۰/۹۴ ^{a-c}	۴/۹۶ ^{ab}	۵۵/۲۷ ^{a-c}	۳۰/۷۷ ^{a-c}
۶	۳۷/۱۹ ^{bc}	۴۷/۹۲ ^{e-g}	۴/۹۲ ^{c-e}	۸/۳۰ ^{ab}	۵۶/۸۹ ^{b-m}	۹/۱۳ ^{b-e}	۸/۶۷ ^{f-k}	۴/۶۰ ^{bc}	۵۵/۰۰ ^{a-d}	۳۱/۵۱ ^{a-c}
۷	۲۰/۸۹ ^{b-e}	۲۴/۶۵ ^{ab}	۴/۶۷ ^{e-h}	۷/۹۳ ^{a-e}	۱۰۹/۱۱ ^{b-d}	۱۱/۸۹ ^{d-h}	۹/۹۵ ^{b-f}	۳/۱۷ ^d	۳۸/۰۹ ^{c-e}	۱۶/۳۷ ^{c-f}
۸	۱۷/۵۶ ^{c-e}	۱۶/۳۳ ^c	۱۰/۲۶ ^{ab}	۶/۰۶ ^{c-e}	۹۰/۱۱ ^{b-h}	۱۰/۳۲ ^{a-b}	۱۰/۲۴ ^{a-b}	۴/۶۳ ^{bc}	۳۳/۳۸ ^{c-e}	۲۱/۸۷ ^{b-e}
۹	۲۴/۳۳ ^{b-e}	۱۹/۵۶ ^{b-e}	۶/۱۴ ^{c-g}	۶/۸۸ ^{b-h}	۸۵/۲۴ ^{f-i}	۷/۳۹ ^{e-i}	۸/۵۴ ^{f-k}	۳/۹۳ ^{b-d}	۳۷/۶۹ ^{de}	۲۱/۵۷ ^{c-f}
۱۰	۱۶/۸۹ ^{c-e}	۲۲/۸۹ ^{c-d}	۴/۹۷ ^{c-g}	۶/۴۳ ^{c-i}	۹۶/۳۳ ^{g-g}	۸/۱۳ ^{d-h}	۷/۷۸ ^k	۳/۶۶ ^{b-d}	۲۳/۹۶ ^e	۱۲/۸۲ ^{c-f}
۱۱	۱۸/۸۸ ^{b-e}	۱۸/۵۶ ^{c-e}	۶/۱۹ ^{c-g}	۶/۸۷ ^{b-h}	۱۰۰/۰۰ ^{b-i}	۷/۱۷ ^{g-i}	۹/۷۶ ^{c-h}	۳/۴۹ ^{dc}	۳۴/۸۵ ^{c-e}	۱۸/۶۳ ^{b-d}
۱۲	۱۶/۵۶ ^{b-d}	۱۶/۲۲ ^c	۷/۱۳ ^{b-f}	۶/۸۳ ^{b-h}	۶۳/۲۲ ^{g-h}	۷/۱۵ ^{g-i}	۸/۷۹ ^{g-k}	۴/۳۹ ^{b-d}	۴۱/۴۱ ^{b-e}	۲۲/۲۱ ^{b-e}
۱۳	۱۳/۷۸ ^{de}	۱۹/۵۶ ^{b-e}	۶/۴۳ ^{c-g}	۷/۸۳ ^{b-e}	۱۰۳/۴۳ ^{h-e}	۷/۰۲ ^{g-i}	۸/۴۶ ^k	۳/۴۷ ^{dc}	۲۸/۲۶ ^e	۴/۵۹ ^f
۱۴	۲۱/۶۷ ^{a-e}	۱۹/۰۰ ^{b-e}	۵/۲۸ ^{d-g}	۵/۱۱ ^{hi}	۷۷/۵۶ ^{d-k}	۷/۲۵ ^{d-i}	۹/۸۰ ^{d-i}	۴/۱۷ ^{b-d}	۲۶/۱۹ ^e	۱۹/۵۱ ^{b-d}
۱۵	۴۳/۱۷ ^a	۱۸/۸۹ ^{b-e}	۶/۵۶ ^{c-i}	۷/۰۰ ^{a-b}	۱۰۰/۴۳ ^{h-i}	۸/۱۴ ^{d-h}	۸/۶۸ ^{f-k}	۴/۵۸ ^{bc}	۵۸/۸۷ ^{ab}	۳۳/۱۶ ^{ab}
۱۶	۲۰/۵۶ ^{b-e}	۲۰/۶۷ ^{a-e}	۷/۲۸ ^{b-f}	۵/۶۳ ^{f-i}	۸۸/۲۱ ^{b-h}	۷/۲۵ ^{g-i}	۸/۷۶ ^{c-k}	۴/۲۰ ^{b-d}	۳۵/۲۵ ^{c-e}	۱۶/۹۴ ^{c-f}
۱۷	۱۶/۶۷ ^{c-e}	۹/۸۸ ⁱ	۶/۱۱ ^{c-g}	۶/۸۸ ^{b-h}	۴۳/۵۶ ^{k-m}	۹/۴۸ ^d	۸/۹۹ ^{e-k}	۴/۱۰ ^{b-d}	۳۶/۵۶ ^{c-e}	۲۴/۸۵ ^d
۱۸	۱۵/۵۶ ^{c-e}	۱۸/۴۴ ^c	۷/۷۳ ^{b-e}	۶/۶۶ ^{b-i}	۸۹/۰۰ ^{b-h}	۱۰/۲۵ ^{ab}	۸/۳۲ ^k	۵/۹۲ ^a	۳۶/۶۸ ^{c-e}	۲۱/۴۶ ^{b-d}
۱۹	۱۵/۸۹ ^{c-e}	۱۷/۲۳ ^{de}	۳/۳۳ ^{gh}	۶/۰۷ ^{a-i}	۴۷/۷۸ ^{j-m}	۷/۵۴ ^{f-i}	۹/۵۰ ^{d-i}	۴/۳۶ ^{c-d}	۳۴/۵۳ ^c	۱۶/۴۳ ^{b-d}
۲۰	۱۳/۸۹ ^{de}	۱۶/۱۱ ^e	۴/۳۹ ^{f-h}	۴/۹۹ ⁱ	۴۴/۲۲ ^{k-m}	۸/۵۶ ^{c-g}	۹/۵۱ ^{d-i}	۴/۷۱ ^{a-c}	۲۹/۴۳ ^e	۱۹/۵۷ ^{b-f}
۲۱	۱۲/۳۳ ^e	۱۸/۳۳ ^{c-e}	۸/۳۹ ^{a-d}	۵/۴۶ ^{f-i}	۸۱/۷۸ ^j	۶/۷۸ ^{hi}	۹/۱۳ ^{e-j}	۳/۲۸ ^{dc}	۳۲/۷۸ ^e	۱۰/۵۰ ^{d-f}
۲۲	۱۵/۲۲ ^{c-e}	۸/۳۳ ^f	۴/۶۰ ^{e-h}	۱۳/۱۳ ^{d-i}	۸۱/۰۰ ^m	۸/۱۹ ^{d-h}	۸/۳۷ ^k	۴/۴۷ ^{b-d}	۲۵/۷۷ ^e	۱۷/۲۵ ^{c-f}
۲۳	۲۵/۰۰ ^b	۲۴/۰۰ ^{a-c}	۷/۰۶ ^{c-i}	۸/۲۰ ^{a-c}	۱۴۵/۷۸ ^a	۹/۰۹ ^{b-e}	۹/۸۸ ^{b-g}	۴/۵۹ ^{bc}	۵۱/۵۰ ^a	۳۰/۷۵ ^a
۲۴	۱۹/۶۴ ^{b-e}	۱۹/۱۱ ^{b-e}	۶/۲۳ ^{c-g}	۶/۹۸ ^{b-g}	۶۹/۵۶ ^{c-i}	۸/۶۲ ^{c-g}	۱۰/۸۹ ^{c-g}	۴/۰۰ ^{b-d}	۳۴/۶۸ ^{c-e}	۱۹/۲۷ ^{b-f}
۲۵	۲۲/۳۳ ^{b-e}	۸/۰۰ ⁱ	۶/۰۰ ^{c-g}	۸/۹۳ ^{b-g}	۴۱/۴۴ ^{lm}	۸/۵۴ ^{c-g}	۱۰/۴۹ ^{a-c}	۴/۰۰ ^{b-d}	۳۹/۷۷ ^{a-c}	۲۴/۲۱ ^{b-e}
۲۶	۱۲/۰۰ ^e	۱۸/۶۷ ^{b-e}	۹/۱۹ ^{a-c}	۷/۰۰ ^{b-i}	۱۰۰/۲۷ ^{b-f}	۷/۶۴ ^{b-d}	۷/۸۹ ^{j-k}	۴/۳۶ ^{b-d}	۳۲/۷۷ ^e	۱۳/۶۳ ^{d-f}
۲۷	۲۳/۷۸ ^{b-e}	۱۷/۳۳ ^{de}	۱/۷۰ ^h	۷/۰۰ ^{b-f}	۵۱/۷۸ ^{i-m}	۷/۴۵ ^{d-i}	۹/۰۰ ^{e-k}	۳/۴۴ ^{dc}	۳۳/۸۵ ^{c-e}	۱۹/۹۰ ^{b-f}
۲۸	۱۹/۰۰ ^{b-e}	۱۶/۰۰ ^e	۷/۵۶ ^{b-i}	۵/۹۳ ^{f-i}	۵۹/۴۳ ^{h-m}	۸/۳۱ ^{c-h}	۹/۴۱ ^d	۴/۴۴ ^{b-d}	۳۵/۱۴ ^{c-e}	۲۴/۵۱ ^{b-d}
۲۹	۲۲/۶۶ ^{b-e}	۱۸/۰۰ ^{c-e}	۸/۴۳ ^{a-d}	۵/۶۳ ^{f-i}	۷۹/۲۱ ^{d-j}	۸/۵۸ ^{c-g}	۸/۵۶ ^{g-k}	۴/۹۸ ^{ab}	۲۱/۲۵ ^e	۲۱/۵۶ ^{b-e}
۳۰	۱۶/۳۳ ^{c-e}	۲۶/۳۳ ^a	۸/۵۶ ^{a-c}	۵/۹۳ ^{f-i}	۱۲۱/۷۸ ^{ab}	۶/۳۳ ⁱ	۶/۱۱ ⁱ	۴/۱۱ ^{b-d}	۲۴/۰۳ ^e	۸/۴۴ ^{ef}

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین

Continued Table 5 . Mean comparison

صفات	عملکرد دانه در بوته (g)	طول بندر (mm)	عرض بندر (mm)	قطر بندر (mm)	تعداد دانه در بوته	شاخص برداشت	وزن صد دانه (g)	روز ۵۰ تا گلدهی	روز ۵۰ تا درصد غلاف‌دهی	روز ۵۰ تا درصد رسیدگی
۱	۱۹/۴۰ ^{b-e}	۱۳/۷۰ ^a	۶/۹۷ ^b	۴/۸۳ ^{c-g}	۵۹/۷۸ ^{c-f}	۰/۵۱ ^{ab}	۳۰/۵۴ ^b	۴۷/۳۳ ^{f-i}	۴۹/۶۷ ^{b-i}	۹۹/۶۷ ^b
۲	۱۴/۲۶ ^{c-g}	۱۰/۹۹ ^{d-h}	۶/۷۷ ^{bc}	۴/۸۷ ^{c-g}	۶۰/۳۳ ^{c-f}	۰/۴۸ ^{a-d}	۲۲/۷۸ ^{d-i}	۴۷/۰۰ ^{a-g}	۵۱/۰۰ ^{b-d}	۱۱۴/۶۷ ^{bc}
۳	۱۴/۴۶ ^{c-g}	۱۱/۲۷ ^{c-f}	۸/۱۵ ^a	۴/۰۰ ^d	۴۳/۴۴ ^{ef}	۰/۴۶ ^{a-d}	۳۵/۶۸ ^a	۴۵/۰۰ ^{d-h}	۴۷/۰۰ ^{d-h}	۸۹/۳۳ ^{bc}
۴	۱۷/۲۷ ^{c-i}	۱۱/۰۳ ^{d-g}	۶/۳۶ ^{b-g}	۴/۳۳ ^{c-i}	۷۰/۷۸ ^{c-e}	۰/۵۳ ^{ab}	۲۲/۱۷ ^{d-j}	۴۷/۳۳ ^{f-i}	۵۲/۳۳ ^{c-c}	۸۳/۳۳ ^c
۵	۲۷/۳۳ ^{ab}	۱۰/۴۱ ^{d-i}	۵/۷۹ ^{f-i}	۴/۹۱ ^{c-f}	۸۶/۶۷ ^{b-e}	۰/۳۵ ^{a-e}	۲۲/۰۳ ^{c-i}	۴۵/۶۷ ^{b-h}	۴۷/۶۷ ^{d-h}	۸۵/۶۷ ^c
۶	۲۰/۰۰ ^{a-d}	۱۰/۶۳ ^{a-b}	۶/۴۳ ^{b-e}	۴/۵۴ ^{cd}	۱۰۶/۰۰ ^{a-c}	۰/۳۷ ^{a-e}	۲۰/۸۶ ^{e-j}	۴۹/۰۰ ^{a-d}	۵۲/۰۰ ^c	۹۲/۳۳ ^{bc}
۷	۱۰/۷۳ ^{d-h}	۱۲/۵۳ ^{ab}	۶/۸۶ ^{bc}	۴/۷۹ ^{c-g}	۴۸/۵۶ ^{ef}	۰/۲۸ ^{c-e}	۲۲/۸۲ ^{c-i}	۵۲/۲۳ ^{ab}	۵۴/۳۳ ^{ab}	۸۹/۰۰ ^{bc}
۸	۱۶/۳۳ ^{c-g}	۱۱/۶۴ ^{cd}	۶/۸۳ ^{b-d}	۴/۶۳ ^{c-h}	۶۶/۳۳ ^{c-f}	۰/۵۳ ^{ab}	۲۲/۴۰ ^{d-i}	۴۴/۰۰ ^{d-i}	۵۰/۰۰ ^{b-e}	۸۵/۳۳ ^c
۹	۱۵/۵۱ ⁱ	۱۰/۳۶ ^{d-i}	۶/۴۸ ^{a-b}	۴/۷۸ ^{c-g}	۸۱/۶۷ ^{a-e}	۰/۳۱ ^{b-e}	۱۸/۳۳ ^{h-k}	۴۷/۰۰ ^{a-g}	۵۲/۰۰ ^{a-c}	۸۵/۳۳ ^c
۱۰	۸/۳۰ ^{f-h}	۹/۵۵ ^{b-k}	۵/۸۱ ^{e-d}	۳/۶۳ ^{kl}	۸۲/۰۰ ^{b-e}	۰/۳۳ ^{a-e}	۱۴/۷۸ ^{k-m}	۵۲/۰۰ ^{a-c}	۵۳/۰۰ ^{a-c}	۹۹/۶۷ ^b
۱۱	۱۴/۱۴ ^{c-g}	۱۰/۹۲ ^{d-h}	۶/۷۶ ^{bc}	۵/۱۷ ^{b-c}	۵۵/۸۹ ^{d-f}	۰/۳۷ ^{a-e}	۲۵/۵۹ ^{b-e}	۴۷/۳۳ ^{f-i}	۴۸/۰۰ ^{b-f}	۸۷/۰۰ ^{bc}
۱۲	۱۵/۳۳ ^{c-g}	۸/۴۵ ^{d-i}	۶/۰۰ ^{cd}	۴/۳۳ ^j	۹۷/۵۶ ^{d-m}	۰/۴۰ ^{a-d}	۱۴/۱۶ ^{k-m}	۵۰/۳۳ ^{a-c}	۵۲/۶۷ ^{c-d}	۸۸/۳۳ ^{bc}
۱۳	۲/۷۷ ^h	۱۰/۱۹ ^{d-i}	۶/۳۱ ^{c-g}	۴/۷۹ ^{c-g}	۲۰/۱۷ ^f	۰/۱۸ ^e	۱۸/۷۰ ^{g-k}	۴۷/۶۷ ^{a-e}	۴۹/۳۳ ^{cd}	۸۸/۶۷ ^{bc}
۱۴	۱۴/۲۳ ^{c-g}	۱۰/۰۰ ^{e-i}	۶/۰۰ ^{d-h}	۴/۴۹ ^{d-i}	۱۴۱/۵۰ ^{b-e}	۰/۵۴ ^{ad}	۱۹/۲۴ ^k	۴۰/۶۷ ^{g-i}	۴۴/۳۳ ^{g-i}	۸۸/۶۷ ^{bc}
۱۵	۲۲/۵۶ ^{cd}	۹/۹۶ ^{d-i}	۶/۰۰ ^{d-i}	۴/۰۰ ^{h-i}	۱۴۱/۵۰ ^a	۰/۲۸ ^{a-e}	۱۸/۱۳ ^k	۴۷/۶۷ ^{a-d}	۵۰/۳۳ ^{cd}	۱۱۴/۰۰ ^a
۱۶	۱۲/۲۹ ^{c-h}	۹/۲۵ ^{h-i}	۵/۵۲ ^{hi}	۴/۳۰ ^{g-j}	۷۹/۸۹ ^{b-e}	۰/۲۸ ^{a-e}	۱۶/۵۶ ^{j-l}	۴۵/۰۰ ^{d-h}	۴۹/۰۰ ^{c-g}	۸۴/۰۰ ^c
۱۷	۱۷/۳۱ ^{c-i}	۱۲/۴۰ ^{bc}	۶/۴۱ ^{b-g}	۴/۸۳ ^{c-g}	۶۵/۱۱ ^{c-i}	۰/۴۸ ^{a-d}	۲۸/۵۲ ^{bc}	۴۵/۶۷ ^{g-i}	۴۷/۶۷ ^{h-i}	۹۲/۰۰ ^{bc}
۱۸	۱۵/۱۳ ^{c-g}	۱۰/۳۷ ^{d-i}	۶/۳۶ ^{b-g}	۴/۱۴ ^{b-k}	۸۳/۳۳ ^{h-e}	۰/۳۹ ^{a-e}	۱۸/۵۹ ^{g-k}	۴۸/۶۷ ^{a-d}	۵۱/۶۷ ^d	۹۱/۰۰ ^{bc}
۱۹	۱۲/۰۵ ^{c-h}	۱۰/۵۳ ^{d-i}	۶/۷۸ ^c	۴/۷۰ ^{c-h}	۴۸/۵۶ ^{ef}	۰/۴۹ ^{a-c}	۲۳/۱۸ ^{c-i}	۴۱/۰۰ ^{f-i}	۴۴/۳۳ ^{g-i}	۸۴/۶۷ ^c
۲۰	۱۴/۴۰ ^{c-g}	۱۰/۶۶ ^{d-i}	۶/۸۱ ^{bc}	۴/۸۴ ^{c-g}	۵۶/۶۷ ^{d-f}	۰/۴۹ ^{a-c}	۲۰/۹۷ ^{e-j}	۴۱/۰۰ ⁱ	۴۱/۰۰ ⁱ	۸۵/۳۳ ^c
۲۱	۷/۶۵ ^h	۱۰/۲۳ ^{d-i}	۶/۴۳ ^{b-f}	۴/۵۱ ^{d-i}	۴۰/۰۰ ^{ef}	۰/۳۷ ^{a-e}	۲۱/۱۸ ^{d-j}	۴۳/۶۷ ^{e-i}	۴۵/۳۳ ^{h-i}	۹۱/۳۳ ^{bc}
۲۲	۱۱/۸۱ ^{c-h}	۱۱/۴۸ ^{c-e}	۶/۲۶ ^{c-g}	۵/۶۷ ^h	۴۹/۶۷ ^{ef}	۰/۴۵ ^{a-d}	۲۶/۱۴ ^{b-e}	۳۸/۰۰ ⁱ	۴۲/۳۳ ⁱ	۹۱/۶۷ ^{bc}
۲۳	۲۱/۲۳ ^{ad}	۱۰/۲۸ ^{d-i}	۵/۹۶ ^{c-d}	۴/۸۴ ^{c-g}	۹۲/۰۰ ^{ab}	۰/۲۵ ^{a-e}	۲۴/۶۹ ^{e-i}	۴۷/۶۷ ^{a-e}	۵۲/۳۳ ^{c-c}	۹۱/۰۰ ^{bc}
۲۴	۱۲/۵۲ ^{c-h}	۱۱/۴۰ ^{c-f}	۶/۴۰ ^{b-g}	۴/۶۳ ^{c-h}	۶۲/۵۶ ^{c-f}	۰/۳۳ ^{a-e}	۲۶/۸۰ ^{b-d}	۴۱/۳۳ ^{e-i}	۳۳/۰۰ ⁱ	۸۶/۳۳ ^{bc}
۲۵	۱۷/۰۰ ^{c-g}	۱۱/۱۹ ^{c-d}	۶/۸۱ ^{bc}	۴/۹۳ ^{c-e}	۷۴/۳۳ ^{c-e}	۰/۴۱ ^{a-d}	۲۴/۱۷ ^{c-g}	۴۸/۶۷ ^{a-d}	۵۲/۰۰ ^{a-g}	۸۴/۶۷ ^c
۲۶	۹/۰۰ ^{e-h}	۸/۳۹ ^{kl}	۵/۴۴ ⁱ	۳/۷۹ ^{l-i}	۴۱/۱۶ ^{ef}	۰/۲۹ ^{a-e}	۱۲/۲۰ ^{lm}	۴۸/۶۷ ^{a-d}	۵۰/۶۷ ^d	۹۵/۳۳ ^{bc}
۲۷	۱۳/۳۶ ^{c-g}	۱۰/۳۳ ^{d-i}	۶/۰۹ ^{d-h}	۴/۹۵ ^{c-e}	۶۱/۸۹ ^{c-f}	۰/۴۰ ^{a-d}	۲۱/۵۷ ^{d-j}	۴۶/۰۰ ^{d-i}	۴۷/۰۰ ^{d-h}	۹۱/۰۰ ^{bc}
۲۸	۱۸/۵۱ ^{d-h}	۱۰/۱۷ ^{g-i}	۶/۰۸ ^{d-h}	۵/۰۰ ^{dc}	۷۸/۳۳ ^{h-e}	۰/۵۳ ^{ab}	۲۴/۰۰ ^{c-h}	۳۹/۶۷ ^{hi}	۴۵/۰۰ ^{j-i}	۸۹/۶۷ ^{bc}
۲۹	۱۵/۸۳ ^{c-g}	۹/۷۶ ^{g-i}	۵/۷۸ ^{g-i}	۴/۳۰ ^{g-j}	۸۷/۳۳ ^{b-e}	۰/۴۹ ^{a-d}	۱۹/۶۶ ^{g-i}	۴۱/۳۳ ^{g-i}	۴۷/۳۳ ^{d-h}	۸۶/۳۳ ^{bc}
۳۰	۶/۳۰ ^{gh}	۷/۸۰ ^j	۴/۶۲ ⁱ	۳/۵۰ ⁱ	۵۹/۸۹ ^{c-f}	۰/۳۷ ^{a-d}	۹/۹۳ ^m	۵۲/۰۰ ^{ab}	۵۲/۰۰ ^{ab}	۸۶/۶۷ ^{bc}

ضرایب همبستگی ساده صفات

نتایج همبستگی ساده بین صفات در شرایط نرمال (جدول ۶) نشان داد که عملکرد دانه در بوته به ترتیب با صفات وزن غلاف با دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه در غلاف، عرض غلاف، تعداد دانه در بوته و روز تا ۵۰ درصد گلدهی همبستگی مثبت و معنی دار دارد. بنابراین با افزایش این صفات عملکرد هم افزایش می یابد. علاوه بر این از این صفات می توان به عنوان صفات مناسب برای انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد بالا استفاده کرد. تحت شرایط نرمال بیشترین ضرایب همبستگی بین روز تا ۵۰ درصد رسیدگی و روز تا ۵۰ درصد گلدهی، وزن صد دانه و طول دانه و بین وزن صد دانه و عرض دانه مشاهده شد. در این شرایط صفت وزن صد دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته همبستگی منفی و معنی داری در سطح ۱ درصد نشان داد که نشان می دهد ژنوتیپ های با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بیشتر دارای وزن صد دانه کمتری هستند. با توجه به اینکه هرگاه تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته در گیاه زیاد شود، توان گیاه برای تولید دانه باید بین تعداد بیشتری دانه صرف شود، که موجب کاهش وزن صد دانه می شود و همین عامل دلیلی برای به وجود آمدن همبستگی منفی بین این صفات شده است. سایر محققان نیز همبستگی منفی و معنی داری بین وزن صد دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت (۲۰۶). شون هون و ویسست (۳۷) نیز نشان دادند که وزن صد دانه در لوبیا با دو جزء تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته دارای همبستگی منفی است.

نتایج همبستگی ساده بین صفات در شرایط تنش خشکی (جدول ۶) نیز نشان داد که بین عملکرد دانه در بوته به ترتیب با صفات وزن غلاف با دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عرض غلاف، طول غلاف، شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد. امینی و همکاران (۳) بیشترین همبستگی های عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک گزارش کرده اند. همچنین حبیبی و بی همتا (۱۷) بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با وزن

غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و عملکرد بیولوژیک گزارش کرده اند که با نتایج ما مطابقت دارد. در حالی که چالیک و همکاران (۹) بیشترین همبستگی عملکرد را با تعداد غلاف در بوته برابر ۷۲ درصد گزارش کردند. تحت شرایط تنش خشکی نیز بیشترین ضرایب همبستگی بین روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی، وزن صد دانه و قطر دانه و ارتفاع بوته و تعداد گره مشاهده شد. وزن صد دانه با صفت روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی دارای همبستگی منفی معنی دار بود که نشان می دهد ژنوتیپ های زودرس تر به دلیل این که کمتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته اند، از وزن صد دانه بیشتری برخوردار بودند. کشاورز نیا و همکاران (۲۰) همبستگی منفی و معنی داری با وزن صد دانه و روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت. اسدی و همکاران (۶) نیز همبستگی منفی معنی داری بین وزن صد دانه با تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (۳۱،۳۹،۲۶،۱۸،۱۰،۳،۱).

تجزیه رگرسیون

نتایج رگرسیون گام به گام در شرایط نرمال (جدول ۷) نشان داد صفات وزن غلاف با دانه، شاخص برداشت و ارتفاع بوته تاثیر زیادی بر عملکرد دارند و در مجموع ۹۳/۱ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه کردند. وزن غلاف با دانه بیشترین اثر را بر عملکرد دانه داشت و به عنوان صفت مرتبط با عملکرد معرفی شد. ابراهیمی و همکاران (۱۰) گزارش کردند که صفات وزن غلاف با دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می کند که با نتایج ما مطابقت داشت. در شرایط تنش خشکی (جدول ۸) نیز صفات وزن غلاف با دانه، طول میانگرمه و ۵۰ درصد غلاف دهی به ترتیب مهمترین صفات موثر بر عملکرد بوده و در مجموع ۹۶ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه کردند. نتایج تجزیه رگرسیون با نتایج سایر محققان (۳۰،۳۹،۲۵) مطابقت داشت.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا معمولی در شرایط نرمال (پایین) و تنش خشکی (بالا)

Table 6. The correlation coefficients of bean genotypes on normal (down) and drought stress (up) conditions

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱. تعداد غلاف	۱	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۹	۰/۷۴**	۰/۶۵**	۰/۵۶**	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۷۷**	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۵
۲. تعداد گره	۰/۳۳	۱	۰/۰۷	۰/۳۶	۰/۸۴**	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۴۴*	۰/۳۸*	۰/۲۸*	۰/۱۱	۰/۵۳**	۰/۴۳*	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۰۲
۳. طول میانگوه (cm)	۰/۳۴	۰/۰۴	۱	۰/۱۳	۰/۴۱*	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۳۹*	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۰۴
۴. قطر ساقه (mm)	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۱۷	۱	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵
۵. ارتفاع بوته (cm)	۰/۲۵	۰/۸۹**	۰/۲۵	۰/۰۷	۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۵۱**	۰/۲۱	۰/۴۳*	۰/۳۸*	۰/۱۰
۶. طول غلاف (cm)	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۲۵	۱	۰/۴۸**	۰/۲۴	۰/۳۹*	۰/۴۶*	۰/۴۷**	۰/۷۳**	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۲۳	۰/۴۴*	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۲
۷. عرض غلاف (mm)	۰/۴۵*	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۲۲	۱	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۴۲*	۰/۴۸**	۰/۶۶**	۰/۷۰**	۰/۶۶**	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۷۹**	۰/۲۵	۰/۳۷*	۰/۱۲
۸. تعداد دانه در غلاف (g)	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۰۱	۱	۰/۳۲	۰/۵۳**	۰/۵۵**	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۳۸*	۰/۴۴*	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۳
۹. عملکرد بیولوژیک (g)	۰/۴۸**	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۰۰۴	۰/۱۳	۰/۳۶*	۱	۰/۸۴**	۰/۸۱**	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۵۳**	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۱۹
۱۰. وزن غلاف‌ها (g)	۰/۳۲	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۴۷**	۰/۸۳**	۱	۰/۹۷**	۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۶۷**	۰/۴۲*	۰/۳۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۷
۱۱. عملکرد دانه در بوته (g)	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۳۴*	۰/۴۶*	۰/۷۹**	۰/۹۴**	۱	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۵۹**	۰/۴۵*	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۰۲	۰/۱۰
۱۲. طول دانه (mm)	۰/۶۰**	۰/۵۰**	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۳۹*	۰/۳۲	۰/۴۹**	۰/۴۰*	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۱	۰/۷۰**	۰/۵۷**	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۸۰**	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۰۴
۱۳. عرض دانه (mm)	۰/۶۱**	۰/۴۴*	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۰۹	۰/۶۸**	۰/۲۴*	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۷۳**	۱	۰/۷۳**	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۷۹**	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۰۷
۱۴. قطر دانه (mm)	۰/۴۸*	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۶۴*	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۴۷**	۰/۶۰**	۱	۰/۳۱	۰/۴۰*	۰/۸۴**	۰/۰۴*	۰/۴۶*	۰/۱۸
۱۵. تعداد دانه در بوته	۰/۸۵**	۰/۳۸*	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۳۸*	۰/۱۲	۰/۳۴*	۰/۵۰**	۰/۵۱**	۰/۴۰*	۰/۳۸*	۰/۷۳**	۰/۶۸**	۰/۴۵*	۱	۰/۲۷	۰/۲۴*	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۲۳
۱۶. شاخص برداشت	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۰۹	۰/۰۰۶	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۴۳*	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۴۳*	۰/۵۵**	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۴۶*	۰/۲۱	۱	۰/۴۳*	۰/۵۵**	۰/۴۱*	۰/۰۳
۱۷. وزن صد دانه (g)	۰/۶۴**	۰/۴۵*	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۷۱**	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۸۱**	۰/۷۹**	۰/۶۲**	۰/۴۰*	۱	۰/۴۳*	۰/۳۲	۰/۴۱*	۰/۰۵
۱۸. روز تا ۵۰٪ گلدهی	۰/۰۱	۰/۳۹*	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۵۰**	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۵۳**	۰/۴۶*	۰/۱۷	۰/۳۲	۰/۴۶*	۰/۰۰۵	۰/۶۲**	۰/۵۴**	۱	۰/۹۳**	۰/۲۳
۱۹. روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۰۰۴	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۲۰	۱	۰/۱۸
۲۰. روز تا ۵۰٪ رسیدگی	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۳۸*	۰/۲۶	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۴۵*	۰/۳۳	۰/۷۶**	۰/۲۸	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۷- تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در شرایط نرمال در ژنوتیپ‌های لوبیا

Table 7. Stepwise regression analysis for grain yield on normal conditions common bean genotypes

مرحله	صفات	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ² adj
۱	وزن غلاف با دانه در بوته (g)	۱/۷۷ ^{ns}	۰/۶۷**	-	-	۰/۸۷
۲	شاخص برداشت	۰/۳۷۹ ^{ns}	۰/۶۱*	۱۳/۵۱*	-	۰/۸۹
۳	ارتفاع بوته (cm)	۰/۵۹**	۰/۵۷**	۱۹/۵۳**	۰/۰۴**	۰/۹۳

ns: * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۸- تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا

Table 8. Stepwise regression analysis for grain yield on drought stress conditions in bean genotypes

مرحله	صفات	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ² adj
۱	وزن غلاف با دانه (g)	۰/۵۲۵ ^{ns}	۰/۷۴۳**	-	-	۰/۹۳۷
۲	طول میانگوه (cm)	۰/۵۰۴ ^{ns}	۰/۷۳۱**	۰/۳۳۱**	-	۰/۹۵۵
۳	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	۲/۳۲۳ ^{ns}	۰/۷۳۲**	۰/۳۶۸**	۰/۱۰۴*	۰/۹۶

ns: * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها، در شرایط نرمال (جدول ۹) شش مولفه اصلی را مشخص ساخت که حدود ۸۲/۷ درصد از کل تنوع را توجیه کردند. عامل اول با توجیه ۳۰/۳ درصد از تغییرات شامل صفات طول و عرض غلاف و طول، عرض و قطر دانه، شاخص برداشت و وزن صد دانه با بار مثبت و تعداد دانه در بوته و روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد غلاف، تعداد گره و ارتفاع بوته با بار منفی بود. عامل دوم با توجیه ۲۲/۲ درصد از تغییرات شامل ضرایب عاملی مثبت برای صفات تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در بوته، وزن غلاف با دانه در بوته و تعداد دانه در بوته و ضریب عاملی منفی برای روز تا ۵۰ درصد رسیدگی و روز تا ۵۰ درصد گلدهی بود. اکثر صفات مورد بررسی در عامل اول و دوم جای گرفتند، همچنین این دو عامل صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد را شامل می‌شوند. بنابراین انتخاب براساس این دو

عامل بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه در بوته خواهد داشت و ژنوتیپ‌های برگزیده بیشترین میزان عملکرد دانه در بوته را خواهند داشت. عامل سوم با توجیه ۹/۷ درصد از تغییرات شامل ضرایب عاملی مثبت برای صفات ارتفاع بوته، طول میانگرمه و تعداد گره بود. عامل چهارم با توجیه ۸/۴ درصد از تغییرات شامل ضرایب عاملی منفی برای صفات قطر ساقه و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی بود. عامل پنجم و ششم نیز در مجموع ۱۲/۲ درصد از تغییرات را توجیه کردند. در شرایط تنش خشکی (جدول ۱۰) شش عامل انتخاب شدند که در مجموع ۸۵/۳ درصد از تغییرات را توجیه کردند. عامل اول با توجیه ۲۸/۵ درصد از تغییرات شامل صفات طول و عرض غلاف و طول، عرض و قطر دانه، شاخص برداشت، وزن صد دانه، وزن غلاف‌ها با دانه در بوته و عملکرد دانه با ضرایب عاملی مثبت و تعداد گره با ضریب عاملی منفی بود.

جدول ۹- تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط نرمال

Table 9. Principal component analysis in bean genotypes under normal conditions

عامل ششم	عامل پنجم	عامل چهارم	عامل سوم	عامل دوم	عامل اول	صفات
۰/۱۲۸	-۰/۲۰۴	-۰/۱۳۱	-۰/۲۹۴	۰/۴۳۹	-۰/۷۲۱	تعداد غلاف
۰/۳۳۲	۰/۰۲۶	۰/۱۰۸	۰/۵۱۷	۰/۰۵۷	-۰/۶۵۲	تعداد گره
۰/۱۹۸	۰/۰۳۴	۰/۰۱۳	۰/۳۰۳	۰/۳۹۲	۰/۷۵۱	عرض غلاف (mm)
-۰/۱۳۲	-۰/۱۵۸	-۰/۲۸۳	۰/۱۰۱	-۰/۲۱۵	۰/۷۹۱	طول دانه (mm)
-۰/۵۰۵	۰/۴۸۸	-۰/۱۲۸	-۰/۱۵۴	۰/۱۸۷	۰/۳۳۹	طول غلاف (cm)
-۰/۷۳	-۰/۱۶۱	-۰/۱۸۷	۰/۳۶۷	-۰/۱۶۸	۰/۸۱۲	عرض دانه (mm)
۰/۵۱۹	۰/۱۵۱	-۰/۰۸۷	۰/۰۳۷	۰/۱۳۸	۰/۷۵۳	قطر دانه (mm)
-۰/۰۶۶	۰/۰۳۴	۰/۳۶۳	-۰/۱۰۶	۰/۴۶۰	۰/۵۲۵	شاخص برداشت
۰/۱۲۸	-۰/۰۱۹	-۰/۱۶۴	۰/۱۰۵	۰/۰۵۴	۰/۹۲۶	وزن صد دانه (g)
-۰/۰۸۴	۰/۲۸۳	-۰/۳۹۲	۰/۲۷۴	-۰/۵۴۶	-۰/۵۵۳	روز تا ۵۰ درصد گلدهی
۰/۰۶۴	۰/۰۱۸	۰/۰۳۵	-۰/۱۶۲	۰/۵۹۲	-۰/۷۰۸	تعداد دانه در بوته
-۰/۰۳۱	۰/۵۶۹	-۰/۰۵۷	-۰/۰۵۷	۰/۶۰۶	-۰/۱۶۹	تعداد دانه در غلاف
-۰/۰۹۳	-۰/۲۱۶	-۰/۲۴۹	۰/۲۳۹	۰/۸۱۸	-۰/۱۹۵	عملکرد بیولوژیک (g)
-۰/۱۲۹	-۰/۱۹۹	-۰/۱۳۲	۰/۰۹۸	۰/۹۲۵	۰/۱۲۲	وزن غلاف با دانه در بوته (g)
-۰/۰۰۹	-۰/۰۶۹	-۰/۰۳۱	۰/۳۲۱	۰/۹۲۱	۰/۱۱۸	عملکرد دانه در بوته (g)
-۰/۱۴۴	۰/۰۰۹	-۰/۴۰۲	۰/۳۹۹	-۰/۵۰۴	-۰/۳۵۳	روز تا ۵۰ درصد رسیدگی
۰/۳۴۷	-۰/۰۵۸	۰/۰۷۱	۰/۷۳۴	۰/۱۷۴	-۰/۵۲۲	ارتفاع بوته (cm)
-۰/۵۳۸	-۰/۰۱۲	۰/۲۸۴	۰/۶۵۱	۰/۰۸۷	۰/۱۸۱	طول میانگرمه (cm)
۰/۱۹۶	۰/۳۵۸	-۰/۶۶۸	-۰/۰۸۸	۰/۳۵۷	۰/۱۴۳	قطر ساقه (mm)
-۰/۱۶۸	-۰/۴۷۴	-۰/۵۹۲	-۰/۱۳۲	۰/۰۴۹	-۰/۳۲۲	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی
۱/۲۱۳	۱/۲۲۴	۱/۶۷۲	۱/۹۳۴	۴/۴۴۳	۶/۰۵۹	مقادیر ویژه
۸۲/۶۶	۷۶/۵۵	۷۰/۴۰	۶۲/۲۵	۵۲/۵۳	۳۰/۳۰۱	درصد سهم تجمعی

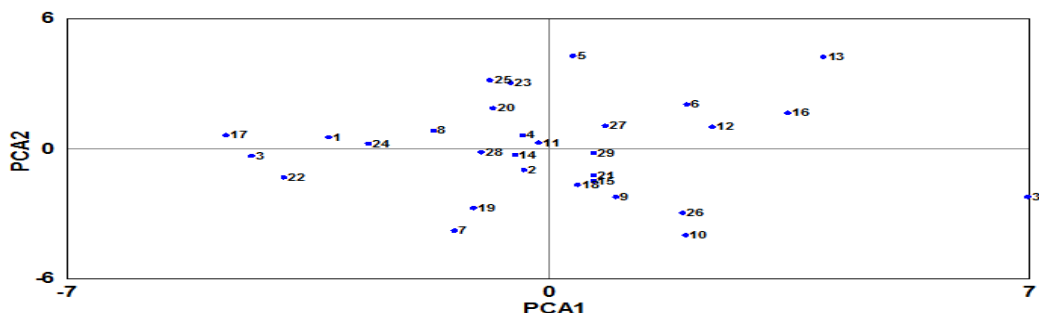
جدول ۱۰- تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط تنش خشکی

Table 8. Principal component analysis in bean genotypes under drought stress conditions

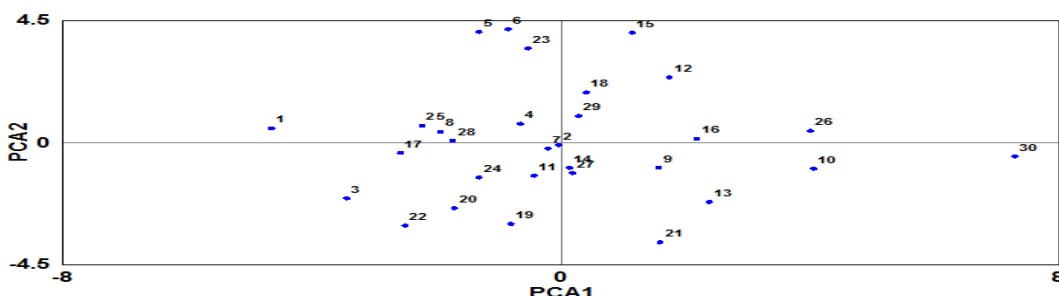
عامل ششم	عامل پنجم	عامل چهارم	عامل سوم	عامل دوم	عامل اول	صفات
۰/۰۰۴	-۰/۴۶۸	-۰/۳۱۲	-۰/۳۱۳	-۰/۳۷۱	-۰/۶۰۱	تعداد گره
-۰/۰۵۹	-۰/۴۱۸	-۰/۱۵	-۰/۳۷۵	-۰/۳۰۳	۰/۵۶۵	طول غلاف (cm)
-۰/۰۱۵	-۰/۲۸۴	-۰/۲۱۹	-۰/۲۹۲	-۰/۰۰۳	۰/۸۰۴	عرض غلاف (mm)
-۰/۱۷۵	-۰/۱۸۸	۰/۱۳۲	-۰/۴۱۹	۰/۱۴۲	۰/۷۷۸	طول دانه (mm)
-۰/۳۰۵	۰/۱۳۸	۰/۰۱۴	-۰/۳۲۶	۰/۲۷۸	۰/۷۳۹	عرض دانه (mm)
-۰/۰۲۸	۰/۱۳۸	-۰/۰۳۶	-۰/۲۸۱	۰/۲۴۴	۰/۸۷۹	وزن صد دانه (g)
-۰/۳۳۵	-۰/۱۲۳	-۰/۱۹۶	۰/۵۵۱	۰/۰۲۳	۰/۶۴۶	شاخص برداشت
۰/۲۱۹	۰/۳۵۴	۰/۰۸۳	-۰/۲۱۶	۰/۳۲۶	۰/۷۵۱	قطر دانه (mm)
-۰/۰۵۲	۰/۳۱۵	۰/۴۱۷	۰/۱۳۹	-۰/۷۹۲	۰/۰۲۱	تعداد غلاف
۰/۱۹۷	۰/۱۴۲	۰/۰۰۷	-۰/۱۸۸	-۰/۸۵۷	۰/۲۹۵	عملکرد بیولوژیک (g)
۰/۰۴۳	۰/۰۵۴	۰/۰۴۵	۰/۱۵۱	-۰/۷۷	۰/۵۸۷	وزن غلاف‌ها با دانه در بوته (g)
-۰/۱۲۸	۰/۱۷۳	۰/۱۱۱	۰/۴۵۳	-۰/۷۶۵	۰/۰۳۴	تعداد دانه در بوته
-۰/۱۸۳	۰/۳۵۸	۰/۱۱۲	-۰/۴۵۵	-۰/۵۱۲	-۰/۴۴۷	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی
۰/۰۳۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۹۹	۰/۱۶۸	-۰/۶۳۵	۰/۷۱۶	عملکرد دانه در بوته (g)
۰/۰۹۷	۰/۳۵۷	-۰/۴۳۷	-۰/۵۱۵	-۰/۳۶۹	-۰/۴۱۶	ارتفاع بوته (cm)
۰/۰۷۳	-۰/۲۹۲	-۰/۷۱۹	-۰/۱۹۲	-۰/۲۷۳	۰/۰۱۳	طول میانگرمه (cm)
۰/۶۱۴	-۰/۳۰۷	۰/۵۲۷	-۰/۲۰۲	-۰/۰۶۸	۰/۲۶۲	قطر ساقه (mm)
۱/۱۱۸	۱/۴۷۴	۱/۷۶۴	۲/۴۷۷	۴/۴۵۳	۵/۷۰۶	مقادیر ویژه
۸۵/۳۰	۷۹/۶۵	۷۲/۱۸	۶۳/۳۴	۵۰/۹۰	۳۸/۵۴	درصد سهم تجمعی

بر روی ژنوتیپ‌های لوبیا ارائه داده‌اند. همچنین کشاورز نیا و همکاران (۲۰) با بررسی تنوع ژنتیکی لوبیا در دو شرایط نرمال و تنش خشکی چهار عامل را شناسایی کردند که در شرایط نرمال ۷۸/۵ درصد و در شرایط تنش ۷۷/۳۲ درصد تغییرات را توجیه کرد. در حالی که ابراهیمی و همکاران (۱۰) در بررسی بر روی ارقام لوبیا سفید توانستند سه عامل پنهانی را شناسایی کنند که در مجموع ۸۲ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. سایر محققان (۲۹، ۱۰، ۲، ۳۸) نیز در بررسی‌های خود برای نشان دادن صفات موثر بر عملکرد دانه از تجزیه به عامل‌ها استفاده کرده‌اند. با توجه به این که در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی، دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در این عامل‌ها قرار داشتند، از این دو عامل جهت به دست آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد. به طوری که ملاحظه می‌گردد تحت شرایط نرمال (شکل ۱)، ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱۶، ۱۲، ۱۷، ۲۷ و ۵ که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، عملکرد دانه در بوته بیشتری در شرایط نرمال نشان دادند. تحت شرایط تنش خشکی (شکل ۲) نیز موقعیت ژنوتیپ‌ها بر اساس دو عامل اصلی اول و دوم بررسی شد و ژنوتیپ‌های ۱۵، ۲۶، ۱۲، ۱۸، ۱۶ و ۲۹ که دارای عامل اول و دوم مثبت و بالاتری بودند، عملکرد دانه در بوته بیشتری تحت شرایط تنش خشکی نیز نشان دادند.

عامل دوم که ۲۲/۳ درصد از تغییرات را توجیه نمود صفات تعداد غلاف، عملکرد بیولوژیک، وزن غلاف با دانه در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی با ضرایب عاملی منفی را شامل شد. بنابراین همانند شرایط نرمال در صورتی که انتخاب بر اساس این دو عامل صورت گیرد بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی خواهد داشت. عامل سوم ۱۲/۴ درصد از تغییرات را به خود اختصاص داد و دارای ضریب عاملی مثبت برای شاخص برداشت و ضریب عاملی منفی برای صفات ارتفاع بوته بود. عامل چهارم ۸/۸ درصد از تغییرات را توجیه کرد و دارای ضریب عاملی مثبت برای قطر ساقه و ضریب عاملی منفی برای طول میانگره بود. عامل پنجم و ششم به ترتیب ۷/۵ و ۵/۶ درصد از تغییرات را توجیه کردند و دارای ضریب عاملی مثبت برای قطر ساقه بود. با وجود آن که خصوصیات مورفولوژیکی متعددی در مقاومت یا تحمل ژنوتیپ‌های لوبیا به تنش خشکی تأثیر دارند، اما به دلیل ناشناخته بودن بسیاری از آن‌ها هنوز عملکرد دانه و اجزای آن به عنوان بهترین معیار در پیشبرد ژنوتیپ‌های سازگار به شرایط تنش در بسیاری از برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد در هر دو شرایط نرمال و تنش به‌نژادی لوبیا با مولفه اول و دوم از اولویت بیشتری برخوردار است، زیرا این مولفه‌ها متشکل از عملکرد و صفات وابسته به آن می‌باشد. چنین نتیجه‌ای را واعظی و همکاران (۳۶)، امینی و همکاران (۳) نیز با توجه به عملکرد و صفات وابسته به آن



شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ‌های لوبیا بر اساس عامل اول و دوم تحت شرایط نرمال
Figure 1. Distribution of bean genotypes on the basis of the first and second components under normal conditions



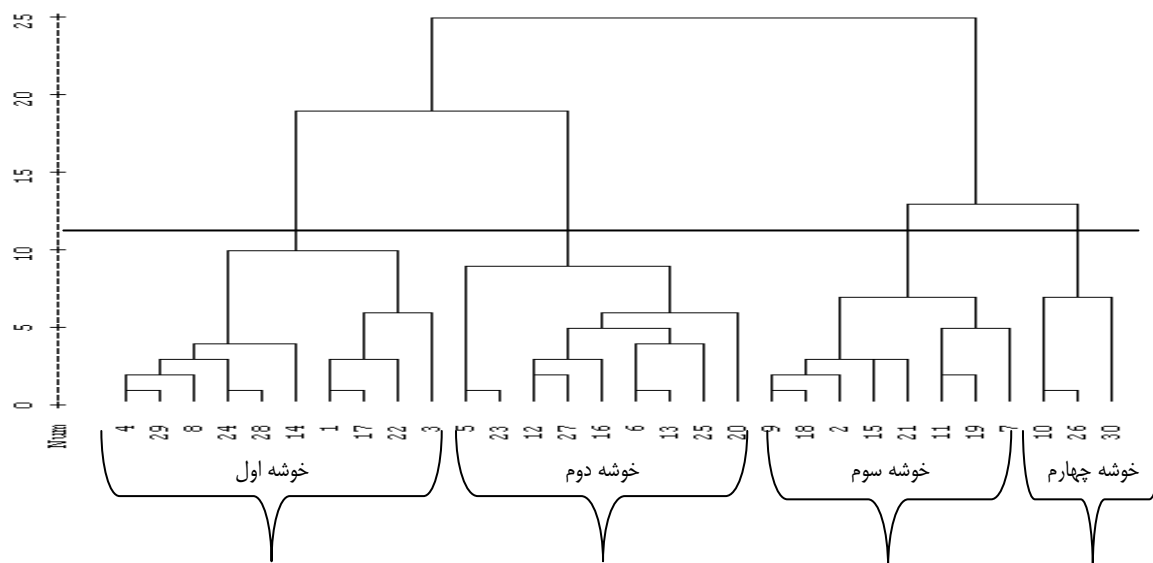
شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ‌های لوبیا بر اساس عامل اول و دوم تحت شرایط تنش خشکی
Figure 2. Distribution of bean genotypes on the basis of the first and second components under drought-stress conditions

تجزیه خوشه‌ای

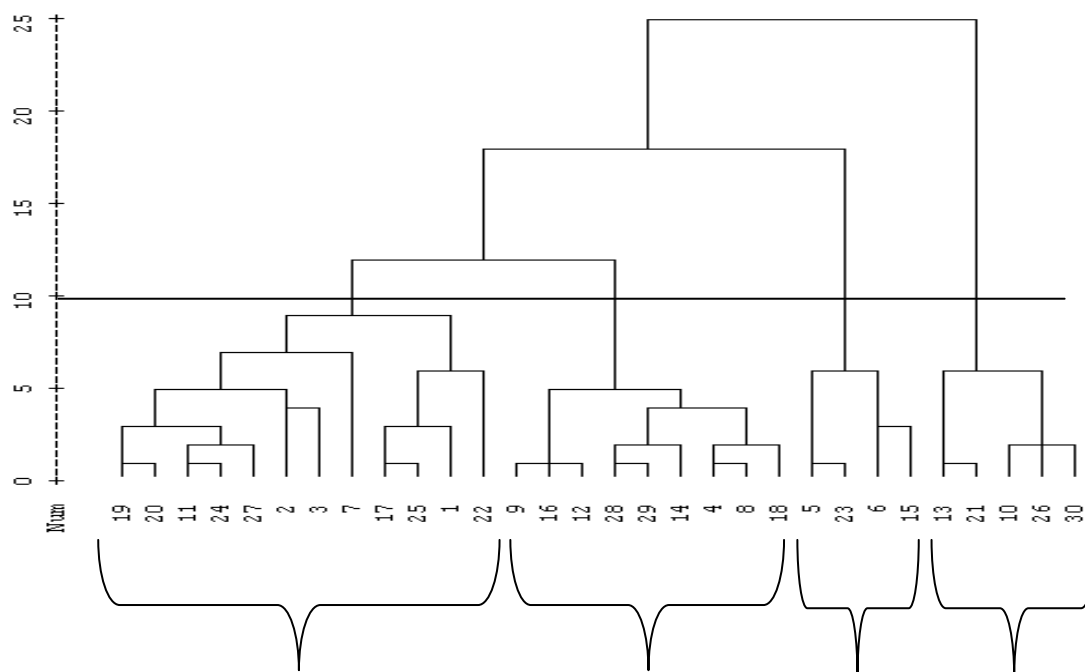
همانطور که ملاحظه می‌شود در شرایط نرمال (شکل ۳) ژنوتیپ‌ها در چهار خوشه قرار گرفتند. هرکدام از این چهار خوشه در داخل خودشان به خوشه‌های دیگری تقسیم شدند. خوشه اول که شامل ژنوتیپ‌های ۴، ۲۹، ۸، ۲۴، ۲۸، ۱۴، ۱، ۲۲، ۱۷ و ۳ بود از لحاظ صفات فنولوژیکی شامل روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی با میانگین به ترتیب ۴۱/۸، ۴۷/۱ و ۹۴/۷۴ نسبت به سایر گروه‌ها، کمترین میزان را به خود اختصاص داد. از آنجایی که دوره آخر رشد گیاه مصادف با وارد شدن از مرحله رویشی به زایشی است لذا اهمیت گزینش ژنوتیپ‌هایی که بتواند در چنین شرایطی عملکرد مناسبی را تولید نمایند آشکار می‌شود به این ترتیب یکی از صفات موثر در مقاومت به خشکی زودرس بودن می‌باشد. همچنین این خوشه دارای بالاترین وزن صد دانه (۲۸/۷۲) است که دلیل بالا بودن وزن صد دانه بالا بودن خصوصیات بذری این خوشه نسبت به سایر خوشه‌ها می‌باشد. این صفات شامل طول دانه (۱۱/۷۹)، عرض دانه (۶/۸۹) و قطر دانه (۵/۰۸) است که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های این خوشه بذور درشت‌تری نسبت به سایر خوشه‌ها دارند. خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های ۵، ۲۳، ۱۲، ۲۷، ۱۶، ۶، ۱۳، ۲۵ و ۲۰ بود و از لحاظ صفات عملکرد بیولوژیک، وزن غلاف با دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته با میانگین به ترتیب ۴۷/۹۷، ۳۱/۵۸، ۲۲/۹۵ و ۲۸/۹۱ نسبت به سایر گروه‌ها، بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. بنابراین ژنوتیپ‌های خوشه دوم از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد بالا هستند. در خوشه سوم ژنوتیپ‌های ۹، ۱۸، ۲، ۱۵، ۲۱، ۱۱، ۱۹ و ۷ قرار گرفتند. خوشه چهارم شامل ژنوتیپ‌های ۱۰، ۲۶ و ۳۰ بود که از لحاظ صفات فنولوژیکی شامل روز تا ۵۰ درصد گلدهی با میانگین (۵۰/۷۸)، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی با میانگین (۵۳/۳۳) و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی با میانگین (۱۰۱/۳۳) نسبت به سایر خوشه‌ها بیشترین میزان را داشتند علاوه بر این، این خوشه از نظر صفات رشدی مثل ارتفاع بوته با میانگین (۱۰۲/۷۱) و تعداد گره با میانگین (۲۳/۵۹) نسبت به سایر گروه‌ها، بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که ژنوتیپ‌های این خوشه جز ژنوتیپ‌های دیررس می‌باشند. تعداد غلاف بالا و ارتفاع زیاد به دلیل داشتن صفت رونده بودن این ژنوتیپ‌هاست. علاوه بر این ژنوتیپ‌های این خوشه از نظر شاخص برداشت کمترین مقدار (۰/۴۷) را به خود اختصاص داده‌اند. یعنی قسمت اعظم بوته را کاه و کلش تشکیل می‌دهد و عملکرد دانه نسبتاً پایین

است. در شرایط تنش خشکی (شکل ۴) ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چهار خوشه قرار گرفتند. در خوشه اول ژنوتیپ‌های ۱۹، ۲۰، ۱۱، ۲۴، ۲۷، ۲، ۳، ۷، ۱۷، ۱۵، ۱، ۲۲ قرار گرفتند که از لحاظ صفات فنولوژیکی شامل روز تا ۵۰ درصد گلدهی (۴۴/۷۵)، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی (۴۷/۲۲) و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی (۹۳/۷۲) نسبت به سایر خوشه کمترین مقادیر را داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های این خوشه جز ژنوتیپ‌های زودرس هستند. علاوه بر این ژنوتیپ‌های این خوشه همانند شرایط نرمال بیشترین مقدار وزن صد دانه (۲۵/۸۱) را دارند. همان طور که در مورد شرایط نرمال گفته شد دلیل این امر بالا بودن مقادیر طول دانه (۱۱/۴۳)، عرض دانه (۶/۶۹) و قطر دانه (۴/۹۴) نسبت به سایر خوشه‌ها می‌باشد. در خوشه دوم ژنوتیپ‌های ۹، ۱۶، ۱۲، ۲۸، ۲۹، ۱۴، ۴، ۸ و ۱۸ قرار گرفتند. در خوشه سوم ژنوتیپ‌های ۵، ۲۳، ۶ و ۱۵ قرار گرفتند که از لحاظ صفات عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته (۲۹/۰۱)، عملکرد بیولوژیک (۵۴/۷۵)، وزن غلاف با دانه در بوته (۳۱/۲۵)، عملکرد دانه در بوته (۱۹/۷) و تعداد دانه در بوته (۹۶/۳۳) بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های این خوشه را می‌توان به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی کرد. در خوشه چهارم ژنوتیپ‌های ۱۳، ۲۱، ۱۰، ۲۶ و ۳۰ قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های این خوشه از نظر صفات مورفولوژیکی شامل روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی با میانگین به ترتیب ۴۸/۰۷، ۵۰/۹۳ و ۹۵/۷۳ بیشترین مقدار را داشتند. پس ژنوتیپ‌های این خوشه جز ژنوتیپ‌های دیررس هستند. علاوه بر این کمترین شاخص برداشت متعلق به ژنوتیپ‌های این خوشه با میانگین (۰/۲۸) است، همانند آنچه که در مورد شرایط نرمال گفته شد می‌توان چنین اظهار کرد که حجم اعظم بوته این ژنوتیپ‌ها را کاه و کلش تشکیل می‌دهد و عملکرد آن‌ها نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها کمتر است.

براساس نتایج حاصله می‌توان اظهار داشت علی‌رغم اینکه اعمال تنش در مرحله گلدهی باعث کاهش چشمگیر عملکرد در بیشتر ژنوتیپ‌ها گردید ولی رقم دانشکده با حفظ عملکرد خود یکی از مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌های مناسب تحت شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال می‌باشد. با توجه به اینکه بیشترین تنوع برای این صفات در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد بنابراین می‌توان با انتخاب و اصلاح برای این صفات، عملکرد دانه در بوته را به نحو مطلوبی افزایش داد.



شکل ۳- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط نرمال
Figure 3. Dendrogram obtained by cluster analysis of bean genotypes in normal condition



شکل ۴- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط تنش خشکی
Figure 4. Dendrogram obtained by cluster analysis of bean genotypes in drought stress condition

منابع

1. Albayrak, S. and O. Tongel. 2006. Path analysis of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. Journal of Faculty of Agriculture omu, 21: 27-32.
2. Ali Pour Yamchi, H., M.R. Bihamta, S.A. Peighambari, M.R. Naghavi and M. Shafiee Khorshidi. 2011. Evaluation of genetic diversity and classification of Kabuli chickpea genotypes in late season drought stress. Journal of Crop Breeding, 3(7): 53-70 (In Persian).
3. Amini, A., M.R. Ghanadha and C. Abd-mishani. 2002. Genetic diversity and correlation between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences, 33(4): 605-615 (In Persian).
4. Anonymous. FAO. 2014. Statistics of Agricultural Crops in the World. <http://www.fao.org>
5. Anonymous. FAO. 2008. Statistics of Agriculture Crops in the World. <http://www.fao.org>.
6. Assady, B., H.R. Dorri and A. Ghadiri. 2011. Evaluation of chitti bean genotypes to drought stress using stress tolerance indices. Seed and Plant Improvement Journal, 27(4): 615-630 (In Persian).
7. Bayat, A.A., A. Sepehri, G. Ahmadvand and H.R. Dorri. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yieldcomponents of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 12(1): 42-54 (In Persian).
8. Bernier, J., G.N. Atlin, R. Serraj, A. Kumar and D. Spaner. 2008. Breeding upland rice for drought resistance. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(6): 927-939.
9. Chalyk, L.V., T.N. Balashov and A.A. Zuchenka. 2004. Relationship between yield in rench bean varieties and its structural components. Genetic heskie osnovy selektsii selskoknozyaist vennykh ratenii zhivotnykh. Biology Bulletin, 29: 53-55.
10. Ebrahimi, M., M.R. Bihamta, A.H. Hossein zadeh, F. Khiyalparast and M. Golpashi. 2010. Evaluation of reaction yield and yield components of white bean genotypes under water stress. Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 347-358 (In Persian).
11. Farshadfar, A. 2011. Multivariate statistical methods. Tagh-bostan, Kermanshah, Iran, 754 pp.
12. Farshadfar, A., M.R. Zamani, M. Motallebi and A. Emam Jome. 2001. Selection for drought resistance in chickpea lines. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 32(4): 65-77 (In Persian).
13. Franca, M.G.C., A.T.P. Thi, C. Pimentel, R.O.P. Rossiello, Y. Zuily-Fodil and D. Laffray. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Botany, 43(3): 227-237.
14. German, C. and H. Teran. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. Crop Sciences, 46: 2111-2120.
15. Gomez Gutierrez, O. 2004. Evaluation of Nicaraguan common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala (Suecia).
16. Golbashy, M., M. Ebrahimi, S.K. Khorasani and R. Choukan. 2010. Evaluation of drought tolerance of some corn (*Zea mays* L.) hybrids in Iran. African Journal of Agricultural Research, 5(19): 2714-2719.
17. Habibi, G.R. and M.R. Bihamta. 2007. Study of seed yield and some associate characteristics in pinto bean under reduced irrigation. Pajouhesh And Sazandegi, 1(20): 34-46.
18. Jafari, M., S.S. Moosavi, M. Chaichi, Q. Ahmadvand, M. Abdollahi. 2013. Evaluation of variability and heritability of effective traits on yield in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under non-stress and moisture stress conditions before pod formation. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 109: 59-66 (In Persian).
19. Karasu, A. and M. OZ. 2010. A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(2): 203-211.
20. Keshavarznia, R., B. Mohammadi Nargesi and A.R. Abbasi. 2013. Study of genetic diversity in bean according to morphological traits under normal irrigation and drought stress condation. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 44(2): 305-315 (In Persian).
21. Khorshidi, M.S., M.R. Bihamta, F. Khialparast and M.R. Naghavi. 2013. Genetic diversity and correlation between different traits of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in normal and limit irrigation conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 29(2): 349-36. (In Persian)
22. Koochaki, A. and A. Banaian aval. 1993. Agronomy of leguminous. Mashad Jahad Daneshgahi Press. 236 pp (In Persian).
23. Le Houerou, H.N. 1996. Climate change, drought and desertification. Journal of Arid Environments, 34(2): 133-185.
24. Mardi, M., A.R. Taleei and M. Omid. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in desi chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science, 34(2): 345-351 (In Persian).
25. Naseh-ghafoori, I., M.R. Bihamta, M. Afzali and H.R. Dori. 2011. Comparison of seed yield and related traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties under normal and water deficit conditions. Iranian Journal of Pulses Research, 3(1): 93-104 (In Persian).
26. Nielsen, D.C. and N.O. Nelson. 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Science, 38(2): 422-42.
27. Parsa, M., A. Bagheri. 2008. Phaseulus. Jahad daneshgahi mashhad-Iran publication. 552 pp.
28. Rebetzke, G.J., R.A. Richards, A.G. Condon and G.D. Farquhar. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 150(1-2): 97-106.
29. Sabokdast, M. and F. Khyalparast. 2008. A study of relationship between grain yield and yield components in common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural of Resource, 11(42): 123-134 (In Persian).

30. Safapour, M., S. Khaghani, M. Amirabadi, M. Teymori and M.K. Bezian. 2009. The effects of water stress on agronomic traits and phenology of white beans. *New Findings of Agriculture*, 4: 367-378. (In Persian)
31. Santalla, M., M.R. Eseribano and A.M. Ron. 1993. Correlations between agronomic and immature pod characters in population of French bean. *Abs. Plant Breeding*, 63: 495.
32. Schoonhoven, A.V. and O. Voysest. 1993. Common bean: Research for crop improvement. Published in Association with CIAT. Cali, Colombia. 980 pp.
33. Takeda, S. and M. Matsuoka. 2008. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. *Nature Reviews Genetics*, 9(6): 444-457.
34. Toker, C. and M. İlhan Cagiran. 2004. The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Hereditas*, 140(3): 226-228.
35. Türkan, I., M. Bor, F. Ozdemir and H. Koca. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science*, 168(1): 223-231.
36. Vaezi-Rad, S., F. Shekari, A.H. Shirani-Rad and A. Zangani. 2008. Effect of limit irrigation stress at different growth stages on yield and yield components in varieties of red beans. *Journal of New Agricultural Sciences*, 10: 85-94 (In Persian).
37. van Schoonhoven, A. 1991. Common beans: research for crop improvement. CIAT.
38. Yucel, D.O., A.E. Anlarsal and C. Yucel. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 183-188.

Genetic Diversity in Bean Genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under Drought Stress Conditions

Saba Delfan¹, Mohammad Reza Bihamta², Abdolhadi Hosein zade³ and Manijeh Sabokdast⁴

1- Graduted M.Sc. Student, Tehran University

2, 3 and 4- Professor, Associate Professor and Assistant Professor, Tehran University

Received: February 7, 2017

Accepted: June 3, 2017

Abstract

To evaluate genetic diversity and to determine the relationships between yield and other important traits among bean genotypes, an experiment was conducted in Random Completely Block Design (RCBD) with three repetitions under both normal and drought stress conditions in 2015-2016 crop season on 30 bean genotypes at Tehran University research farm. The results of variance analysis indicated high variation for the most traits. Based on means comparison, the highest and the lowest seed yield in both normal and drought conditions belonged to Daneshkadeh genotype. Regression analysis showed, under normal conditions significant relationship between sheath weight related to the number of seeds per plant, harvest index and the plant height, respectively had the highest relation with seed yields and Under stress conditions, significant relationship between sheath weight related to the number of seeds per plant, internode length and the day to 50% podding, respectively had the highest relation with seed yields. Factor analysis in normal and drought stress conditions, identified six factors that account for 82.7 and 85.3 percent of variations, respectively. In both conditions, the most variations were to first and second factor, the highest percent of data variation. Then the two to obtain a distribution of genotypes and identify the coordinates were used. Under normal conditions genotypes 13, 16, 12, 6, 27 and 5 and under drought stress genotypes 15, 26, 12, 18, 16 and 29 that the first and second factors were positive and above were selected as superior genotypes. Cluster analysis in both normal and drought stress conditions classified studied genotypes into four groups. The greatest diversity was observed among genotypes for traits. Thus, by selecting and breeding for traits, Increased grain yield per plant.

Keywords: Cluster analysis, Correlation coefficient, Factor analysis, Means comparison, Yield and yield components