

ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات مؤثر بر عملکرد در لویبا (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی قبل از غلاف دهی

- معصومه جعفری، عضو هیأت علمی دانشگاه بو علی سینا
- سید سعید موسوی، عضو هیأت علمی دانشگاه بو علی سینا (نویسنده مسئول)
- مهرداد چاچی، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان
- گودرز احمدوند، عضو هیأت علمی دانشگاه بو علی سینا
- محمد رضا عبداللهی، عضو هیأت علمی دانشگاه بو علی سینا

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۹۳
پست الکترونیک نویسنده مسئول: s.moosavi@basu.ac.ir

چکیده

به منظور شناسایی مهم ترین صفات زراعی مؤثر بر عملکرد و همچنین جهت ارزیابی تنوع پذیری و قابلیت توارث آن ها در ۹ رقم لویبا، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار تحت شرایط معمولی و تنش رطوبتی قبل از غلاف دهی (تنش شدید) انجام شد. نتایج تجزیه واریانس در هر دو شرایط نشان داد که تفاوت ارقام برای بیشتر صفات معنی دار ($p < 0.05$) بود، که این به منزله وجود توانمندی ژنتیکی متفاوت در ارقام مختلف مورد نظر می باشد. براساس نتایج مقایسه میانگین ها، بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی در هر دو شرایط معمولی و تنش شدید رطوبتی به ترتیب متعلق به ارقام دانشکده و گلی بود که بالا بودن میانگین صفات روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی، روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پر شدن غلاف در رقم گلی، در هر دو شرایط معمولی و بویژه در شرایط تنش شدید، با اثرگذاری بر صفات مؤثر بر اجزاء عملکرد سبب کاهش میزان عملکرد اقتصادی در این رقم گردید. نتایج همبستگی صفات در هر دو شرایط نشان دهنده همبستگی بالای عملکرد با صفات وزن غلاف، شاخص برداشت، زیست توده و تعداد غلاف در بوته بود. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که مهمترین صفات تأثیرگذار بر صفت عملکرد دانه در هر دو شرایط، به ترتیب وزن غلاف، شاخص برداشت و زیست توده بودند که با نتایج همبستگی نیز مطابقت داشت. همچنین تحت شرایط تنش رطوبتی، بیشترین و کمترین تنوع ژنتیکی به ترتیب مربوط به صفات تعداد غلاف در بوته و روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی بود. بیشترین و کمترین درصد وراثت پذیری تحت شرایط تنش رطوبتی به ترتیب مربوط به صفات روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی و تعداد دانه در بوته بود.

کلمات کلیدی: لویبا، تنش رطوبتی، وراثت پذیری، ضریب تغییرات فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی، رگرسیون گام به گام

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:108 pp: 59-66

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

By:

- M. Jafari, Scientific Staff of Bu-Ali Sina University
- S.S. Moosavi, (Corresponding Author), Scientific Staff of Bu-Ali Sina University
- M. Chaichi, Scientific Staff of Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamedan
- Q. Ahmadvand, Scientific Staff of Bu-Ali Sina University
- M. Abdollahi, Scientific Staff of Bu-Ali Sina University

Received: June 2013

Accepted: June 2014

In order to identify the most important effective agronomic traits on yield and for evaluation of their variability and heritability in nine bean cultivars, two separate experiments were conducted based on RCBD with three replications under normal and moisture stress conditions. Analysis of variance results showed that the cultivars differences were significant for the majority of traits in both conditions, so that there were different genetic potentials for the cultivars. Mean comparison results showed that the highest and lowest economic yield belonged to Daneshkade and Goli cultivars respectively, in both normal and moisture stress conditions. The traits of days from planting to 50% pod formation, days from planting to physiological maturity and period of pod filling reduced the yield of Goli cultivar in both conditions, especially in severe moisture stress condition. Correlation results showed that the economic yield was significantly correlated to pod weight, harvest index, biomass and number of pods per plant. Stepwise regression indicated that the traits of pod weight, harvest index and biomass were the most important effective traits on economic yield in both conditions. In addition, the maximum and minimum genetic diversity under stress condition belonged to days from planting to 50% pod formation and number of pod per plant respectively. Meanwhile, the highest and lowest heritability in moisture stress condition related to days from planting to 50% pod formation and seed number.

key Words: bean, moisture stress, heritability, phenotypic coefficient of variation, genotypic coefficient of variation, stepwise regression.

مقدمه

عملکرد ژنوتیپ ها و ارقام مختلف لوبیا می گردد. دوره های طولانی تنش خشکی منجر به کاهش شدید عملکرد درنواحی خشک و نیمه خشک می شود. اصلاح ارقام مقاوم به خشکی از مهم ترین راه حل برای مبارزه با مشکل خشکی است (Rebtezk و همکاران، ۲۰۰۶). (Richards, ۱۹۹۹) بیان کرد که انتخاب در هر دو شرایط تنش وعدم تنش سبب تجمع آلل های مطلوب و انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد بالاتر می شود. تکامل گیاهان از زمان اهلی شدن آن ها، به وسیله گزینش فنوتیپی صفات سازگارتر انجام شده است. باوجود این، گزینش مستقیم درمورد عملکرد در شرایط تنش خشکی با توجه به وراثت پذیری کم، کنترل چندژنی، اپیستازی و اثرمتقابل محیط در ژنوتیپ مختل می شود (Cattivelli و همکاران، ۲۰۰۸).

منابع ژنتیکی گیاهی، علاوه بر نقش زیر بنایی برای توسعه کشاورزی، به عنوان منبعی از ژن های مفید برای مقاومت به تنش های زیستی و غیرزیستی و گسترش سازگاری ژنتیکی در برابر تغییرات محیطی به حساب می آیند که در صورت بهره برداری صحیح از آن ها، واریته های جدید و مطلوبتر گیاهی را می توان تولید کرد (Amini و همکاران، ۲۰۰۲).

وجود تنوع ژنتیکی کافی لازمه انتخاب برای هر هدف اصلاحی

حبوبات پس از غلات، دومین منبع غذایی جوامع بشری می باشند که در بین آنها لوبیای زراعی از نظر میزان و سطح زیرکشت مقام نخست را در جهان دارد. سطح زیرکشت لوبیا در ایران ۹۰۸۴۴ هکتار با مجموع عملکرد دانه در حدود ۱۹۴۱۱۱ تن می باشد (FAO, ۲۰۱۰). گیاه لوبیا به شرایط آب و خاک و کیفیت آن بسیار حساس است و عملکرد آن حتی در دوره های کوتاه مدت تنش تحت تأثیر قرار می گیرد (Jolaei, 2005). از نظر (Mass و Hoftman, ۱۹۷۷) تنش خشکی زمانی افزایش می یابد که تقاضای بالای تبخیر اتمسفری برگها (تبخیر-تعرق بالقوه) از ظرفیت و توانایی ریشه ها برای استخراج آب از خاک (تبخیر-تعرق حقیقی) فراتر رود. یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد لوبیا انتخاب رقم پرمحصول و متحمل به تنش های زیستی و غیر زیستی می باشد (Ghanbari و همکاران، ۲۰۰۴). عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی و اثر متقابل آن ها است. اگر چه کلیه تنش های زیستی و غیر زیستی از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می شوند (Entz و Foler, ۱۹۹۵) ولی نتایج بررسی ها نشان می دهند که تنش رطوبتی، مهم ترین تنش غیرزیستی است که باعث کاهش

تصادفی با سه تکرار بر روی ۹ رقم لوبیا، شامل ۵ رقم لوبیای قرمز (اختر، درخشان، صیاد، گلی، ناز) و ۴ رقم لوبیا سفید (پاک، درسا، دانشکده، شکوفا) اجرا گردید. دور آبیاری در شرایط عدم تنش رطوبتی به صورت میانگین حدود ۷ روز (بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر کلاس A) و در خصوص شرایط تنش رطوبتی دور آبیاری به طور متوسط حدود ۱۱ روز (بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر کلاس A) پیاده شد. کشت بذرها به صورت دستی در کرت‌های به ابعاد ۲×۴ متر انجام شد که هر کرت شامل ۴ ردیف به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود. فاصله بذرها بر روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به منظور ممانعت از نشت آب بین تکرارها دو متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات زراعی شامل مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفات گیاهی، آبیاری و سایر موارد ضروری در طول اجرای طرح بر حسب ضرورت انجام گرفت. در پایان فصل رشد، ۲۰ بوته جهت اندازه‌گیری صفات مختلف به غیر از عملکرد، به صورت تصادفی انتخاب گردید ولی جهت محاسبه عملکرد اقتصادی و زیست توده، کل بوته‌ها برداشت و اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها، پس از انجام آزمون نرمال بودن باقیمانده داده‌ها و آزمون یکنواختی واریانس تیمارها، با نرم افزار SAS 9.1 و MINITAB 14 انجام شد. سپس با بررسی فرض‌های مستقل بودن خطاهای مدل رگرسیونی و نرمال بودن توزیع آنها، از رگرسیون گام به گام به روش Forward، برای شناسایی صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد دانه را توجیه می‌کنند استفاده شد. از تقسیم واریانس ژنوتیپی به فنوتیپی برآوردی از درصد وراثت پذیری عمومی^۲ هر صفت به دست آمد. ضریب تغییرات ژنوتیپی^۳ (GCV) و ضریب تغییرات فنوتیپی^۴ (PCV) به ترتیب با استفاده از واریانس ژنوتیپی و واریانس فنوتیپی و همچنین میانگین صفات (\bar{x})، بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه شدند.

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100, PCV = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100, H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{ph}^2} \times 100, \sigma_{ph}^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تفاوت ارقام در شرایط معمولی رطوبتی برای کلیه صفات به غیر از صفت تعداد دانه در بوته، در سطوح مختلف آماری تفاوت معنی دار ($p < 0.05$) بود، همچنین نتایج این تجزیه در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۳) نیز نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار ($p < 0.05$) ارقام در بیشتر صفات مورد بررسی بود که این بیانگر اهمیت این صفات در ایجاد تنوع در بین ارقام در شرایط معمولی و تنش رطوبتی می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی (جدول ۵ و ۳)، نشان داد که رقم گلی دارای بیشتری مقدار از نظر صفات روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی، روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پرشدن غلاف بود و این در حالی بود که این رقم دارای کمترین عملکرد تحت هر دو شرایط بود. بنابراین اظهار می‌گردد که افزایش بی‌رویه این صفات، بویژه در شرایط تنش رطوبتی، 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 غلاف، وزن صددانه در بوته و همچنین کاهش میزان زیست توده می‌گردد که در کل عملکرد دانه کاهش خواهد یافت.

می‌باشد که جهت ارزیابی این تنوع ژنتیکی از تجزیه و تحلیل‌های ژنتیکی استفاده می‌شود و معمولاً در این بررسی‌ها، واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی، ضرایب تنوع ژنتیکی، ضرایب تنوع فنوتیپی و وراثت پذیری برآورد می‌شوند. همچنین از تجزیه و تحلیل‌های آماری از جمله از روش تجزیه رگرسیون گام به گام به منظور تفسیر روابط موجود میان صفات و گروه بندی آنها بر مبنای این روابط استفاده می‌گردد، تا از این راه مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد که موجب پدید آمدن همبستگی میان صفات گردیده شناسایی شوند (Johnson, ۱۹۸۲). گلباشی و همکاران (۱۳۸۹) با انجام تجزیه رگرسیون گام به گام در ارقام لوبیا سفید تحت شرایط تنش رطوبتی اظهار کردند که صفات وزن غلاف، شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته و در شرایط عدم تنش رطوبتی صفات وزن غلاف، شاخص برداشت و عملکرد زیست توده به عنوان مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشند. خاقانی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در لوبیا قرمز صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد روز تا ظهور برگ‌های اولیه را تحت شرایط تنش از جمله مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه دانستند. خشکی سبب کاهش بیوماس، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه می‌شود (Teran و German, ۲۰۰۶). نامبردگان، همچنین گزارش کردند که عملکرد دانه در شرایط عدم تنش رطوبتی و تنش رطوبتی همبستگی مثبتی با هم نشان دادند. Tongel و Albayrak (۲۰۰۶) بیان کردند که بین عملکرد و صفات تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. دوره‌های طولانی تنش خشکی منجر به کاهش شدید عملکرد در نواحی خشک و نیمه خشک می‌شود. اصلاح ارقام مقاوم به خشکی مهم‌ترین راه حل برای مبارزه با مشکل خشکی است (Rebtezki و همکاران، ۲۰۰۶). از طرف دیگر افزایش عملکرد در شرایط کمبود آب نیازمند شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و کارهای مدیریتی برای حداکثر کردن آب قابل دسترس است (Pas-sioura, ۲۰۰۶). در اصلاح صفات زراعی، میزان پاسخ به گزینش از رابطه $R = i\sigma_h^2$ محاسبه می‌گردد. بر اساس این رابطه مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پاسخ به گزینش عبارت است از شدت گزینش (i)، انحراف معیار فنوتیپی صفت (σ_p) و وراثت پذیری آن (h^2) می‌باشد (Falconer, ۱۹۸۹). لذا با توجه به رابطه فوق، یکی از مهم‌ترین عوامل دخیل در پاسخ به گزینش انحراف معیار فنوتیپی (σ_p) صفت مورد نظر می‌باشد که هر اندازه مقدار تنوع صفتی بیشتر باشد میزان پاسخ به گزینش آن بیشتر خواهد بود. از طرفی دیگر با توجه به پیچیدگی توارث پذیری صفت عملکرد بویژه تحت شرایط تنش رطوبتی، تعیین و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن لازم و ضروری می‌باشد و این امر کمک قابل توجهی به برنامه‌های اصلاحی می‌نماید. بنابراین مهم‌ترین اهداف این تحقیق شامل؛ تعیین میزان تنوع پذیری و وراثت پذیری عملکرد و صفات مهم زراعی مؤثر بر آن تحت شرایط معمولی و تنش رطوبتی، شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر افزایش عملکرد تحت هر دو شرایط معمولی و بویژه شرایط تنش رطوبتی، ارزیابی پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف با تیپ‌های مختلف رشدی به شرایط متفاوت رطوبتی و شناسایی مطلوبترین ژنوتیپ‌ها با عملکرد بالا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ تحت شرایط عدم تنش رطوبتی و تنش رطوبتی قبل از غلاف دهی در قالب طرح بلوک‌های کامل

از غلاف دهی، سه صفت وزن غلاف، شاخص برداشت و زیست توده وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۹۸/۸۵ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند که نشاندهنده این است که با افزایش هریک از این اجزاء عملکرد نیز افزایش می یابد، این نتایج با نتایج سایر محققین نیز مطابقت داشت (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹؛ امینی و همکاران، ۱۳۷۷؛ حبیبی، ۱۳۸۵). نتایج همبستگی ساده صفات در شرایط معمولی (جدول ۷) نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، تعداد دانه در بوته، زیست توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی دار بود. صفت روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی دارای همبستگی منفی و غیر معنی داری با عملکرد تحت شرایط معمولی رطوبتی ($r=0/095^{ns}$) داشت. این در حالی است که با عملکرد تحت شرایط تنش رطوبتی همبستگی منفی و معنی داری در سطح ۱٪ ($r=0/47^{**}$) داشت، بطوریکه در شرایط عدم تنش این صفت وارد مدل رگرسیونی نشد (جدول ۶). بنابراین اهمیت این صفت تحت شرایط عدم تنش رطوبتی قابل توجه می باشد که با کاهش نسبی آن میزان عملکرد افزایش خواهد یافت. وزن غلاف بیشترین همبستگی را در هر دو شرایط با عملکرد دانه داشت که با توجه به نتایج رگرسیون به عنوان اولین صفت تأثیرگذار در هر دو شرایط وارد مدل شد. بنابراین این صفت اهمیت خاصی از جنبه اصلاحی جهت افزایش عملکرد دارد. عملکرد دانه در هر دو شرایط همبستگی بالایی با وزن غلاف، تعداد غلاف در بوته، زیست توده، شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف داشت که این نتایج با یافته های ناصح غفوری و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت، بطوریکه آن ها اظهار داشتند که مطالعه تعداد غلاف در گیاه و وزن غلاف ها در هر گیاه مهمترین نقش را در عملکرد دانه دارند که این نشاندهنده اهمیت این صفات برای ژنوتیپ مقاوم به خشکی است. در حالیکه Chalikh و همکاران (۲۰۰۴)، بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با تعداد دانه در غلاف دانستند. حبیبی و همکاران (۲۰۰۸) بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت گزارش کردند. Ludlow و همکاران (۱۹۹۰) نیز پیشنهاد دادند که شاخص برداشت بالا بهترین استراتژی برای بهبود عملکرد در شرایط محدود آبیاری است. باتوجه به جدول (۷) وزن صد دانه با روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی و طول دوره پرشدن غلاف همبستگی منفی داشت که این موضوع مبین این نکته است که با افزایش این دو صفت وزن صد دانه کاهش می یابد و این باعث کاهش عملکرد در برخی از ارقام مانند رقم درخشان خواهد شد.

ضرایب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت پذیری

عمومی در شرایط تنش و عدم تنش رطوبتی

جهت تعیین میزان تنوع موجود در صفات مختلف، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی محاسبه گردید. در کلیه صفات ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگ تر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود. براساس جدول (۹) بالا ترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را در هر دو شرایط صفات تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف به خود اختصاص دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان می دهند که تنوع موجود در صفات مختلف متفاوت است. در برخی از صفات تنوع زیاد و در بعضی صفات تنوع کمی وجود دارد. مسلماً هر چه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آن ها منجر به پاسخ به گزینش بهتری خواهد شد (Falconer, ۱۹۸۹). بالاترین میزان وراثت پذیری در هر دو شرایط به ترتیب متعلق به صفات روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی

این در حالی است که ارقام درسا و دانشکده، که دارای عملکرد بالا و مطلوبی به ترتیب در شرایط معمولی و تنش رطوبتی بودند، میزان کمتری از سه صفت فوق و میزان بیشتری از اجزای مهم عملکرد را داشتند و به همین دلیل عملکرد بالا و قابل قبولی را داشتند. اهمیت صفات بالا به عنوان صفات مؤثر بر عملکرد در تجزیه رگرسیون گام به گام نیز (جدول ۶) تأیید شد. از نظر صفات اجزای عملکرد، دو صفت تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف بیشترین اثر مثبت در افزایش عملکرد ارقام درسا و دانشکده و بیشترین اثر منفی در کاهش عملکرد رقم گلی را در هر دو شرایط داشت. صفت تعداد غلاف در بوته، یکی از متغیرترین اجزای عملکرد در حبوبات می باشد و از طرفی چون توانمندی حبوبات در تشکیل جوانه های گل، گل ها و غلاف ها بسیار بالاست، که لازمه دستیابی به این توانمندی وجود شرایط محیطی مناسب است، لذا در شرایط تنش رطوبتی به دلیل پساپیده شدن دانه های گرده و پژمردگی کلاله، رشد لوله های گرده متوقف شده، تعداد غلاف در بوته و نهایتاً وزن غلاف در بوته کاهش می یابد که این منجر به کاهش عملکرد نهایی می گردد (Mouhouche و همکاران، ۱۹۹۸). کاهش زیست توده در رقم گلی بیانگر این است که کاهش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب، سبب کاهش تجمع ماده خشک می گردد و این کاهش اثر مستقیمی بر روی عملکرد دانه گذاشته، نهایتاً سبب کاهش میزان سطح فتوسنتزکننده و کاهش عملکرد اقتصادی می گردد (Broughton و همکاران، ۲۰۰۳). بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی در شرایط عدم تنش رطوبتی مربوط به ارقام درسا و دانشکده و در شرایط تنش رطوبتی مربوط به رقم دانشکده می باشد این در حالیست که رقم گلی در هر دو شرایط، کمترین عملکرد را دارد. در مقایسه عملکرد رقم مطلوب دانشکده و رقم نامطلوب گلی تحت هر دو شرایط معمولی و تنش رطوبتی، می توان اظهار داشت که افزایش مقدار صفات تعداد روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی و روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تحت شرایط تنش، اثر نامطلوبتری بر عملکرد در مقایسه با شرایط عدم تنش داشت و در نتیجه اجزای مهم عملکرد را بیشتر تحت تأثیر خود قرار داد که نهایتاً منجر به اختلاف بیشتر عملکرد این دو رقم در شرایط تنش رطوبتی در مقایسه با شرایط عدم تنش شد. نتایج جدول (۵ و ۳) نشان داد که تحت هر دو شرایط رطوبتی، رقم درخشان دارای بالاترین میانگین از نظر صفت وزن صد دانه بود که شاید یکی از دلایل عملکرد مطلوب و بالای آن در شرایط عدم تنش، بذر درشت این رقم است و این در حالی است که کمترین میانگین وزن صد دانه متعلق به رقم گلی بود که کاهش وزن صد دانه در این رقم عمدتاً به دلیل توانایی کمتر آن در ساخت و تولید مواد فتوسنتزی و انتقال مواد پرورده بود (بیات و همکاران، ۱۳۸۹).

نتایج تجزیه رگرسیون و همبستگی ساده صفات

به منظور شناسایی صفات با بیشترین تأثیر بر روی عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مدل رگرسیونی، از روش رگرسیون گام به گام استفاده شد (جدول ۶). نتایج نشان داد که در شرایط معمولی رطوبتی، شش صفت وزن غلاف، شاخص برداشت، زیست توده، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۹۹/۹۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج به دست آمده با نتایج همبستگی نیز مطابقت داشت. در شرایط تنش رطوبتی قبل

در بوته از یک طرف و وزن بالای غلاف و نیز رونده بودن و تیپ رویشی نامحدود در رقم دانشکده دلیلی بر بالا بودن میزان عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی بود چرا که رونده بودن، به دلیل سایه اندازی، سبب کاهش میزان تبخیر و تعرق گردیده است. اما این در حالیست که در رقم گلی، به دلیل بالا بودن میانگین صفات روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی، روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پرشدن غلاف عملکرد دانه کاهش یافته است. نتایج همبستگی صفات با عملکرد دانه و تجزیه رگرسیون گام به گام نشان دهنده تأثیرگذاری صفات وزن غلاف، شاخص برداشت و زیست توده به طور مشترک در هر دو شرایط و تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن صدانه در شرایط عدم تنش رطوبتی بر عملکرد دانه بودند. بالا بودن میزان وراثت پذیری صفت روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی می تواند آن را به عنوان صفت مطلوب در برنامه های اصلاحی معرفی کند.

پاورقی ها

1. Food & Agriculture Organization of the United Nations
2. Heritability
3. Genotypic coefficient of variation
4. Phenotypic coefficient of variation

و تعداد غلاف در بوته بود و کمترین میزان وراثت پذیری متعلق به صفت تعداد دانه در بوته در هر دو شرایط بود که در ارتباط با این صفت اثرات محیطی قسمت اعظم تغییرات فنوتیپی این صفت را به وجود آورده اند و در نتیجه انتخاب ژنوتیپ براساس این صفت چندان میسر نیست. به طور کلی در محیط معمولی در اکثر صفات میزان وراثت پذیری بالاتر از محیط دارای تنش رطوبتی است، به جز در صفاتی مثل روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی و تعداد غلاف در بوته که علت آن را می توان عدم اثر محیط بر روی تظاهر این صفات دانست (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۶). در کلیه صفات ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۶)، بنابراین بالاترین ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی را صفت تعداد غلاف در بوته به خود اختصاص داد که این دلالت بر نقش تعیین کننده این صفت در تنوع ژنتیکی و فنوتیپی می باشد (غفوری و همکاران، ۱۳۸۹).

نتیجه گیری

براساس نتایج حاصله می توان اظهار داشت علی رغم اینکه اعمال تنش در مرحله قبل از غلاف دهی باعث کاهش چشمگیر عملکرد در بیشتر ژنوتیپ ها گردید ولی رقم دانشکده با حفظ عملکرد خود یکی از مطلوبترین ژنوتیپ های مناسب شرایط تنش رطوبتی و شرایط معمولی می باشد. بالا بودن میانگین تعداد غلاف

جدول ۱ - ارقام لوبیا مورد مطالعه و مشخصات آن ها

نام رقم	فرم بوته	تیپ رشد	نام رقم	فرم بوته	تیپ رشد
اختر	ایستاده	محدود	صیاد	رونده	نامحدود
درخشان	ایستاده	محدود	گلی	رونده	نامحدود
پاک	ایستاده	نامحدود	دانشکده	رونده	نامحدود
درسا	رونده	محدود	ناز	رونده	نامحدود
شکوف	ایستاده	محدود			

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف رقم لوبیا در شرایط عدم تنش رطوبتی

منبع تغییر	درجه آزادی	روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صدانه	زیست توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت	میانگین مربعات صفات	
											روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی	روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
بلوک	۲	۰/۹۲	۲۶/۷۷	۲۱/۴۴	۲۲۱/۹۷	۳۴۲/۷۱	۱۵۷۹/۰۴	۱/۶۸	۶۵۱۲/۲۱	۴۹۶۶/۵۶	۱۸۲/۳۳	
رقم	۸	۳۳/۹۲**	۱۳۱/۶۶**	۲۸۶/۶۶**	۱۳۶/۴۸**	۱۰۰/۶۷**	۲۸۵/۳۷ ^{ns}	۳۸/۳۰**	۲۵۶۴/۹۵**	۸۳۸/۹۷*	۱۵۵/۱۱*	
ضریب تغییرات (%)		۱/۸۵	۳/۷۸	۴/۲۸	۱۸/۹۰	۱۳/۳۵	۱۸/۱۱	۸/۳۱	۱۲/۸۴	۱۶/۵۸	۱۳/۳۹	

* و ** به ترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد می باشد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف برای ۹ رقم لوبیا در شرایط عدم تنش رطوبتی

رقم	صفات مورد مطالعه							
	روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلاف دهی	روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف (گرم)	وزن صدانه (گرم)	زیست توده (گرم)	عملکرد دانه (گرم)
اختر (قرمز)	۶۶/۳۳ CD	۱۰۴ C	۴۲/۳۳ D	۲۱/۲۶ BCD	۳۵/۱۱ ABC	۳۲/۷۲ B	۱۷۷/۷۴ B	۹۵/۸۲ BCD
درخشان (قرمز)	۶۵/۳۳ CD	۱۱۷ AB	۴۹ BC	۱۸/۷ BCD	۳۵/۴۱ ABC	۳۷/۶۱ A	۱۷۲/۸۹ B	۱۰۳/۹۶ ABCD
صیاد (قرمز)	۶۲ E	۱۰۴ C	۴۶ CD	۱۵/۹۵ D	۲۹/۶۴ C	۲۹/۷۱ BCD	۱۶۲/۵۸ B	۸۹/۵۹ CD
گلی (قرمز)	۷۴ A	۱۲۳/۶۶۷ A	۵۳/۳۳ A	۱۴/۷۵ D	۲۷/۵۲ C	۲۵/۷۴ D	۱۶۳/۶۱ B	۸۶/۵۶ D
ناز (قرمز)	۷۰ B	۱۱۹ AB	۵۱/۳ AB	۲۱/۵۸ BCD	۴۲/۹۹ A	۳۰/۳۰ BCD	۲۵۱/۵۲ A	۱۰۱/۱ ABCD
پاک (سفید)	۶۵ D	۱۱۷ AB	۵۲/۳۳ AB	۳۶/۰۷ A	۴۳/۳۹ A	۲۷/۴۴ CD	۲۰۹/۰۴ B	۱۳۱/۳۷ A
درسا (سفید)	۶۷/۳۳ CD	۱۱۲ BC	۵۰/۶۶ AB	۲۵/۷۵ B	۳۹/۶۱ AB	۳۱/۵۲ BC	۱۹۶/۸۴ B	۱۲۲/۷۸ ABC
دانشکده (سفید)	۶۷/۶۶ C	۱۱۶/۳۳ AB	۵۱ AB	۲۴/۰۱ BC	۴۰/۶۳ AB	۲۶/۸۵ CD	۲۰۳/۰۸ B	۱۲۴/۶۳ AB
شکوفای سفید	۶۷ CD	۱۱۲ BC	۵۱ AB	۱۶/۵۵ CD	۳۱/۸۳ C	۲۹/۹۵ BCD	۱۶۵/۷۲ B	۹۲/۲۲ BCD

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف برای ۹ رقم لوبیا در شرایط تنش رطوبتی قبل از غلاف دهی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات							
		روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلاف	روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف (گرم)	وزن صدانه (گرم)	زیست توده (گرم)	عملکرد دانه (گرم)
بلوک رقم	۲	۱۱/۱۴	۱۱/۱۴*	۸۳/۸۱	۰/۴۷	۱۵۱/۵۰	۳۹۱/۱۰	۹/۰۱	۱۶۹۲/۸۳
ضریب تغییرات (%)	۸	۸۱/۹۸*	۳۶/۱۴**	۱۶/۴۸ n.s	۰/۱۱ n.s	۸۰/۶۰**	۱۴۵/۰۰ n.s	۳۷/۹**	۹۶۷/۴۷**
		۵/۰۲	۱/۷۶	۸/۴۴	۲۴/۳۷	۱۷/۹۹	۲۲/۸۱	۸/۵۱	۱۵/۶۸

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف برای ۹ رقم لوبیا در شرایط تنش رطوبتی قبل از غلاف دهی

رقم	صفات مورد مطالعه							
	روز از کاشت تا ۵۰٪ غلاف دهی	روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف (گرم)	وزن صدانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم)	شاخص برداشت	
اختر (قرمز)	۶۵/۳۳ D	۱۰۷ C	۱۶/۴۶ AB	۲۶/۸۷۳ AB	۳۱/۱۴۳ AB	۷۲/۵۱ B	۵۴/۱۵۶ AB	
درخشان (قرمز)	۶۶/۳۳ BCD	۱۰۹/۳۳ ABC	۱۱/۸۶۷ AB	۲۳/۵۰ AB	۳۲/۷۸۷ A	۶۲/۱۷ B	۵۱/۲۴۵ B	
صیاد (قرمز)	۶۲ E	۱۰۴ C	۱۵/۷۵ AB	۲۳/۸۲۳ AB	۲۴/۸۲۳ DE	۶۹/۱۸ B	۵۶/۸۴ AB	
گلی (قرمز)	۷۵ A	۱۱۹/۳۳ A	۱۰ B	۱۱/۸۶۷ C	۲۱/۸۸ E	۳۶/۱۸ C	۴۴/۱۷۵ B	
ناز (قرمز)	۶۸/۳۳ B	۱۱۷/۳۳ AB	۱۴/۳۶۱ AB	۲۴/۹۳۳ AB	۲۶/۸۳۰ CD	۷۴/۲۷ B	۵۸/۶۰۶ AB	
پاک (سفید)	۶۶/۶۶ BCD	۱۱۲/۳۳ ABC	۱۸/۱۵ A	۲۲/۱۱۷ B	۲۴/۴۲۳ DE	۶۶/۴۲ B	۵۴/۶۰۵ AB	
درسا (سفید)	۶۷/۶۶ BC	۱۱۲/۳۳ ABC	۱۴/۳۶۷ AB	۲۱/۹۹ B	۲۹/۸۷۳ ABC	۶۶/۵۹ B	۵۲/۷۷ AB	
دانشکده (سفید)	۶۶/۶۶ BCD	۱۱۸ AB	۱۸/۴ A	۳۱/۳۸۳ A	۲۴/۸۵۷ D	۱۰۶/۵۷ A	۶۷/۸۸ A	
شکوفای سفید	۶۵/۶۶ CD	۱۱۵ AB	۱۲/۰۶۷ AB	۲۳/۱۹۷ B	۲۷/۰۷۰ BCD	۶۶/۱۸۶ B	۴۹/۹۷۱ B	

جدول ۶- نتایج رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورد ارزیابی به عنوان متغیرهای مستقل در ارقام مختلف لوبیا

شرایط محیطی	صفات	ضرایب رگرسیون برای صفات				
		۱	۲	۳	۴	۵
عرض از مبدا	۱.وزن غلاف	۱۹/۱۵	۲/۳۷			
	۲.شاخص برداشت	-۴۹/۰۶	۲/۳۳	۱/۲۵		
	۳.زیست توده	-۱۰۷/۱۰	۰/۳۲	۲/۰۶	۰/۴۴	
عدم تنش رطوبتی	۴.تعداد دانه در بوته	-۱۳۹/۲۵	۰/۶۱	۲/۳۶	۰/۶۱	۰/۱۷
	۵.وزن صدانه	-۱۱۸/۴۸	۰/۱۹	۲/۱۸	۰/۵۱	-۰/۳۳
	۶.تعداد غلاف در بوته	-۱۱۸/۱۴	۰/۲۵	۲/۱۷	۰/۵۲	-۰/۳۰
	۱.وزن غلاف	-۴/۷۶	۳/۱۷			
تنش رطوبتی (قبل از غلاف دهی)	۲.شاخص برداشت	-۳۴/۲۷	۲/۲۱	۰/۹۵		
	۳.زیست توده	-۷۷/۴	۰/۴۲	۱/۴۸	۰/۱۶	

جدول ۷- نتایج همبستگی صفات در ۹ رقم لوبیا در شرایط عدم تنش رطوبتی

صفات	روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صدانه	زیست توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت
روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی	۱									
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	۰/۵۹**	۱								
طول دوره پرشدن غلاف	۰/۴۶**	۰/۸۱**	۱							
تعداد غلاف در بوته	-۰/۳۳	-۰/۱۳	-۰/۰۷	۱						
وزن غلاف	-۰/۵۹**	-۰/۲۷	-۰/۲۳	۰/۶۱**	۱					
تعداد دانه در بوته	-۰/۱۴	-۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۱۵	۱				
وزن صدانه	-۰/۳۰	-۰/۳۴	-۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۴۰*	-۰/۰۶	۱			
عملکرد بیولوژیک	-۰/۴۷**	-۰/۲۰	-۰/۱۵	۰/۵۸**	۰/۹۰**	۰/۱۵	۰/۴۰*	۱		
عملکرد دانه	-۰/۴۷**	-۰/۱۲	-۰/۰۱	۰/۵۶**	۰/۹۲**	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۸۶**	۱	
شاخص برداشت	-۰/۴۴*	-۰/۰۵	-۰/۰۴	۰/۴۴**	۰/۷۱**	-۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۴۹**	۰/۸۵**	۱

جدول ۸- نتایج همبستگی صفات در ارقام لوبیا در شرایط تنش رطوبتی قبل از غلافدهی

صفات	روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صدانه	زیست توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت
روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی	۱									
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	۰/۵۷**	۱								
طول دوره پرشدن غلاف	۰/۴۵**	۰/۷۶**	۱							
تعداد غلاف در بوته	۰/۰۰۳	-۰/۰۱۱	-۰/۰۸۲	۱						
وزن غلاف	-۰/۰۴۲	۰/۰۷۶	-۰/۰۱۷	۰/۷۰**	۱					
تعداد دانه در بوته	-۰/۰۹۴	-۰/۲۷	-۰/۳۲	۰/۳۹*	۰/۵۶**	۱				
وزن صدانه	-۰/۳۸۶*	-۰/۲۵	-۰/۳۳۸*	-۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۲۹	۱			
عملکرد بیولوژیک	۰/۱۴۵	۰/۲۵	۰/۱۲۳	۰/۵۶**	۰/۸۴**	-۰/۵۲**	-۰/۰۰۳	۱		
عملکرد دانه	-۰/۰۹۵	۰/۰۹۱	۰/۰۱۷	۰/۷۴**	۰/۸۶**	-۰/۵۲**	۰/۰۰۷	۰/۶۷**	۱	
شاخص برداشت	-۰/۲۷	-۰/۱۲۸	-۰/۰۷۵	۰/۴*	۰/۳۲	۰/۲۱	۰/۰۲۲	-۰/۱۰	۰/۶۵**	۱

جدول ۹- ضرایب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت پذیری عمومی در صفات مختلف برای ۹ رقم لوبیا در شرایط تنش و عدم تنش رطوبتی

صفات	GCV عدم تنش رطوبتی	GCV تنش رطوبتی قبل از غلافدهی	PCV عدم تنش رطوبتی	PCV تنش رطوبتی قبل از غلافدهی	H ² عدم تنش رطوبتی	H ² تنش رطوبتی قبل از غلافدهی
روز تا ۵۰ درصد غلافدهی	۸/۶۰۳	۸/۶۲۳	۸/۸۰	۸/۸۰۲	۹۵/۵۶۳	۹۵/۹۸۹۰
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	۹/۸۱۵	۹/۷۳۵	۱۰/۵۲۰	۱۰/۹۵۵	۸۷/۰۳۷	۷۸/۹۷۹۸
طول دوره پرشدن غلاف	۱۱/۷۹۶	۱۲/۵۰۶	۱۲/۵۴۹	۱۵/۰۹۲	۸۸/۳۴۶	۶۸/۶۷۱۲
تعداد غلاف در بوته	۵۲/۷۲۷	۷۸/۷۵۳	۵۶/۰۱۳	۸۲/۴۴۰	۸۸/۶۱۱	۹۱/۲۵۶۲
وزن غلاف	۲۶/۵۹۲	۴۱/۷۹۴	۲۹/۷۵۷	۴۵/۵۰۴	۷۹/۸۶۰	۸۴/۳۵۷۲
تعداد دانه در بوته	۱۳/۱۹۳	۲۷/۰۸۴	۲۲/۴۰۷	۳۵/۴۱۱	۳۴/۶۶۸	۵۸/۵۰۰
وزن صدانه	۱۹/۹۱۹	۲۲/۳۳۳	۲۱/۵۸۵	۲۳/۸۹۴	۸۵/۱۶۰	۸۶/۴۴۴
عملکرد بیولوژیک	۲۵/۷۱۶	۳۹/۶۱۶	۲۸/۷۴۶	۴۲/۶۰۹	۸۰/۰۳۳	۷۹/۱۶۱
عملکرد دانه	۲۵/۷۷۶	۴۰/۲۰۰	۳۰/۶۵۱	۴۵/۱۸۳	۷۰/۷۱۹	۷۹/۱۶۱
شاخص برداشت	۲۰/۹۰۰	۲۱/۲۷۴	۲۴/۸۲۲	۲۵/۷۵۰	۷۰/۸۹۹	۶۸/۲۵۴

ties and its structural components. Genetic heskie osnovy selektsii selskoknozyaišt vennykh ratenii zhivotnykh.

14. Entz, M.H., and B.Fowler. (1990). Differential agronomic response of winter wheat cultivars to preanthesis environmental stress. *Crop Sci.* pp: 1119-1123.
 15. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). Appeared on: [http:// www. faostat. fao. org.](http://www.fao.org)
 16. Falconer, D. (1989). Introduction to Quantitative Genetics. (3rd edition) longman. New York. 415.
 17. German, C., and H.Teran. (2006). Selection for Drought Resistance in Dry Bean Landraces and Cultivars. *Crop Sci.* pp: 2111-2120.
 18. Ghanbari, A.A. and Taheri Mazandarani, M. (2004). Effects of sowing date and plant density, A.A. and yeild of spotted bean. *Seed and plant*. pp: 37-47.
 19. Jolaei, M. (2005). The effect of mild water stress on some physiological characteristics and activity of anti-oxidants of different cultivars of wheat. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran (in Persian).
 20. Johnson, R.A. and D.W. Wichern (1982). Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall Internat. Inc., New York.
 21. Ludlow, M.M., and Muchow, R.C. (1990). Critical evaluation of the possibilities for modifying crops for high production per unit of precipitation. *Adv. Agron.* pp: 107-153.
 22. Mass, E.V. & G. J. Hoftman. (1977). Crop Salt tolerance-current assessment. *Journal of Irrigation. Drainage.* Division of American Society of Civil Engineering. pp 115-134.
 23. Mouhouche, B., Ruget, F., and Delcolle, R. (1998). Effects of water stress applied at different phenological phases on yield components of dwarf bean. *Agronomy* 18(3): 197-207.
 24. Passioura, J.B. (2006). Increasing crop productivity when water is scarce- from breeding to field management. *Agric. Water Manage.* pp: 176-196.
 25. Rebetzke, G.J., Richards, R.A., Condol, A.G., and Farquhar, G.D. (2006). Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*. pp: 324
 26. Richards, R. A. (1996). Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation.* pp: 157-166
- ### منابع مورد استفاده
۱. ابراهیمی، م.، بی همتا، م. ر.، حسین زاده، ع.، خیالپرست، ف. و گلباشی، م. (۱۳۸۹). ارزیابی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های لوبیا سفید تحت شرایط تنش آبی. مجله به زراعی کشاورزی، جلد ۸، شماره ۲، ص ۳۴۷-۳۵۸.
 ۲. بیات، ع. ا.، سپهری، ع.، احمدوند، گ. و دری، ح. (۱۳۸۹). اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های لوبیا چیتی. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۲، شماره ۱، ص ۴۲-۵۴.
 ۳. حبیبی، غ.، قنادها، م. ر.، سوهانی، ع. و دری، ح. (۱۳۸۵). بررسی روابط عملکرد دانه با برخی صفات مهم زراعی لوبیا قرمز با روش های مختلف آماری در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ۳.
 ۴. حبیبی، غ. و بی همتا، م. ر. (۱۳۸۶). مطالعه عملکرد دانه و برخی صفات مؤثر بر آن در لوبیا چیتی تحت شرایط آبیاری محدود. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۴، ص ۳۵-۴۶.
 ۵. خاقانی، ش.، بی همتا، م. ر.، چنگیزی، م.، دری، ح.، خاقانی، ش.، بختیاری، ا. و صفاپور، م. (۱۳۸۸). مقایسه صفات کمی و کیفی لوبیا سفید و قرمز در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی. مجله تنش های محیطی در علوم گیاهی، جلد ۱، شماره ۲، ص ۱۸۲-۱۶۹.
 ۶. گلباشی، م.، بی همتا، م. ر.، حسین زاده، ع.، خیالپرست، ف.، ابراهیمی، م. (۱۳۹۰). ارزیابی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های لوبیا سفید تحت شرایط تنش کم آبی. نشریه پژوهش های زراعی در ایران، جلد ۸، شماره ۲، ص ۳۴۷-۳۵۸.
 ۷. ناصح غفوری، ا.، بی همتا، م. ر.، زالی، ع.، افضل محمدآبادی، م. و دری، ح. (۱۳۸۹). مطالعه اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن و تعیین بهترین شاخص تحمل به خشکی در لوبیای قرمز. مجله پژوهش های تولید گیاهی، جلد هفدهم، شماره چهارم، ص ۷۱-۸۹.
 8. Amini, A., Ghanadha, M.R., & Abd-mishani, C. (2002). Genetic diversity and correlation between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian, J. of Agric. Sci.* pp: 605-615.
 9. Albayrak, S., and Tongel, M.O. (2006). Path analysis of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa*) under different rainfall conditions. *TURKISH J. of File. Crop.* pp: 27-32.
 10. Broughton, W.J.G., Hernandez, M., Blair, S., Beebe, P., Gepts and nderleyden, J. (2003). Bean (*Phaseolus spp*) model food legume. *Plant Soil.* pp: 55-128.
 11. Dubetz, S., and Mahalle, P.S. (1969). Effect of soil water on bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at three stages of growth. *J. of Am. Soc. Hort. Sci.* pp: 479-481.
 12. Cattivelli, L., Reza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C. Tondelli, A., and Stanca, A.M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crop Research.* pp: 105, 1-14.
 13. Chalyk, L.V., T. N. Balashov., and A. A. Zuchenka. () Relationship between yield in French bean varie-