

بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های لوبیا

فرهاد عزیزی، عبدالمجید رضایی و سیدعلی محمد میرمحمدی میبیدی^۱

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی و ویژگی‌های مورفولوژیک در ۱۲۱ ژنوتیپ لوبیا سفید، قرمز و چیتی، بررسی روابط میان صفات برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و شناخت عوامل پنهانی مؤثر بر روابط داخلی میان صفات از راه تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره، آزمایشی در سال ۱۳۷۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، در چارچوب طرح لاتیس ساده اجرا گردید. برای کلیه صفات مورد بررسی تنوع زیادی میان ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. ضرایب تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگ‌تر بودند. در میان ویژگی‌های بررسی شده، عملکرد بوته، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی و اصلی، طول ساقه‌های فرعی و اصلی، شمار گره در ساقه‌های فرعی و ساقه اصلی، وزن صد دانه و شمار ساقه فرعی به ترتیب دارای ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بزرگی بودند. شمار روز تا رسیدگی کمترین تنوع را داشت. صفات مربوط به ساقه‌های فرعی تنوع بیشتری را نسبت به صفات مشابه در ساقه اصلی نشان دادند. تجزیه عامل‌ها برای کلیه ژنوتیپ‌ها، و به طور جداگانه برای لوبیاهای قرمز، سفید و چیتی، رشد محدود و رشد نامحدود چهار عامل را مشخص نمود، که بیش از ۷۸/۴ درصد از تنوع را توجیه کردند. نتایج تجزیه و تحلیل روی همه ژنوتیپ‌ها نشان داد که عامل اول به طور عمده وابسته به شمار روز تا رسیدگی، طول ساقه‌های اصلی و فرعی و شمار گره در ساقه‌های اصلی و فرعی بود، و عامل رشد رویشی نامیده شد. عوامل دوم و سوم بیشترین وابستگی‌ها را به صفات شمار غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی، شمار دانه در غلاف ساقه‌های اصلی و فرعی و وزن صد دانه داشتند، و عامل‌های اجزای عملکرد نام نهاده شدند. عامل چهارم بیشترین هم‌بستگی را با شمار ساقه فرعی داشت، که به همین نام شناخته شد. عوامل اول و چهارم مرتبط با ویژگی‌های رشد رویشی و میزبان‌های فیزیولوژیک بودند. عوامل دوم و سوم با مقصدهای فیزیولوژیک ارتباط داشتند. بر مبنای نتایج رگرسیون مرحله‌ای، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی مهم‌ترین جزء عملکرد بود، و شمار غلاف در ساقه اصلی، وزن صد دانه و شمار دانه در غلاف در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. شمار غلاف در ساقه‌های فرعی و اصلی بیشترین ارتباط را با عملکرد داشتند.

واژه‌های کلیدی: اجزای متشکله واریانس، رشد محدود و نامحدود، رگرسیون مرحله‌ای، لوبیا چیتی، لوبیا سفید، لوبیا قرمز

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

مواد ژنتیکی گوناگون گیاهی، ذخایر بالقوه‌ای هستند که به عنوان پشتوانه‌ای ارزشمند برای متخصصین اصلاح نباتات محسوب می‌شوند. گرچه بشر خود عاملی برای کاهش تنوع ژنتیکی در بسیاری از گونه‌های گیاهی بوده است، و این کاهش می‌تواند به طور جدی برنامه‌های اصلاحی را محدود سازد، با این وجود متخصصین اصلاح نباتات تلاشی روزافزون و دامنه‌دار برای جمع‌آوری، نگهداری و بررسی این منابع ژنتیکی آغاز نموده‌اند. این منابع محدود و فناپذیر بوده و جمع‌آوری و مطالعه تنوع موجود در آنها از اصول ضروری اصلاح گیاهان زراعی است.

منابع ژنتیکی گیاهی، علاوه بر نقش زیربنایی برای تولید ارقام جدید و گسترش سطح زیر کشت، به عنوان منبعی از ژن‌های مفید برای مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده، و گسترش سازگاری ژنتیکی در برابر تغییرات محیطی حایز اهمیت می‌باشند. فرسایش منابع یاد شده، امنیت غذایی را در جهان با تهدید رو به رو کرده است. بنابراین، نیاز به حفظ و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی، به عنوان محافظی در برابر مشکلات غیر قابل پیش‌بینی در آینده، بر همگان آشکار است. استفاده از ذخایر ژنی در به‌نژادی گیاهان زراعی مستلزم حفاظت، ارزیابی، ثبت و تبادل این مواد است. از این رو، سرمایه‌گذاری برای حفظ و نگهداری نمونه‌ها قابل توجه می‌باشد (۱، ۳، ۵). در بررسی گوناگونی ژنتیکی، از تجزیه و تحلیل‌های یک متغیره و چند متغیره استفاده می‌شود. برای برآورد واریانس‌های ژنتیکی و فنوتیپی، ضرایب گوناگونی ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت پذیری و بازده ژنتیکی، از تجزیه و تحلیل‌های یک متغیره استفاده می‌شود. از تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره، از جمله رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه عامل‌ها، به منظور تفسیر روابط موجود میان صفات و گروه‌بندی آنها بر مبنای این روابط استفاده می‌گردد، تا از این راه مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد و نیز عوامل پنهانی، که موجب پدید آمدن ساختار خاص ماتریس کوواریانس (یا هم بستگی) میان صفات گردیده‌اند، شناسایی شوند (۱۸) و

گروه‌هایی از متغیرها، که بیشترین هم‌بستگی درون‌گروهی را دارند و با دیگر گروه‌ها کمترین هم‌بستگی را نشان می‌دهند، مشخص گردند. به سخن دیگر، برای تشخیص توانایی رابطه داخلی یک مجموعه از متغیرهای مشاهده شده در تشریح چند متغیر پنهانی و غیر قابل مشاهده، از تجزیه عامل‌ها استفاده می‌گردد (۱۸). با این حال، باید توجه داشت که تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس هیچ‌گونه مدل خاص آماری استوار نیست، در صورتی که تجزیه عامل‌ها بر پایه یک مدل نسبتاً ویژه تکیه دارد (۶).

دنيس و آدامز (۱۳) در بررسی صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های رشد محدود و نامحدود لوبیا، از تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران عامل‌ها با روش وریماکس^۱ بهره بردند. تجزیه تمام ژنوتیپ‌ها سه عامل را نمایان ساخت، که به ترتیب ۳۱/۳، ۳۱، و ۱۴/۸ درصد، و جمعاً ۷۷/۱ درصد از کل تنوع را توجیه کردند. وزن دانه، وزن غلاف سبز، 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. این پژوهشگران اظهار داشتند که بار منفی برای برخی صفات با نقش جبرانی، که عموماً میان اجزای عملکرد به وقوع می‌پیوندد، هم‌خوانی دارد (به نقل از ۸). عامل دوم که از نظر اهمیت، معادل و متعامد با عامل اول است، به وسیله صفات تعداد ساقه فرعی در گیاه، تعداد خوشه در هر ساقه فرعی و تعداد کل غلاف در گیاه توصیف گردید، و عامل تعداد در نظر گرفته شد. این صفات به ترتیب اندازه یا وزن و تعداد اندام‌های زایشی، و در واقع مقصد مواد پرورده^۲ و پتانسیل عملکرد را در این ارقام نشان دادند. شمار کل گره در گیاه، شمار میان‌گره‌های بلند و متوسط، و طول میان‌گره‌های بلند در عامل سوم، بار عاملی بزرگی داشتند که موجب شدند تعریف ناقصی از این عامل به عنوان عامل معماری^۳ ارائه شود. این پژوهشگران بیان داشتند که چون شمار کل گره با شمار برگ‌ها هم‌ارز می‌باشد، می‌توان این عامل را از

در تاج پوش^۳ نشوند. البته ایشان یادآور شدند که این تشریح مورفولوژیک به عنوان ویژگی کامل تیپ ایده‌آل در لوبیای زراعی ارائه نشده است.

برامل و همکاران (۱۰)، برای شناسایی ویژگی‌های گیاهی مرتبط با عملکرد دانه در انواع رشد محدود و رشد نامحدود سویا از گروه بندی صفات و تجزیه عامل‌ها استفاده نمودند. اولین گروه از صفات، شامل سیزده صفت رویشی مرتبط با تولید خالص (ویژگی‌های ساختمانی فراورده‌ای) در هر دو نوع عادت رشدی مشابه بود. گروه دوم در هر دو نوع عادت رشدی متفاوت بود، و برای ساده سازی تفاوت‌ها، این گروه به دو زیر گروه مرتبط با ویژگی‌های زایشی تفکیک شد. گروه سوم در ژنوتیپ‌های هر دو نوع عادت رشدی یکسان بود. آنها دریافتند که عادات رشدی مختلف در گروه بندی صفات تأثیر زیادی ندارند.

بارتوال و همکاران (۹) در بررسی تنوع ۱۲۵ لاین سویا، از نظر ۲۵ صفت مختلف، از تجزیه عامل‌ها استفاده نمودند. عامل اول نشان داد که عملکرد با صفات مربوط به دوره رشد و ساختار ظاهری گیاه ارتباط مثبت دارد. عامل دوم شامل خوابیدگی و دیگر صفات منعکس کننده ارتفاع گیاه، و وجود بیماری بود. عامل سوم اساساً با ترکیبات شیمیایی دانه، و نیز عملکرد دانه مرتبط بود. در این آزمایش، عامل اول ۳۴ درصد تنوع، یعنی سه برابر مقدار تنوع توجیه شده توسط عامل دوم (۱۰/۴)، و بیش از چهار برابر مقدار تنوع توجیه شده توسط عامل سوم (۷/۴ درصد) را توجیه کرد.

پولیگانو و ژولی (۲۱) در بررسی ۱۵ جمعیت باقلا، از نظر ۱۰ ویژگی مورفولوژیک و کمی، از تجزیه عامل‌ها به منظور بررسی ساختار کوواریانس صفات در جمعیت‌ها استفاده کردند، و چهار عامل را معرفی نمودند که هر کدام صفت و ویژگی خاصی را تحت تأثیر قرار می‌دادند. آنها هم‌چنین از تجزیه متغیرهای متعارف استفاده نمودند و از راه رسم نمودار پراکنش متغیرهای متعارف، جوامع را به پنج گروه عمده دسته‌بندی کردند.

نظر فیزیولوژیک، عامل مبدأ در نظر گرفت.

آکواه و همکاران (۷) در روش انتخاب دوره‌ای فنوتیپی در لوبیا، از تجزیه عامل‌ها برای استنتاج عامل‌ها بر مبنای صفات اندازه‌گیری شده و ارائه تفسیرهای بیولوژیک برای آنها، و هم‌چنین شناسایی صفات خاص مرتبط با ساختار ظاهری گیاه و اندازه دانه استفاده نمودند. در نتیجه این تجزیه، پنج عامل اول ۷۰ درصد تنوع را توجیه کردند. عامل اول یک عامل طولی بود و با صفات مرتبط با ارتفاع، مانند طول میان‌گره و طول ساقه اصلی هم‌بستگی داشت. عامل دوم یک عامل ساختمانی نام گرفت، و به صفات مرتبط با ساختار ظاهری گیاه وابستگی داشت. این عامل به دو بخش تفکیک شد: عامل بنیه شامل قطر و طول محور زیر لپه^۱؛ و عامل پروفیل^۲ یا نیم رخ، شامل زاویه و شمار ساقه فرعی. عامل سوم یک عامل وابسته به صفات زایشی بود، که با تعداد واحد یا اجزای زایشی، شامل صفات مکان غلاف و گره ارتباط داشت. ایشان برای عامل‌های چهارم و پنجم تفسیر خاصی ارائه نمودند.

در پژوهش دنیس و آدامز (۱۳)، تجزیه عامل‌ها برای ژنوتیپ‌های رشد محدود، چهار عامل را با توجیه ۸۶/۰۳ درصد از تنوع کل نمایان ساخت. سه عامل اول به ترتیب به عنوان عامل‌های وزن یا اندازه، تعداد و معماری تعریف شدند، ولی برای عامل چهارم تعریف مناسبی ارائه نشد. تجزیه عامل‌ها برای ژنوتیپ‌های رشد نامحدود، پنج عامل را با توجیه ۸۲/۰۳ درصد از تنوع معرفی نمود. عامل‌های اول و دوم به ترتیب تعریفی مشابه عوامل دوم و اول در بررسی انواع رشد محدود داشتند. عامل سوم در این ژنوتیپ‌ها همانند عامل سوم در انواع رشد محدود عامل معماری نام گرفت، و عامل‌های چهارم و پنجم مشترکاً از نظر بار عامل‌ها با عامل چهارم در ژنوتیپ‌های رشد محدود مشابه بودند. آنها پیشنهاد کردند که تولید ارقام پرمحصول لوبیا باید بر پایه گزینش گیاهان نسبتاً بزرگ با شمار گره و برگ زیاد انجام شود، و آرایش ظاهری ساختارهای زایشی به گونه‌ای باشد که مانع رسیدن نور یکسان

عمود بر هم، تسطیح زمین و تهیه جوی و پشته به فاصله ۶۰ سانتی متر بود. پیش از کاشت، به منظور تأمین مواد غذایی گیاه، برابر ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار نترات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به خاک افزوده شد. حدود ۱۰ روز قبل از کاشت، به منظور مبارزه با علف‌های هرز، از علف کش گراماکسون^۲ به میزان چهار لیتر در هکتار استفاده گردید. کاشت به صورت هیرم کاری و در تاریخ ۷ خرداد انجام شد.

آزمایش در چارچوب طرح لاتیس ۱۱×۱۱ با دو بار تکرار اجرا گردید. هر کرت شامل سه ردیف به طول دو متر و فواصل ردیف ۶۰ سانتی متر بود. بذور به فاصله ۱۰ سانتی متر از یکدیگر روی ردیف‌ها کشت شدند. برای دست‌یابی به تراکم مورد نظر، در هر محل سه تا چهار بذر در عمق حدود چهار سانتی متری کاشته شد، سپس در مرحله چهار برگی اقدام به حذف بوته‌های اضافی گردید. اولین آبیاری دو روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر ۷-۱۰ روز یک بار صورت پذیرفت. معادل صد کیلوگرم در هکتار اوره به صورت سرک در مرحله پیش از گل‌دهی میان ردیف‌ها پخش شد و بی درنگ آبیاری گردید. وجین علف‌های هرز در مواقع لازم در طی دوره رشد و به طور دستی انجام شد. مبارزه با آفات در دو مرحله قبل از گل‌دهی، از طریق سم پاشی با سم اکامت^۳ و آزینفوس متیل^۴ به نسبت‌های ۲ و ۱/۵ در هزار صورت پذیرفت.

ویژگی‌های مورد بررسی در ده بوته تصادفی غیر حاشیه‌ای اندازه‌گیری شد، و از میانگین آنها در محاسبات آماری استفاده گردید. این صفات عبارت بودند از: رشد رأس ساقه بر پایه دو گروه فنوتیپی رشد محدود و رشد نامحدود، شمار روز تا رسیدگی بر مبنای شمار روز از کاشت تا هنگامی که ۹۵ درصد غلاف‌ها رسیده و به رنگ قهوه‌ای یا قهوه‌ای روشن درآمدند (۱۶)، طول ساقه اصلی و میانگین طول ساقه‌های فرعی بر حسب سانتی متر، شمار ساقه فرعی، شمار گره و

با توجه به مطالب یاد شده، این پژوهش به منظور بررسی گوناگونی ژنتیکی در ۱۲۱ ژنوتیپ لوبیا، با بهره‌گیری از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره طراحی گردید، که مهم‌ترین اهداف آن در موارد ذیل خلاصه می‌گردد:

۱. برآورد گوناگونی ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی، تعیین سهم هر صفت از گوناگونی کل و شناخت عوامل مؤثر در گوناگونی.
۲. برآورد اجزای عملکرد، تعیین ارتباط میان اجزای عملکرد، شناخت ارتباط میان اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک معین، و شناسایی صفاتی که برای اصلاح عملکرد باید مستقیماً مورد گزینش قرار گیرند.
۳. شناسایی عوامل پنهانی برای تشخیص روابط داخلی میان صفات مورفولوژیک.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۷۶ به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ویژگی‌های مورفولوژیک ژنوتیپ‌های لوبیا، از راه تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره، در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در منطقه لورک نجف آباد انجام پذیرفت. این منطقه در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی واقع است.

مواد مورد بررسی شامل ۱۲۱ ژنوتیپ لوبیا بود، که از بخش حبوبات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و مرکز تحقیقات حبوبات در خمین تهیه گردید. از این تعداد ۱۱ نمونه ارقام اصلاح شده ایرانی و دو نمونه مربوط به ترکیه است، و بقیه متعلق به مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی مناطق حاره^۱ واقع در کلمبیا می‌باشند. در این مجموعه ۵۴ نمونه لوبیا سفید، ۳۹ نمونه لوبیا قرمز، و ۲۸ نمونه لوبیا چیتی وجود دارد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم پاییزه، دو بار دیسک

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

2. 1,1-dimethyl-4,4'-bipyridinium ion

3. O-(6-ethoxy-2-ethyl-4-primidinyl-O,O-dimethyl) phosphorothioate

4. O,O-dimethyl S-[(4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4H)-yl)-methyl] phosphorodithioate

ژنوتیپ‌ها از نظر ویژگی‌های مختلف تنوع زیادی موجود است. دامنه تغییرات زیاد، این مطلب را برای کلیه صفات تأیید می‌کند. ضرایب تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگ‌تر بودند. چائوبی و ریچهاریا (۱۱) در برنج، اهدایی و وینز (۱۴) در گندم نان و ساکسنا و همکاران (۲۲) در ارزن نشان دادند که عموماً ضرایب تنوع فنوتیپی بزرگ‌تر از ضرایب تنوع ژنتیکی هستند. در همین حال، در بسیاری از موارد اختلاف کمی بین این ضرایب مشاهده می‌شود، که بیانگر اثر کم عوامل محیطی در برآورد آنها می‌باشد.

در میان صفات مورد بررسی، عملکرد بوته با میانگین کل $23/8$ گرم بیشترین ضریب تنوع را داشت، و از $4/56$ تا $48/36$ گرم متغیر بود. شمار غلاف در ساقه‌های فرعی و ساقه اصلی، و طول ساقه‌های فرعی و ساقه اصلی در درجات بعدی قرار داشتند. در میان صفات مورد مطالعه، روز تا رسیدگی با میانگین کل $109/5$ روز کمترین ضریب تنوع را داشت، و دامنه تغییرات آن از 86 تا 125 روز گسترش داشت. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تنوع صفات ساقه اصلی نسبت به صفات مشابه در ساقه‌های فرعی به مقدار بسیار اندکی کمتر است. ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بزرگ برای عملکرد، شمار غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی، طول ساقه‌های اصلی و فرعی، شمار گره در ساقه‌های اصلی و فرعی و وزن صد دانه نشان داد که این صفات نقش تعیین‌کننده‌ای در گوناگونی ژنتیکی و فنوتیپی دارند. لوپز و همکاران (۱۹) در سویا نشان دادند که عملکرد، و پس از آن ارتفاع، بیشترین تنوع را در میان صفات مورد بررسی دارا می‌باشند. پنتالون و همکاران (۲۰) نیز برای عملکرد دانه حداکثر تنوع، و برای وزن صد دانه تنوع متوسطی را گزارش نمودند. جلال (۱۷) نیز اظهار داشت که عملکرد، شمار غلاف در بوته و شمار ساقه‌های فرعی در سویا، جزو متنوع‌ترین صفات می‌باشند. امپینگ و همکاران (۱۵) ضرایب تنوع ژنتیکی نسبتاً بزرگی را برای شمار غلاف در بوته در میان صفات مورد بررسی گزارش نمودند. نارتاجان و تیاگاراچان (به

غلاف در ساقه اصلی و ساقه‌های فرعی، شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی و ساقه‌های فرعی بر اساس نسبت شمار دانه در هر ساقه بر شمار غلاف آن، وزن صد دانه خشک و عملکرد دانه هر بوته با رطوبت ۱۴ درصد.

صفات اندازه‌گیری شده مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند، و مزیت نسبی طرح لاتیس ساده نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات بررسی گردید، تا چنانچه این سودمندی برای برخی صفات کم باشد، تجزیه واریانس بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار انجام گیرد. اجزای متشکله واریانس^۱ و ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی تعیین گردید. ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی و فنوتیپی میان صفات محاسبه شد. از رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین صفاتی که بیشترین میزان از تنوع عملکرد دانه را توجیه می‌کنند استفاده به عمل آمد. برای شناسایی عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد، و هم‌چنین گروه بندی صفات، از تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی روی مجموعه‌های مختلف از ۱۲۱ ژنوتیپ لویا استفاده گردید، و عوامل به دست آمده با روش وریماکس دوران داده شد (۱۸). تعداد عامل‌ها با توجه به توجیه منطقی و شمار ریشه‌های مشخصه بزرگ‌تر از یک استخراج و تفسیر گردید.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل‌های یک متغیره

مزیت نسبی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده کم بود. بنابراین، بر آورد واریانس‌ها و امیدهای ریاضی از راه تجزیه واریانس و امیدهای ریاضی طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت پذیرفت. ضرایب تنوع، دامنه‌های تغییرات، میانگین، برآورد اجزای واریانس و ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای ۱۲ ویژگی مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف میان ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. پس نتیجه‌گیری می‌شود که میان

ساقه‌های اصلی و فرعی و عملکرد بود، و در ژنوتیپ‌های لوییا سفید و چیتی، افزون بر این صفات، وزن صد دانه را نیز شامل می‌شد. بنابراین، در این مجموعه‌ها این عامل را می‌توان عامل درجه اول عملکرد در نظر گرفت. عامل سوم در همه مجموعه‌های ژنوتیپ‌های مورد بررسی، بجز مجموعه ژنوتیپ‌های رشد محدود، شامل شمار دانه در غلاف ساقه‌های اصلی و فرعی بود، و در مجموعه تمامی ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های لوییا قرمز و رشد نامحدود، شامل بار عاملی بزرگ برای وزن صد دانه نیز گردید. بنابراین، این عامل را می‌توان عامل درجه دوم عملکرد نام نهاد. در مجموعه ژنوتیپ‌های رشد محدود، موقعیت عامل‌های دوم و سوم جا به جا گردید. جا به جا شدن عامل‌ها در تیپ‌های رشد محدود و رشد نامحدود، در پژوهش‌های دیگری نیز نشان داده شده است (۱۳ و ۱۰). عامل چهارم در کلیه مجموعه‌ها شامل تعداد ساقه فرعی بود، که می‌توان آن را عامل تعداد ساقه فرعی در نظر گرفت.

عامل‌های اول و چهارم را می‌توان به عنوان عامل‌های رشد رویشی و یا عامل‌های مبدأ فیزیولوژیک در نظر گرفت، زیرا با افزایش شمار و طول ساقه فرعی و شمار گره آن، شمار برگ، و به عبارتی شمار واحدهای فتوسنتز کننده افزایش می‌یابد، زیرا شمار گره معادل با شمار برگ‌هاست (۱۳). عامل‌های دوم و سوم را نیز می‌توان به عنوان عامل عملکرد، و یا عامل مقصد فیزیولوژیک تلقی نمود، زیرا با افزایش شمار غلاف و دانه، و وزن دانه، امکان ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتری فراهم می‌شود. در این تجزیه، هم‌چنین مشخص گردید که شمار غلاف مهم‌ترین جزء عملکرد است، و همواره با عملکرد رابطه مثبتی را نشان می‌دهد. نظیر این هم‌بستگی، میان عملکرد با شمار دانه در غلاف و وزن صد دانه وجود داشت. از سویی، رابطه شمار دانه در غلاف و وزن صد دانه منفی بود، که با توجه به رابطه جبرانی میان اجزای عملکرد قابل توجیه است (۸).

تفسیر فیزیولوژیک عوامل، به گونه‌ای چشم‌گیر به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفات اندازه‌گیری شده بستگی دارد. تجزیه عامل‌ها تنها الگویی از ساختار داخلی ماتریس

نقل از ۲) نیز با پژوهش در ماش نشان دادند که عملکرد، شمار دانه در غلاف و ارتفاع، بیشترین تنوع ژنتیکی را دارند.

تجزیه عامل‌ها

نتایج تجزیه عامل‌ها برای کلیه ژنوتیپ‌های لوییا، شامل بارهای عاملی دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، و نسبت تجمعی آن و ریشه‌های مشخصه در جداول ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است. چهار عامل اول مجموعاً ۷۹/۱ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. در عامل اول، ویژگی‌های روز تا رسیدگی، طول ساقه اصلی، طول ساقه‌های فرعی، شمار گره در ساقه‌های اصلی و فرعی دارای بارهای عاملی بزرگ و مثبتی بودند. بنابراین، می‌توان آن را عامل رشد رویشی نام نهاد. در عامل دوم، صفات شمار غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی و عملکرد دارای بارهای عاملی بزرگ و مثبتی بودند، و در نتیجه می‌توان آن را تحت عنوان عامل درجه اول عملکرد نام نهاد. عامل سوم نیز دارای بارهای عاملی بزرگ و مثبت برای شمار دانه در غلاف ساقه‌های اصلی و فرعی و بار عاملی بزرگ و منفی برای وزن صد دانه بود، و به طور مجدد روابط منفی میان شمار دانه در غلاف ساقه اصلی و ساقه‌های فرعی را با وزن صد دانه نمایان نمود. این عامل را می‌توان عامل درجه دوم عملکرد تلقی کرد. در عامل چهارم، تنها بار عاملی بزرگ و مثبت متعلق به شمار ساقه فرعی بود، و به همین دلیل عامل تعداد ساقه فرعی نامیده شد. به طور کلی، می‌توان عوامل اول و چهارم را در ارتباط با رشد رویشی و عوامل دوم و سوم را مرتبط با عملکرد دانست.

در تجزیه عامل‌ها، برای مجموعه‌های متفاوت از ژنوتیپ‌ها، عامل اول در همه مجموعه‌ها شامل صفات روز تا رسیدگی، طول ساقه‌های اصلی و فرعی و شمار گره در ساقه‌های اصلی و فرعی بود. بنابراین، در تمام مجموعه‌های ژنوتیپ‌های مورد بررسی عامل رشد رویشی نامیده شد. عامل دوم در بررسی تمام ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های لوییا سفید، قرمز، چیتی و ژنوتیپ‌های رشد نامحدود، شامل شمار غلاف در

جدول ۲. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ۱۲۱ ژنوتیپ لوبیا

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۰۵۴۸	-۰/۱۰۹۹	-۰/۱۴۱۴	۰/۷۷۲۱	روز تا رسیدگی
-۰/۲۸۴۴	۰/۰۹۶۲	-۰/۱۰۳۳	۰/۸۴۳۴	طول ساقه اصلی
۰/۱۰۵۲	۰/۰۵۷۱	-۰/۰۲۹۱	۰/۹۲۱۰	طول ساقه‌های فرعی
۰/۹۷۱۳	-۰/۰۰۷۷	۰/۱۰۸۶	-۰/۰۲۰۴	شمار ساقه‌های فرعی
-۰/۰۲۵۴	۰/۰۳۹۲	۰/۲۰۳۶	۰/۷۷۷۴	شمار گره در ساقه اصلی
۰/۱۰۹۱	۰/۰۵۶۶	۰/۰۴۵۱	۰/۸۷۵۶	شمار گره در ساقه‌های فرعی
-۰/۱۶۹۰	۰/۰۹۹۶	۰/۸۴۶۴	۰/۰۸۰۸	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۲۵۶۲	۰/۱۰۳۶	۰/۸۲۵۱	-۰/۱۰۹۸	شمار غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۰۸۱۷	۰/۹۰۰۲	۰/۳۱۷۰	۰/۰۱۱۰	شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی
۰/۰۴۶۷	۰/۸۸۷۴	۰/۲۹۹۹	-۰/۰۰۸۷	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۰۹۹۲	-۰/۷۱۲۴	۰/۱۴۰۵	-۰/۰۷۲۲	وزن صد دانه (گرم)
۰/۱۳۰۶	۰/۱۴۵۲	۰/۹۴۲۹	۰/۰۰۷۲	عملکرد بوته (گرم)
۰/۰۹۸۴	۰/۱۸۱۴	۰/۲۱۰۳	۰/۲۹۵۹	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۷۹۱۰	۰/۶۹۲۶	۰/۵۱۱۲	۰/۲۹۵۹	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۱۸۰۹	۲/۱۷۶۵	۲/۵۸۳۱	۳/۵۵۱۱	ریشه مشخصه

جدول ۳. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ژنوتیپ‌های لوبیا سفید

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۴۱۵۵	-۰/۱۴۱۴	-۰/۱۶۷۲	۰/۶۸۳۸	روز تا رسیدگی
-۰/۲۵۹۷	۰/۰۴۳۶	-۰/۳۰۵۳	۰/۷۵۱۳	طول ساقه اصلی
۰/۰۷۶۷	-۰/۰۲۵۴	-۰/۰۹۴۵	۰/۹۲۸۲	طول ساقه‌های فرعی
۰/۹۱۴۹	-۰/۰۶۱۹	۰/۰۹۳۹	۰/۰۲۲۲	شمار ساقه‌های فرعی
-۰/۰۲۰۸	۰/۱۸۰۱	۰/۱۱۹۷	۰/۷۵۴۴	شمار گره در ساقه اصلی
۰/۳۴۹۶	۰/۰۵۶۵	-۰/۳۰۹۲	۰/۷۵۲۸	شمار گره در ساقه‌های فرعی
-۰/۰۱۶۰	۰/۱۳۷۴	۰/۷۸۳۳	-۰/۰۳۲۹	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۵۱۰۳	۰/۲۹۲۴	۰/۶۰۴۰	-۰/۳۰۵۵	شمار غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۰۴۹۷	۰/۹۷۲۴	۰/۰۷۶۶	۰/۰۹۵۱	شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی
۰/۰۵۰۵	۰/۹۵۶۰	۰/۱۱۰۶	۰/۰۳۵۶	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۰۳۱۴	-۰/۱۸۰۶	۰/۷۱۳۸	-۰/۱۵۶۰	وزن صد دانه (گرم)
۰/۲۳۷۸	۰/۴۱۵۵	۰/۸۴۶۲	-۰/۱۱۷۱	عملکرد بوته (گرم)
۰/۱۲۷۳	۰/۱۸۵۹	۰/۲۰۵۹	۰/۲۶۴۴	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۷۸۳۶	۰/۶۵۶۲	۰/۴۷۰۳	۰/۲۶۴۴	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۵۲۸۸	۲/۲۳۱۰	۲/۴۷۰۶	۳/۱۷۲۷	ریشه مشخصه

جدول ۴. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ژنوتیپ‌های لوییا قرمز

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
۰/۱۳۰۰	-۰/۰۸۸۰	۰/۰۶۶۸	۰/۷۸۶۷	روز تا رسیدگی
-۰/۲۴۳۳	-۰/۰۳۲۵	۰/۰۳۳۹	۰/۹۲۸۱	طول ساقه اصلی
۰/۱۵۸۲	-۰/۱۰۵۰	-۰/۰۳۲۹	۰/۹۱۴۸	طول ساقه‌های فرعی
۰/۹۰۷۳	۰/۲۱۸۰	۰/۰۹۹۸	۰/۰۰۱۳	شمار ساقه‌های فرعی
-۰/۰۸۶۶	۰/۱۳۷۸	۰/۲۶۸۵	۰/۸۰۲۶	شمار گره در ساقه اصلی
-۰/۰۵۳۵	۰/۰۰۷۵	۰/۲۷۳۲	۰/۸۹۹۲	شمار گره در ساقه‌های فرعی
-۰/۰۵۱۳	۰/۱۹۹۳	۰/۸۹۸۸	۰/۱۸۶۷	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۰۳۷۶	۰/۲۰۲۵	۰/۸۴۳۳	۰/۱۰۴۶	شمار غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۳۵۳۲	۰/۸۶۳۹	۰/۲۳۸۴	-۰/۰۹۱۱	شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی
۰/۳۶۵۴	۰/۸۳۶۱	۰/۲۲۰۰	-۰/۰۹۸۸	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۱۷۹۳	-۰/۸۴۵۸	-۰/۲۳۴۴	-۰/۰۵۴۱	وزن صد دانه (گرم)
۰/۲۲۸۹	۰/۲۱۸۰	۰/۸۹۶۶	۰/۱۴۱۸	عملکرد بوته (گرم)
۰/۱۰۶۸	۰/۱۹۸۶	۰/۲۲۰۵	۰/۳۲۱۴	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۸۴۷۳	۰/۷۴۰۵	۰/۵۴۱۹	۰/۳۲۱۴	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۲۸۱۵	۲/۳۸۳۳	۲/۶۴۶۴	۳/۸۵۶۶	ریشه مشخصه

جدول ۵. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ژنوتیپ‌های لوییا چیتی

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۰۰۱۹	۰/۲۳۷۱	-۰/۰۸۵۰	۰/۸۵۲۷	روز تا رسیدگی
-۰/۳۶۹۵	۰/۰۳۷۶	۰/۱۲۴۳	۰/۸۴۸۱	طول ساقه اصلی
۰/۰۱۷۸	۰/۱۳۵۵	۰/۰۷۱۴	۰/۹۴۷۳	طول ساقه‌های فرعی
۰/۹۲۶۱	-۰/۰۰۹۵	۰/۰۵۷۸	-۰/۰۴۵۸	شمار ساقه‌های فرعی
۰/۰۰۹۵	۰/۰۶۹۷	۰/۳۲۱۰	۰/۸۲۱۱	شمار گره در ساقه اصلی
۰/۰۱۷۶	۰/۲۲۱۹	-۰/۰۴۳۸	۰/۸۹۵۷	شمار گره در ساقه‌های فرعی
۰/۰۴۵۵	-۰/۰۷۰۹	۰/۷۲۵۵	۰/۰۹۶۱	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۵۴۵۰	۰/۱۰۰۰	۰/۷۳۴۵	-۰/۰۹۲۴	شمار غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۰۳۱۵	۰/۹۶۰۷	۰/۰۶۵۶	۰/۲۲۵۷	شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی
-۰/۰۰۰۱	۰/۹۶۱۷	-۰/۰۳۱۷	۰/۲۳۴۲	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
-۰/۴۰۸۷	-۰/۱۶۵۵	۰/۶۵۷۸	۰/۱۰۸۰	وزن صد دانه (گرم)
۰/۱۰۴۲	۰/۵۱۱۹	۰/۸۲۴۷	۰/۱۱۱۳	عملکرد بوته (گرم)
۰/۱۲۲۷	۰/۱۹۰۳	۰/۱۹۳۳	۰/۳۳۰۸	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۸۳۷۱	۰/۷۱۴۳	۰/۵۲۴۱	۰/۳۳۰۸	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۴۷۲۹	۲/۲۸۲۳	۲/۳۲۰۲	۳/۹۷۰۰	ریشه مشخصه

جدول ۶. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ژنوتیپ‌های رشد محدود

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۱۷۶۲	۰/۰۳۲۹	۰/۰۹۲۳	۰/۸۰۸۹	روز تا رسیدگی
-۰/۰۰۵۸	۰/۰۱۴۰	۰/۱۱۴۱	۰/۸۷۳۲	طول ساقه اصلی
۰/۱۳۹۰	۰/۰۵۷۷	۰/۰۵۷۰	۰/۹۱۳۷	طول ساقه‌های فرعی
۰/۸۷۴۶	۰/۱۲۵۹	-۰/۲۷۰۸	۰/۰۷۰۰	شمار ساقه‌های فرعی
۰/۰۲۱۴	۰/۳۲۱۸	۰/۰۶۰۷	۰/۷۸۳۳	شمار گره در ساقه اصلی
۰/۱۴۸۴	-۰/۰۳۱۶	۰/۲۲۲۲	۰/۸۵۳۹	شمار گره در ساقه‌های فرعی
۰/۱۱۷۹	۰/۷۳۴۴	۰/۰۲۵۴	۰/۳۳۳۹	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۶۱۰۹	۰/۶۸۲۷	۰/۲۰۴۱	-۰/۰۸۷۰	شمار غلاف در ساقه‌های فرعی
-۰/۱۰۵۰	۰/۲۲۹۸	۰/۹۱۲۱	۰/۱۴۹۷	شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی
-۰/۱۶۸۵	۰/۲۰۰۴	۰/۹۳۶۳	۰/۱۳۶۰	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
-۰/۳۱۰۲	۰/۴۵۵۸	-۰/۵۲۸۶	-۰/۴۱۳۳	وزن صد دانه (گرم)
۰/۰۴۵۷	۰/۹۲۷۶	۰/۲۹۴۲	۰/۰۲۹۲	عملکرد بوته (گرم)
۰/۱۱۳۶	۰/۱۹۱۰	۰/۱۹۲۱	۰/۳۲۷۶	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۸۲۴۳	۰/۷۱۰۷	۰/۵۱۹۷	۰/۳۲۷۶	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۳۶۲۶	۲/۲۹۱۶	۲/۳۰۴۸	۳/۹۳۰۷	ریشه مشخصه

جدول ۷. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ژنوتیپ‌های رشد نامحدود

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۰۰۸۰	-۰/۲۱۴۳	-۰/۱۸۸۷	۰/۷۱۸۹	روز تا رسیدگی
-۰/۳۱۰۴	-۰/۰۰۳۶	-۰/۱۸۹۸	۰/۸۱۱۴	طول ساقه اصلی
۰/۱۷۹۷	-۰/۰۶۲۵	-۰/۰۹۷۳	۰/۸۹۱۷	طول ساقه‌های فرعی
۰/۹۲۲۶	۰/۱۱۳۸	۰/۱۲۸۶	۰/۱۰۳۲	شمار ساقه‌های فرعی
-۰/۰۰۶۷	۰/۰۳۳۸	۰/۱۷۲۷	۰/۷۷۱۹	شمار گره در ساقه اصلی
۰/۱۷۳۱	-۰/۰۷۹۸	۰/۰۲۸۴	۰/۸۳۷۶	شمار گره در ساقه‌های فرعی
-۰/۲۲۰۴	۰/۱۵۷۹	۰/۸۷۱۱	۰/۰۵۸۱	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۲۳۷۱	۰/۰۶۱۸	۰/۸۲۷۲	-۰/۱۸۶۷	شمار غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۲۳۶۴	۰/۸۸۰۶	۰/۲۸۳۷	-۰/۰۷۸۵	شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی
۰/۲۳۳۱	۰/۸۵۳۹	۰/۲۶۳۶	-۰/۱۱۲۱	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
۰/۲۱۸۰	-۰/۷۲۳۹	۰/۱۱۳۴	۰/۰۵۵۸	وزن صد دانه (گرم)
۰/۲۳۵۶	۰/۱۱۶۶	۰/۹۲۸۱	-۰/۰۳۵۲	عملکرد بوته (گرم)
۰/۱۱۰۷	۰/۱۷۸۴	۰/۲۱۶۳	۰/۲۷۸۳	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۸۸۳۷	۰/۶۷۳۰	۰/۴۹۴۶	۰/۲۷۸۳	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۳۲۸۰	۲/۱۴۱۳	۲/۵۹۵۵	۳/۳۳۹۷	ریشه مشخصه

روابط میان صفات

نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای در جدول ۸ نشان داده شده است. همان گونه که دیده می‌شود، برای کلیه ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، قرمز، چیتی و ژنوتیپ‌های رشد نامحدود، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی (ساقه اصلی برای ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی و قرمز) بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد را تبیین می‌کند، و پس از آن به ترتیب شمار غلاف در ساقه اصلی (ساقه‌های فرعی برای ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی و قرمز)، وزن صد دانه، و شمار دانه در غلاف ساقه‌های فرعی وارد مدل می‌گردند. در مجموعه ژنوتیپ‌های رشد محدود، اولین متغیر وارد شده به مدل شمار غلاف در ساقه‌های فرعی بود، که ۴۹/۱۱ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. در مراحل بعدی، متغیرهای شمار دانه در غلاف ساقه‌های فرعی، وزن صد دانه، شمار غلاف در ساقه اصلی، طول ساقه اصلی و شمار گره در ساقه اصلی به ترتیب وارد مدل شدند، و مجموعاً ۹۴/۲۵ درصد از تغییرات عملکرد این ژنوتیپ‌ها را تبیین نمودند.

همان طوری که ملاحظه می‌شود، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی اولین متغیر وارد شده به کلیه مدل‌های عملکرد، بجز مدل ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز بود، که برای این ژنوتیپ‌ها، شمار غلاف در ساقه اصلی در مرحله اول وارد مدل گردید. بنابراین، می‌توان دریافت که در ژنوتیپ‌های مورد بررسی، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی در گزینش برای عملکرد زیاد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، و شمار غلاف در ساقه اصلی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. درشتی دانه، صفتی بود که از نظر اهمیت در مرحله بعدی قرار داشت. این ویژگی توسط شمار دانه در غلاف و وزن صد دانه تعیین می‌شود. در نیمی از مدل‌ها شمار دانه در غلاف، و در بقیه وزن صد دانه در مرحله زودتری وارد مدل شدند. به علت هم‌بستگی بسیار شدید شمار دانه در غلاف ساقه اصلی و شمار دانه در غلاف ساقه‌های فرعی، همیشه یکی از آن دو، و آن هم شمار دانه در غلاف ساقه‌های فرعی وارد مدل گردید، که علت آن اهمیت بیشتر این صفت می‌باشد. بیشتر

هم‌بستگی (یا کواریانس) میان صفات را ارائه می‌دهد. بنابراین، در صورت اعتبار عوامل بالا، که به مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک ربط داده شدند، می‌توان نتیجه گرفت که برای تولید لوبیای با عملکرد زیاد باید توازنی خاص میان مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک به وجود آید. بدین ترتیب که گیاهان با رشد رویشی خیلی کم نمی‌توانند مواد فتوسنتزی کافی تولید کنند، و گیاهان با رشد رویشی بسیار زیاد نیز این مواد را به مصرف بافت‌های ساختمانی می‌رسانند. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که حد متعادلی از رشد رویشی می‌تواند عملکرد بیشتری را نسبت به دو حالت قبل فراهم سازد. این دریافت با نتایج حاصل از گروه‌بندی و تجزیه متغیرهای متعارف هماهنگی دارد. دیده شد که حداکثر عملکرد مربوط به گروهی از ژنوتیپ‌ها بود که رشد رویشی متوسطی داشتند. بدین ترتیب، می‌توان در گزینش گیاهان مطلوب اولویت را به عامل‌های دوم و سوم داد، و نمی‌توان فقط به رشد رویشی تنها توجه کرد. البته بایستی توجه داشت که ویژگی‌هایی که در این تجزیه در نظر گرفته شد، با صفاتی که در آنالیزهای رشد و آزمایش‌های فیزیولوژیک اندازه‌گیری می‌شوند، یکسان نیستند، و بر مبنای این اطلاعات نمی‌توان تصویر درستی از تیپ ایده‌آل لوبیا به دست آورد.

نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها، به صفات، ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شرایط محیطی بستگی دارد (۲۳). بنابراین، اطلاعات به دست آمده از این تجزیه برای شرایط انجام بررسی به طور خاص، و برای شرایط دیگر به طور عام صادق است. همان گونه که ملاحظه شد، از تجزیه عامل‌ها برای کاهش شمار متغیرها به تعدادی عامل پنهانی، شناسایی اجزای اصلی عملکرد، گروه‌بندی صفات بر پایه روابط داخلی میان آنها، و بررسی گوناگونی ژنتیکی استفاده می‌گردد. بنابراین، تجزیه عامل‌ها می‌تواند مکمل تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، و نیز مکمل تجزیه ضرایب مسیر بوده و اطلاعات اضافی را نیز در اختیار قرار دهد.

لوبیا (۴ و ۱۲) نیز شمار غلاف در بوته مهم‌ترین ویژگی مرتبط با عملکرد بود، و شمار دانه در غلاف و وزن صد دانه در مراتب بعدی اهمیت قرار داشتند.

تجزیه رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه عامل‌ها به عنوان روش‌های مکمل یکدیگر استفاده می‌گردند (۱۰ و ۲۴). مثلاً در تجزیه عامل‌ها، نشان داده شد که شمار غلاف در گیاه بیشترین هم‌بستگی را با عملکرد دارد. افزایش آن بیش از هر صفت دیگری موجب افزایش عملکرد می‌شود، و با متغیر عملکرد در یک عامل گروه بندی شد. همچنین، وزن صد دانه و شمار دانه در غلاف، که مرتبط با درشتی دانه می‌باشد، در درجه دوم اهمیت بودند، و عموماً در عامل درجه دوم عملکرد گروه‌بندی شدند. بنابراین، می‌توان دریافت که تجزیه عامل‌ها اطلاعات تکمیلی بر تجزیه رگرسیون مرحله‌ای ارائه می‌دهد، و کاربرد این دو روش با یکدیگر اطلاعات مفیدی را فراهم خواهد آورد.

متغیرهایی که مرتبط با رشد طولی بودند در مرحله آخر به مدل وارد شدند. معمولاً ضرایب آنها معنی‌دار نبود، یا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید. بنابراین، در گزینش برای عملکرد زیاد، توجه به شمار غلاف، به ویژه شمار غلاف در ساقه‌های فرعی، و سپس درشتی دانه حایز اهمیت است.

چون میان وزن صد دانه و شمار دانه در غلاف یک ارتباط منفی وجود دارد، و افزایش یکی موجب کاهش دیگری می‌شود، برای اصلاح به منظور افزایش عملکرد، بایستی گونه‌ای شاخص گزینش مد نظر قرار گیرد. این مسئله از راه گزینش گیاهانی که وزن دانه در بوته بیشتری دارند میسر خواهد شد. ولی برای افزایش درشتی دانه، که در لوبیا مورد توجه است، وزن صد دانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌گردد. یو و پولمن (۲۵)، در بررسی ارقام ماش، شمار غلاف در بوته، شمار دانه در غلاف، و وزن صد دانه را به عنوان صفات مهم تعیین کننده عملکرد گزارش نمودند. در پژوهش‌های دیگر در مورد

منابع مورد استفاده

۱. اصغری، ع. و پ. وجدانی. ۱۳۷۳. بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون لوبیای بانک ژن ملی ایران در رابطه با مناطق جغرافیایی و اقلیمی. نهال و بذر ۱۰ (۲۰۱): ۱۱-۱.
۲. خیام نکویی، م. ۱۳۷۱. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در ارقام لوبیا چشم بلبلی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۳. زالی، ع. ۱۳۷۳. میزان بهره‌وری از کلکسیون‌ها در به‌نژادی گیاهان. مقالات کلیدی سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
۴. عبد‌میشانی، س. و ح. میرزایی ندوشن. ۱۳۶۹. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در کلکسیون لوبیای ایران. علوم کشاورزی ایران ۲۱ (۳ و ۴): ۱۹-۲۹.
۵. کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۲. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۶. مقدم، م. ا. محمدی شوطی و م. آقای سربرزه. ۱۳۷۳. آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره (ترجمه). انتشارات پیش‌تازان علم، تبریز.

7. Acquaaah, G., M. W. Adams and J. D. Kelly. 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica* 60: 171-177.
8. Adams, M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Crop Sci.* 7: 505-510.
9. Bartual, R., E. A. Carbonell and D. E. Green. 1985. Multivariate analysis of a collection of soybean cultivars for southeastern Spain. *Euphytica* 34: 113-123.
10. Bramel, P. L., P. N. Hinz, D. E. Green and R. M. Shibles. 1984. Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. *Euphytica* 33: 387-400.

11. Chaubey, P. K. and A. K. Richharia. 1993. Genetic variability, correlation and path-coefficients in Indica rices. *Indian J. Genet.* 53: 356-360.
12. Chung, J. H. and D. S. Goulden. 1971. Yield components of Haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.) growth at different plant densities. *N. Z. J. Agric. Res.* 14: 227-234.
13. Denis, J. C. and M. W. Adams. 1972. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. *Crop Sci.* 18: 71-78.
14. Ehdaie, B. and J. G. Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Euphytica* 41: 183-190.
15. Empig, L. T., R. M. Lantican and P. B. Escuro. 1970. Heritability estimates of quantitative characters in mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.). *Crop Sci.* 10: 240-241.
16. Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans [*Glycin max* (L.)Merrill]. *Crop Sci.* 11: 929-931.
17. Jaylal, A. 1994. Genetic divergence in soybean for physiological and yield attributes under rainfed condition. *Indian J. Genet.* 54: 418-429.
18. Johnson, R. A. and D. W. Wichern. 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall Internat. Inc., New York.
19. Lopes, E. C. A., D. Destro, R. Montalvan, M. U. Ventura and E. P. Guerra. 1997. Genetic gain and correlations among traits for stink bug resistance in soybeans. *Euphytica* 97: 161-166.
20. Pantanone, V. R., J. W. Burton and T. E. Carter. 1996. Soybean fibrous root heritability and genotypic correlation with agronomic and seed quality traits. *Crop Sci.* 36: 1120-1125.
21. Poligano, G. B. and P. L. Spagnoletti Zeuli. 1985. Variation and covariation in *Vicia faba* L. population of Mediterranean origins. *Euphytica* 34: 659-668.
22. Saxena, M. B. L., G. V. Subba Rao and R. C. Verma. 1979. Path analysis in *Panicum miliaceum*. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 39: 237-239.
23. Seiler, G. J. and R. E. Stafford. 1979. Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Sci.* 25: 905-908.
24. Walton, P. D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica.* 20: 416-421.
25. Yohe, J. M. and J. M. Poehlmon. 1972. Genetic variability in the mung bean, *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Crop Sci.* 12: 461-464.