

تجزیه و تحلیل همبستگی و علیت عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در لوبیا قرمز

• علی رهنمایی تک

عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی کرج

• شاهین واعظی

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

• جواد مظفری

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

• علی اکبر شاه نجات بوشهری

استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج)

تاریخ دریافت: بهمن‌ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: دی‌ماه ۱۳۸۵

Email: alirahtak@yahoo.com

چکیده

با توجه به اهمیت لوبیا، به منظور بررسی روابط موجود بین صفات موثر بر عملکرد دانه تک بوته، ۲۵۰ نمونه از کلکسیون لوبیا قرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران در قالب یک طرح آزمایشی آگمنت مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی تعدادی از صفات کمی و کیفی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بیشترین همبستگی صفت عملکرد دانه تک بوته با صفات وزن صد دانه ($r=0/78$)، تعداد غلاف در بوته ($r=0/44$) و تعداد بذر در غلاف ($r=0/21$) می باشد و تجزیه رگرسیون نیز نشان داد که همین صفات ($0/97/7$) از کل تغییرات عملکرد را توجیه کرده‌اند. سپس صفات وارد شده به مدل رگرسیونی توسط تجزیه علیت بررسی شد و بر اساس آن هر یک از این صفات یعنی همان اجزای عملکرد به ترتیب با ($r=0/879$)، ($r=0/442$) و ($r=0/118$) بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر روی صفت عملکرد دانه تک بوته دارا بودند، لذا می توان از این صفات به خوبی در افزایش عملکرد استفاده کرد. بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی هفت مولفه اصلی حدود $69/4\%$ از تغییرات کل را توجیه کرده‌اند. تجزیه خوشه‌ای صفات نمونه‌ها را به ۶ گروه تقسیم کرد که می تواند جهت انتخاب والدین در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: لوبیا قرمز، همبستگی، تجزیه علیت، عملکرد دانه تک بوته

Pajouhesh & Sazandegi No 76 pp: 80-88

Study on correlation and path analysis for seed yield per plant and its dependent traits in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

By: A. Rahnamaie Tak, Member of Young Researchers Club Karaj. Sh. Vaezi, J. Mozafari, Assistant Professor of Seed and plant Improvement Institute, Gene-Bank of Iran, Karaj, Iran. A. Shahnejat Bushehry, Assistant Professor, Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

For detection relationship between traits of red bean in National Plant Gene Bank of Iran, 250 accessions were evaluated in an augment design. In this investigation some of quantitative and qualitative characters were evaluated. The results showed that seed yield per plant has the highest correlation with seed weight ($r=0.78$), pod per plant ($r=0.44$) and seed per pod ($r=0.21$) and stepwise regression showed that these traits covered (97.7%) of total variance. All traits inter to regression model studied by path analysis. Results showed that each traits or in the other hand yield component with ($r=0.879$), ($r=0.442$) and ($r=0.118$) respectively, have the greatest direct and positive effect on seed yield per plant. Therefore, these characters can be used for increase the yield. Likewise, 7 principal components approximately explained 69.4% of total variance, and cluster analysis divided these accessions to 6 clusters that can be used for select best parents in hybridization programs.

Key words: Red bean, Correlation, Path analysis, Seed yield per plant.

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) گیاهی دیپلوئید با ۲۲ کروموزوم و با منشأ مناطق جنوبی و مرکزی قاره آمریکا که دانه‌های این گیاه از نظر خوراکی با ارزش‌ترین دانه حبوبات و دارای بیشترین سطح زیر کشت در بین حبوبات در سرتاسر دنیا و همچنین ایران می‌باشد. با توجه به این موضوع و افزایش نیاز بشر به این گیاه لازم است تا نسبت به اصلاح و تولید ارقام مرغوب و پر محصول اقدام شود. برای این منظور شناسایی و ارزیابی تنوع صفات مهم و همچنین آنان بر عملکرد دانه ضروری است. بررسی‌های فراوانی در خصوص همبستگی بین صفات صورت گرفته است. شناسایی و درک روابط بین صفاتی که دارای توارث پیچیده و در عین حال میزان توارث پذیری پایینی هستند با صفاتی که توارث پذیری ساده و بالاتری دارند عامل افزایش بازده ژنتیکی اصلاح صفات پیچیده‌ای همچون عملکرد دانه خواهد بود، زیرا انتخاب برای صفات همبسته موجب تغییر در صفت اصلی نیز می‌شود (۱۰). طبق نظر Falconer (۱۲) میزان همبستگی ممکن است نشان‌دهنده درجه ارتباط ژنتیکی بین دو یا چند صفت باشد. به عبارت دیگر ارزش‌هایی که به عنوان همبستگی فنوتیپی برآورد می‌شوند به دو بخش ژنتیکی و محیطی قابل تفکیک هستند (۱۲). سه عامل مهم در ایجاد همبستگی بین صفات دخیل می‌باشند که عبارتند از آثار پلیوتروپیک ژن‌ها برای دو یا چند صفت، پیوستگی ژن‌های متفاوت و آثار محیطی که از این بین مهمترین عامل ایجاد همبستگی ژنوتیپی اثر پلیوتروپیی و برای همبستگی فنوتیپی مهمترین دلیل قرار گرفتن ژنهای با بلوکهای ژنی کنترل کننده آن دو صفت بر روی یک کروموزوم می‌باشد (۱۱).

بیضایی (۳)، Ramalito و همکاران (۱۵) در بررسی همبستگی فتوتیپی و ژنوتیپی بین صفات مختلف لوبیا همبستگی بالا بین صفات وزن صد دانه، تعداد غلاف و تعداد بذر در غلاف را گزارش کرده‌اند. ولی جاجرمی (۴) اظهار داشت با وجود همبستگی مثبت بین صفات تعداد غلاف و تعداد دانه با عملکرد هیچ همبستگی معنی‌داری بین صفت وزن صد دانه و عملکرد مشاهده نشده است. مرجانی بیان کرد صفات اجزا عملکرد یعنی وزن صد دانه، تعداد کل غلاف و تعداد بذر در غلاف بیش از (۶۹٪) تغییرات صفت عملکرد دانه تک بوته را توجیه کرده‌اند (۶) و همچنین بیضایی ضمن ارائه توجیه (۹۷٪) از تغییرات عملکرد توسط این صفات بیان داشته که نتایج بدست آمده توسط وی با نتایج سایرین مانند Gepts و Debouck (۱۳) و Santlla (۱۶) مشابه می‌باشد اصغری (۱)، مرجانی (۶)، امینی (۲)، بیضایی (۳) همگی اثرات مستقیم و مثبت بالایی را برای اجزای عملکرد بر روی صفت عملکرد گزارش نموده‌اند. درگاهی (۵) با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی در مورد صفات با همبستگی بالا نشان داد هفت مولفه اصلی حدود ۶۵/۴۳ درصد از کل واریانس موجود در صفات را توجیه کردند و بیان کرد که صفت عملکرد در مولفه دوم بیشترین اثر را داشت. امینی (۲) نیز در بررسی خود گزارش کرد که پنج مولفه اصلی در مجموع ۷۳/۱۹ درصد از کل تغییرات متغیرها را توجیه کردند. تحقیق حاضر به منظور تعیین همبستگی و اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات مختلف بر عملکرد دانه تک بوته در لوبیا قرمز انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

نقصی وجود دارد که تغییرات یک متغیر با متغیر دیگر بدون محاسبه اثرات متغیرهای موجود دیگر انجام می‌شود. جهت رفع این معایب از روش تجزیه علیت استفاده شد (۱۱).

به منظور تجزیه واریانس موجود در داده‌ها و بررسی روابط بین صفات در مولفه‌های مختلف و همچنین تعیین اهداف اصلاحی به صورت ترکیبی از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد. برای گروه بندی نمونه و تعیین تنوع و والدین مناسب در برنامه‌های اصلاحی از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد استفاده شد. زیرا در این روش نه ماتریس تشابه و نه ماتریس فاصله محاسبه می‌شود و محاسبات تنها بر مبنای حداقل کردن مجموع مربعات صفات در داخل کلاستر عمل می‌کند از لحاظ آماری خاصیت بهینه تری دارد و به طور عملی تر استفاده می‌شود (۸).

نتایج و بحث

بررسی یکنواختی زمین آزمایشی

به منظور بررسی یکنواختی زمین مزرعه آزمایشی تجزیه واریانس بر روی شاهد‌های هر بلوک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای تمام صفات کمی انجام گرفت. F حاصل از تجزیه واریانس برای کلیه صفات کمی مورد بررسی در هر بلوک غیر معنی دار بود. در نتیجه داده‌های خام مربوط به هر ژنوتیپ بعد از حذف داده‌های مربوط به شاهد‌ها و بدون اعمال هیچگونه تصحیحی در تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد استفاده قرار گرفتند.

ضرایب همبستگی ساده بین صفات

این ضرایب بر اساس ضریب پیرسون محاسبه گردید که در جدول ۱ ارائه شده است. مشاهدات نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار در بین صفات به ترتیب در بین صفات طول زیرین بذر با طول غلاف ($r=0/94$)، عملکرد دانه تک بوته با وزن صد دانه ($r=0/78$)، تعداد بذر در غلاف با تعداد حفره در غلاف ($r=0/72$)، عرض غلاف با طول غلاف ($r=0/59$)، تعداد حفره در غلاف با طول غلاف ($r=0/55$)، طول غلاف با طول برگچه ($r=0/54$)، و طول بذر با عرض بذر ($r=0/48$)، مشاهده شد که همگی در سطح ۱٪ آماری معنی دار شده‌اند. بیشترین همبستگی منفی و معنی دار در سطح ۱٪ در بین صفات طول غلاف با روز تا تشکیل غلاف ($r=-0/28$)، طول بذر با تعداد غلاف در بوته ($r=-0/28$)، زیرین غلاف با روز تا تشکیل غلاف ($r=-0/25$)، روز تا تشکیل غلاف با طول برگچه ($r=-0/24$)، مشاهده شد. صفت عملکرد دانه تک بوته به ترتیب با صفات وزن یکصد دانه ($r=0/78$)، تعداد غلاف در بوته ($r=0/44$)، طول نوک غلاف ($r=0/23$)، طول غلاف، تعداد بذر در غلاف و طول زیرین غلاف همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱٪ آماری می‌باشد. از طرفی در بین صفت عملکرد دانه تک بوته با تعداد گل در گل آذین و تعداد بذر در غلاف با طول نوک غلاف هیچگونه رابطه همبستگی وجود ندارد.

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که همانطور که ضرایب همبستگی موجود بین صفات نشان می‌دهد، صفات وزن صد دانه، طول غلاف، تعداد بذر در غلاف و تعداد غلاف در بوته بیشترین نقش مثبت را

تعداد ۲۵۰ نمونه انتخابی از کلکسیون لوبیا قرمز موجود در بانک ژن در قالب طرح آزمایشی آگمنت مشتمل بر ۹ بلوک کشت شدند. هر کرت شامل دو ردیف به طول ۲ متر و به فاصله ۶۰ سانتیمتر از هم در نظر گرفته شد، و فاصله بوته‌ها روی هر خط ۲۵ سانتیمتر و عمق کاشت بذور حدود ۵ سانتیمتر بود کرت‌ها نیز از هم ۱ متر فاصله داشتند و هر ۱۱ کرت درون یک بلوک قرار گرفتند. این نمونه‌ها به همراه سه رقم شاهد (اختر، ناز، و درخشان) در اوایل اردیبهشت ماه و در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کشت شدند. این منطقه از نظر اقلیمی در محدوده گرم و خشک مدیترانه‌ای قرار دارد. از هر کرت ۱۰ بوته (۵۰٪ کل بوته‌ها) به طور تصادفی انتخاب شده و ارزیابی صفات روی آن‌ها انجام شد.

در این تحقیق صفات عملکرد دانه تک بوته (گرم در بوته)، برخی از صفات رویشی مورفولوژیکی و آگرومورفولوژیکی شامل: تیپ بوته، رنگ کلروفیل، رنگ آ، توسیانین، شکل برگ، رنگ بال، رنگ گلبرگ، استاندارد، پایایی برگ، خوابیدگی، تعداد غلاف در بوته، محل غلاف، تعداد گل در گل آذین، قطر ساقه (میلیمتر) و طول برگچه (سانتیمتر)، برخی از صفات فنولوژیکی شامل تعداد روز تا گل دهی، طول دوره گل دهی، روز تا تشکیل غلاف و روز تا پشدن غلاف) و یکسری از صفات مربوط به غلاف و دانه شامل طول غلاف (سانتیمتر)، عرض غلاف (میلیمتر)، طول نوک غلاف (میلیمتر)، رنگ غلاف، فیبر غلاف، انحنای غلاف، شکل نوک غلاف، نخ غلاف، تعداد حفره در غلاف، تعداد بذر در غلاف، طول زیرین غلاف (سانتیمتر)، خمیدگی، رنگ زمینه بذر، شکل بذر و طول و عرض و ارتفاع بذر (میلیمتر)، طبق دستورالعمل IPGRI (دیسکرپتور) اندازه‌گیری شدند (۱۴). تجزیه های آماری شامل همبستگی ساده فنوتیپی با استفاده از ضریب پیرسون، تجزیه رگرسیون گام به گام جهت تشخیص صفات مهم تأثیر گذار بر عملکرد دانه تک بوته، تجزیه علیت به منظور تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات مهم وارد شده در مدل رگرسیونی به عنوان متغیر مستقل روی صفت عملکرد دانه تک بوته به عنوان متغیر وابسته، تجزیه به مولفه‌های اصلی برای تعیین روابط درونی بین صفات و گروه بندی صفات مؤثر بر عملکرد و گروه بندی نمونه از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای آماری PATH۲، ۵، SPSS ۱۱ و SAS ۶،۱۲ انجام شدند (۱۸).

ضریب همبستگی پیرسون مبتنی بر کواریانس دو متغیر و انحراف معیار آن‌ها تنظیم شده است که در مورد داده‌هایی با مقیاس فاصله‌ای و نسبی (داده‌های کمی) استفاده شد. این ضریب از طریق فرمول ۱ محاسبه می‌شود (۹):

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(x,y)}{d_x d_y} = \frac{scp}{\sqrt{ss_x ss_y}} \quad \text{فرمول ۱}$$

جهت بررسی اثرات نسبی موجود در بین صفات با صفت وابسته عملکرد دانه از روش تجزیه رگرسیون چند متغیره گام به گام استفاده شد (۶). این روش تنها اثر و رابطه همبستگی متغیرهای مستقل مهم را با متغیر وابسته مثلاً وزن دانه را نشان می‌دهد ولی رابطه بین خود متغیرهای مستقل محاسبه نمی‌شود (۷). جهت پی بردن به همبستگی بین خود متغیرها می‌توان از همبستگی‌های ساده استفاده کرد ولی در این روش نیز

جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین صفات کمی لوبیا قرمز

صفات	طول برگچه	روز تا گلدهی	گل در گل آذین	قطر ساقه	روز تا تشکیل غلاف	روز تا پر شدن غلاف	طول غلاف	عرض غلاف	طول نوک غلاف	تعداد حفره در غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد بذر در غلاف	طول زیرین غلاف	خمیدگی	وزن یکصد دانه	طول بذر	عرض بذر	ارتفاع بذر	عملکرد دانه تک بوته
طول برگچه	-																		
روز تا گلدهی	۰.۰۳	-																	
گل در گل آذین	-۰.۰۳	-۰.۰۵	-																
قطر ساقه	۰.۳۹**	-۰.۰۲	۰.۰۷	-															
روز تا تشکیل غلاف	-۰.۲۴**	۰.۳۷**	-۰.۰۲	۰.۰۸۰	-														
روز تا پر شدن غلاف	-۰.۱۵**	۰.۳۰**	-۰.۰۹	-۰.۰۴	۰.۲۲**	-													
طول غلاف	۰.۵۴**	۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۳۹**	-۰.۲۸**	-۰.۱۱	-												
عرض غلاف	۰.۴۷**	۰.۰۵	۰.۰۸	۰.۳۰**	-۰.۰۳	۰.۰۲	۰.۵۹**	-											
طول نوک غلاف	۰.۳۵**	-۰.۰۳	-۰.۰۷	۰.۱۹**	-۰.۱۶*	-۰.۱۵*	۰.۳۰**	۰.۳۵**	-										
تعداد حفره در غلاف	۰.۱۹**	۰.۰۷	۰.۰۰	۰.۱۵**	۰.۰۴	-۰.۰۷	۰.۵۵**	۰.۳۴**	۰.۰۶	-									
تعداد غلاف در بوته	۰.۰۰	۰.۰۶	۰.۱۲	۰.۰۰	۰.۱۵*	-۰.۰۱	۰.۰۰	-۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۲۰**	-								
تعداد بذر در غلاف	۰.۳۹**	۰.۰۱	-۰.۰۷	۰.۱۳*	-۰.۰۶	-۰.۰۳	۰.۲۳**	۰.۲۳**	۰.۰۰	۰.۲۷**	۰.۲۷**	-							
طول زیرین غلاف	۰.۴۴**	۰.۰۰	-۰.۰۴	۰.۲۱**	-۰.۲۵**	-۰.۱۹**	۰.۱۴**	۰.۳۴**	۰.۱۶**	۰.۴۳**	-۰.۰۶	۰.۴۶**	-						
خمیدگی	۰.۲۸**	۰.۰۱	۰.۰۹	۰.۱۳*	-۰.۰۳	۰.۰۰	۰.۴۲**	۰.۳۵**	۰.۰۳	۰.۱۶*	۰.۰۸	۰.۱۶*	۰.۰۷	-					
وزن یکصد دانه	۰.۱۱	-۰.۰۱	-۰.۰۳	۰.۰۹	-۰.۱۲	-۰.۰۵	۰.۲۴**	۰.۰۹	۰.۳۳**	-۰.۱۰	-۰.۰۲	-۰.۰۸	۰.۲۳**	۰.۰۱	-				
طول بذر	۰.۲۴**	۰.۰۲	-۰.۰۸	۰.۱۲	-۰.۲۸**	-۰.۱۰	۰.۴۴**	۰.۲۶**	۰.۳۱**	-۰.۱۲	-۰.۲۸**	-۰.۱۴*	۰.۴۶**	۰.۰۹	۰.۴۱**	-			
عرض بذر	۰.۱۶*	-۰.۰۲	-۰.۰۵	۰.۰۰	۰.۰۷	-۰.۱۱	۰.۱۷**	۰.۳۷**	۰.۳۵**	۰.۰۴	-۰.۱۳*	-۰.۰۴	۰.۱۵*	۰.۰۶	۰.۲۴**	۰.۴۸**	-		
ارتفاع بذر	۰.۲۲**	-۰.۰۷	-۰.۰۲	۰.۰۵	-۰.۲۲**	-۰.۱۵*	۰.۲۸**	۰.۲۷**	۰.۳۳**	-۰.۰۹	-۰.۰۹	۰.۰۰	۰.۲۹**	۰.۱۳*	۰.۳۷**	۰.۴۸**	-۰.۲۲**	-	
عملکرد دانه تک بوته	۰.۱۷**	-۰.۰۵	۰.۰۰	۰.۱۶**	-۰.۰۵	-۰.۱۱	۰.۲۱**	۰.۰۷	۰.۳۳**	۰.۱۳*	۰.۴۴**	۰.۲۱**	۰.۲۰**	۰.۰۱	۰.۲۸**	۰.۱۳**	۰.۰۵	۰.۱۲	-

* معنی دار شدن ضرایب در سطح ۵٪، ** معنی دار شده ضرایب در سطح ۱٪

تجزیه رگرسیون گام به گام

برطبق نتایج بدست آمده ۱۳ صفت به مدل رگرسیونی وارد شدند که به ترتیب عبارتند از وزن صد دانه، تعداد کل غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف، ارتفاع بذر، خوابیدگی بوته، خمیدگی غلاف، تعداد حفره در غلاف، رنگ آنتوسیانین، رنگ کلروفیل، تعداد روز تا گلدهی، عرض غلاف، تعداد گل در گل آذین و تعداد روز تا پر شدن غلاف که در نهایت مدل خط رگرسیون به صورت زیر تشکیل شد که این مدل در نهایت ۹۸/۵٪ از

در بهبود صفت عملکرد دانه تک بوته دارا می باشند که با نتایج بیضایی (۳) و Ramalito همکاران (۱۵) مطابقت دارد. لذا می توان آنها را به عنوان اصلی ترین و شاخص ترین معیارهای انتخاب استفاده کرد. همچنین بدلیل وجود همبستگی منفی بین وزن صد دانه و تعداد غلاف و تعداد بذر که مطابق با نتایج ارائه شده توسط Gepts و Deboucq (۱۳)، مرجانی (۶) و بیضایی (۳)، می باشد، می توان به وجود اثرات متقابل این سه صفت در عملکرد دانه تک بوته پی برد.

می‌باشد که نشانگر نقش اساسی تر این صفات در افزایش عملکرد و قابلیت اصلاحی این صفات می‌باشند که با ضرایب همبستگی مربوطه مطابقت دارند. از طرفی صفات ارتفاع بذر، خمیدگی، رنگ کلروفیل و آنتوسیانین، عرض بذر، تعداد گل در گل آذین و روز تا پر شدن غلاف دارای ضرایب پایین و منفی می‌باشند که نشان دهنده رابطه معکوس این صفات با عملکرد دانه می‌باشد. که با نتایج حاصل از جداول همبستگی صفات نیز تا حد زیادی مطابقت دارد. لذا می‌توان از این صفات نیز با توجه به نقش معکوس و کاهنده آنان بر روی عملکرد سود برد یعنی می‌توان با انتخاب در جهت کاهش این صفات در جهت اصلاح ارقام و افزایش عملکرد دانه تک بوته اقدام کرد.

همچنان که مشاهده می‌شود تعدادی از صفات کیفی نیز مانند رنگ کلروفیل و خوابیدگی بوته و همینطور صفات کمی دیگری به غیر از صفات مربوط به اجزای عملکرد نیز وارد مدل شده‌اند. دلیل این موضوع را می‌توان بدین صورت بیان کرد که صفت خوابیدگی صفت بسیار مهمی است به خصوص جهت انتخاب برای کشت مکانیزه اما از نظر بیولوژیکی هرچه خمیدگی بیشتر باشد شاخه‌زایی جانبی بیشتر شده و تعداد گره‌ها افزایش می‌یابد لذا شاخه‌های گل دهنده و بدنال آن تعداد گل و تعداد غلاف افزایش می‌یابد و از طرفی گیاه دیر رس‌تر می‌شود در نتیجه مدت زمان ماده سازی و ذخیره مواد در دانه بیش‌تر می‌شود و لذا عملکرد افزایش می‌یابد. رنگ کلروفیل هرچه تیره‌تر باشد به این معنی است که میزان کلروفیل برگ غلیظ‌تر است و لذا میزان فتوسنتز بیش‌تر است و مواد بیش‌تری برای ذخیره در دانه تهیه می‌شوند و به همین دلیل عملکرد دانه افزایش می‌یابد. تعداد گل در گل آذین هرچه بیش‌تر باشد تعداد

تغییرات مربوط به صفت عملکرد دانه تک بوته را توجیه نموده است.

$$y = 281/891 + 0/882(SW) + 0/438(TP) + 0/113(SP) - 0/050(SHE) + 0/044(LO) - 0/018(CIR) + 0/34(LPP) - 0/32(LCA) - 0/024(LCC) + 0/029(DT) - 0/20(PW) - 0/022(FBI) - 0/023(RA)$$

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که صفت وزن یک صد دانه اولین صفتی است که وارد مدل شده است و به تنهایی حدود ۷۳٪ از تغییرات صفت وابسته عملکرد دانه تک بوته را توجیه می‌کند. صفت بعدی که وارد مدل شده است، صفت تعداد غلاف است که به همراه صفت وزن صد دانه ۹۵٪ از تغییرات صفت وابسته عملکرد دانه تک بوته، و صفت سومی که وارد مدل شده است، صفت تعداد بذر در غلاف است که به همراه صفت وزن یکصد دانه و تعداد غلاف ۹۷٪ از تغییرات صفت وابسته عملکرد دانه تک بوته را توجیه می‌کند که این نتایج با نتایج حاصله از جداول همبستگی نیز مطابقت دارد. همین نتایج را مرجانی (۶)، امینی (۲)، بیضایی (۳) و Ramalito همکاران (۱۵) در بررسی روابط صفات فنوتیپی و ژنوتیپی مختلف در لوبیا گزارش کرده بودند. بعد از این صفت، صفات ارتفاع بذر، خوابیدگی بوته، خمیدگی، تعداد حفره در غلاف، رنگ آنتوسیانین، رنگ کلروفیل، روز تا گلدهی، عرض غلاف، تعداد گل در گل آذین و در آخر روز تا پر شدن غلاف، به ترتیب وارد مدل شدند و به طور کلی ۹۸٪ از تغییرات صفت عملکرد دانه تک بوته را توجیه کردند.

صفات دیگری نیز مانند ارتفاع بذر و خمیدگی، تعداد حفره در غلاف و آنتوسیانین نیز وارد مدل شده‌اند که از تاثیرات کمی برخوردار بوده‌اند. با توجه به ضرایب رگرسیون بدست آمده مشاهده می‌شود که بیشترین ضرایب مثبت رگرسیون مربوط به دو صفت وزن صد دانه و تعداد غلاف

جدول ۲- نتایج رگرسیون گام به گام برای صفت عملکرد دانه تک بوته به عنوان متغیر وابسته در لوبیای قرمز

مرحله	صفات	ضریب تبیین	میانگین مربعات رگرسیون	عرض از مبدا	ضریب رگرسیون
۱	وزن صد دانه	۰/۷۳۲	۴۵۰۵۱۴۷۱/۸۳	۱۴/۲۵۶	۰/۸۸۲
۲	تعداد کل غلاف	۰/۹۵۹	۲۹۴۹۸۱۹۹/۵۹	-۵۳۵/۵۸۴	۰/۴۳۸
۳	بذر در غلاف	۰/۹۷۷	۲۰۰۴۰۷۰۸/۷۳	-۹۲۷/۷۶۱	۰/۱۱۳
۴	ارتفاع بذر	۰/۹۸۰	۱۵۰۷۱۵۹۱/۰۳	-۶۵۸/۱۰۶	-۰/۰۵۰
۵	خوابیدگی بوته	۰/۹۸۱	۱۲۰۷۰۸۲۲/۵۷	-۷۹۵/۱۲۴	۰/۰۴۴
۶	خمیدگی غلاف	۰/۹۸۲	۱۰۰۶۵۹۷۶/۹	-۴۷۸/۶۵۲	-۰/۰۱۸
۷	حفره در غلاف	۰/۹۸۲	۸۶۳۲۵۸۳/۱۷۹	-۵۰۵/۸۱۲	۰/۳۴
۸	رنگ آنتوسیانین	۰/۹۸۳	۷۵۵۷۰۱۲/۴۷۳	-۵۰۰/۴۷۴	-۰/۳۲
۹	رنگ کلروفیل	۰/۹۸۳	۶۷۲۰۷۲۲/۵۷۲	-۴۳۵/۴۶۷	-۰/۰۲۴
۱۰	روز تا گلدهی	۰/۹۸۴	۶۰۵۱۴۱۹/۸۲۲	-۵۳۶/۷۳۱	۰/۰۲۹
۱۱	عرض غلاف	۰/۹۸۴	۵۵۰۳۷۶۸/۱۴	-۴۹۲/۸۲۸	-۰/۲۰
۱۲	گل در گل آذین	۰/۹۸۴	۵۰۴۶۹۸۴/۲۶	-۴۵۳/۲۰۷	-۰/۰۲۲
۱۳	روز تا پر شدن غلاف	۰/۹۸۵	۴۶۶۰۶۹۳/۰۷۶	-۲۸۱/۸۹۱	-۰/۰۲۳

$$y = -281/891 + 0/882(SW) + 0/438(TP) + 0/113(SP) - 0/050(SHE) + 0/044(LO) - 0/018(CIR) + 0/34(LPP) - 0/32(LCA) - 0/024(LCC) + 0/029(DT) - 0/20(PW) - 0/022(FBI) - 0/023(RA)$$

($r=0/027$) دارای بیشترین اثر مستقیم منفی و کاهشده بر روی عملکرد دانه تک بوته هستند، و همبستگی آن‌ها با صفت عملکرد دانه تک بوته نیز به ترتیب ($r=0/11$)، ($r=0/066$) و ($r=0/023$) می‌باشد. صفات عرض غلاف ($r=0/024$)، روز تا پر شدن غلاف ($r=0/021$)، تعداد گل در گل آذین و خمیدگی ($r=0/02$) نیز دارای اثر مستقیم منفی اما پایین‌می‌باشند.

همچنین مشاهده می‌شود که اثر مستقیم صفت وزن صد دانه از میزان همبستگی بین این صفت و عملکرد دانه تک بوته بیش‌تر شده است و این بیانگر این مطلب می‌باشد که صفات دیگر از طریق اعمال اثرات غیر مستقیم نسبت به اثر مستقیم صفت وزن صد دانه تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه تک بوته دارا می‌باشند.

اثر غیر مستقیم و منفی صفت وزن صد دانه از طریق صفات کل غلاف، تعداد بذر در غلاف، ارتفاع بذر، خوابیدگی و حفره در غلاف بر روی عملکرد دانه تک بوته مشاهده شد، و صفت تعداد کل غلاف نیز از طریق صفات وزن صد دانه، رنگ کلروفیل و تعداد گل در گل آذین دارای اثرات غیر مستقیم منفی می‌باشد. اثرات غیر مستقیم مثبت این صفات از طریق سایر صفات بسیار ناچیز و در حد صفر می‌باشند. این نتایج با ضرایب همبستگی بدست آمده نیز تا حد زیادی مطابقت دارند.

اثرات مستقیم صفت وزن صد دانه در سطح ۱٪ آماری بر روی صفت

غلاف تشکیل شده و در نتیجه دانه بیشتری تولید می‌شود و عملکرد کلی افزایش می‌یابد از طرفی هرچه مدت زمان پر شدن دانه بیش‌تر باشد فرصت بیشتری برای ذخیره سازی مواد و ذخیره آن در دانه فراهم می‌شود و وزن دانه و عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

بر طبق این نتایج بیشترین تأثیرات را بر روی عملکرد دانه تک بوته همان صفات اجزا عملکرد یعنی وزن صد دانه، تعداد کل غلاف و تعداد بذر در غلاف دارا می‌باشند که با گزارشات مرجانی (۶)، بیضایی (۳) مطابقت دارد. بنابراین می‌توان از این صفات به عنوان شاخصه‌های مهمی برای تخمین و اصلاح عملکرد دانه تک بوته در لوبیا بهره برد.

تجزیه علیت

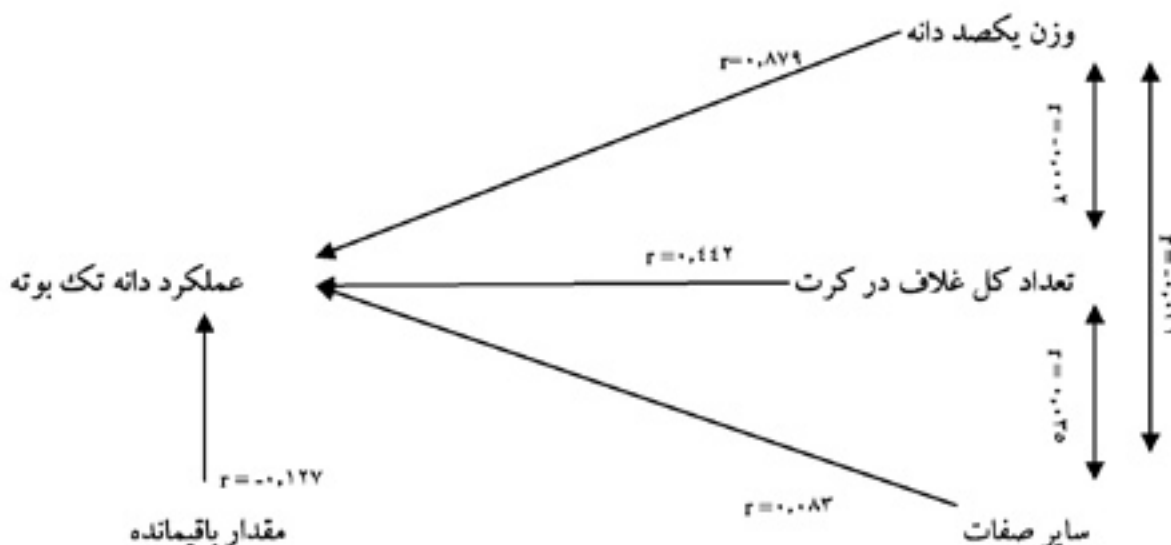
بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳ و شکل ۱، صفات وزن صد دانه ($r=0/879$)، کل غلاف در کرت ($r=0/442$) و تعداد بذر در غلاف ($r=0/118$) دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و افزایشده بر روی عملکرد دانه تک بوته هستند، و همبستگی این صفات با صفت عملکرد دانه تک بوته نیز به ترتیب ($r=0/85$)، ($r=0/48$) و ($r=0/18$) می‌باشد. صفات خوابیدگی بوته ($r=0/38$)، تعداد حفره در غلاف ($r=0/034$) و تعداد روز تا گلدهی ($r=0/026$) نیز دارای اثرات مستقیم مثبت ولی پایین هستند. از طرفی صفات ارتفاع بذر ($r=0/05$)، رنگ آنتوسیانین ($r=0/032$)، رنگ کلروفیل

جدول ۳- تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد دانه تک بوته بدست آمده از رگرسیون گام به گام در لوبیای قرمز

صفات	وزن صد دانه	کل غلاف در کرت	بذر در غلاف	ارتفاع بذر	خوابیدگی	خمیدگی	حفره در غلاف	آنتوسیانین	رنگ کلروفیل	روز تا گلدهی	عرض غلاف	گل در گل آذین	روز تا پر شدن غلاف	همبستگی با عملکرد دانه
وزن صد دانه	0.879**													0.879**
کل غلاف در کرت	0.442**	0.442**												0.442**
بذر در غلاف	0.118*	0.118*	0.118*											0.118*
ارتفاع بذر	0.05	0.05	0.05	0.05										0.05
خوابیدگی	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38									0.38
خمیدگی	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26								0.26
حفره در غلاف	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034							0.034
آنتوسیانین	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032						0.032
رنگ کلروفیل	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032					0.032
روز تا گلدهی	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026				0.026
عرض غلاف	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023			0.023

** معنی دار در سطح ۵٪ آماری

* معنی دار در سطح ۱٪ آماری. مقدار باقیمانده برابر ۰/۱۲۷ می‌باشد.



شکل ۱- اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات مستقل وارد شده در رگرسیون لوبیا قرمز بر روی عملکرد دانه تک بوته

تجزیه به مولفه‌های اصلی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس ۱۸ صفت (جدول ۴) تعداد هفت مولفه اصلی معرفی شد که در مجموع ۶۹/۳۵٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. در مولفه اول صفات طول بذر، عرض بذر، ارتفاع بذر و وزن صد دانه بیشترین اثر مثبت و صفات روز تا گلدهی، روز تا تشکیل غلاف و روز تا پر شدن غلاف بیشترین اثر منفی را داشتند که این صفات در مجموع یکی از اجزای عملکرد یعنی وزن دانه را تشکیل می‌دهند و نتایج حاصل از همبستگی و تجزیه علیت نیز قرارگیری این صفات در یک مولفه را توجیه می‌کنند. مولفه دوم بیش‌تر تحت تأثیر مثبت صفات، تعداد بذر در غلاف، طول غلاف، تعداد حفره در غلاف، عملکرد دانه تک بوته و تعداد غلاف در بوته و تأثیر منفی صفات طول، عرض و ارتفاع بذر می‌باشد که رابطه بین این صفات با نتایج حاصل از همبستگی بین صفات مطابقت دارد. در این مولفه به جز صفت عملکرد دانه تک بوته دیگر اجزای عملکرد نیز یعنی تعداد بذر در غلاف و تعداد غلاف در بوته با ضریب خیلی بالایی قرار گرفته است که نشانگر تأثیر بالای این صفت در مولفه دوم و همچنین صفت عملکرد می‌باشد که با نتایج حاصل از تجزیه علیت نیز مطابقت دارد. در مولفه سوم صفات وزن صد دانه و عملکرد دانه تک بوته در جهت مثبت و صفات بذر در غلاف، طول غلاف در جهت منفی تأثیر بیشتری نسبت به سایر صفات داشتند. مولفه چهارم نیز بیش‌تر تحت تأثیر مثبت صفات روز تا گلدهی، روز تا تشکیل غلاف و روز تا پر شدن غلاف و اثر منفی صفات وزن صد دانه عملکرد دانه تک بوته و تعداد غلاف در بوته می‌باشد. مولفه پنجم تحت تأثیر مثبت عرض غلاف و عرض بذر می‌باشد که با نتایج حاصل از همبستگی نیز مطابقت دارد. در مولفه ششم صفات گل در گل آذین و خمیدگی غلاف در جهت مثبت و صفات بذر در غلاف، روز تا تشکیل غلاف و روز تا پر شدن غلاف در جهت منفی بیشترین اثر را داشتند. مولفه هفتم بیشترین تأثیر مثبت را از صفت رنگ کلروفیل و بیشترین

عملکرد دانه تک بوته معنی دار شده‌اند در نتیجه می‌توان گفت که اثرات غیر مستقیم این صفت از طریق سایر صفات در جهت افزایش اثرات مستقیم بوده است. اما در خصوص سایر صفات اثرات غیر مستقیم باعث کاهش اثر مستقیم بروی عملکرد دانه تک بوته شده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود هر صفت اصلی دارای اثرات مستقیم مثبت بالا، می‌تواند دارای اثرات غیر مستقیم منفی از طریق دیگر صفات بر روی صفت وابسته عملکرد دانه تک بوته باشد. با توجه به نتایج تجزیه علیت مشاهده می‌شود که صفات وزن صد دانه و تعداد غلاف دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت روی عملکرد دانه تک بوته می‌باشد و این بدین معنی است که همبستگی بالای این صفات با عملکرد دانه تک بوته عمدتاً از طریق اثر مستقیم صفات وزن صد دانه و تعداد غلاف می‌باشد.

تأثیر غیر مستقیم صفات وزن صد دانه و تعداد غلاف و از طریق صفات دیگر در لوبیا قرمز و همینطور بیش‌تر صفات دیگر بدین معنی است که چنانچه این صفات افزایش یابند سایر اجزا تحت تأثیر قرار نخواهند گرفت. از طرفی از آنجاییکه هیچیک از اثرات مستقیم معنی دار نمی‌باشند بیانگر این مطلب است که با وجود کم بودن این اثرات روابط نزدیکی بین عملکرد دانه تک بوته با دیگر صفات وجود دارد.

در این ارزیابی با توجه به نتایج ارائه شده صفات وزن صد دانه، تعداد کل غلاف و تعداد بذر در غلاف در لوبیا قرمز که در حقیقت همان اجزای عملکرد دانه تک بوته هستند دارای بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه تک بوته می‌باشند. اصغری (۱)، مرجانی (۶)، امینی (۲)، بیضایی (۳)، Santalla (۱۶)، Zimmermann (۱۷) نیز نتایج مشابه‌ای را در خصوص اجزای عملکرد گزارش نموده‌اند. بنابر این با توجه به نتایج بدست آمده و گزارشات سایرین می‌توان به صحت و تأثیر مسلم این صفات پی برد به طوری که باید در برنامه‌های اصلاحی به عنوان اهداف اصلی برای افزایش عملکرد در نظر گرفته شوند.

جدول ۴- بردارهای مشخصه، واریانسهای نسبی و تجمعی پنج مولفه اصلی مربوط به صفات مورد ارزیابی در کلکسیون لوبیا قرمز

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
روز تا گلدهی	-۰/۳۰۴	-۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۴۴	-۰/۱۷۱	۰/۰۳	۰/۶۰
گل در گل آذین	-۰/۰۹۸	-۰/۰۵۸	۰/۰۷	-۰/۲۰۵	۰/۲۴	۰/۸۲	۰/۱۰
رنگ کلروفیل	۰/۲۰	-۰/۲۱	-۰/۳۷۴	-۰/۰۱۶	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۴۲
رنگ آنتوسیانین	-۰/۴۰۹	-۰/۱۶	۰/۰۵	-۰/۰۱۵	-۰/۴۸۲	۰/۰۴	-۰/۱۳۱
خوابیدگی بوته	-۰/۴۷۹	-۰/۱۶۷	۰/۲۸	-۰/۰۵۱	۰/۳۴	-۰/۰۶۹	-۰/۴۱۹
روز تا تشکیل غلاف	-۰/۵۲۰	-۰/۰۴۱	۰/۳۶	۰/۴۸	-۰/۲۵	-۰/۱۵۵	۰/۲۱
روز تا پر شدن غلاف	-۰/۳۸۳	-۰/۰۹۶	۰/۳۶	۰/۵۸	-۰/۱۱۹	-۰/۱۰۶	-۰/۰۰۲
طول غلاف	۰/۴۸	۰/۵۹	-۰/۱۱۵	۰/۳۱	-۰/۱۴۷	۰/۱۰	-۰/۱۲۵
عرض غلاف	۰/۲۳	-۰/۱۸۳	۰/۱۱	۰/۴۲	-۰/۵۱	۰/۱۷	-۰/۱۰۵
حفره در غلاف	-۰/۱۴۲	-۰/۷۴	-۰/۳۱۵	۰/۲۰	۰/۲۳	-۰/۰۱۴	-۰/۱۰۹
غلاف در بوته	-۰/۳۱۵	۰/۴۸	۰/۳۰	-۰/۳۱۸	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۲۸
بذر در غلاف	-۰/۰۷۶	-۰/۷۸	-۰/۲۴۴	۰/۱۶	-۰/۲۳	-۰/۱۶۹	-۰/۱۷۳
خمیدگی غلاف	-۰/۱۵۹	-۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۴۰	-۰/۳۰۲	۰/۵۷	-۰/۳۵۴
وزن صد دانه	۰/۵۴	۰/۲۳	۰/۶۹	-۰/۱۵۷	-۰/۱۲۳	-۰/۰۵۵	-۰/۰۷۰
طول بذر	۰/۸۰	-۰/۰۷۲	۰/۰۶	۰/۲۵	-۰/۲۸۵	۰/۰۳	۰/۰۴
عرض بذر	۰/۵۴	-۰/۲۵۲	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۴۲	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۵
ارتفاع بذر	۰/۷۰	-۰/۱۵۴	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۱۲
عملکرد دانه تک بوته	۰/۳۶	۰/۵۱	۰/۷۰	-۰/۲۸۳	-۰/۰۷	-۰/۰۵۲	-۰/۰۱۳
واریانس نسبی	۱۷/۹۳۸	۱۲/۶۸۶	۱۰/۰۴۲	۸/۵۹۵	۷/۵۴۴	۶/۴۹۶	۶/۰۵۰
واریانس تجمعی	۱۷/۹۳۸	۳۰/۸۲۵	۴۰/۶۶۷	۴۹/۲۶۲	۵۶/۸۰۷	۶۳/۳۰۳	۶۹/۳۵۳

اثرات منفی را از صفات خوابیدگی بوته و خمیدگی غلاف گرفته است. این نتایج با گزارشات امینی (۲) و درگاهی (۵) تا حد زیادی مطابقت دارد. با توجه به این نتایج مشخص شد که در مولفه سوم صفات عملکرد دانه تک بوته و وزن صد دانه در مولفه دوم تعداد بذر در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه و در مولفه اول صفت وزن صد دانه دارای بیشترین اثرات مثبت می‌باشند. لذا باید جهت افزایش عملکرد و اصلاح مستقیم عملکرد به ترتیب به سه مولفه سوم، دوم و اول توجه خاصی شود. همچنین با توجه به ضرایب منفی صفات طول، عرض و ارتفاع بذر در مولفه دوم و صفت بذر در غلاف در مولفه سوم به رابطه معکوس بین اجزای عملکرد پی برد که با نتایج حاصل از تجزیه علیت مطابقت دارد. از طرفی رابطه بین اجزای عملکرد با سایر صفات نیز تاییدی بر نتایج حاصل از همبستگی می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی بانک ژن ملی گیاهی ایران و از محل تامین اعتبار طرح تحقیقاتی مصوب شماره ۸۱۱۶۱-۱۲-۱۰۰ سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی اجرا گردیده است لذا از کلیه مسئولان و کارکنانی که امکانات لازم برای این تحقیق را فراهم نموده‌اند و از نظر علمی راهنمای اینجانب بوده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- ۱- اصغری، ع. ۱۳۷۳؛ بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون لوبیای بانک ژن ملی ایران در رابطه با مناطق جغرافیایی و اقلیمی. پایان نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- امینی، ا. ۱۳۷۷؛ بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی ۵۷۶ رقم لوبیای بانک ژن دانشکده کشاورزی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پایان نامه فوق

اثرات منفی را از صفات خوابیدگی بوته و خمیدگی غلاف گرفته است. این نتایج با گزارشات امینی (۲) و درگاهی (۵) تا حد زیادی مطابقت دارد. با توجه به این نتایج مشخص شد که در مولفه سوم صفات عملکرد دانه تک بوته و وزن صد دانه در مولفه دوم تعداد بذر در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه و در مولفه اول صفت وزن صد دانه دارای بیشترین اثرات مثبت می‌باشند. لذا باید جهت افزایش عملکرد و اصلاح مستقیم عملکرد به ترتیب به سه مولفه سوم، دوم و اول توجه خاصی شود. همچنین با توجه به ضرایب منفی صفات طول، عرض و ارتفاع بذر در مولفه دوم و صفت بذر در غلاف در مولفه سوم به رابطه معکوس بین اجزای عملکرد پی برد که با نتایج حاصل از تجزیه علیت مطابقت دارد. از طرفی رابطه بین اجزای عملکرد با سایر صفات نیز تاییدی بر نتایج حاصل از همبستگی می‌باشد.

تجزیه خوشه‌ای

با توجه به شکل (۲) گروه بندی نمونه‌ها مورد بررسی بر اساس صفات ارزیابی شده در فاصله ۲/۵ اقلیدسی باعث قرارگیری نمونه‌ها در شش گروه مجزا شد. بطوریکه در کلاستر اول ۲۲ نمونه، در کلاستر دوم ۵۲ نمونه، در کلاستر سوم ۴۹ نمونه، در کلاستر چهارم ۱۶ نمونه، در کلاستر پنجم ۳۸ نمونه و در کلاستر ششم تنها یک نمونه قرار گرفت. در گاهی (۵) نمونه‌های لوبیا سفید مورد بررسی را بر اساس اقلیم به سه دسته تفکیک کرد. این تقسیم بندی نشانگر وجود تنوع خوبی در بین نمونه‌ها می‌باشد که می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی و دورگ‌گیری استفاده کرد. با توجه به این

