

بررسی تنوع ژنتیکی و فنتوتیپی و تجزیه عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک در ژنتوتیپ‌های لوبيا

فرهاد عزیزی^۱، عبدالمحیمد رضایی^۱ و سیدعلی محمد میرمحمدی میبدی^۱

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی ویژگی‌های مورفولوژیک در ۱۲۱ ژنتوتیپ لوبيا سفید، قرمز و چیتی، بررسی روابط میان صفات برای استفاده در برنامه‌های بهبودی و شناخت عوامل پنهانی مؤثر بر روابط داخلی میان صفات از راه تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره، آزمایشی در سال ۱۳۷۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان، در چارچوب طرح لاتیس ساده اجرا گردید.

برای کلیه صفات مورد بررسی تنوع زیادی میان ژنتوتیپ‌ها مشاهده شد. ضرایب تنوع فنتوتیپی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگ‌تر بودند. در میان ویژگی‌های برسی 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 فنتوتیپی 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 ژنتوتیپ‌ها، و به طور جداگانه برای لوبياهای 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 ژنتوتیپ‌ها 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 عوامل‌های اجزایی 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 مبدأهای فیزیولوژیک بودند. عوامل دوم و سوم با مقصدۀای 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: اجزاء اجزایی، واریانس، رشد محدود و نامحدود، رگرسیون مرحله‌ای، لوبيا چیتی، لوبيا سفید، لوبيا قرمز

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

مقدمه

گروههایی از متغیرها، که بیشترین همبستگی درون گروهی 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 هیچ گونه مدل خاص آماری استوار نیست، در صورتی که تجزیه عامل‌ها بر پایه یک مدل نسبتاً ویژه تکیه دارد(۶).

دنیس و آدامز (۱۳) در بررسی صفات سورفولوژیک و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های رشد محدود و نامحدود لوپیا، از تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران عامل‌ها با روش وریماکس^۱ بهره برداشتند. تجزیه تمام ژنوتیپ‌ها سه عامل را نمایان ساخت، که به ترتیب $\frac{1}{3}$ ، $\frac{3}{8}$ و $\frac{4}{8}$ درصد، و جمعاً $\frac{77}{117}$ درصد از کل تنوع را توجیه کردند. وزن دانه، وزن غلاف سبز، قطر غلاف، عرض غلاف، طول غلاف، و طول میان‌گرهای پایینی بارهای عاملی مثبت و بزرگی در عامل اول داشتند، که عامل وزن یا اندازه نام‌گرفت. 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 متعادل با عامل اول است، به وسیله صفات تعداد ساقه فرعی در گیاه تعداد خوش 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 میان‌گرهای بلند و متوسط، و طول میان‌گرهای 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 یا شمار برگ‌ها هم ارز می‌باشد، می‌توان این عامل را از

مواد ژنتیکی گوناگون گیاهی، ذخایر بالقوه‌ای هستند که به عنوان پشتونهای 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 جمع آوری، نگهداری و بررسی این منابع ژنتیکی آغاز نموده‌اند. این منابع محدود و فناذیر بوده و جمع آوری 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 حائز 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 محافظتی در برابر مشکلات غیر قابل پیش‌بینی در آینده، بر همگان آشکار است. استفاده از ذخایر ژنی در بهترادی گیاهان زراعی مستلزم حفاظت، ارزیابی، ثبت و تبادل این مواد است. از این رو، سرمایه گذاری برای حفظ و نگهداری نمونه‌ها قابل توجیه می‌باشد (۱، ۳ و ۵). در بررسی گوناگونی ژنتیکی، از تجزیه و تحلیل‌های یک متغیره و چند متغیره استفاده می‌شود. برای برآورد واریانس‌های ژنتیکی و فنتوتیپی، ضرایب گوناگونی ژنتیکی و فنتوتیپی، و راثت 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

در تاج پوش^۳ نشوند. البته ایشان یادآور شدند که این تشریح مورفولوژیک به عنوان ویژگی کامل تیپ ایده‌آل در لوبيا 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 مستبت دارد. عامل دوم شامل خواهیدگی و دیگر صفات منعکس کننده ارتفاع گیاه، 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 باقلاء، از نظر ۱۰ ویژگی مورفولوژیک وکمی، 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 لوبيا، 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 میان گره 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 ننمودند.

در پژوهش دنبیس و آدامز (۱۳)، تجزیه عامل‌ها برای ژنوتیپ‌های رشد محدود، چهار عامل را با توجهی 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 توجهی 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 پرمحصلو 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

1. Hypocotyl length and hypocotyl diameter

2. Profile factor

3. Canopy

عمود بر هم، تستطیح 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 نیترات 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 ۶ 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 بوتهای اضافی گردید. اولین آبیاری دو روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر ۱۰-۷ 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 موقع 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 سام‌اکامت^۳ و آزینفسوس 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 فنتوتیپی 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 سانتی‌متر، شمار ساقه فرعی، شمار گره و

با توجه به مطالب یاد شده، این پژوهش به منظور بررسی گوناگونی ژنتیکی در ۱۲۱ ژنوتیپ لوبيا، 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 مورفو‌لوزیک معین، و شناسایی صفاتی که برای اصلاح عملکرد باید مستقیماً مورد گزینش قرار گیرند.
۳. شناسایی عوامل پنهایی برای تشخیص روابط داخلی میان صفات مورفو‌لوزیک.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۷۶ به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ویژگی‌های مورفو‌لوزیک ژنوتیپ‌های لوبيا، 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 لوبيا 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 بین‌المللی تحقیقات کشاورزی مناطق حاره^۱ واقع در کلمبیا می‌باشند. در این مجموعه ۵۴ نمونه لوبيا سفید، ۳۹ نمونه لوبيا قرمز، و ۲۸ نمونه لوبيا 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'-bipyridininium

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

ژنتوتیپ‌ها از نظر ویژگی‌های مختلف تنوع زیادی موجود است. دامنه تغییرات زیاد، این مطلب را برای کلیه صفات تأیید می‌کند. ضرایب تنوع فنتوتیپی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگ‌تر بودند. چائوبی و ریچهاریا (۱۱) در برنج، اهدایی و بینز (۱۴) در گندم نان و ساکستنا و همکاران (۲۲) در ارزن نشان دادند که عموماً ضرایب تنوع فنتوتیپی 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 برآوردن آنها می‌باشد.

در میان صفات مورد بررسی، عملکرد بوته با میانگین کل ۴۸/۳۶ تا ۴/۵۶ گرم بیشترین ضریب تنوع را داشت، و از ۰/۲۳ تا ۰/۲۳ 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 تاریخی با میانگین کل ۰/۹۱ روز کمترین ضریب تنوع را داشت، و دامنه تغییرات آن از ۸۶ تا ۱۲۵ 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 فنتوتیپی 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 فنتوتیپی 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 حداقل تنوع، و برای وزن صد دانه تنوع متوسطی را گزارش نمودند. جیلال (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 تیاگاراجان (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 فنتوتیپی و ژنتیکی تعیین گردید. ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنتوتیپی 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 ژنتوتیپ لوبيا 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 متغیر

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

1. Variance components

ساقه‌های اصلی و فرعی و عملکرد بود، و در ژنتوتیپ‌های لوبيا 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 ژنتوتیپ‌های مورد بررسی، بجز مجموعه ژنتوتیپ‌های رشد محدود، شامل شمار دانه در غلاف ساقه‌های اصلی و فرعی بود، و در مجموعه تمامی ژنتوتیپ‌ها، ژنتوتیپ‌های لوبيا سفید 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 ژنتوتیپ‌های 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 (۱۰ و ۱۳). 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 فتوستنتز 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 فتوستنتزی بیشتری فراهم می‌شود. در این تجزیه، هم‌چنین مشخص گردید که شمار غلاف مهم‌ترین جزء عملکرد است، و همواره با عاملکرد رابطه مثبتی را نشان می‌دهد. نظیر این همبستگی، میان عاملکرد 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 چشم گیر به ژنتوتیپ‌های 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 ژنتوتیپ‌های لوبيا، 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 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 مرتب با عاملکرد دانست.

در تجزیه عامل‌ها، برای مجموعه‌های متفاوت از ژنتوتیپ‌ها، 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 ژنتوتیپ‌های مورد بررسی عامل رشد رویشی نامیده شد. عامل دوم در بررسی تمام ژنتوتیپ‌ها، ژنتوتیپ‌های لوبيا سفید، قرمز، چیتی و ژنتوتیپ‌های 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 ژنتیپ 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	شمارگره در ساقه اصلی
۰/۱۰۹۱	۰/۰۵۶۶	۰/۰۴۰۱	۰/۸۷۵۶	شمارگره در ساقه‌های فرعی
-۰/۱۶۹۰	۰/۰۹۹۶	۰/۸۴۶۴	۰/۰۸۰۸	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۲۵۶۲	۰/۱۰۳۶	۰/۸۲۰۱	-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	۳/۵۰۱۱	ریشه مشخصه

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

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۴۱۵۵	-۰/۱۴۱۴	-۰/۱۶۷۲	۰/۶۸۳۸	روز تا رسیدگی
-۰/۲۵۹۷	۰/۰۴۳۶	-۰/۳۰۰۳	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	شمارگره در ساقه اصلی
۰/۳۴۹۶	۰/۰۵۶۵	-۰/۳۰۹۲	۰/۷۵۲۸	شمارگره در ساقه‌های فرعی
-۰/۰۱۶۰	۰/۱۳۷۴	۰/۷۸۳۳	-۰/۰۳۲۹	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۵۱۰۳	۰/۲۹۲۴	۰/۶۰۴۰	-۰/۳۰۰۵	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	۰/۷۱۲۸	-۰/۱۰۶۰	وزن صد دانه (گرم)
۰/۲۳۷۸	۰/۴۱۵۵	۰/۸۴۶۲	-۰/۱۱۷۱	عملکرد بوته (گرم)
۰/۱۲۷۳	۰/۱۸۰۹	۰/۲۰۰۹	۰/۲۶۴۴	نسبت واریانس توجیه شده
۰/۷۸۳۶	۰/۶۰۶۲	۰/۴۷۰۳	۰/۲۶۴۴	جمع کل واریانس توجیه شده
۱/۵۲۸۸	۲/۲۳۱۰	۲/۴۷۰۶	۳/۱۷۲۷	ریشه مشخصه

بررسی تنوع ژنتیکی و فنتیپی و تجزیه عامل‌ها برای صفات.....

جدول ۴. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه ژنتوپیپ‌های لوبيا 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 ژنتوپیپ‌های لوبيا چیتی

بار عامل				صفات
چهارم	سوم	دوم	اول	
-۰/۰۰۱۹	۰/۲۳۷۱	-۰/۰۸۵۰	۰/۸۰۲۷	روز تا رسیدگی
-۰/۳۶۹۵	۰/۰۳۷۶	۰/۱۲۴۲	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
۰/۰۴۰۵	-۰/۰۷۰۹	۰/۷۲۵۵	۰/۰۹۶۱	شمار غلاف در ساقه اصلی
۰/۵۴۰۰	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	-۰/۱۶۰۵	۰/۶۰۷۸	۰/۱۰۸۰	وزن صد دانه (گرم)
۰/۱۰۴۲	۰/۰۵۱۱۹	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	۲/۲۸۲۲	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 ژنتیکی‌های 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	شمارگره در ساقه اصلی
۰/۱۴۸۴	-۰/۰۳۱۶	۰/۲۲۲۲	۰/۸۵۳۹	شمارگره 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	۰/۹۲۶۳	۰/۱۳۶۰	شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی
-۰/۳۱۰۲	۰/۴۵۵۸	-۰/۰۵۲۸۶	-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
۰/۸۲۴۴	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 ژنتیکی‌های 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	شمارگره در ساقه اصلی
۰/۱۷۳۱	-۰/۰۷۹۸	۰/۰۲۸۴	۰/۸۳۷۶	شمارگره 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	۰/۸۰۳۹	۰/۲۶۴۶	-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	۲/۰۹۰۰	۳/۳۳۹۷	ریشه مشخصه

روابط میان صفات

نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای در جدول ۸ نشان داده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، برای کلیه ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های لوبيا سفید، قرمز، چیتی و ژنوتیپ‌های رشد نامحدود، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی (ساقه اصلی برای ژنوتیپ‌های لوبيا 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 لوبيا چیتی و قرمز)، وزن صد دانه، و شمار دانه در غلاف ساقه‌های فرعی وارد مدل می‌گرددند. 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 مرحله 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.

همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، شمار غلاف در ساقه‌های فرعی اولین متغیر وارد شده به کلیه مدل‌های عملکرد، بجز مدل ژنوتیپ‌های لوبيا 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 کوواریانس) میان صفات را ارائه می‌دهد. بنابراین، در صورت اعتبار عوامل بالا، که به مبدأ و مقصد های فیزیولوژیک ربط داده شدند، می‌توان نتیجه گرفت که برای تولید لوبيای با عملکرد زیاد باید توازنی خاص میان مبدأ و مقصد های فیزیولوژیک به وجود آید. بدین ترتیب که گیاهان با رشد رویشی خیلی کم نمی‌توانند مواد فتوستراتزی 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 حد اکثر عملکرد مربوط به گروهی از ژنوتیپ‌ها بود که رشد رویشی متوسطی داشتند. بدین ترتیب، می‌توان در گزینش گیاهان مطلوب اولویت را به عوامل‌های 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 لوبيا 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. همان‌گونه 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.

جدول ۸ تجارت رکرسیون مرحله‌ای برای صنایع و مصانع دیگر به عنوان مشتری‌های مستقل در مجموعه ژئوپولیتیکی مختلف ایران	
لوبیا سفید	لوبیا قرمز
لوبیا سفید	لوبیا قرمز
رشد محدود	رشد محدود
بازارهای تیپین	بازارهای تیپین
ضریب مدل	ضریب مدل
بازارهای تیپین	بازارهای تیپین
ضریب مدل	ضریب مدل
بازارهای تیپین	بازارهای تیپین
ضریب مدل	ضریب مدل
کلیه فروختها	کلیه فروختها
بازارهای تیپین	بازارهای تیپین
ضریب مدل	ضریب مدل
مشمار غلاف در ساقمهای فرمی	مشمار غلاف در ساقمهای اصلی
روزن صد دله	شمار دانه در ساقمهای فرمی
طول ساقمهای فرمی	طول ساقمهای اصلی
عرض از بیند	شمار گره در ساقمه اصلی
روز تاریخی	
۳۷/۴۴۰۱	
۳۸/۷۶۵۵	
۴۰/۹۲۶۹	-۴۰/۹۲۶۹
۴۱/۱۴۳۶	۰/۹۴۲۵
۴۲/۷۴۷۸	۰/۹۴۳۸
۴۳/۳۳۶۳	۰/۹۴۸۸
۴۴/۵۰۳۹	-۴۴/۵۰۳۹

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 گروه بندی 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. و جداتی. ۱۳۷۳. بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون لوبیایی بانک ژن ملی ایران در رابطه با مناطق جغرافیایی و اقلیمی. نهال و بذر ۱۰ (۱۰): ۱۱-۱.
۲. خیام نکوبی، 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. عبدالمیشانی، س. و ح. میرزاچی ندوشن. ۱۳۶۹. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در کلکسیون لوبیایی ایران. علوم کشاورزی ایران ۲۱ (۴): ۲۹-۱۹.
۵. کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۲. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۶. مقدم، م.، ا. محمدی شوطی و م. آقایی سربزه. ۱۳۷۳. آشنازی با روش‌های آماری چند متغیره (ترجمه). انتشارات پیشتازان علم، تبریز.
7. Acquaah, 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. Pantanlone, 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.