دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

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

صبا دلفان[1]، محمدرضا بی‌همتا[2]، عبدالهادی حسین‌زاده[3] و منیژه سبکدست[4]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: saba.delfan@ut.ac.ir)
۲، ۳ و ۴- استاد، دانشیار و استادیار، دانشگاه تهران

تارخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۳

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و شناسایی روابط بین عملکرد با سایر صفات مورفولوژیکی موجود در ژنوتیپ‌های لوبیا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو شرایط نرمال و تنش خشکی در سال زراعی ۹۵- ۱۳۹٤ بر روی ۳۰ ژنوتیپ لوبیا 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، ۱٦، ۱۲، ٦، ۲۷ و ۵ و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های ۱۵، ۲٦، ۱۲، ۱۸، ۱٦ 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 می باشد و بعد از غلات دومین منبع غذایی انسان به شمار می‌روند (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. لوبیا و نخود در مقایسه با دیگر جنس‌های لگوم مقادیر نسبتا بالاتری از اسیدهای آمینه ضروری را دارند (۲۲).

لوبیا با نام علمی Phaseolus vulgaris دارای ۲n=۲x=۲۲ 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. لوبیا دارای تنوع ژنتیکی بالایی است، کلکسیون‌های سیات (CIAT)[1] 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).

لوبیا 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 لوبیا 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 لوبیا 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

1- Centro International de Agricultura Tropical (CIAT)

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 لوبیا 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 نلسون (۲۷) بیان کردند که تنش خشکی در لوبیا 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 لوبیا 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 لوبیا 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 لوبیا 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 لوبیا سفید نشان دادند که در شرایط تنش خشکی بیشترین تاثیر بر عملکرد دانه در لوبیا 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 تاثیر را بر عملکرد دانه دارد. واعضی‌راد و همکاران (۳۷) در بررسی اثر تنش خشکی در ارقام لوبیای 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 صددانه 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 لوبیای 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 لوبیا با توجه به نتایج حاصل از تجزیه 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 می‌کند.

با توجه به اهمیت لوبیا 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 لوبیا، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی موجود در بین ۳۰ ژنوتیپ لوبیای 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

به‌منظور بررسی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیای 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 لوبیا 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

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

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	۲۱
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 (۳۳،۲۰،۱۶،۱۰). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جداول 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. بعبارتی 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

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)																			
		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	۱۴/۳۲	۱۱/۸۷	۳/۱۳	۱/۳۹	۷۸۷/۴۴	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۰۷	۱۹۸/۶۲	۱/۴۶	۱۰/۸۱	۰/۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۲	۴۱۹/۹۴	۰/۴۱**	۲۰/۱۴	۶۷/۵۱**	۳۷/۳۴**	۶۲/۵۴*
ژنوتیپ	۲۹	۱۳۳/۴۹**	۷۶/۸۱**	۱۱/۰۴**	۲/۷۷**	۲۸۴۲/۶۵**	۲/۸۸**	۲/۷۸**	۰/۹۲**	۲۴۰/۹۵**	۱۱۵/۲۴**	۵۹/۴۷	۶/۴۹**	۱/۳۴**	۱/۰۳**	۲۴۳۵/۹۲**	۰/۰۰۹**	۱۰۲/۱۶**	۶۴/۴۳**	۴۷/۸۲**	۶۶/۲۸**
خطا	۵۸	۴۴/۳۴	۷/۴۱	۴/۴۱	۰/۸۶	۳۰۲/۷۱	۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۴۳	۱۱۶/۷۷	۵۳/۹۲	۴۱/۴۲	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۸۶۵/۱۴	۰/۰۰۴	۷/۸۳	۱۲/۷۲	۹/۱۴	۱۶/۷۸

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

X1= تعدادغلاف؛ 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

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)																			
		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	۰/۳۴	۱/۶۵*	۱۱۰۷/۷۸**	۴۰۴/۴۳**	۱۰۵/۹۵*	۰/۸۴	۰/۲۸	۰/۱۷	۳۱۳۴/۹۸**	۰/۰۰۶	۶/۸۷	۷۶/۹۷**	۴۶/۹۸**	۲۵۵/۲۳**
ژنوتیپ	۲۹	۹۱/۷۴**	۶۶/۲۹**	۱۳/۳۷**	۳/۳۱**	۲۷۸۲/۷۹**	۳/۶۶**	۳/۶۴**	۰/۹۸**	۲۲۷/۹۴*	۱۱۵/۸۲*	۵۹/۸۸**	۴/۹۳**	۱/۱۴**	۰/۸۴**	۱۳۶۹/۵۸**	۰/۰۲۵**	۸۵/۴۵**	۴۸/۶۶**	۴۳/۶۹**	۱۷۲/۲۵**
خطا	۵۸	۴۴/۲۶	۹/۲۱	۲/۶۷	۰/۸۱	۳۱۶/۰۷	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۴۶	۱۱۴/۸۵	۵۷/۴۹	۲۵/۶۹	۰/۵۴	۰/۱۴	۰/۰۹	۵۰۴/۳۸	۰/۰۱	۸/۴۸	۱۰/۴۶	۶/۴۵	۴۴/۷۳

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)																			
		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	۰/۳۴	۱/۶۵*	۱۱۰۷/۷۸**	۴۰۴/۴۳**	۱۰۵/۹۵*	۰/۸۴	۰/۲۸	۰/۱۷	۳۱۳۴/۹۸**	۰/۰۰۶	۶/۸۷	۷۶/۹۷**	۴۶/۹۸**	۲۵۵/۲۳**
ژنوتیپ	۲۹	۹۱/۷۴**	۶۶/۲۹**	۱۳/۳۷**	۳/۳۱**	۲۷۸۲/۷۹**	۳/۶۶**	۳/۶۴**	۰/۹۸**	۲۲۷/۹۴*	۱۱۵/۸۲*	۵۹/۸۸**	۴/۹۳**	۱/۱۴**	۰/۸۴**	۱۳۶۹/۵۸**	۰/۰۲۵**	۸۵/۴۵**	۴۸/۶۶**	۴۳/۶۹**	۱۷۲/۲۵**
خطا	۵۸	۴۴/۲۶	۹/۲۱	۲/۶۷	۰/۸۱	۳۱۶/۰۷	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۴۶	۱۱۴/۸۵	۵۷/۴۹	۲۵/۶۹	۰/۵۴	۰/۱۴	۰/۰۹	۵۰۴/۳۸	۰/۰۱	۸/۴۸	۱۰/۴۶	۶/۴۵	۴۴/۷۳

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

X1= تعدادغلاف؛ 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؛ 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

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	۱۸/۷۸$^{e-g}$	۷/۴۴^{e}	۸/۸۳$^{a-d}$	۷/۴۹$^{a-d}$	۲۹/۴۴^{k}	۱۰/۸۲^{a}	۹/۸۴$^{b-d}$	۴/۵۳$^{b-f}$	۳۷/۷۸$^{a-e}$	۲۸/۴۵$^{b-e}$
۲	۲۰/۸۹$^{c-g}$	۱۸/۷۸$^{b-f}$	۸/۸۱$^{a-d}$	۵/۲۶^{f}	۱۰۲/۱۱$^{b-f}$	۸/۸۸$^{c-g}$	۹/۵۹$^{b-e}$	۵/۰۰$^{a-e}$	۳۸/۴۸$^{a-e}$	۳۳/۹۳$^{a-d}$
۳	۱۴/۷۸^{g}	۱۹/۶۷$^{b-f}$	۷/۳۹$^{a-e}$	۵/۴۰^{ef}	۱۰۳/۵۶$^{b-f}$	۸/۰۵$^{f-h}$	۱۱/۱۱^{a}	۴/۲۴$^{e-f}$	۳۱/۷۹$^{c-e}$	۲۳/۶۳$^{c-e}$
۴	۲۱/۲۲$^{c-g}$	۱۶/۲۲$^{d-f}$	۹/۷۸$^{a-c}$	۵/۹۵$^{c-f}$	۷۰/۲۲$^{i-j}$	۹/۳۹$^{b-f}$	۹/۲۳$^{c-e}$	۵/۰۷$^{a-e}$	۴۳/۴۲$^{a-e}$	۳۰/۴۰$^{b-e}$
۵	۲۴/۸۹$^{c-g}$	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}
۶	۳۰/۸۹$^{a-e}$	۱۸/۸۹$^{b-f}$	۵/۱۴$^{d-f}$	۷/۹۴^{ab}	۷۳/۵۶$^{e-j}$	۹/۸۲$^{a-c}$	۸/۵۷$^{d-f}$	۵/۰۴$^{a-e}$	۵۶/۱۰^{ab}	۲۹/۳۵$^{b-e}$
۷	۱۷/۶۷$^{e-g}$	۲۰/۳۳$^{b-e}$	۴/۸۹$^{d-f}$	۶/۴۱$^{a-f}$	۷۹/۴۴$^{d-i}$	۹/۳۹$^{b-f}$	۹/۰۷^{de}	۳/۶۷^{f}	۲۹/۱۳$^{c-e}$	۱۷/۸۵^{e}
۸	۲۳/۳۳$^{c-g}$	۱۵/۴۴$^{d-g}$	۱۰/۲۸^{ab}	۶/۲۲$^{a-f}$	۸۳/۴۴$^{d-h}$	۹/۶۹$^{a-d}$	۹/۵۵$^{b-e}$	۳/۹۸^{ef}	۴۱/۶۷$^{a-e}$	۳۲/۱۱$^{a-e}$
۹	۲۴/۶۷$^{c-g}$	۱۸/۲۲$^{b-f}$	۸/۵۳$^{a-e}$	۶/۱۳$^{a-f}$	۹۵/۸۹$^{b-g}$	۷/۹۵^{gh}	۸/۴۱$^{e-g}$	۴/۵۸$^{a-f}$	۳۵/۹۹$^{b-e}$	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$^{c-g}$	۷/۷۷$^{f-h}$	۴/۲۹$^{e-f}$	۲۶/۸۸^{e}	۱۸/۸۵$^{c-e}$
۱۱	۱۹$^{d-g}$	۱۹/۰۰$^{b-f}$	۷/۷۲$^{a-e}$	۶/۷۷$^{a-f}$	۹۹/۳۳$^{b-g}$	۸/۲۲$^{e-h}$	۹/۶۱$^{b-e}$	۴/۴۷$^{c-f}$	۳۰/۶۸$^{c-e}$	۱۹/۴۵^{de}
۱۲	۲۶/۲۲$^{b-g}$	۱۵/۱۱$^{e-g}$	۵/۵۶$^{d-f}$	۶/۴۴$^{a-f}$	۵۴/۵۶$^{h-k}$	۸/۴۴$^{d-h}$	۸/۴۳$^{e-g}$	۵/۷۶^{ab}	۳۹/۸۸$^{a-e}$	۲۵/۸۳$^{c-e}$
۱۳	۲۴/۸۳$^{c-g}$	۲۲/۱۱^{b}	۸/۳۹$^{a-e}$	۷/۶۳$^{a-d}$	۱۲۸/۳۳^{ab}	۹/۰۲$^{c-g}$	۸/۶۶$^{d-f}$	۵/۳۳$^{a-d}$	۴۷/۱۴$^{a-e}$	۳۲/۸۱$^{a-d}$
۱۴	۲۴/۳۳$^{c-g}$	۱۶/۶۷$^{c-f}$	۵/۸۳$^{c-f}$	۵/۲۲^{f}	۶۹/۴۴$^{g-j}$	۱۴/۸۹$^{e-h}$	۸/۹۹^{de}	۴/۸۴$^{a-f}$	۳۳/۱۶$^{b-e}$	۲۵/۹۸$^{c-e}$
۱۵	۲۰$^{a-t}$	۱۶/۶۷$^{b-t}$	۱۱/۳۳$^{a-e}$	۵/۰۸^{et}	۱۰۰/۳۳$^{b-d}$	۷/۲۷$^{e-h}$	۹/۴۸$^{d-t}$	۳/۵۳$^{a-t}$	۵۵/۲۱^{ab}	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$^{a-e}$	۵۰/۳۸$^{a-d}$	۳۵/۴۹^{ab}
۱۷	۱۴/۴۴^{g}	۶/۴۴^{e}	۹/۱۱$^{a-d}$	۶/۷۱$^{a-f}$	۳۲/۷۸^{k}	۱۰/۸۳^{a}	۹/۴۰$^{c-e}$	۳/۹۸^{ef}	۳۷/۹۹$^{a-e}$	۲۸/۶۳$^{b-e}$
۱۸	۱۸/۶۷$^{e-g}$	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$^{c-e}$
۱۹	۱۹$^{d-g}$	۱۴/۵۶^{cd}	۶/۰۶$^{c-f}$	۵/۴۱^{ef}	۴۳/۴۴^{jk}	۸/۵۲$^{c-h}$	۹/۰۸$^{c-e}$	۴/۶۹$^{a-f}$	۲۷/۴۸^{de}	۲۰/۱۷$^{c-e}$
۲۰	۳۲/۵$^{a-d}$	۱۴/۶۷^{cd}	۵/۴۸$^{d-f}$	۵/۶۲^{ef}	۴۷/۴۴$^{i-k}$	۸/۹۰$^{c-g}$	۹/۵۱$^{b-e}$	۵/۰۲$^{a-e}$	۶۰/۰۹^{e}	۴۶/۱۶^{a}
۲۱	۳۰/۶۷$^{a-e}$	۲۱/۶۷^{bc}	۷/۱۴$^{a-e}$	۶/۰۷$^{c-f}$	۱۰۵/۳۳$^{b-e}$	۷/۲۲^{h}	۹/۱۱$^{c-e}$	۳/۷۱^{f}	۴۰/۵۹$^{a-e}$	۲۵/۸۹$^{c-e}$
۲۲	۱۴/۲۲^{g}	۷/۴۴^{e}	۵/۳۱$^{d-f}$	۵/۸۵$^{d-f}$	۳۱/۲۲^{k}	۸/۴۸$^{d-h}$	۸/۵۸$^{e-g}$	۴/۴۸$^{c-f}$	۲۶/۱۴^{e}	۲۱/۲۱$^{c-e}$
۲۳	۲۰/۴۴$^{c-g}$	۲۰/۱۱$^{b-e}$	۷/۶۷$^{a-e}$	۷/۷۳$^{a-c}$	۱۰۷/۲۲$^{b-e}$	۱۰/۴۸^{ab}	۱۰/۲۸$^{a-c}$	۵/۶۲$^{a-c}$	۵۴/۶۲$^{a-e}$	۳۸/۷۹$^{c-e}$
۲۴	۱۶/۱۱^{gf}	۱۹/۴۴$^{b-f}$	۵/۲۲$^{d-f}$	۵/۶۰^{ef}	۶۸/۵۶$^{g-j}$	۸/۹۸$^{c-g}$	۱۰/۹۵^{a}	۴/۳۳$^{e-f}$	۳۷/۲۶$^{a-e}$	۲۵/۵۵$^{c-e}$
۲۵	۲۹/۲۲$^{a-f}$	۸/۲۲^{e}	۵/۷۸$^{c-f}$	۸/۶۶^{a}	۴۲/۲۲^{jk}	۹/۴۹$^{b-e}$	۱۱/۰۳^{a}	۴/۷۱$^{a-f}$	۳۹/۵۹$^{a-e}$	۲۸/۸۲$^{b-e}$
۲۶	۳۰/۸۹$^{a-e}$	۲۰/۳۳$^{b-e}$	۴/۵۳^{ef}	۵/۳۲^{f}	۶۸/۸۹$^{g-j}$	۸/۰۲^{efg}	۷/۴۹^{gh}	۴/۵۲$^{b-f}$	۲۴/۸۹^{e}	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$^{e-g}$	۴/۴۷$^{c-f}$	۴۵/۷۰$^{a-e}$	۳۴/۱۳$^{a-d}$
۲۸	۲۵/۲۲$^{c-g}$	۱۷/۲۲$^{b-f}$	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$^{b-e}$
۲۹	۲۵/۱۱$^{c-g}$	۱۷/۰۰$^{b-t}$	۸/۸۱$^{a-d}$	۵/۳۲^{t}	۸۰/۰۰$^{d-i}$	۸/۷۸$^{c-g}$	۸/۷۷$^{d-t}$	۵/۲۲$^{a-e}$	۳۸/۱۲$^{a-e}$	۲۷/۳۸$^{c-e}$
۳۰	۳۹/۴۴^{a}	۲۹/۶۷^{a}	۵/۲۸$^{d-f}$	۶/۱۸$^{a-f}$	۱۵۶/۶۷^{a}	۷/۳۵^{h}	۷/۱۲^{h}	۴/۵۶$^{a-f}$	۵۱/۲۷$^{a-c}$	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

صفات / ژنوتیپ	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	۲۰/۰۶$^{a-c}$	۱۳/۴۷^{ab}	۷/۳۰^{bc}	۵/۰۲$^{c-e}$	۶۹/۶۷$^{d-f}$	۰/۵۲$^{a-d}$	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$^{c-f}$	۰/۵۲$^{a-d}$	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^{hi}	۹۶/۳۳$^{d-h}$
۴	۲۱/۹۲$^{a-c}$	۱۰/۷۹$^{e-i}$	۶/۶۳$^{e-j}$	۴/۵۶$^{d-i}$	۹۶/۲۴$^{e-f}$	۰/۵۱$^{a-e}$	۲۴/۱۷$^{d-j}$	۴۴/۳۳$^{d-h}$	۴۴/۶۷$^{g-i}$	۹۱/۶۷^{h}
۵	۳۱/۶۶^{a}	۱۰/۶۲$^{e-i}$	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$^{e-f}$	۰/۵۷$^{a-e}$	۲۳/۶۸$^{d-j}$	۴۹/۳۳$^{a-d}$	۵۲/۳۳$^{b-d}$	۱۰۳/۶۷$^{a-e}$
۷	۱۱/۸۳^{c}	۱۳/۵۹^{ab}	۷/۰۵$^{b-f}$	۴/۹۶$^{c-g}$	۴۶/۲۲^{f}	۰/۴۱^{de}	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$^{e-h}$	۴۴/۶۷$^{g-i}$	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$^{h-l}$	۵۰/۰۰$^{a-d}$	۵۲/۶۷$^{b-d}$	۱۰۹/۳۳^{a}
۱۰	۱۳/۵۰^{bc}	۹/۸۵^{i}	۵/۷۲^{kl}	۳/۷۷^{jk}	۸۶/۰۰$^{e-f}$	۰/۵۰$^{b-c}$	۱۵/۱۳^{mn}	۵۱/۶۷^{ab}	۵۴/۰۰^{bc}	۱۰۳/۰۰$^{a-e}$
۱۱	۱۴/۷۵^{bc}	۱۰/۸۶$^{e-i}$	۷/۱۱$^{b-e}$	۴/۹۸$^{c-f}$	۹۱/۸۹$^{c-f}$	۰/۴۵$^{b-c}$	۲۵/۰۳$^{b-h}$	۴۸/۳۳$^{a-e}$	۳۴/۶۷	۹۸/۶۷$^{c-h}$
۱۲	۱۸/۳۹$^{a-c}$	۸/۵۳^{j}	۶/۱۰^{jk}	۴/۵۷$^{d-i}$	۱۳۱/۶۷$^{e-t}$	۰/۴۸$^{b-c}$	۱۸/۷۷$^{j-m}$	۴۶/۳۳$^{b-g}$	۵۲/۳۳$^{b-d}$	۹۷/۰۰$^{d-h}$
۱۳	۲۵/۸۶^{ab}	۱۰/۰۸^{hi}	۶/۶۲$^{e-j}$	۴/۸۴$^{c-h}$	۱۱۰/۰۰$^{a-d}$	۰/۵۷$^{a-d}$	۲۴/۵۰$^{c-i}$	۵۰/۰۰$^{a-d}$	۵۳/۰۰$^{b-d}$	۱۰۱/۶۷$^{a-f}$
۱۴	۱۹/۳۹$^{a-c}$	۱۰/۳۴$^{g-h}$	۶/۲۰$^{i-k}$	۴/۵۳$^{d-i}$	۹۵/۴۴$^{e-f}$	۰/۵۶$^{a-d}$	۲۲/۶۷$^{f-k}$	۴۳/۰۰$^{c-h}$	۴۷/۰۰$^{b-e}$	۹۶/۶۷$^{d-h}$
۱۵	۲۳/۰۴$^{a-c}$	۹/۴۸^{i}	۶/۳۹$^{t-j}$	۴/۱۷$^{t-i}$	۷۴/۰۰$^{a-d}$	۰/۵۶$^{a-d}$	۱۷/۲۵$^{i-m}$	۴۸/۶۷$^{a-d}$	۴۶/۶۷$^{b-t}$	۱۰۴/۳۳$^{a-d}$
۱۶	۲۵/۶۱^{ab}	۸/۲۰^{j}	۵/۵۷^{j}	۴/۳۰^{hi}	۱۶۰/۰۰^{a}	۰/۵۱$^{a-e}$	۱۶/۶۲$^{l-n}$	۴۰/۰۰^{gh}	۴۷/۰۰$^{d-i}$	۹۵/۶۷$^{e-h}$
۱۷	۲۰/۶۱$^{a-c}$	۱۴/۲۷^{a}	۷/۳۵^{b}	۵/۱۰^{cd}	۵۷/۷۸$^{d-f}$	۰/۵۴$^{a-d}$	۳۸/۶۹^{a}	۴۰/۰۰^{gh}	۴۹/۳۳$^{c-h}$	۹۴/۶۷$^{f-h}$
۱۸	۱۷/۵۴^{bc}	۱۰/۵۶$^{f-i}$	۶/۶۱$^{e-j}$	۴/۲۲^{ij}	۷۹/۷۸$^{c-f}$	۰/۴۶$^{b-c}$	۲۳/۶۴$^{d-j}$	۴۹/۶۷$^{a-c}$	۵۱/۳۳^{bc}	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}	۱۱/۳۴$^{d-g}$	۷/۲۹^{bc}	۴/۷۷$^{c-i}$	۱۰۹/۱۱$^{a-e}$	۰/۵۶$^{a-d}$	۲۷/۸۴$^{b-t}$	۳۶/۶۷^{gh}	۶۱/۶۷^{i}	۹۴/۰۰$^{t-h}$
۲۱	۱۸/۶۴$^{a-c}$	۱۱/۲۴$^{d-h}$	۶/۸۸$^{b-g}$	۴/۷۳$^{c-i}$	۹۰/۳۴$^{e-f}$	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^{dc}	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$^{h-j}$	۵/۹۰^{ab}	۹۹/۲۴$^{d-t}$	۰/۶۷^{a}	۳۰/۲۶^{b}	۴۲/۶۷$^{c-h}$	۴۵/۶۷$^{e-i}$	۹۶/۶۷$^{d-h}$
۲۴	۲۲/۲۲$^{a-c}$	۱۱/۸۲^{de}	۶/۶۷$^{d-j}$	۵/۲۰^{c}	۶۲/۰۰$^{d-f}$	۰/۶۲^{ab}	۲۹/۶۲^{bc}	۴۲/۳۳$^{c-h}$	۴۹/۶۷$^{c-g}$	۹۳/۳۳^{gh}
۲۵	۲۰/۴۸$^{a-c}$	۱۱/۵۹$^{d-t}$	۷/۰۵$^{b-t}$	۵/۱۲^{cd}	۱۱۰/۳۳$^{a-d}$	۰/۵۰$^{b-c}$	۲۶/۲۰$^{b-g}$	۴۴/۶۷$^{b-g}$	۴۸/۶۷$^{c-h}$	۹۹/۶۷$^{c-h}$
۲۶	۱۴/۱۵^{bc}	۸/۶۲^{j}	۵/۴۴^{j}	۴/۵۳$^{d-i}$	۱۰۰/۲۲$^{b-t}$	۰/۵۶$^{a-d}$	۱۷/۶۱$^{k-m}$	۴۷/۰۰$^{b-t}$	۴۹/۶۷$^{c-g}$	۹۹/۶۷$^{c-h}$
۲۷	۲۳/۴۴$^{a-c}$	۱۰/۳۵$^{g-h}$	۶/۱۱^{ijk}	۵/۰۳$^{c-e}$	۱۰۸/۸۹$^{a-e}$	۰/۵۱$^{a-e}$	۲۱/۲۶$^{g-l}$	۴۵/۳۳$^{b-g}$	۴۹/۰۰$^{c-h}$	۹۴/۰۰$^{f-h}$
۲۸	۲۲/۰۵$^{a-c}$	۱۰/۱۷$^{g-h}$	۶/۷۲$^{c-i}$	۴/۹۲$^{c-g}$	۸۵/۶۷$^{e-f}$	۰/۶۱$^{a-c}$	۲۶/۲۳$^{b-g}$	۴۰/۶۷$^{f-h}$	۴۹/۳۳$^{f-i}$	۹۴/۶۷$^{f-h}$
۲۹	۲۰/۵۰$^{a-c}$	۹/۹۵^{i}	۶/۱۹$^{i-k}$	۴/۳۷$^{g-i}$	۱۰۷/۵۶$^{a-e}$	۰/۵۳$^{a-d}$	۲۱/۷۱$^{g-t}$	۴۲/۶۷^{gh}	۴۴/۳۳$^{g-i}$	۹۵/۶۷$^{e-h}$
۳۰	۱۸/۳۵$^{a-c}$	۸/۷۳^{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 معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

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}	۳۷/۵۲$^{c-e}$	۲۵/۲۷$^{b-d}$
۲	۲۰/۱۱$^{b-e}$	۲۰/۶۷$^{a-e}$	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$^{b-d}$	۳۵/۴۲$^{c-e}$	۱۹/۶۳$^{b-f}$
۴	۱۷/۱۱$^{c-e}$	۱۵/۸۹^{e}	۶/۹۳$^{c-f}$	۵/۸۱$^{f-i}$	۶۷/۴۴$^{f-l}$	۸/۹۲$^{b-f}$	۸/۶۸$^{f-k}$	۴/۸۷^{ab}	۳۳/۹۵$^{c-e}$	۲۳/۲۴$^{b-e}$
۵	۲۲/۶۷$^{b-e}$	۲۵/۴۴^{a}	۱۱/۰۲^{a}	۸/۲۰^{ab}	۱۴۶/۸۹^{a}	۹/۷۸$^{a-c}$	۱۰/۹۴$^{a-c}$	۴/۹۶^{ab}	۵۵/۲۷$^{a-c}$	۳۰/۷۷$^{a-c}$
۶	۲۷/۸۹^{bc}	۱۸/۲۲$^{c-e}$	۴/۹۲$^{e-g}$	۸/۳۰^{ab}	۵۶/۸۹$^{h-m}$	۹/۱۳$^{b-e}$	۸/۶۷$^{f-k}$	۴/۶۰^{bc}	۵۵/۰۰$^{a-d}$	۳۱/۵۱$^{a-c}$
۷	۲۰/۸۹$^{b-e}$	۲۴/۵۶^{ab}	۴/۶۷$^{e-h}$	۷/۷۹$^{a-e}$	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^{e}	۱۰/۲۶^{ab}	۶/۰۶$^{e-i}$	۹۰/۱۱$^{b-h}$	۱۰/۳۲^{ab}	۱۰/۲۴$^{a-e}$	۴/۶۲^{bc}	۳۳/۳۸$^{c-e}$	۲۱/۸۷$^{b-e}$
۹	۲۴/۳۳$^{b-e}$	۱۹/۵۶$^{b-e}$	۶/۱۴$^{c-g}$	۶/۸۳$^{b-h}$	۸۵/۲۲$^{c-i}$	۷/۳۹$^{e-i}$	۸/۵۴$^{i-k}$	۳/۹۳$^{b-d}$	۳۷/۶۹^{de}	۲۱/۵۷$^{c-f}$
۱۰	۱۶/۸۹$^{c-e}$	۲۲/۸۹$^{a-d}$	۴/۹۷$^{e-g}$	۶/۴۳$^{c-i}$	۹۶/۳۳$^{b-g}$	۸/۱۳$^{d-h}$	۷/۷۸^{k}	۳/۶۶$^{b-d}$	۲۳/۹۶^{e}	۱۲/۸۲$^{d-f}$
۱۱	۱۸/۷۸$^{b-e}$	۱۸/۵۶$^{c-e}$	۶/۱۹$^{c-g}$	۶/۸۷$^{b-h}$	۱۰۱/۰۰$^{b-f}$	۷/۱۷$^{g-i}$	۹/۷۶$^{c-h}$	۳/۴۹^{dc}	۳۴/۸۵$^{c-e}$	۱۸/۶۳$^{b-f}$
۱۲	۲۷/۵۶$^{b-d}$	۱۶/۲۲^{e}	۷/۱۳$^{b-f}$	۶/۸۴$^{b-h}$	۶۳/۲۲$^{g-m}$	۷/۱۵$^{g-i}$	۸/۷۹$^{g-k}$	۴/۳۹$^{b-d}$	۴۱/۴۱$^{b-e}$	۲۲/۳۱$^{b-e}$
۱۳	۱۳/۷۸^{de}	۱۹/۵۶$^{b-e}$	۶/۴۴$^{c-g}$	۷/۸۲$^{a-e}$	۱۰۳/۴۴$^{b-e}$	۷/۰۲$^{g-i}$	۸/۴۶^{k}	۳/۴۷^{dc}	۲۸/۲۶^{e}	۴/۵۹^{f}
۱۴	۲۱/۶۷$^{b-e}$	۱۹/۰۰$^{b-e}$	۵/۲۸$^{d-g}$	۵/۱۱^{hi}	۷۷/۵۶$^{d-k}$	۷/۳۵$^{e-i}$	۹/۴۰$^{d-i}$	۴/۱۷$^{b-d}$	۲۶/۱۹^{e}	۱۹/۵۵$^{b-t}$
۱۵	۴۳/۱۷^{a}	۱۸/۸۹$^{b-e}$	۶/۵۶$^{c-t}$	۷/۰۳$^{b-g}$	۱۰۰/۴۴$^{b-t}$	۸/۱۴$^{d-h}$	۸/۶۸$^{f-k}$	۴/۵۸^{bc}	۵۸/۸۷^{ab}	۳۳/۱۶^{ab}
۱۶	۲۰/۵۶$^{b-e}$	۲۰/۶۷$^{a-e}$	۶/۱۱$^{c-g}$	۶/۸۸$^{b-h}$	۴۳/۵۶$^{k-m}$	۹/۳۸$^{b-d}$	۸/۹۹$^{e-k}$	۴/۱۰$^{b-d}$	۳۶/۵۶$^{c-e}$	۲۴/۵۶$^{b-d}$
۱۷	۱۶/۶۷$^{c-e}$	۹/۷۸^{t}	۶/۱۱$^{e-h}$	۶/۶۶$^{b-i}$	۸۹/۰۰$^{b-h}$	۱۰/۲۵^{ab}	۸/۳۲^{k}	۵/۹۲^{a}	۳۶/۶۸$^{c-e}$	۲۱/۴۶$^{b-e}$
۱۸	۱۵/۵۶$^{c-e}$	۱۸/۴۴$^{c-e}$	۷/۷۲$^{b-e}$	۶/۶۶$^{b-i}$	۴۷/۷۸$^{j-m}$	۷/۵۴$^{e-i}$	۹/۵۰$^{d-i}$	۴/۳۶$^{b-d}$	۲۴/۵۲^{e}	۱۶/۴۷$^{c-f}$
۱۹	۱۵/۸۹$^{c-e}$	۱۷/۲۲^{de}	۳/۳۳^{gh}	۶/۰۷$^{e-i}$	۴۴/۲۲$^{k-m}$	۸/۵۶$^{c-g}$	۹/۵۱$^{d-i}$	۴/۷۱$^{a-c}$	۲۹/۴۲^{e}	۱۹/۵۷$^{b-t}$
۲۰	۱۳/۸۹^{de}	۱۶/۱۱^{e}	۴/۳۹$^{f-h}$	۴/۹۹^{i}	۸۱/۷۸$^{c-j}$	۶/۷۸^{hi}	۹/۱۲$^{e-j}$	۳/۳۸^{dc}	۲۴/۴۸^{e}	۱۰/۵۰$^{d-f}$
۲۱	۱۲/۳۳^{e}	۱۸/۳۳$^{c-e}$	۸/۳۹$^{a-d}$	۵/۴۶$^{f-i}$	۱۳/۱۲$^{d-i}$	۸/۱۹$^{d-h}$	۸/۳۷^{k}	۴/۴۷$^{b-d}$	۲۵/۷۷^{e}	۱۷/۲۵$^{c-f}$
۲۲	۱۵/۲۲$^{c-e}$	۸/۳۳^{f}	۴/۶۱$^{e-h}$	۳۲/۰۰^{m}	۱۴۵/۷۸^{a}	۹/۰۹$^{b-e}$	۹/۸۸$^{b-g}$	۴/۵۹^{bc}	۵۱/۵۰^{a}	۳۰/۷۵^{a}
۲۳	۲۵/۰۰^{b}	۲۴/۰۰$^{a-c}$	۷/۰۶$^{c-t}$	۸/۲۰$^{a-c}$	۶۹/۵۶$^{e-l}$	۶/۹۸$^{b-g}$	۸/۵۴^{bc}	۴/۰۱$^{b-d}$	۳۴/۶۸$^{c-e}$	۱۹/۲۷$^{b-f}$
۲۴	۱۹/۴۴$^{b-e}$	۱۹/۱۱$^{b-e}$	۶/۲۲$^{c-g}$	۶/۹۸$^{b-g}$	۴۱/۴۴^{lm}	۸/۹۳^{a}	۸/۵۴$^{c-g}$	۴/۰۴$^{b-d}$	۳۹/۷۷$^{c-e}$	۲۴/۲۱$^{b-e}$
۲۵	۲۲/۳۳$^{b-e}$	۸/۰۰^{t}	۶/۰۰$^{c-g}$	۸/۹۳^{a}	۴۱/۴۴^{lm}	۸/۵۴$^{c-g}$	۷/۶۴$^{e-i}$	۴/۰۳$^{b-d}$	۴۰/۰۲$^{a-c}$	۱۳/۶۲$^{d-f}$
۲۶	۱۲/۰۰^{e}	۱۸/۶۷$^{b-e}$	۹/۱۹$^{a-c}$	۶/۷۰$^{b-i}$	۱۰۱/۲۲$^{b-f}$	۷/۶۴$^{e-i}$	۷/۸۹^{jk}	۴/۳۵$^{b-d}$	۳۱/۴۷^{e}	۱۹/۹۱$^{b-f}$
۲۷	۲۳/۷۸$^{b-e}$	۱۷/۳۳^{de}	۱/۷۰^{h}	۷/۰۶$^{b-f}$	۵۱/۷۸$^{i-m}$	۷/۴۵$^{e-i}$	۹/۰۰$^{e-k}$	۳/۴۴^{dc}	۳۳/۸۵$^{c-e}$	۲۴/۵۱$^{b-d}$
۲۸	۱۹/۰۰$^{b-e}$	۱۶/۰۰^{e}	۷/۵۶$^{b-t}$	۵/۹۳$^{f-i}$	۵۹/۴۴$^{h-m}$	۸/۳۱$^{c-h}$	۹/۴۱$^{d-i}$	۴/۴۳$^{b-d}$	۳۵/۱۶$^{c-e}$	۲۴/۵۶$^{b-d}$
۲۹	۲۲/۵۶$^{b-e}$	۱۸/۰۰$^{c-e}$	۸/۴۴$^{a-d}$	۵/۶۹$^{f-i}$	۷۹/۲۲$^{d-j}$	۸/۴۸$^{c-g}$	۸/۵۹$^{g-k}$	۴/۹۸^{ab}	۳۲/۲۵^{e}	۲۱/۵۶$^{b-e}$
۳۰	۱۶/۳۳$^{c-e}$	۲۶/۳۲^{a}	۸/۵۶$^{a-c}$	۵/۹۳$^{f-i}$	۱۲۱/۷۸^{ab}	۶/۳۳^{i}	۶/۱۲^{l}	۴/۱۱$^{b-d}$	۲۴/۰۲^{e}	۸/۴۴^{et}

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 / ژنوتیپ	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	۱۹/۴۰$^{b-e}$	۱۳/۷۰^{a}	۶/۹۶^{b}	۴/۸۳$^{c-g}$	۵۹/۷۸$^{c-f}$	۰/۵۱^{ab}	۳۰/۵۲^{b}	۴۷/۳۳$^{a-f}$	۴۹/۶۷$^{b-f}$	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^{a}
۳	۱۴/۴۶$^{c-g}$	۱۱/۲۷$^{c-f}$	۸/۱۵^{a}	۶/۰۵^{a}	۴۳/۴۴^{ef}	۰/۴۵$^{a-d}$	۳۵/۶۸^{a}	۴۵/۰۰$^{d-h}$	۴۷/۰۰$^{d-h}$	۸۹/۳۳^{bc}
۴	۱۷/۲۷$^{c-f}$	۱۱/۰۳$^{d-g}$	۶/۳۶$^{b-g}$	۴/۴۳$^{e-i}$	۷۰/۷۸$^{c-e}$	۰/۵۲^{ab}	۲۲/۱۷$^{d-j}$	۴۷/۳۳$^{a-f}$	۵۳/۳۳$^{a-c}$	۸۳/۳۳^{c}
۵	۲۷/۲۷^{ab}	۱۰/۴۱$^{d-i}$	۵/۷۹$^{f-i}$	۴/۹۱$^{c-f}$	۸۶/۶۷$^{b-e}$	۰/۳۵$^{a-e}$	۲۳/۰۲$^{c-i}$	۴۵/۶۷$^{b-h}$	۴۷/۶۷$^{d-h}$	۸۵/۶۷^{c}
۶	۲۰/۳۰$^{a-d}$	۱۰/۶۵$^{d-i}$	۶/۴۴$^{b-e}$	۴/۵۳$^{d-i}$	۱۰۶/۰۰$^{a-c}$	۰/۳۷$^{a-e}$	۲۰/۸۶$^{e-j}$	۴۹/۰۰$^{a-d}$	۵۳/۰۰$^{a-c}$	۹۲/۳۳^{bc}
۷	۱۰/۷۲$^{d-h}$	۱۳/۵۳^{ab}	۶/۸۴^{bc}	۴/۷۹$^{c-g}$	۴۸/۵۶^{et}	۰/۲۸$^{c-e}$	۲۳/۸۲$^{c-i}$	۵۲/۳۳^{a}	۵۴/۳۳^{ab}	۸۹/۰۰^{bc}
۸	۱۶/۳۸$^{c-g}$	۱۱/۶۴^{dc}	۶/۸۲^{bc}	۴/۶۳$^{c-h}$	۶۶/۳۳$^{c-f}$	۰/۵۲^{a}	۲۲/۴۰$^{d-i}$	۴۴/۰۰$^{d-i}$	۵۰/۰۰$^{b-e}$	۸۵/۳۳^{c}
۹	۱۵/۵۱$^{c-g}$	۱۰/۳۶$^{d-i}$	۶/۴۸$^{b-d}$	۴/۷۸$^{c-g}$	۸۱/۶۷$^{b-e}$	۰/۳۱$^{b-e}$	۱۸/۳۳$^{h-k}$	۴۷/۰۰$^{a-g}$	۵۳/۰۰$^{a-c}$	۸۵/۳۳^{c}
۱۰	۸/۳۰$^{f-h}$	۹/۵۵$^{h-k}$	۵/۸۱$^{e-i}$	۳/۶۲^{kl}	۸۲/۰۰$^{b-e}$	۰/۳۳$^{a-e}$	۱۴/۷۸$^{k-m}$	۵۰/۰۰$^{a-c}$	۵۳/۰۰$^{a-c}$	۹۹/۶۷^{b}
۱۱	۱۴/۱۴$^{c-g}$	۱۰/۹۲$^{d-h}$	۶/۷۶^{bc}	۵/۱۷^{bc}	۵۵/۸۹$^{d-f}$	۰/۳۷$^{a-e}$	۲۵/۵۹$^{b-e}$	۴۷/۳۳$^{a-f}$	۴۸/۰۰$^{b-f}$	۸۷/۰۰^{bc}
۱۲	۱۵/۳۷$^{c-g}$	۸/۴۵$^{j-l}$	۶/۰۴$^{d-i}$	۴/۳۳$^{f-j}$	۹۷/۵۶$^{b-d}$	۰/۴۰$^{a-d}$	۱۴/۱۶$^{k-m}$	۵۰/۳۳$^{a-c}$	۵۲/۶۷$^{a-c}$	۸۸/۳۳^{bc}
۱۳	۲/۷۴^{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$^{b-d}$	۸۸/۶۷^{bc}
۱۴	۱۴/۲۳$^{c-g}$	۱۰/۰۴$^{e-i}$	۶/۰۴$^{d-h}$	۴/۴۹$^{d-i}$	۱۴۱/۵۰$^{b-e}$	۰/۵۴^{a}	۱۹/۲۴$^{f-k}$	۴۰/۶۷$^{g-i}$	۴۴/۳۳$^{g-i}$	۸۸/۶۷^{bc}
۱۵	۲۲/۵۴$^{a-c}$	۹/۹۴$^{f-i}$	۶/۰۳$^{d-i}$	۴/۰۰$^{i-l}$	۱۴۱/۵۰^{a}	۰/۳۸$^{a-e}$	۱۸/۱۳$^{i-k}$	۴۷/۶۷$^{a-d}$	۵۰/۳۳$^{b-d}$	۱۱۴/۰۰^{a}
۱۶	۱۲/۲۹$^{c-h}$	۹/۲۵$^{i-k}$	۵/۵۲^{hi}	۴/۳۰$^{g-j}$	۷۹/۸۹$^{b-e}$	۰/۳۸$^{a-e}$	۱۶/۵۶$^{j-l}$	۴۵/۰۰$^{d-h}$	۴۹/۰۰$^{c-g}$	۸۴/۰۰^{c}
۱۷	۱۷/۳۱$^{c-f}$	۱۲/۴۰^{bc}	۶/۴۱$^{b-g}$	۴/۸۲$^{c-g}$	۶۵/۱۱$^{c-f}$	۰/۴۸$^{a-d}$	۲۸/۵۲^{bc}	۴۵/۶۷$^{g-i}$	۴۷/۶۷$^{d-h}$	۹۲/۰۰^{bc}
۱۸	۱۵/۱۳$^{c-g}$	۱۰/۳۷$^{d-i}$	۶/۳۶$^{b-g}$	۴/۱۴$^{h-k}$	۸۳/۳۳$^{b-e}$	۰/۳۹$^{a-e}$	۱۸/۵۹$^{g-k}$	۴۸/۶۷$^{a-d}$	۵۱/۶۷$^{a-d}$	۹۱/۰۰^{bc}
۱۹	۱۲/۰۵$^{c-h}$	۱۰/۵۲$^{d-i}$	۶/۷۸^{bc}	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$^{e-j}$	۳۸/۳۳^{i}	۴۱/۰۰^{i}	۸۵/۳۳^{c}
۲۱	۷/۶۵$^{f-h}$	۱۰/۲۳$^{d-i}$	۶/۴۳$^{b-f}$	۴/۵۱$^{d-i}$	۴۰/۰۰^{ef}	۰/۳۳$^{a-e}$	۲۱/۱۸$^{d-j}$	۴۳/۶۷$^{e-i}$	۴۵/۳۳$^{e-i}$	۹۱/۳۳^{bc}
۲۲	۱۱/۸۱$^{c-h}$	۱۱/۴۸$^{c-e}$	۶/۲۶$^{c-g}$	۵/۶۷^{ab}	۴۹/۶۷^{ef}	۰/۴۵$^{a-d}$	۲۶/۱۴$^{b-e}$	۳۸/۰۰^{i}	۴۳/۳۳^{i}	۹۱/۶۷^{bc}
۲۳	۲۱/۲۲^{a}	۱۰/۳۸$^{d-i}$	۵/۹۶$^{d-i}$	۴/۸۴$^{c-g}$	۹۲/۰۰^{ab}	۰/۳۵$^{a-e}$	۲۴/۶۹$^{c-f}$	۴۷/۶۷$^{a-e}$	۵۲/۳۳$^{a-c}$	۹۱/۰۰^{bc}
۲۴	۱۲/۵۲$^{c-h}$	۱۱/۴۰$^{c-f}$	۶/۴۰$^{b-g}$	۴/۶۲$^{c-h}$	۶۲/۵۶$^{c-f}$	۰/۳۳$^{a-e}$	۲۶/۸۰$^{b-d}$	۴۱/۳۳$^{e-i}$	۴۳/۰۰^{i}	۸۶/۳۳^{bc}
۲۵	۱۷/۰۸$^{c-g}$	۱۱/۱۹$^{c-g}$	۶/۸۱^{bc}	۴/۹۸$^{c-e}$	۷۴/۳۳$^{c-e}$	۰/۴۱$^{a-d}$	۲۴/۱۷$^{c-g}$	۴۸/۶۷$^{a-d}$	۵۲/۰۰$^{a-d}$	۸۴/۶۷^{c}
۲۶	۹/۲۰$^{e-h}$	۸/۳۹^{kl}	۵/۴۴^{i}	۳/۷۹$^{j-l}$	۴۱/۱۶^{et}	۰/۲۹$^{c-e}$	۱۲/۲۰^{lm}	۴۷/۰۰$^{a-g}$	۵۰/۶۷$^{b-d}$	۹۵/۳۳^{bc}
۲۷	۱۳/۳۶$^{c-g}$	۱۰/۳۲$^{d-i}$	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$^{e-i}$	۶/۰۸$^{d-h}$	۵/۰۵^{dc}	۷۸/۳۳$^{b-e}$	۰/۵۲^{ab}	۲۴/۰۱$^{c-h}$	۳۹/۶۷^{hi}	۴۵/۰۰$^{f-i}$	۸۹/۶۷^{bc}
۲۹	۱۵/۸۳$^{c-g}$	۹/۷۴$^{g-j}$	۵/۷۸$^{g-i}$	۴/۳۰$^{g-j}$	۸۷/۳۳$^{b-e}$	۰/۴۹$^{a-d}$	۱۹/۶۶$^{f-k}$	۴۱/۳۳$^{g-i}$	۴۷/۳۳$^{d-h}$	۸۶/۳۳^{bc}
۳۰	۶/۳۰^{gh}	۷/۸۰^{l}	۴/۶۲^{j}	۳/۵۰^{l}	۵۹/۸۹$^{c-f}$	۰/۲۷^{de}	۹/۹۲^{m}	۵۲/۰۰^{ab}	۵۶/۳۳^{a}	۸۸/۶۷^{bc}

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

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 معنی‌دار دارد. بنابراین با افزایش این صفات عملکرد هم افزایش می یابد. علاوه بر این از این صفات می‌توان به عنوان صفات مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا استفاده کرد. تحت شرایط نرمال بیشترین ضرایب همبستگی بین روز تا ۵۰ درصد رسیدگی و روز تا۵۰ 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 معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های 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 می‌شود و همین عامل دلیلی برای به وجود آمدن همبستگی منفی بین این صفات شده است. سایر محققان نیز همبستگی منفی و معنی‌داری بین وزن صد دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت (۲۰،۶). 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 معنی‌دار وجود دارد. امینی و همکاران (۳) بیشترین همبستگی‌های عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک گزارش کرده اند. همچنین حبیبی و بی‌همتا (۱۷) بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و عملکرد بیولوژیکی گزارش کرده‌اند 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 غلاف‌دهی، وزن صد دانه و قطر دانه و ارتفاع بوته و تعداد گره مشاهده شد. وزن صددانه با صفت روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های زودرس‌تر به دلیل این‌که کمتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته‌اند، از وزن صددانه بیشتری برخوردار بودند. کشاورز نیا و همکاران (۲۰) همبستگی منفی و معنی‌داری با وزن صد دانه و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت. اسدی و همکاران (۶) نیز همبستگی منفی معنی‌داری بین وزن صددانه 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،۲۹،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 بیولوژیکی ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند که با نتایج ما مطابقت داشت. در شرایط تنش خشکی (جدول ۸) نیز صفات وزن غلاف با دانه، طول میانگره و ۵۰ درصد غلاف‌دهی 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،۲۹،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**	۰/۵۴**	−۰/۱۴	−۰/۱۸	−۰/۱۷	۰/۷۷**	−۰/۰۳	−۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۳۵
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*	−۰/۳۸*	۰/۱۱	−۰/۵۳**	−۰/۴۳*	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۰۲
۳. طول میانگره (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	۰/۰۲	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	۰/۴۲*	۰/۳۸*	۰/۱۰
۶. طول غلاف (cm)	−۰/۲۳	−۰/۲۷	۰/۰۷	۰/۱۸	−۰/۲۵	۱	۰/۴۸**	۰/۳۴	۰/۳۹*	۰/۴۶*	۰/۴۷**	۰/۷۳**	۰/۳۵	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	۰/۵۲**	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**	۰/۲۶	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	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۵۹**	۰/۴۵*	۰/۳۵	−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	−۰/۰۰۷
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	۰/۳۱	۰/۸۳**	−۰/۴۰*	−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**	۰/۵۲**	۰/۴۰*	۰/۳۸*	−۰/۷۲**	−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	۰/۴۲*	−۰/۵۵**	−۰/۴۱*	−۰/۰۰۳
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**	۰/۸۱**	۰/۷۹**	−۰/۶۲**	۰/۴۰*	۱	−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	۰/۹۲**	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	۰/۲۷	−۰/۱۸	−۰/۳۱	−۰/۱۱	−۰/۱۸	−۰/۳۸*	−۰/۳۶	−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)	۱/۷۷ns	۰/۶۷**	–	-	۰/۸۷
۲	شاخص برداشت	−۳/۷۹ns	۰/۶۱**	۱۳/۵۱*	–	۰/۸۹
۳	ارتفاع بوته (cm)	−۸/۵۹**	۰/۵۷**	۱۹/۵۲**	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)	−۰/۵۲۵ns	۰/۷۴۳**	–	–	۰/۹۳۷
۲	طول میانگره (cm)	−۲/ ۵۰۴ns	۰/۷۳۱**	۰/۳۳۱**	–	۰/۹۵۵
۳	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	۲/۳۲۲ns	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 میانگره 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

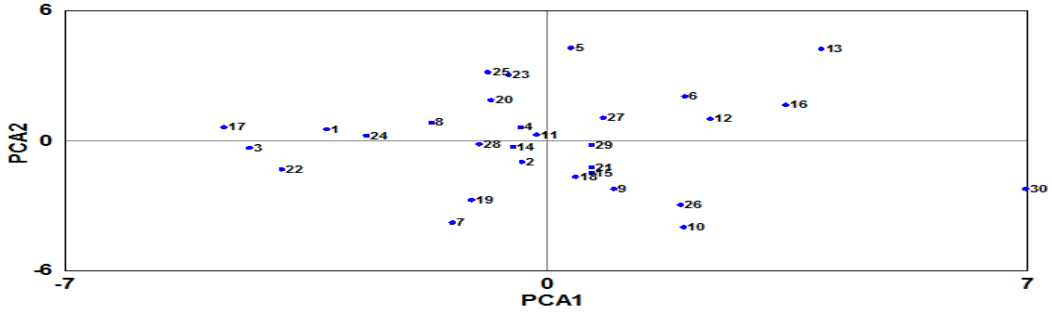
صفات	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
تعداد غلاف	-۰/۷۲۱	۰/۴۳۹	-۰/۲۹۴	-۰/۱۳۱	-۰/۲۰۴	۰/۱۲۸
تعداد گره	-۰/۶۵۲	۰/۰۵۷	۰/۵۱۷	۰/۱۰۸	۰/۰۲۶	۰/۳۲۲
عرض غلاف (mm)	۰/۷۵۱	۰/۲۹۲	۰/۳۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۳۴	۰/۱۹۸
طول دانه (mm)	۰/۷۹۱	-۰/۲۱۵	۰/۱۰۱	-۰/۳۸۳	-۰/۱۵۸	-۰/۱۳۲
طول غلاف (cm)	۰/۳۴۹	۰/۱۸۷	-۰/۱۵۴	-۰/۱۲۸	۰/۴۸۸	-۰/۵۰۵
عرض دانه (mm)	۰/۸۱۲	-۰/۱۶۸	۰/۲۶۷	-۰/۱۸۷	-۰/۱۶۱	۰/۰۷۲
قطر دانه (mm)	۰/۷۵۳	۰/۱۳۸	۰/۰۲۷	-۰/۰۸۷	۰/۱۵۱	۰/۵۱۹
شاخص برداشت	۰/۵۲۵	۰/۴۶۰	-۰/۱۰۶	۰/۳۶۳	۰/۰۳۴	-۰/۰۶۶
وزن صد دانه (g)	۰/۹۲۶	۰/۰۵۴	۰/۱۰۵	-۰/۱۶۴	-۰/۰۱۹	۰/۱۲۸
روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-۰/۵۵۳	-۰/۵۴۶	۰/۲۷۴	-۰/۳۹۲	۰/۲۸۳	-۰/۰۸۴
تعداد دانه در بوته	-۰/۷۰۸	۰/۵۹۲	-۰/۱۶۲	۰/۰۲۵	۰/۱۰۸	۰/۰۶۴
تعداد دانه در غلاف	-۰/۱۶۹	۰/۶۰۶	-۰/۰۵۷	-۰/۰۵۷	۰/۵۶۹	-۰/۰۳۱
عملکرد بیولوژیک (g)	-۰/۱۹۵	۰/۸۱۸	۰/۲۲۹	-۰/۲۴۹	-۰/۲۱۶	-۰/۰۹۳
وزن غلاف با دانه در بوته (g)	۰/۱۲۲	۰/۹۲۵	۰/۰۹۸	-۰/۱۳۲	-۰/۱۹۹	-۰/۱۲۹
عملکرد دانه در بوته (g)	۰/۱۱۸	۰/۹۲۱	۰/۲۲۱	-۰/۰۳۱	-۰/۰۶۹	-۰/۱۰۹
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	-۰/۳۵۳	-۰/۵۰۴	۰/۳۹۹	-۰/۴۰۲	۰/۱۰۹	-۰/۱۴۴
ارتفاع بوته (cm)	-۰/۵۲۲	۰/۱۷۴	۰/۷۳۴	۰/۰۷۱	۰/۰۵۸	۰/۲۴۷
طول میانگره (cm)	۰/۱۸۱	۰/۰۸۷	۰/۶۵۱	۰/۲۸۴	-۰/۰۱۲	-۰/۵۳۸
قطر ساقه (mm)	۰/۱۴۳	۰/۳۵۷	-۰/۰۸۸	-۰/۶۶۸	۰/۳۵۸	۰/۱۹۶
روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	-۰/۳۲۲	۰/۰۴۹	-۰/۱۳۲	-۰/۵۹۲	-۰/۴۷۴	-۰/۱۶۸
مقادیر ویژه	۶/۰۵۹	۴/۴۴۳	۱/۹۳۴	۱/۶۷۲	۱/۲۲۴	۱/۲۱۳
درصد سهم تجمعی	۳۰/۳۰۱	۵۲/۵۳	۶۲/۲۵	۷۰/۴۰	۷۶/۵۵	۸۲/۶۶

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

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

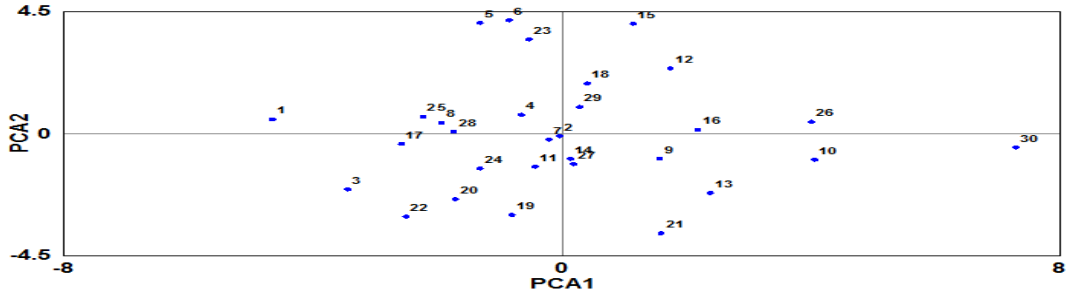
صفات	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
تعداد گره	-۰/۶۰۱	-۰/۲۷۱	-۰/۳۱۳	-۰/۳۱۲	-۰/۴۶۸	۰/۰۰۴
طول غلاف (cm)	۰/۵۶۵	-۰/۳۰۳	-۰/۳۷۵	-۰/۱۵	-۰/۴۱۸	-۰/۰۵۹
عرض غلاف (mm)	۰/۸۰۴	-۰/۰۰۳	-۰/۲۹۲	-۰/۲۱۹	-۰/۲۸۴	-۰/۰۱۵
طول دانه (mm)	۰/۷۷۸	۰/۱۴۲	-۰/۴۱۹	۰/۱۳۲	-۰/۱۸۸	-۰/۱۷۵
عرض دانه (mm)	۰/۷۲۹	۰/۲۷۸	-۰/۳۲۶	۰/۰۱۴	۰/۱۳۸	-۰/۳۰۵
وزن صد دانه (g)	۰/۸۷۹	۰/۲۴۴	-۰/۲۸۱	-۰/۰۳۶	۰/۱۳۸	-۰/۰۲۸
شاخص برداشت	۰/۶۴۶	۰/۰۲۳	۰/۵۵۱	-۰/۱۹۶	-۰/۱۲۳	-۰/۳۳۵
قطر دانه (mm)	۰/۷۵۱	۰/۳۲۶	-۰/۲۱۶	۰/۰۸۳	۰/۳۵۴	۰/۲۱۹
تعداد غلاف	۰/۰۲۱	-۰/۷۹۲	۰/۱۳۹	۰/۴۱۷	۰/۳۱۵	-۰/۰۵۲
عملکرد بیولوژیک (g)	۰/۲۹۵	-۰/۸۵۷	-۰/۱۸۸	۰/۱۰۷	۰/۱۴۲	۰/۱۹۷
وزن غلاف‌ها با دانه در بوته (g)	۰/۵۸۷	-۰/۷۷	۰/۱۵۱	۰/۰۴۵	۰/۰۵۴	۰/۰۴۳
تعداد دانه در بوته	۰/۰۲۴	-۰/۷۶۵	۰/۴۵۳	۰/۱۱۱	۰/۱۷۳	-۰/۱۲۸
روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	-۰/۴۴۷	-۰/۵۱۲	-۰/۴۵۵	۰/۱۱۲	۰/۳۵۸	-۰/۱۸۳
عملکرد دانه در بوته (g)	۰/۷۱۴	-۰/۶۳۵	۰/۱۶۸	-۰/۰۹۹	-۰/۰۰۲	۰/۰۳۲
ارتفاع بوته (cm)	-۰/۴۱۶	-۰/۳۶۹	-۰/۵۱۵	-۰/۴۳۷	۰/۳۵۷	۰/۰۹۷
طول میانگره (cm)	۰/۰۱۳	-۰/۲۷۳	-۰/۱۹۲	-۰/۷۱۹	-۰/۲۹۲	۰/۰۷۳
قطر ساقه (mm)	۰/۲۶۲	-۰/۰۶۸	-۰/۲۰۲	۰/۵۳۷	-۰/۳۰۷	۰/۶۱۴
مقادیر ویژه	۵/۷۰۶	۴/۴۵۳	۲/۴۷۷	۱/۷۶۴	۱/۴۷۴	۱/۱۱۸
درصد سهم تجمعی	۲۸/۵۴	۵۰/۹۰	۶۳/۳۴	۷۲/۱۸	۷۹/۶۵	۸۵/۳۰

عامل دوم که ۲۲/۳ درصد ازتغییرات 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 تاثیر 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 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، ۶، 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.



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



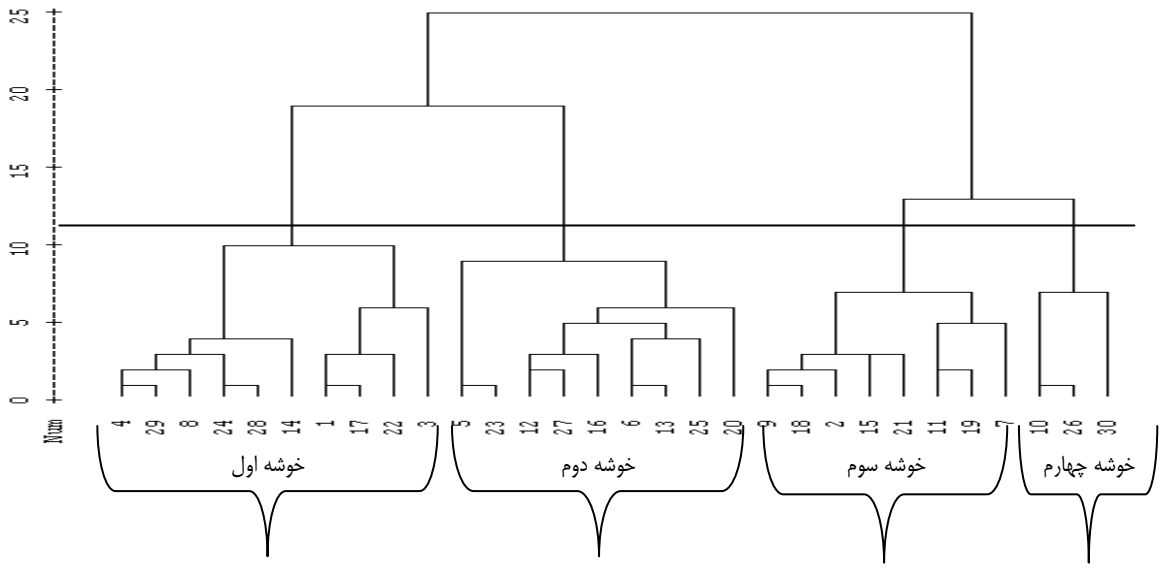
شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ‌های لوبیا بر اساس عامل اول و دوم تحت شرایط تنش خشکی

Figure 2. Distribution of bean genotypes on the basis of the first and second components under drought-stress conditions

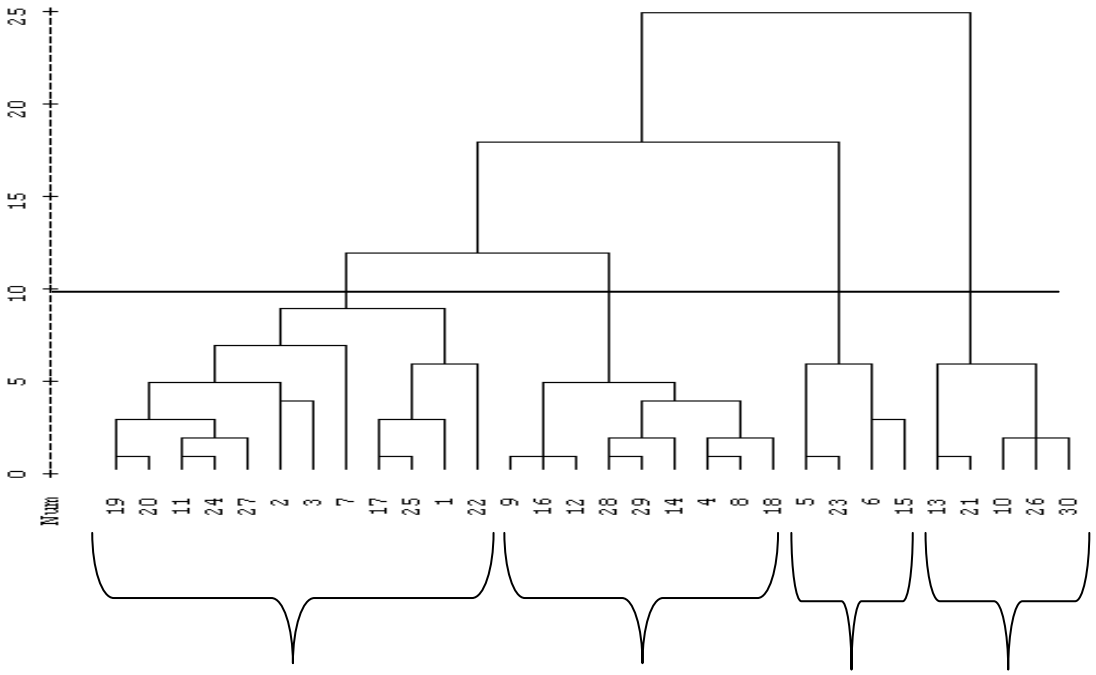
تجزیه خوشه‌ای

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 ژنوتیپ های 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 می باشند. 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 نسبتا 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. ژنوتیپ های 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 ژنوتیپ های 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. Dendogram 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. Dendogram 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 chickpe 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 genotyps to drought stress using stress tolerance indices. Seed and Plant Improvment 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 Improvment 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. Omidi. 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. Ilhan Cagirgan. 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 Delfan[1], Mohammad Reza Bihamta[2], Abdolhadi Hosein zade[3] and Manijeh Sabokdast[4]

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 importante 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 lenght and the day to 50% poding, 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