دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

علی اصغر قنبری[۱]، حمید مظفری[۲] و حسین حسن پور درویشی[۳]

۱- گروه زراعت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۲- گروه زراعت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران (نویسنده مسوول: mozafarihamid@yahoo.com)
۳- گروه علوم و مهندسی آب، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۱

چکیده

به‌منظور بررسی صفات کمی و کیفی ۱۳۸ ژنوتیپ لوبیا، آزمایشی با چهار شاهد (صدری، کوشا، KS21676 و KS21682) و به صورت آگمنت اجرا شد. مهم‌ترین صفات رویشی، زراعی و عملکرد و اجزای عملکرد بررسی شد. بررسی پارامترهای آماری شامل دامنه، کمترین، بیشترین، میانگین، انحراف معیار و واریانس نشان داد که صفت تعداد دانه در بوته بیشترین تغییرات فنوتیپی را داشت و پس از آن صفت ارتفاع بوته قرار گرفت. ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه مراحل رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت‌های زیادی نشان دادند. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که صفات تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول، ارتفاع بوته و بازارپسندی دانه در سطح احتمال پنج درصد و تیپ بوته و تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار داشتند. در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، بهترتیب صفات تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز از کاشت تا ظهور سه برگچه اول و بازارپسندی دانه وارد مدل شدند. با توجه به اثرات مستقیم موجود، می‌توان صفات تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول و بازارپسندی دانه را جهت برنامه‌های اصلاحی پیشنهاد داد. به‌طورکلی، طبق نتایج تجزیه علیت می‌توان عنوان کرد صفات تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف و دوره پرشدن دانه مؤثرترین عوامل مستقیم تغییرات عملکرد دانه می‌باشند. نتایج تجزیه به عامل‌ها به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات را به هفت عامل اصلی تقسیم کرد که بیش از ۷۶ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. با توجه به نتایج، می‌توان از تنوع موجود در برنامه‌های اصلاحی لوبیا بهره‌برداری کرد و برای افزایش عملکرد از صفاتی مانند تعداد دانه در غلاف و دوره پرشدن دانه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه عامل‌ها، تجزیه علیت، تیپ بوته، دوره پرشدن دانه، لوبیا

مقدمه

ارقام و توده‌های لوبیا (*Phaseolus spp.*) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی هستند که از سطح دریا تا ۳۰۰۰ متر بالاتر از آن کشت می‌شوند. در ایران کشت سه نوع رنگی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یعنی سفید، قرمز و چیتی بیشتر رایج است (۲۱). لوبیا گونه‌ای پلی‌مورفیک است که تنوع زیادی از نظر عادت رشدی (محدود و یا نامحدود)، ویژگی‌های رویشی، رنگ گل، اندازه، شکل و رنگ غلاف‌ها و بذور دارد (۱۹). بنابراین تنوع بالای ژنتیکی باعث ایجاد تنوع فنوتیپی بالا در بین گونه‌های آن شده است (۲۹،۲۲). در لوبیا، طبقه بندی ژنوتیپ‌ها، از نظر عادت رشدی، با عنوان تیپ بوته مطرح شده و براساس محل قرار گرفتن گل و استحکام ساقه، چهار تیپ (ایستاده و رشد محدود، ایستاده و رشد نامحدود، رونده و رشد نامحدود، بالارونده و رشد نامحدود) وجود دارد (۳۹). عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت تأثیر عوامل زیادی قرار دارد و معمولاً به علت پائینبودن وراثت پذیری آن، انتخاب مستقیم برای عملکرد چندان مؤثر نیست و لذا برای اصلاح عملکرد بهتر است از انتخاب غیرمستقیم استفاده شود. با استفاده از بعضی روش‌های آماری می‌توان سهم نسبی هر یک از اجزاء تشکیل‌دهنده عملکرد را در مقدار عملکرد به دست آورد. با استفاده از این روش‌ها می‌توان اطلاعات لازم برای انتخاب غیرمستقیم صفات از ژنوتیپ‌های برتر را برای اصلاح عملکرد به دست آورد (۳۱،۲۴،۲۰). اهمیت تعیین ویژگی‌های لوبیا، به‌دلیل شناسایی و آگاهی از صفات مربوط به بهبود ژنتیکی و حفاظت ژرم‌پلاسم است. علاوه‌بر این، اطلاعات بدست آمده از تعیین ویژگی‌های ژرم‌پلاسم موجب بهبود و سازمان‌دهی برنامه‌های اصلاحی می‌شود (۱۲). در مطالعات متعدد از جمله آزمایش Chiorato و همکاران (۱۳)، از صفات بوتانیکی جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی لوبیا و ایجاد تنوع ژنتیکی بهره‌برداری شده است. طبق نظر کراس و همکاران (۲۵)، تعیین تفاوت‌های ژنتیکی میان ژنوتیپ‌ها از نظر صفات کمی و کیفی، امکان انتخاب والدین مناسب برای به‌دست آوردن اثر هتروزیستی و افزایش احتمال شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در نسل‌های در حال تفکیک را میسر می‌سازد. در صربستان، ژرم پلاسم لوبیا از نظر صفات کمی و کیفی شامل رنگ و شکل دانه و ۱۳ صفت کمی از جمله ارتفاع بوته، پنج جزء عملکرد و پنج ویژگی شیمیایی دانه ارزیابی شد. از روش‌های آماری چند متغیره برای بررسی و تفکیک تفاوت بین ژنوتیپ‌ها استفاده شد. صفات مؤثر در تغییرات داده‌ها، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه دربوته، درصد پروتئین دانه و شکل دانه بودند (۴۰). در هند، ۲۲۵ ژنوتیپ لوبیا به صورت آزمایش آگمنت برای ارزیابی صفات زراعی و مورفولوژیکی مانند عملکرد بالا، بازارپسندی دانه (شکل و رنگ دانه)، زودرسی و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

مورفولوژیکی و زراعی بررسی شدند و تنوع بسیار بالایی از نظر عملکرد، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. اما دوره رشد (زمان تا رسیدگی) ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار نداشت (۹). این محققین اظهار داشتند که از این تنوع می‌توان در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد و یا به‌طور مستقیم و پس از ارزیابی در مکان‌های آزمایشی مختلف می‌توان رقم مناسب برای هر منطقه معرفی کرد.در یونان، ۱۶ رقم محلی و خارجی لوبیا از نظر صفات مختلف بررسی شد و تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات تعداد غلاف و دانه در بوته، وزن دانه، رنگ و شکل دانه، میزان پروتئین و چربی دانه، عادت رشد و عملکرد مشاهده شد (۲۶). در برزیل نیز ۱۶ رقم لوبیا براساس ۳۳ صفت مورفولوژیکی بررسی و بین آنها تنوع قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد (۱۵). در پژوهشی دیگر، خصوصیات مورفولوژیک و زراعی ۸۹ ژنوتیپ لوبیا در قالب طرح آگمنت مورد ارزیابی قرار گرفت و روابط بین صفات مختلف با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به ارتفاع بوته در زمان گلدهی و عملکرد اقتصادی بود. تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام‌به‌گام نشان داد که صفات تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه درغلاف و تعداد گل بیشترین عوامل مؤثر در عملکرد بودند. تجزیه به عامل‌ها منجر به شناسایی چهار عامل شد که ۷۸/۵ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند (۲۳). آزمایش حاضر به‌منظور شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد محصول در ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا برای بهره‌برداری در برنامه‌های اصلاحی آن و تعیین روابط بین صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۳۸ ژنوتیپ لوبیا در قالب طرح آگمنت از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی، زراعی و فنولوژیکی و از طریق یادداشت برداری و اندازه‌گیری این ویژگی‌ها، در بهار و تابستان ۹۳-۱۳۹۲در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد ارزیابی قرار گرفت.ژنوتیپ‌ها در هشت بلوک کشت شدند. در هر بلوک، ۲۰ ژنوتیپ به‌همراه چهار رقم و لاین لوبیا (صدری، کوشا، KS21676 و KS21682) به عنوان شاهد کاشته شدند. به‌دلیل کمبود بذر، هر ژنوتیپ در یک خط دو متری به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۵ سانتی‌متری کاشته شدند. آبیاری به روش قطره‌ای و با استفاده از نوارهای تیپ انجام شد.

صفات مورد بررسی

صفات زراعی و مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و تیپ بوته و مراحل فنولوژیکی شامل دو فاز رویشی (روز تا سبز شدن V1، روز تا ظهور برگ‌های اولیه V2، روز تا ظهور سه برگچه اول V3، روز تا ظهور سه برگچه سوم V4) و زایشی (روز تا آغاز گلدهی R5، روز تا گلدهی R6، روز تا تشکیل غلاف R7، روز تا پرشدن دانه R8، روز تا رسیدن دانه R9)، عملکرد، اجزای عملکرد و بازارپسندی دانه بررسی شدند.

تجزیه آماری

برای تعیین یک‌نواختی زمین آزمایشی، ابتدا تجزیه واریانس بر روی شاهدها انجام شد. عدم معنی‌داری بلوک‌ها به منزله یکنواختی آزمایش بود. همبستگی ساده بین صفات، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه علیت و تجزیه عامل‌ها بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. نرم‌افزار Excel برای ثبت داده‌ها، نرم‌افزار SAS 9.1 برای تجزیه واریانس نتایج شاهدهای آزمایش و همبستگی بین صفات و نرم‌افزار SPSS 16 برای تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه عامل‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای شاهدها نشان داد که بین بلوک‌های آزمایش از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و نیازی به تصحیح بلوک‌ها نبود. محاسبه پارامترهای آماری شامل میانگین، بیشترین، کمترین، انحراف استاندارد و ضریب تغییرات فنوتیپی (واریانس) برای صفات مورد بررسی (جدول ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از تنوع بسیار زیادی برخوردار بودند و این تنوع وسیع می‌تواند به‌عنوان ذخیره ژنتیکی غنی، به‌نژادگران را در اصلاح ارقام لوبیا کمک کند.از تعداد ۱۳۸ ژنوتیپ بررسی‌شده، تعداد ۸۱ ژنوتیپ لوبیا چیتی، ۵۵ ژنوتیپ لوبیا قرمز، یک ژنوتیپ لوبیا صورتی و یک ژنوتیپ لوبیا پینتو بود.

بررسی صفات از نظر پارامترهای آماری

ارتفاع بوته: این صفت پس از تعداد دانه در بوته بیشترین واریانس را نشان داد (جدول ۱). ارتفاع بوته با تعداد گره‌های ساقه در ارتباط است و گیاهی که تعداد گره زیادی در ساقه اصلی دارد (اغلب ارتفاع بیشتر باعث افزایش تعداد گره می‌شود)، از شاخه، برگ و اندام‌های رویشی بیشتری برخوردار بوده و میزان فتوسنتز بالاتری خواهد داشت (۵). از طرفی، تقلیل ارتفاع گیاه، کارایی نفوذ نور را تقلیل می‌دهد (۳۹). طبق اظهار نظر امینی و همکاران (۵) رقمی که ارتفاع بیشتری دارد، شاخه، برگ و اندام‌های رویشی زیادتری داشته و در نتیجه از میزان فتوسنتز بالاتری برخوردار است. در مقابل، Austin (۸) معتقد است که ارتفاع کمتر بوته‌ها باعث افزایش عرضه مواد غذایی به دانه‌های جوان می‌شود که نتیجه آن افزایش شاخص برداشت و مقاومت بهتر در برابر شرایط دشوار است.

تعداد شاخه فرعی:تعداد شاخه فرعی تشکیل شده در ژنوتیپ‌ها بین ۳ تا ۱۰/۶ شاخه بود (جدول ۱). بیشترین فراوانی ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت در محدوده ۶/۳-۵ بود. شاخه‌های فرعی هر بوته حامل غلاف‌های تشکیل شده در گیاه می‌باشند. به اعتقاد Nunez Barrios و همکاران (۲۸) محدودیت رشد رویشی شاخه‌های فرعی ممکن است رابطه مبدأ-مقصد بین برگ‌ها و غلاف‌ها را کاهش دهد. همبستگی مناسبی بین رشد شاخه فرعی و عملکرد نهایی مشاهده شده است (۱۱). این امر نشان می‌دهد که تعداد شاخه فرعی صفت مهمی است و توسط به‌نژادگران جهت دستیابی به عملکرد بیشتر در ارقام رشد محدود لوبیا بکار می‌رود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

تیپ بوته: بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها دارای تیپ بوته ۱ بودند. این تیپ شامل ژنوتیپ‌های با فرم بوته ایستاده و رشد محدود است. این وضعیت بوته برای برداشت مکانیزه مناسب بوده و یکی از اهداف اصلاحی لوبیا در ایران و جهان است. تیپ‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب شامل ژنوتیپ‌های با فرم بوته ایستاده – رشد نامحدود و رونده– رشد نامحدود هستند.

مراحل رشد و نمو (فنولوژی): ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه مراحل و دوره پرشدن دانه تفاوت زیادی نشان دادند (جدول ۱). انطباق فنولوژی لوبیا با شرایط محیطی در بهبود سازگاری آن معیار مهمی شناخته شده است (۳۳،۲). ارقامی که تنظیم فنولوژیکی مناسب‌تری دارند، عملکرد دانه بیشتری خواهند داشت (۳). در لوبیا، دو وضعیت در انتخاب جهت عملکرد بالا مورد نظر بوده است: برخی ارقام با دوره رشد رویشی طولانی‌تر که باعث تجمع بیشتر بیوماس می‌شود و برخی دیگر با دوره‌های رشد رویشی کوتاه‌تر که نتیجه آن تسهیم مؤثرتر بیوماس و افزایش شاخص برداشت است (۳۸). طول دوره پرشدن دانه که صفت مهمی محسوب می‌شود، در ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت زیادی نشان داد. دوره پرشدن دانه در بیشتر ژنوتیپ‌ها بین ۳۷–۳۳ روز بود. این صفت نقش اساسی در تشکیل و افزایش وزن دانه دارد (۱۸)، بنابراین ژنوتیپ‌هایی که مدت پرشدن دانه در آنها طولانی‌تر است، وزن دانه و عملکرد بیشتری دارند.

عملکرد و اجزای عملکرد: عملکرد به‌طور عمده حاصل اجزای مختلفی است که می‌توان به تعداد بوته‌ها در واحد سطح، میزان تولید ماده خشک، تعداد دانه و اندازه دانه (حاصل سرعت پرشدن و دوره پرشدن دانه) اشاره کرد (۳۰). در لوبیا، اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه است. تفاوت تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ‌ها زیاد (۴۸–۶ غلاف در بوته) بود. تعداد دانه در غلاف کمترین تغییرات (۰/۶۲) را در بین اجزای عملکرد نشان داد و در مقابل تعداد دانه در بوته بیشترین تغییرات (۷۱۱/۸۴) را به خود اختصاص داد. برخی محققین معتقدند که تعداد دانه در غلاف جزء پایدارتر عملکرد است و تغییرات کمتری دارد (۴۱). ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه در بوته تنوع زیادی نشان دادند که این امر می‌تواند ناشی از تفاوت در اجزای عملکرد آنها نیز باشد. در مطالعات دیگر نیز تفاوت‌های ژنوتیپی در عملکرد دانه لوبیا گزارش شده است (۳۸،۱). میزان عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها بین ۳۶–۵ گرم در هر بوته متغیر بود (جدول ۱).

بازارپسندی دانه: بازارپسندی دانه که صفت بسیار مهمی در لوبیا تلقی می‌شود، نوسان زیادی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان نداد (جدول ۱). این صفت براساس کیفیت ظاهری بذر (شکل بذر، اندازه بذر، رنگ زمینه بذر و خطوط روی آن و شفافیت بذر) از ۱ (عالی) تا ۵ (فاقد بازارپسندی) نمره‌دهی شد. به بیشترین بازارپسندی عدد ۱ و به کمترین آن عدد ۵ تعلق گرفت. بیشتر ژنوتیپ‌ها دارای بازارپسندی ۲ (خوب) بودند.

همبستگی بین صفات

نتایج تجزیه همبستگی صفات نشان داد که پنج صفت (تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول، ارتفاع بوته و بازارپسندی دانه در سطح احتمال پنج درصد و تیپ بوته و تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد) با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار داشتند. در بین مراحل فنولوژیکی، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با عملکرد نشان داد. عملکرد بوته با ارتفاع بوته و تیپ بوته نیز دارای همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). نتایج تجزیه رگرسیون گام به‌گام در جدول ۳ آورده شده است. اولین صفتی که وارد مدل شد، تیپ بوته بود که بیش از ۱۰ درصد تغییرات عملکرد را توجیه نمود. پس از آن صفات تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز از کاشت تا ظهور سه برگچه اول و بازارپسندی دانه وارد مدل شدند. با توجه به ضریب تبیین تصحیح‌شده این پنج صفت در مجموع بیش از ۲۲ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کردند. در این رابطه، نقش صفات لوبیا در تغییرات عملکرد با استفاده از تجزیه رگرسیون در مطالعات متعدد بررسی شده و نتایج متفاوتی نیز گزارش شده است. در بررسی صفاپور و همکاران (۳۴)، نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفات تعداد روز تا پرشدن غلاف، تعداد روز تا رسیدگی دانه، طول بلندترین غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و طول ریشه اصلی بیشترین تأثیر

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

جدول ۱- پارامترهای آماری صفات مورد بررسی در ۱۴۲ ژنوتیپ لوبیا

Table 1. Statistical parameters of traits in 142 common bean genotypes

صفت	دامنه	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف استاندارد	واریانس
تعداد روز تا ظهور برگ‌های اولیه	۴	۱۵	۱۹	۱۷/۹	۰/۸۶	۰/۷۴
تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول	۴	۱۸	۲۲	۲۰/۱	۰/۸۲	۰/۶۸
تعداد روز تا ظهور سه برگچه سوم	۴	۲۶	۳۰	۲۸/۳	۰/۸۴	۰/۷۰
تعداد روز تا آغاز گلدهی	۲۱	۳۳	۵۴	۴۱/۶	۴/۴۱	۱۹/۴۹
تعداد روز تا گلدهی	۳۷	۴۶	۸۳	۵۴/۲	۵/۷۹	۳۳/۵۲
تعداد روز تا تشکیل غلاف	۳۷	۵۱	۸۸	۶۱/۱	۶/۷۹	۴۶/۰۱
تعداد روز تا پرشدن غلاف	۴۱	۸۲	۱۲۳	۹۵/۴	۷/۰۵	۴۹/۷۲
دوره پرشدن دانه (روز)	۳۸	۱۶	۵۴	۳۴/۳	۴/۵۵	۲۰/۶۶
تعداد روز تا رسیدن دانه	۳۳	۹۵	۱۲۸	۱۰۳/۹	۶/۱۴	۳۷/۶۳
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۸۸	۳۰	۱۱۸	۵۴/۲	۱۷/۳۸	۳۰۱/۹۸
تعداد شاخه فرعی	۷/۶	۳	۱۰/۶	۵/۷	۱/۴۲	۲/۰۲
تعداد غلاف در بوته	۴۲/۶	۶	۴۸/۶	۱۵/۶	۶/۱۰	۳۷/۱۷
تعداد دانه در غلاف	۳/۷	۲/۷	۶/۴	۴/۴	۰/۷۹	۰/۶۲
تعداد دانه در بوته	۱۷۵	۲۴	۱۹۹	۶۷/۵	۲۶/۶۸	۷۱۱/۸۴
وزن صد دانه (گرم)	۴۴	۳۲/۶	۷۶/۶	۴۶/۳	۶/۵۵	۴۲/۸۶
طول غلاف (سانتی‌متر)	۱۰/۹	۷/۲	۱۸/۱	۱۱/۹	۱/۴۳	۲/۰۶
عملکرد بوته (گرم)	۳۰/۶	۵/۴	۳۶	۱۷/۸	۶/۹۹	۴۸/۸۳
بازارپسندی دانه	۴	۱	۵	۲/۲	۰/۶۶	۰/۴۴
تیپ بوته	۲	۱	۳	۱/۲	۰/۵۴	۰/۳۰

را بر عملکرد دانه داشتند. در بررسی ۲۵۰ نمونه از کلکسیون لوبیا قرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران از لحاظ صفات مختلف با انجام تجزیه رگرسیون مشاهده شد که صفات وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف ۹۷/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه تک‌بوته را توجیه کرده و بیشترین اثر مستقیم را بر آن داشتند (۳۱). در مطالعه دیگری، روابط میان صفات مورفولوژیک در ۱۲۱ ژنوتیپ لوبیا سفید، قرمز و چیتی بررسی شد. برمبنای نتایج رگرسیون مرحله‌ای، تعداد غلاف در ساقه‌های فرعی مهم‌ترین جزء مؤثر در تغییرات عملکرد بود و تعداد غلاف در ساقه اصلی، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (۱۰).

تجزیه علیت

با توجه به نتایج رگرسیون گام‌به‌گام، صفات وارد شده به مدل رگرسیونی مورد تجزیه علیت قرار گرفتند. عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل قرار گرفتند. نتایج تجزیه علیت (جدول ۴) بیانگر اثرات مستقیم بالای صفت تیپ بوته می‌باشد که دارای اثر مستقیم معنی‌دار و منفی (۰/۳۳۸-) بر عملکرد دانه در بوته است. پس از تیپ بوته، صفات تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول و بازارپسندی دانه به‌ترتیب اثرات مستقیم معنی‌داری بر عملکرد بوته داشتند. با توجه به اثرات مستقیم موجود، می‌توان این صفات راجهت برنامه‌های اصلاحی پیشنهاد داد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

جدول ۲- همبستگی ساده بین صفات در ژنوتیپ‌های لوبیا

Table 2. Simple correlation between traits in common bean genotypes

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
۱- V2	-																		
۲- V3	۰/۷۶**	-																	
۳- V4	۰	۰/۴۲**	-																
۴- R5	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	-															
۵- R6	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۱۴	۰	-														
۶- R7	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۴۸**	۰/۸۶**	-													
۷- R8	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۴۶**	۰/۷۵**	۰/۷۸**	-												
۸- R9	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۴۴**	۰/۷۷**	۰/۷۸**	۰/۹۱**	-											
۹- دوره پر شدن دانه	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۱۱	۰/۴۷**	۰/۳۷**	۰/۲۳**	-										
۱۰- ارتفاع بوته	۰/۱۹*	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۲۳**	۰/۲۲**	۰/۳۰**	۰/۲۳**	۰/۲۹**	۰/۰۷	-									
۱۱- تعداد شاخه فرعی	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۲۵**	۰/۱۳	۰/۲۳**	۰/۲۴**	۰/۲۸**	۰/۳۳**	۰/۰۷	۰/۰۱	-								
۱۲- تعداد غلاف در بوته	۰/۱۷*	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۴۴**	-							
۱۳- تعداد دانه در غلاف	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۶*	۰/۱۷*	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۱۳	-						
۱۴- تعداد دانه در بوته	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۰*	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۹**	۰/۲۱**	-				
۱۵- وزن صد دانه	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۳۱**	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۴	-		
۱۶- طول غلاف	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۰*	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۲	-	
۱۷- عملکرد تک بوته	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۳۰**	۰/۲۰*	-
۱۸- بازاریسندی دانه	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۳۶**	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۲۰*	۰/۱۷*	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۴	-	۰/۲۳**	۰/۰۳	-
۱۹- تیپ بوته	۰/۱۶*	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۹۹**	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۰	۰	۰	۰	-

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

به‌طورکلی، طبق نتایج تجزیه علیت می‌توان عنوان کرد که صفات تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف و دوره پرشدن دانه مؤثرترین عامل مستقیم تغییرات عملکرد دانه می‌باشند. تأثیر غیرمستقیم تیپ بوته بر عملکرد از طریق دوره پرشدن دانه نسبت به سایر اثرات غیرمستقیم بیشتر بود. در تطابق با نتیجه حاضر، در تحقیقی بر ۵۰۰ نمونه لوبیا سفید از بانک ژن گیاهی ملی ایران و با انجام تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت مشخص شد که صفات تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد بذر در بوته، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه تک‌بوته داشتند (۱۴).

جدول۳- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام

Table 3. Stepwise regression to determine contribution of traits in the plant yield changes

صفت وارد شده به مدل	R	R^2	R^2adj	خطای استاندارد	F
تیپ بوته	۰/۳۲۷	۰/۱۰۷	۰/۱۰۱	۶/۶۲۷۳	۱۶/۷۶۴**
تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف	۰/۳۸۱	۰/۱۴۵	۰/۱۳۳	۶/۵۰۶۷	۱۱/۸۱۴**
تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف،دوره پرشدن دانه	۰/۴۳۵	۰/۱۸۹	۰/۱۷۲	۶/۳۶۰۲	۱۰/۷۳۷**
تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول (V_3)	۰/۴۷۸	۰/۲۲۸	۰/۲۰۶	۶/۲۲۸۶	۱۰/۱۱۹**
تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول (V_3)، بازارپسندی دانه	۰/۵۰۱	۰/۲۵۱	۰/۲۲۴	۶/۱۵۵۹	۹/۱۳۹**

همچنین، در تحقیقات مولائی و همکاران (۲۷) تعداد دانه در غلاف بیشترین اثر مستقیم و مثبت را با عملکرد دانه داشت و این صفت به‌عنوان بهترین معیار برای انتخاب غیرمستقیم جهت افزایش عملکرد دانه معرفی گردید. مطالعه دیگری نیز به‌منظور شناسایی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر روی عملکرد دانه انجام و مشخص شد که صفات تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب بیشترین اثرات مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشتند (۳۷). در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از تجزیه علیت نشان داده شد که تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد داشت و پس از آن ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی قرار گرفتند (۶). همچنین در بررسی Dimova و Svetleva (۱۷) از طریق تجزیه علیت مشاهده شد که تعداد غلاف در گیاه روی وزن دانه به‌طور مستقیم و غیرمستقیم اثر زیادی دارد.

جدول ۴- اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد بوته ژنوتیپ‌های لوبیا

Table 4. Direct and indirect effects of different traits on plant yield of genotypes

صفت	V_3	دوره پرشدن دانه	تعداد دانه در غلاف	تیپ بوته	بازارپسندی دانه	همبستگی با عملکرد بوته
تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول (V_3)	-۰/۱۹۸**	-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۱	-۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	-۰/۲۰۲*
دوره پرشدن دانه	-۰/۰۰۱	-۰/۲۰۳**	-۰/۰۲۰	۰/۰۳۲	-۰/۰۰۷	-۰/۱۳۶
تعداد دانه در غلاف	۰/۰۱۱	۰/۰۲۰	۰/۲۰۴**	-۰/۰۰۸	-۰/۰۲۸	۰/۲۰۹*
تیپ بوته	-۰/۰۱۶	۰/۰۵۴	۰/۰۱۴	-۰/۳۳۸**	-۰/۰۱۰	-۰/۳۲۷**
بازارپسندی دانه	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶	۰/۰۲۲	-۰/۰۰۵	-۰/۱۵۵*	-۰/۲۰۰*

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪. اثر باقیمانده: ۰/۳۴

تجزیه به عامل‌ها

طبق آزمون‌های کایزر- میر- اولکین و کرویت بارتلت، تجزیه به عامل‌ها انجام‌پذیر بوده و به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. نتایج تجزیه به عامل‌ها، صفات را به هفت عامل اصلی تقسیم کرد که بیش از ۷۶ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۵). در عامل اول که ۲۱/۱۱ درصد تغییرات را توجیه کرد، صفات تعداد روز از کاشت تا آغاز گلدهی، گلدهی، تشکیل غلاف، پرشدن غلاف و دوره پرشدن دانه بیشترین تأثیر را با ضرایب مثبت داشتند. با توجه به این که این صفات جزء صفات فنولوژیکی و دوره زایشی گیاه لوبیا هستند، بنابراین این عامل را می‌توان عامل زایشی نام‌گذاری کرد. در عامل دوم که ۱۱/۶۲ درصد تغییرات را توجیه کرد، بیشترین ضرایب مثبت را صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته داشتند. بنابراین این عامل را می‌توان عامل اجزای عملکرد نام نهاد. عامل سوم ۱۱/۱۰ درصد تغییرات را توجیه کرد. در این عامل، صفات تعداد روز از کاشت تا ظهور برگ‌های اولیه، ظهور سه برگچه اول و ظهور سه برگچه سوم بیشترین ضرایب مثبت را نشان دادند. این عامل را می‌توان عامل رویشی گیاه نامید. عامل چهارم ۱۱/۰۸ درصد تغییرات را توجیه کرد. با توجه به ضرایب مثبت صفات ارتفاع بوته و تیپ بوته، این عامل به‌عنوان تیپ ایده‌آل یا ایدئوتیپ قابل نام‌گذاری است. عامل پنجم ۸/۵۷ درصد تغییرات را توجیه کرد. در این عامل صفات تعداد دانه در غلاف و طول غلاف بیشترین ضرایب مثبت را داشتند بنابراین می‌توان به این عامل عنوان عامل غلاف را داد. در عامل ششم که ۷/۲۴ درصد تغییرات را توجیه کرد، تنها صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه درای بیشترین ضریب مثبت بود و می‌توان این عامل را عامل دوره رشد گیاه نام‌گذاری کرد. عامل هفتم ۶/۱۷ درصد تغییرات را توجیه کرد. در این عامل، وزن صد دانه با ضریب منفی و بازارپسندی دانه با ضریب مثبت بیشترین مقادیر را داشتند. با توجه به ارتباط مثبت وزن دانه با بازارپسندی (از نظر قیمت فروش) می‌توان به این عامل عنوان بازارپسندی دانه را داد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

جدول ۵- تجزیه به عامل‌ها با چرخش وریماکس برای ژنوتیپ‌های لوبیا

Table 5. Factor analysis using varimax rotation for common mean genotypes

صفت	عامل ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	واریانس مشترک
تعداد روز تا ظهور برگ‌های اولیه (V_2)	۰/۱۱۶	-۰/۰۹۰	۰/۸۴۳	-۰/۲۲۸	-۰/۰۳۹	-۰/۰۳۹	۰/۰۳۴	۰/۷۸۹
تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول (V_3)	۰/۰۳۷	-۰/۰۱۹	۰/۹۲۵	۰/۰۱۸	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۵	۰/۸۶۰
تعداد روز تا ظهور سه برگچه سوم (V_4)	-۰/۱۲۰	-۰/۰۶۴	۰/۶۰۱	۰/۱۵۹	۰/۲۸۷	۰/۱۵۰	-۰/۰۲۰	۰/۵۱۰
تعداد روز تا آغاز گلدهی (R_5)	۰/۵۹۹	۰/۱۷۵	-۰/۰۳۵	۰/۱۶۹	۰/۲۳۱	-۰/۰۰۲	-۰/۳۸۵	۰/۶۲۱
تعداد روز تا گلدهی (R_6)	۰/۹۰۲	۰/۰۵۳	۰/۰۵۵	-۰/۰۰۶	-۰/۰۷۱	-۰/۱۷۵	۰/۱۰۲	۰/۸۶۵
تعداد روز تا تشکیل غلاف (R_7)	۰/۹۱۷	۰/۰۵۸	۰/۰۱۲	۰/۰۸۸	-۰/۰۲۲	-۰/۲۸۶	۰/۰۷۶	۰/۹۴۱
تعداد روز تا پرشدن غلاف (R_8)	۰/۹۰۴	۰/۰۶۲	۰/۰۲۸	۰/۰۱۹	۰/۰۳۴	۰/۳۴۵	۰/۰۷۳	۰/۹۴۸
دوره پرشدن دانه	۰/۹۰۶	۰/۰۷۱	-۰/۰۰۳	۰/۰۶۷	-۰/۰۲۱	۰/۲۴۴	۰/۰۸۷	۰/۸۹۸
تعداد روز تا رسیدن دانه (R_9)	۰/۰۳۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲۴	-۰/۰۹۶	۰/۰۸۵	۰/۹۶۲	-۰/۰۰۲	۰/۹۴۴
ارتفاع بوته	۰/۲۶۳	۰/۰۳۰	-۰/۱۱۱	۰/۸۷۳	-۰/۰۲۳	-۰/۰۲۷	۰/۰۳۳	۰/۸۴۶
تعداد شاخه فرعی	۰/۲۸۵	۰/۵۸۰	-۰/۱۵۳	-۰/۱۶۴	-۰/۲۶۹	۰/۱۳۶	۰/۱۲۲	۰/۵۷۴
تعداد غلاف در بوته	۰/۰۶۵	۰/۹۴۵	-۰/۰۶۵	۰/۰۸۵	-۰/۱۰۸	-۰/۰۵۱	۰/۰۵۸	۰/۹۲۷
تعداد دانه در غلاف	۰/۰۲۱	۰/۰۳۱	۰/۰۴۳	۰/۰۱۳	۰/۸۸۸	۰/۰۴۷	-۰/۰۷۳	۰/۷۹۹
تعداد دانه در بوته	۰/۰۴۷	۰/۹۲۷	-۰/۰۱۱	۰/۰۶۹	۰/۲۸۹	-۰/۰۲۳	۰/۰۴۳	۰/۹۵۳
وزن صد دانه	۰/۱۰۹	-۰/۱۹۱	۰/۲۳۶	-۰/۰۸۶	-۰/۲۶۴	۰/۰۲۵	-۰/۵۳۵	۰/۴۶۸
طول غلاف	۰/۰۴۱	-۰/۰۷۲	۰/۱۳۰	-۰/۳۴۶	۰/۵۷۱	۰/۰۶۷	۰/۲۳۸	۰/۵۳۰
عملکرد بوته	-۰/۰۳۶	۰/۰۷۹	-۰/۲۲۷	-۰/۴۵۸	۰/۳۴۲	-۰/۳۱۱	-۰/۴۰۸	۰/۶۴۸
بازارپسندی دانه	۰/۳۹۷	۰/۰۹۴	۰/۱۰۳	۰/۰۰۰	-۰/۰۷۵	-۰/۰۰۲	۰/۶۷۶	۰/۶۳۹
تیپ بوته	-۰/۰۳۷	۰/۰۳۴	۰/۰۱۴	۰/۹۱۷	-۰/۰۵۲	-۰/۰۹۸	۰/۰۱۲	۰/۸۵۶
مقادیر ویژه	۴/۰۱۲	۲/۲۰۹	۲/۱۱۰	۲/۱۰۵	۱/۶۲۹	۱/۳۷۷	۱/۱۷۳	-
درصد واریانس	۲۱/۱۱۷	۱۱/۶۲۶	۱۱/۱۰۶	۱۱/۰۸۰	۸/۵۷۵	۷/۲۴۶	۶/۱۷۴	-
درصد واریانس تجمعی	۲۱/۱۱۷	۳۲/۷۴۳	۴۳/۸۴۸	۵۴/۹۲۹	۶۳/۵۰۴	۷۰/۷۵۰	۷۶/۹۲۴	-

در مطالعه اسدی و همکاران (۷)، تجزیه عامل ۱۷ صفت مورد بررسی منجر به شناسایی پنج عامل اصلی شد که در مجموع ۷۴/۴ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. عامل‌های اول، دوم و سوم به‌ترتیب فنولوژی، ایدئوتیپ و وزن دانه نام‌گذاری شدند. مطابق با آزمایش حاضر، در پژوهشی برای بررسی صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های رشد محدود و نامحدود لوبیا از تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران وریماکس استفاده شد. سه عامل به ترتیب ۳۱/۳۱، ۳۱ و ۱۴/۸ درصد و جمعاً بیش از ۷۷ درصد از کل تنوع را توجیه کردند. وزن دانه، وزن غلاف، قطر غلاف، عرض غلاف، طول غلاف و طول میانگره‌های پایینی بارهای عاملی مثبت و بزرگی در عامل اول داشتند که عامل وزن یا اندازه نام گرفت (۱۶). Acquach و همکاران (۴) نیز در روش انتخاب دوره‌ای فنوتیپی در لوبیا از تجزیه به عامل‌ها استفاده کردند و نتیجه گرفتند که پنج عامل اول ۷۰ درصد تنوع را توجیه کرد. همچنین صفاپور و همکاران (۳۴) نیز از طریق تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، شش عامل را شناسایی کردند که بیش از ۸۰ درصد تغییرات را توجیه کردند.

ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه مراحل رشدی، دوره پرشدن دانه، عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت زیادی نشان دادند. صفت تعداد دانه در بوته در بین صفات مورد بررسی، بیشترین تغییرات فنوتیپی را داشت و پس از آن، صفت ارتفاع بوته قرار گرفت. در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، پنج صفت وارد مدل شد که به‌ترتیب شامل تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول (V_3) و بازارپسندی دانه بود. نتایج تجزیه علیت بیانگر اثرات مستقیم بالای صفت تیپ بوته بر عملکرد دانه بود. به‌طورکلی، طبق نتایج تجزیه علیت صفات تیپ بوته، تعداد دانه در غلاف و دوره پرشدن دانه مؤثرترین عوامل مستقیم تغییرات عملکرد دانه بوده و می‌توان آنها را جهت برنامه‌های اصلاحی پیشنهاد داد. نتایج تجزیه به عامل‌ها، صفات را به هفت عامل اصلی تقسیم کرد که بیش از ۷۶ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. عامل‌ها به ترتیب عامل زایشی، عامل اجزای عملکرد، عامل رویشی، عامل تیپ ایده‌آل یا ایدئوتیپ، عامل غلاف، عامل دوره رشد و عامل بازارپسندی دانه نام‌گذاری شدند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

منابع

1. Abebe, A., M.A. Brick and R.A. Kirkby. 1998. Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research, 58: 15-23.
2. Acosta-Diaz, E., J.A. Acosta-Gallegos, C. Trejo-Lopez, J.S. Padilla-Ramirez and D. Amador-Ramirez. 2009. Adaptation traits in dry bean cultivars grown under drought stress. AgricultureaTecnicaMexica, 35: 419-428.
3. Acosta-Gallegos, J.A. and J.W. White. 1995. Phenological plasticity as an adaptation by common bean to rainfed environments. Crop Science, 35: 199-204.
4. Acquach, G.M., W. Adams and J.D. Kelly. 1992. A factor analysis of plantvariables associated with architecture and seed size in dry bean. Euphytica, 60: 171-177.
5. Amini, A., M.R. Ghannadha and S. Abdemishani. 2000. Factor analysis for morphological and phenological traits in common bean. Seed and Plant Journal, 16: 210-225 (In Persian).
6. Arya, P.S., A. Rana and A. Rana. 1999. Study of direct and indirect influence of some yield traits on green pod yield in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Advanced Horticulture and Forestry, 6: 99-106.
7. Asadi, B., H.R. Dorri, and S. Vaezi. 2005. Study of genetic diversity of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes by multivariate analysis methods. 1th Iranian Pulse Crops Symposium, 20-21 pp.
8. Austin, R.B. 1994. Plant breeding opportunities. In: Physiology and determination of crop yield. American Society of Agronomy, 567-586 pp..
9. Awan, F.K., M.Y. Khurshid, O. Afzal, M. Ahmed and A.N. Chaudhry. 2014. Agro-morphological evaluation of some exotic common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes under rainfed conditions of Islamabad, Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 46: 259-264.
10. Azizi, F., A. Rezaei and S.A.M. MirmohammadiMaybodi. 2001. Genetic and phenotypic variability and factor analysis for morphological traits in genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources-Water and Soil Science, 5: 127-141 (In Persian).
11. Board, J.E. and B.G. Harville. 1998. Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. Crop Science, 38: 763-771.
12. Chiorato, A.F., S.A.M. Carbonell, L.L. Benchimo, M.B. Chiavegato, L.A. dos Santos Dias and C.A. Colombo. 2007. Genetic diversity in common bean accessions evaluated by means of morpho-agronomical and RAPD data. ScienciaAgricultura, 64: 256-262.
13. Chiorato, A.F., S.A.M. Carbonell, C.A. Colombo, L.A.S. Dias and M.F. Ito. 2005. Genetic diversity of common beans accessions in the germplasm bank of the InstitutoAgronômico– IAC. Crop Breeding Applied Biotechnology, 5: 1-9.
14. Dargahi, H.R., S. Vaezi, M. Omidi and M.J. Aghaei. 2008. An evaluation of the diversity in morphological traits and an identification of the relationships among these traits of white common bean collected in national plant gene bank of Iran. Iranian Journal of Field Crops Science, 39: 155-162 (In Persian).
15. de Albuquerque, A.N., M.A. AparecidoBarelli, L.G. Neves, V.R. Arantes and K.L.M. da Silva. 2011. Evaluation of common bean accesses with multi-category variables. Maringá, Brazilian Acta Scientific Agronomy, 33: 627-632.
16. Denis, J.C. and M.W. Adams. 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I: morphological traits. Crop Science, 18: 74-78.
17. Dimova, D. and D. Svetleva. 1992. Inheritance and correlation of some quantitative characters of bean in relation with the enhancement of selection effectiveness. Genetika, 25: 117-123.
18. Egli, D.B. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. CAB International, 178 pp.
19. Fageria, N.K. and A.B. Santos. 2008. Yield physiology of dry bean. Journal of Plant Nutrition, 31: 983-1004.
20. Farshadfar, E. 1997. Breeding methodology. University of Kermanshah, 616 pp.
21. Ghanbari, A.A. 2012. Physiological responses of common bean genotypes under contrasting moisture regimes. PhD Thesis, University of Tabriz, 133 pp.
22. GoncalvesCeolin, A.C., M.C. Goncalves-Vidigal, P. SoaresVidigalFilho, M. ViniciusKvitschalm, A. Gonela and C. Alberto Scapim. 2007. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group Carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analysis. Hereditas, 144: 1-9.
23. Keshavarznia, R., B. MohammadiNargesi and A. Abbasi. 2013. The study of genetic variation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) based on morphological traits under normal and stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Science, 44: 305-315 (In Persian).
24. Khandani S., G. Mohammadinejad and B. Nakhoda. 2017. Relationships between important agronomic and phonological traits in inbred lines from the crosses Roshan × Sabalan in bread wheat. Journal of Crop Breading, 9: 10-17 (In Persian).
25. Krause, W., R. Rodrigues, L.S.A. Gonçalves, F.V.B. Neto and N.R. Leal. 2009. Genetic divergence in snap bean based on agronomic traits and resistance to bacterial wilt. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 9: 246-252.
26. Mavromatis, A.G., I.S. Arvanitoyannis, A.E. Korkovelos, A. Giakountis, V.A. Chatzitheodorou and C.K. Goulas. 2010. Genetic diversity among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Greek landraces and commercial cultivars: nutritional components, RAPD and morphological markers. Spanish Journal of Agricultural Ressearch, 8: 986-994.
27. Molaei, A., H. GhaffariKhaligh and H. Bagheri. 2005. A correlation and path coefficient analysis between seed yield and its components in common bean. 1th Iranian Pulse Crops Symposium, November 20-21. Ferdowsi University, Mashhad,704 pp.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

28. Nunez Barrios, A., G. Hoogenboom and D.S. Nesmith. 2005. Drought stress and distribution of vegetative and reproductive traits of a bean cultivar. Scientific Agriculture, 62: 18-22.
29. Papa, R., J. Acosta, A. Delgado-Salinas and P. Gepts. 2005. A genome-wide analysis of differentiation between wild and domesticated *Phaseolus vulgaris* from Mesoamerica. Theoretical Applied Genetics, 111: 1147-1158.
30. Prasad, P.V.V., S.A. Staggenborg and Z. Ristic. 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. In: Segoe, S. (ed.). Response of crops to limited water: Understanding and modeling water stress effects on plant growth processes, 301-355 pp.
31. RahimiChegeni, A., M.R. Bihamta and M. Khodarahmi. 2017. Evaluation of different characteristics of wheat genotypes under drought stress using multivariate statistical. Journal of Crop Breading, 9: 147-155 (In Persian).
32. RahnamaieTak, A., S. Vaezi, J. Mozafari and A.A. ShahnejatBushehri. 2007. Study on correlation and path analysis for seed yield per plant and its dependent traits in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Pajouhesh&Sazandegi, 76: 80-88 (In Persian).
33. Rosales-Serna, R., J. Kohashi-Shibata, J.A. Acosta-Gallegos, C. Trejo-Lopez, J. Ortiz-Cereceres and J.D. Kelly. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. Field Crops Ressearch, 85: 203-211.
34. Safapour, M., S. Khagani, M. Amirabadi, M. Teymouri and M.K. Bazyan. 2009. Statistical analysis of the effect of water stress on phenological and agronomical traits of white bean genotypes. The New Agicultural Findings, 4: 367-378 (In Persian).
35. SanjeevDeshpand, K., B.R. Patil, P.M. Salimath, J.M. Nidagundi and S. Karthigeyan. 2010. Evaluation of native and collected germplasm for earliness seed traits and resistance to rust, CMV and leaf spot in cowpea [*Vignaunguiculata* (L.) Walp]. Electronic Journal of Plant Breeding, 1: 384-392.
36. Scully, B.T. and D.H. Wallace. 1990. Variation in and relationship of biomass, growth rate, harvest index, and phenology to yield of common bean. Journal of American Society and Horticultural Science, 115: 218-225.
37. Soghani, M., S. Vaezi and S.H. Sabbaghpour. 2010. Study on correlation and path analysis for seed yield and its dependent traits in white bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomy and Plant Breeding Journal, 6: 27-36 (In Persian).
38. Teran, H. and S.P. Singh. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science, 42: 64-70.
39. Van Schoonhoven, A. and O. Voysest. 1991. Common beans: Research for crop improvement. CAB International, Wallingford, 980 pp.
40. Vasi, M., J. Gvozdanovi-Varga and J. Ervenski. 2008. Divergence in the dry bean collection by principal component analysis (PCA). Genetika, 40: 23 -30.
41. Xia, M.Z. 1997. Effect of soil drought during the generative development phase on seed yield and nutrient uptake of faba bean (*Viciafaba*L.). Australian Journal of Agricultural Research, 48: 447-451.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]

Identification of Effective Traits on the Yield in bean Genotypes using Multivariate Statistical Methods

Ali Asghar Ghanbari[1], Hamid Mozafari[2] and Hossein Hassanpour Darvishi[3]

1- Agronomy Dept., Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Agronomy Dept., Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(Corresponding author: Mozafarihamid@yahoo.com)
3- Water Engineering Dept., Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Received: December 28, 2015 Accepted: April 9, 2016

Abstract

To investigate some quantitative and qualitative traits of genotypes a field study was performed as augmented experiment consisting four checks (Sadri, Koosha, KS21676 and KS21682) and138 genotypes. Vegetative, morphological and agronomical characteristics as well as traits related to pod and seed were studied. Statistical analysis showed that number of seeds per plant and plant height had the greatest variations. Genotypes had significant differences in all growth stages, yield and yield components. Correlation analysis revealed that five traits including days to emergence of the first trifoliate leaf (V_3), plant height, plant type, seeds per pod and grain marketing were significantly correlated with grain yield. Five traits entered into the model based on stepwise regression analysis that were plant type, seeds per pod, grain filling duration (GFD), V_3 and grain marketing. Path analysis results indicated a high direct effect of plant type on grain yield. Due to available direct effects, it was recommended seeds per pod, GFD, V_3 and grain marketing for breeding programs. Overall, due to path analysis results, can be said that the characteristics plant type, seeds per pod and GFD were the most effective direct factors in grain yield variations. Factor analysis using principal component method showed that seven main factors explained more than 76% of the total variation.

Keywords: Factor analysis, Grain filling duration, Path analysis, *Phaseolus vulgaris*, Plant type

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.53]