بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه عاملها برای صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در سویا

براتعلی سیاه سر* و عبدالمجید رضایی**

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی و محیطی خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک و شناخت مبانی مورفولوژیک اختلاف عملکرد و عوامل پنهانی مؤثر بر آن در سویا، آزمایشی در سال ۱۳۷۵، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد اجرا گردید. آزمایش در قالب سه طرح آگمنت برای ۲۸۵ لاین و ۵ رقم شاهد پیاده گشت.

تفاوتهای بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی مشاهده شد. ضرایب تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بود و در بسیاری از حالات تفاوتهای ناچیزی وجود داشت. بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی به ترتیب مربوط به صفات تعداد غلاف در بوته، روز تا گلدهی، ارتفاع، ارتفاع پایین‌ترین غلاف و تعداد ساقه فرعی بود. توارث پذیری و بازده ژنتیکی برای این صفات و وزن صد دانه بالا و برای عملکرد بوته پایین بود. کمترین ضرایب تنوع به تعداد دانه در غلاف و روز تا جوانه‌زنی تعلق داشت. نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه لاین‌ها را می‌توان به تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نسبت داد. تجزیه عاملها علاوه بر تأکید بر نقش اجزای عملکرد، چهار عامل پنهانی مؤثر در عملکرد را استخراج نمود که ۹۷/۳۴ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کردند. این عوامل که تعیین کننده مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک هستند، با توجه به صفاتی که دربرگرفتند، تحت عنوان عوامل مخزن، معماری، سرمایه ثابت و وزنی نامگذاری شدند. در مجموع استنباط شد که برای اصلاح ارقام سویا می‌توان گیاهان با بنیه قوی و گره‌ها، غلافها، برگها و وزن دانه زیاد را انتخاب کرد.

واژه‌های کلیدی - *اجزای عملکرد، بازده انتخاب، تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، توارث پذیری صفات*

مقدمه

تنوع ژنتیکی از نیازهای اساسی پیشرفت در اصلاح نباتات است (۱۳،۱۴و۲۷). اطلاع از تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم‌های گیاهی به پژوهشگر اجازه انتخاب روش صحیح در برنامه‌های اصلاحی را می‌دهد. در بین روشهای ریاضی مختلف مورد استفاده برای مطالعه ژرم پلاسم‌های گیاهی، مدل‌های ژنتیکی و آماری یک متغیره از جایگاه خاصی برخوردارند و در موارد متعددی برای برآورد تنوع ژنتیکی جوامع گیاهی به کار گرفته شده‌اند (۵،۶،۱۰،۱۱و۲۵). چائوبی و ریچهاریا (۶) در مطالعه تنوع

* - مربی اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان
** - استاد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

ژنتیکی در ۸۰ واریته برنج، مشاهده نمودند که صفات تعداد پنجه، تعداد برگ و عملکرد دانه دارای ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالایی بوده و برای تمامی صفات مقادیر ضریب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی بوده است.

چاهوتا و شرما (۵) در بررسی تنوع ژنتیکی و توارث پذیری ۸۲ ژنوتیپ عدس گزارش نمودند که صفات روز تا گلدهی، ارتفاع پایین‌ترین غلاف، تعداد غلاف درگیاه و تعداد ساقه فرعی دارای ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالایی هستند. در این مطالعه صفت روز تا گلدهی دارای توارث پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا بود و در توارث پذیری آن اثر جمع‌پذیر ژن‌ها نقش اساسی داشت. استیلایی و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که در وایوله[1] برای تمام صفات ضرایب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بود، ولی در بسیاری از حالات این دو مقدار تفاوت کمی داشتند. این مسأله نشان دهنده اثرات محیطی کم در برآورد این پارامترهاست. اهدایی و ونز (۱۰) گزارش نمودند که در گندم توارث پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای صفات تعداد سنبله درگیاه و تعداد دانه در سنبله متوسط و برای عملکرد کم می‌باشد. آنها بیان نمودند که توارث پذیری کم عملکرد دانه نسبت به بقیه صفات، نشان می‌دهد که اثرات محیطی نسبت زیادی از تنوع فنوتیپی کل را برای این صفت در برمی‌گیرند. لذا انتخاب ژنوتیپ‌های برتر براساس عملکرد مؤثر نیست و برای افزایش عملکرد دانه بایستی انتخاب برمبنای اجزای عملکرد صورت گیرد.

در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب براساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد (۱۵)، لذا روشهای تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران باارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است، ولی همبستگیها رابطه علت و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کنند، زیرا در حقیقت این ارتباطات را تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آورند (۲۱).

زمانی که در نظر است متغیر پاسخ با توجه به گروهی از متغیرهای دیگر پیشگویی شود، از رگرسیون چندگانه استفاده می‌گردد. در این راستا، عملکرد دانه به عنوان متغیر پاسخ و دیگر صفات زراعی به عنوان پیشگویی کننده در نظر گرفته می‌شوند. کارایی رگرسیون چندگانه به علت مواجه شدن با مسأله هم‌راستایی بین صفات و محدودیت در بیان روابط علت و معلولی بین تعداد زیادی از صفات مورد تردید است (۳،۲۱و۳۳). برای فائق آمدن بر مشکلات رگرسیون و همبستگی چندگانه، از تجزیه عاملها استفاده می‌گردد (۳و ۲۰). تجزیه عاملها روش چندمتغیره قدرتمندی است که برای برآورد اجزای عملکرد (۳،۴،۹،۲۰،۳۰،۳۳و۳۴)، استخراج زیرمجموعه‌ای از متغیرهای همسان (۳و۱۲)، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چندمتغیره (۱۲)، شناخت ارتباطات بیولوژیک و کاربردی موجود بین صفات (۲)، کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عاملها (۱۶) و تشریح همبستگیهای بین متغیرها (۱۹) به کار برده شده است.

دنیس و آدامز (۹) تعداد ۲۲ صفت فیزیولوژیک و مورفولوژیک تعیین کننده عملکرد را در لوبیای خشک، با تجزیه عاملها مورد بررسی قرار دادند. سه عامل اول ۷۷ درصد (به ترتیب ۳۱، ۳۱ و ۱۵ درصد) از تنوع کل را توجیه نمودند. این محققین عوامل اول تا سوم را به ترتیب، وزنی یا اندازه، تعداد و معماری گیاه نامگذاری کردند و بیان نمودند که عوامل اول و دوم مربوط به مقصدها و عامل سوم مربوط به مبدأ سوخت و سازی گیاه است. اکواه و همکاران (۲) با تجزیه عاملهای صفات مربوط به عملکرد و معماری گیاه لوبیا، به ترتیب دو و سه عامل استخراج نمودند. دو عامل مربوط به عملکرد، عوامل وزنی و تعداد، و سه عامل مربوط به معماری گیاه، عوامل طویل شدن، تنومندی و ظاهر گیاه بودند. والتون (۳۳) تجزیه به عاملها را برای بررسی صفات تعیین کننده عملکرد در تلاقیهای دای آلل ۸×۸ ارقام گندم بهاره به کار برد و

1- Guayule (*Parthenium argentatum*)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

۴ عامل را استخراج نمود. عامل اول ۳۱ درصد تنوع کل را توجیه نمود و دربرگیرنده دو جزء عملکرد، یعنی تعداد سنبله در گیاه و تعداد سنبلچه در سنبله بود. در عامل دوم که ۳۰ درصد تنوع کل را توجیه نمود، صفات مربوط به برگ پرچم از اهمیت بالایی برخوردار بودند. والتون (۳۴)، در مطالعه دیگری تجزیه عاملها را برای مطالعه صفات مربوط به اجزای عملکرد، ساختارهای مورفولوژیک بالای گره برگ پرچم و مراحل رشد درگندم به کار برد. در این مطالعه ۴ عامل اول به ترتیب ۲۹/۹، ۲۹/۲، ۲۳/۳ و ۱۶ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. صفات مربوط به سطح برگ پرچم و طول دوره رسیدگی در عامل اول نمود یافتند. صفات تعیین کننده ماهیت مبدأهای سوخت و سازی در سه عامل آخر تقسیم شدند. صفات مربوط به اجزای عملکرد قسمتی از عوامل ۳ و ۴ را تشکیل دادند.

در مورفولوژی و فیزیولوژی رشد سویا، مفاهیم یا توابع گیاهی مختلفی وجود دارند که امکان اندازه‌گیری آنها وجود ندارد. ولی شناسایی این مفاهیم و تعیین رابطه آنها با عملکرد دانه به منظور شناخت معیارهای گزینش لازم است و می‌تواند درگزینش ژنوتیپ‌های پرمحصول مؤثر واقع شود. در مطالعات متعددی، صفات مختلف مورفولوژیک و فنولوژیک مرتبط با عملکرد در سویا مورد مطالعه قرار گرفته است (۲۴،۲۶و۳۲)، ولی برآورد اجزای عملکرد و صفات پنهانی مؤثر بر آن تشریح نگشته است.

با توجه به این مقدمه، هدف از این مطالعه برآورد تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی و شناخت عوامل مؤثر در تنوع آنها بوده است. همچنین استفاده از تجزیه عاملها در تبیین اجزای عملکرد، تعیین ارتباطات بین اجزای عملکرد و عملکرد، تعیین ارتباطات بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک معین، شناخت صفاتی که برای بهبود عملکرد باید به طور مستقیم مورد گزینش قرار گیرند، گروه‌بندی صفات اندازه‌گیری شده و شناخت مفاهیم غیرقابل اندازه‌گیری یا صفات پنهانی مؤثر بر عملکرد از دیگر اهداف این بررسی بوده است.

مواد و روشها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، در منطقه لورک شهرستان نجف آباد با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی اجرا گردید.

زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. در بهار سال ۱۳۷۵، عملیات آماده سازی زمین شامل شخم بهاره و دوبار دیسک عمود بر هم و تهیه جوی و پشته‌ها به فاصله ۶۰ سانتیمتر انجام شد. به منظور کنترل علفهای هرز، حدود ۲ هفته قبل از کاشت از علف کش گراماکسون[1] به میزان ۴ لیتر در هکتار استفاده گردید. آزمایش در قالب سه طرح اگمنت[2] اجرا گردید تا بتوان پس از تصحیح خصوصیات برای اثر بلوک ناقص (در هر طرح ۸ بلوک ناقص متشکل از ۵ شاهد و ۳۶ ژنوتیپ) و تجزیه و تحلیل مجدد داده‌ها بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با توجه به امیدهای ریاضی میانگین مربعات و حاصلضربها، توارث پذیری و بازده ژنتیکی را محاسبه نمود. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش شامل ۲۸۵ لاین سویا به همراه ۵ رقم ویلیامز[3]، زان[4]، اس.آر.اف[5]، وودورث[6] و هابیت[7] به عنوان شاهد بودند که ازکلکسیون بذر مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردیدند.

کاشت به صورت هیرم‌کاری در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه انجام شد. بذور ژنوتیپ‌های مورد آزمایش پس از ضدعفونی با سم بنومیل[8] به نسبت دو در هزار و تلقیح با باکتری‌های تثبیت کننده ازت[9]، به فاصله ۸ سانتیمتر و در عمق ۳ سانتیمتر با دست بر روی پشته‌ها کاشته شدند. هر کرت آزمایشی شامل

1- 1,1-dimethyl-4,4'-bipyridininum ion
2- Augmented design
3- Williams
4- Zan
5- SRF
6- Woodworth
7- Habit
8- Metyl-q-biolit conbamoyl-2-banzimidazol carbamat
9- *Rhizobium japonicum*

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

یک ردیف به طول ۳ متر بود. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر، در هر محل ۳ بذر سالم قرار داده شد که پس از استقرار کامل بوته‌ها، در مرحله دو برگی اقدام به حذف بوته‌های اضافی گردید. پس از آبیاری اولیه برای سبز شدن، آبیاریهای بعدی پس از ۳± ۷۰ میلیمتر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A انجام گرفت.

به منظور تأمین نیاز غذایی گیاه، قبل از کاشت معادل ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیم، ۵۰ کیلوگرم نیترات پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم کود اوره (۴۶ درصد ازت) در هکتار به خاک اضافه گردید. در زمان انتقال از رشد رویشی به زایشی، به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در بین ردیفهای کاشت پخش گردید و بلافاصله آبیاری انجام شد. طی دوره رشد و در مواقع لازم وجین علفهای هرز با دست انجام شد. در مرحله گیاهچه‌ای، برای مبارزه با کرم طوقه بر[1] از سم لیندرین[2] (به میزان دو در هزار) به صورت محلول در پای طوقه گیاه استفاده گردید. همچنین برای مبارزه با سایر آفات از سموم اندوسولفان[3]، اکامت[4] و دیازینون[5] به ترتیب به نسبتهای ۳، ۱/۵ و ۲ در هزار، به صورت محلول‌پاشی روی گیاه استفاده شد.

صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها به شرح زیر بود. این صفات جز در مواردی که ذکر شده است با رعایت حاشیه، بر روی ۱۰ بوته که به طور تصادفی در هر کرت انتخاب گردید، اندازه‌گیری شد.

۱- تعداد روز تا جوانه‌زنی (مدت زمان کاشت تا ظهور ۵۰ درصد لپه‌ها روی خاک در هر کرت)، ۲- تعداد روز تا گلدهی (تعداد روز از کاشت تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان در هر کرت گل دادند)، ۳- تعداد روز تا رسیدگی (تعداد روز از کاشت تا این که ۹۰ درصد از گیاهان هر کرت به بلوغ فیزیولوژیک رسیدند)، ۴- ارتفاع گیاه، ۵- ارتفاع پایین‌ترین غلاف، ۶- تعداد گره در ساقه اصلی، ۷- تعداد ساقه فرعی، ۸- تعداد غلاف در بوته، ۹- تعداد دانه در غلاف، ۱۰- وزن صد دانه و ۱۱- عملکرد دانه (عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد برحسب گرم تعیین گردید). برای خشک کردن بذور از آون تهویه‌دار در دمای ۷۰ درجهٔ سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. توزین نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد. میانگین خصوصیات کمی که برای ۱۰ بوته اندازه‌گیری شده بود، در صورت لزوم برای اثر بلوک تصحیح گردید. پس از تصحیح جداگانه صفات در هر یک از سه طرح اگمنت، مشاهدات به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تجزیه و تحلیل شد.

ضرایب تنوع ژنتیکی (GCV[6]) و فنوتیپی (PCV[7]) از تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها حاصل شد. بدین منظور ابتدا واریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی با مساوی قرار دادن اجزای مورد انتظار (امید ریاضی) واریانس‌ها با میانگین مربعات مربوط محاسبه شد (۱۳و۱۵). سپس ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی از نسبت انحرافهای معیار به میانگین تعیین گردید. توارث‌پذیری عمومی صفات و پیشرفت ژنتیکی (حاصلضرب دیفرانسیل گزینش استاندارد شده، قابلیت توارث و انحراف معیار فنوتیپی) نیز محاسبه گردید (۱۳و۱۵).

به منظور تعیین صفاتی که بیشترین تنوع عملکرد دانه را در تمام لاین‌ها و در تیپ‌های رشد محدود و رشد نامحدود توجیه می‌نمایند، از رگرسیون مرحله‌ای (۱۸) استفاده گردید. برای درک روابط علت و معلولی بین صفات، شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌نمایند و شناخت عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد، از تجزیه عاملها به روش حداکثر درست نمایی که توسط محققینی از جمله لاولی (۱۹) و رائو (۲۸) بسط و گسترش داده شده است، استفاده گردید و عوامل به دست آمده با

1- *Agrotis ypsilon*

۲- حاوی مخلوطی از ۷۵ درصد کاربوکسین و ۸۰ درصد تیرام به‌نسبت ۱:۱.

3- Hexachlora

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

5- O,O-diechylo-(2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidyl) phosphorothioate

6- Genotypic Coefficient of Variation

7- Phenotypic Coefficient of Variation

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

روش وریماکس[1] که توسط کیزر (۱۷) معرفی شده است، دوران داده شد. محاسبات آماری فوق با استفاده از برنامه اس.آ.اس[2] انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس خصوصیات ارقام شاهد حاکی از یکنواختی واریانس‌های خطا در سه طرح آگمنت بود. میانگین و دامنه تغییرات صفات به همراه لاین‌های مربوط به دو حد این دامنه و میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیه واریانس ۲۹۰ لاین سویا، بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی، برای ۱۱ خصوصیت مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. لذا استنباط می‌شود که بین لاین‌ها برای صفات مختلف تنوع زیادی وجود دارد. دامنه تغییرات زیاد نیز تأکیدی بر وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای برای اکثر صفات بود. حداکثر تغییرات به تعداد غلاف در بوته و پس از آن به ترتیب به ارتفاع، روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی، عملکرد بوته و تعداد ساقه فرعی مربوط بود. حداقل تغییرات به تعداد دانه در غلاف تعلق داشت. چائوهان و سینگ (۷) نیز برای تعداد دانه در غلاف، حداقل تغییرات ژنتیکی را گزارش نموده‌اند. جیلال (۱۴) گزارش نمود که در سویا تعداد غلاف در گیاه، تعداد ساقه فرعی و عملکرد از جمله متنوع‌ترین صفات هستند. نارایان و مسفیلد (۲۳) نشان دادند که در محصولات دانه‌ای روز تا ۵۰٪ گلدهی، ارتفاع و تعداد پنجه سهم زیادی در تنوع دارند. باید خاطر نشان نمود که علل متفاوتی برای مشاهده این تنوع می‌تواند وجود داشته باشد (۱)، که برخی از آنها عبارتند از:

۱- ممکن است یک صفت الگوی ناحیه‌ای از خود نشان دهد و فراوانی آللی یا فنوتیپی سازگار با طول و عرض جغرافیایی، آب و هوای اقلیمی یا سایر شیبهای منطقه‌ای داشته باشد.

۲- اغلب اوقات شرایط محلی (ارتفاع، زیستگاه‌های کوچک و غیره) ممکن است باعث وقوع تغییراتی در صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گردد، که در این صورت تنوع ژنتیکی از الگوی جغرافیایی تبعیت می‌کند.

۳- گاهی اوقات تنوع ژنتیکی یا فنوتیپی ممکن است نشان‌دهنده الگوی جغرافیایی آشکار نباشد، چرا که لاین‌های مختلف حاصل توازن بین فاکتورهای تکامل (انتخاب، مهاجرت و انحطاط ژنتیکی)، حالات بسیار پیچیده از ناهمگنیهای محیطی و فاکتورهای تحمیلی انسان در حال و گذشته می‌باشند.

برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی، توارث پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای صفات مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. ضرایب تنوع فنوتیپی کلیه صفات بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بود، ولی در بسیاری از حالات این دو تفاوت کمی داشتند، که این نشان‌دهنده اثرات کم عوامل محیطی براین صفات است. بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی به تعداد غلاف در بوته و پس از آن به ترتیب به صفات روز تا گلدهی، ارتفاع، ارتفاع پایین‌ترین غلاف و تعداد ساقه فرعی مربوط بود. بیشترین مقدار ضریب تنوع ژنتیکی به روز تا گلدهی و پس از آن به ترتیب به صفات ارتفاع، تعداد غلاف در گیاه و ارتفاع پایین‌ترین غلاف تعلق داشت. کمترین مقدار ضریب تنوع فنوتیپی مربوط به تعداد دانه در غلاف و پس از آن به ترتیب مربوط به صفات روز تا جوانه‌زنی و تعداد گره ساقه اصلی بود. کمترین مقدار ضریب تنوع ژنتیکی نیز در روز تا جوانه‌زنی و پس از آن به ترتیب در صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد گره ساقه اصلی دیده شد. بالا بودن ضرایب تنوع فنوتیپی صفات تعداد غلاف در گیاه، روز تا گلدهی، ارتفاع، ارتفاع پایین‌ترین غلاف و تعداد ساقه فرعی، نشان‌دهنده این است که این صفات نقش تعیین کننده‌ای در تنوع فنوتیپی دارند. زیاد بودن ضرایب تنوع ژنتیکی برای صفات روز تا گلدهی، ارتفاع، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع پایین‌ترین

1- Varimax 2- SAS (Statistical Analysis System)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

جدول ۱- دامنه، لاین‌های مربوط به کمترین و بیشترین دامنه، میانگین، انحراف استاندارد و میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیه واریانس ۲۹۰ لاین سویا

صفات	دامنه	لاین مربوط به دامنه		میانگین و انحراف استاندارد	میانگین مربعات		
		بیشتر	کمتر		تکرار	لاین	خطا
روز تا جوانه‌زنی	۱۳/۱۸-۱۹/۰۳	مریت	آی.اس.زد.-۱۶	۱۵/۸۲±۱/۰۵	۱۷۳/۸۲**	۳/۶۰**	۲/۰۷
روز تا گلدهی	۴۱/۰۰-۱۲۷/۰۰	جی.آر.-۲-۱۵	پروتغالسکا.ب.	۵۲/۷۸±۱۴/۷۷	۳۷/۹۱	۶۴۲/۰۳**	۶۲/۲۵
روز تا رسیدگی	۹۸/۸۸-۱۹۴/۳۶	جی.آر.-۱-۱	پروتغالسکا.ب.	۱۴۶/۴۱±۱۷/۳۷	۳۴۴۰/۴۰**	۹۲۷/۴۵**	۱۷۳/۰۴
ارتفاع (سانتیمتر)	۳۶/۳۹-۱۷۹/۶۷	جی.آر.-۲-۱۳	هاراسوی	۹۶/۸۹±۲۷/۰۵	۱۶۴۴/۵۲**	۲۱۴۸/۸۸**	۱۸۴/۸۵
ارتفاع پایین‌ترین غلاف (سانتیمتر)	۲/۸۹-۱۰/۲۸	کابالوسکاجا.ب.	ان.اس.-۲۰-پ.-۵۷	۸/۳۱±۱/۱۹	۳۴/۳۳**	۴/۰۶**	۱/۶۴
تعداد ساقه فرعی	۲/۰۰-۸/۸۷	تالای‌جانسکاایرانا	ب.-آر.-۱۲	۵/۹۷±۱/۲۵	۳۰/۷۹**	۴/۵۰**	۱/۲۴
تعداد گره ساقه اصلی	۱۲/۲۳-۲۱/۳۱	توکیویران	هابیت	۱۷/۰۲±۱/۷۳	۴/۵۰	۹/۴۱**	۳/۵۹
تعداد غلاف در بوته	۳۶/۶۴-۱۸۲/۴۴	زد.-۵۱	هاراسوی	۱۰۲/۸۹±۲۹/۱۴	۶۶۱۸/۶۳**	۲۵۶۸/۱۵**	۴۰۰/۳۷
تعداد دانه در غلاف	۱/۷۸-۲/۶۳	اچ.وای.-۱	آی.آی.اس.زد.$\frac{۱}{۶۸}$کورنیک.ب.	۲/۱۸±۰/۱۴	۰/۵۲**	۰/۰۵**	۰/۰۱
وزن صد دانه (گرم)	۶/۴۵-۱۸/۱	ان.اس.-۷-ال.$\frac{۵۴}{۴۵}$	جی.آر.-۳-۴	۱۲/۳۴±۱/۸۱	۳/۴۷	۹/۸۱**	۲/۲۳
عملکرد بوته (گرم)	۷/۵۴-۴۸/۷۳	ان. اس. -۲	جی.آر.-۱-۱۷	۳۹/۰۳±۶/۲۰	۲۴۲/۹۰**	۸۴/۱۲**	۴۰/۰۳

۱- * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

۲- درجات آزادی تکرار، لاین و خطا به ترتیب ۲، ۲۸۹ و ۵۷۸ می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

جدول ۲- برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی، توارث پذیری عمومی و بازده ژنتیکی

صفات	برآورد اجزای واریانس			ضریب تنوع (%)		توارث‌پذیری	بازده‌ژنتیکی	بازده‌ژنتیکی‌از
	فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی	ژنتیکی	فنوتیپی	(%)		میانگین(%)
روز تا جوانه‌زنی	۱/۲۰	۰/۵۱	۰/۶۹	۴/۵۱	۶/۹۲	۴۲/۵۰	۰/۹۶	۶/۰۶
روز تا گلدهی	۲۱۴/۰۱	۲۰۶/۵۹	۷/۴۲	۲۷/۲۳	۲۷/۷۲	۹۶/۵۳	۲۹/۰۹	۵۵/۱۲
روز تا رسیدگی	۳۰۹/۱۵	۲۵۱/۴۷	۵۷/۶۸	۱۰/۸۳	۱۲/۰۱	۸۱/۳۴	۲۹/۴۶	۲۰/۱۲
ارتفاع (سانتیمتر)	۷۱۶/۳۰	۶۵۴/۶۸	۶۱/۶۲	۲۶/۴۱	۲۷/۶۲	۹۱/۴۰	۵۰/۳۹	۵۲/۰۱
ارتفاع پایین‌ترین غلاف (سانتیمتر)	۴/۰۶	۳/۱۸	۰/۸۸	۲۱/۴۶	۲۴/۲۵	۷۸/۳۳	۳/۲۵	۳۹/۱۲
تعداد ساقه فرعی	۱/۵۰	۱/۰۹	۰/۴۱	۱۷/۴۹	۲۰/۵۱	۷۲/۶۷	۱/۸۳	۳۰/۷۱
تعداد گره ساقه اصلی	۳/۱۴	۱/۹۴	۱/۲۰	۸/۱۸	۱۰/۴۱	۶۱/۷۸	۲/۲۶	۱۳/۲۵
تعداد غلاف در گیاه	۸۵۶/۰۶	۷۲۲/۵۹	۱۳۳/۴۷	۲۶/۱۳	۲۸/۴۴	۸۴/۴۱	۵۰/۸۸	۴۹/۴۵
تعداد دانه در غلاف	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۵/۴۳	۶/۱۵	۷۷/۷۸	۰/۲۱	۹/۸۶
وزن صد دانه (گرم)	۳/۲۳	۲/۴۹	۰/۷۴	۱۲/۷۹	۱۴/۵۶	۷۷/۰۹	۲/۸۵	۲۳/۱۳
عملکرد بوته (گرم)	۲۸/۰۴	۱۴/۷۰	۱۳/۳۴	۹/۸۲	۱۳/۵۷	۵۲/۴۲	۵/۷۲	۱۴/۶۵

غلاف، نشان می‌دهد که این صفات نقش تعیین کننده‌ای در تنوع ژنتیکی دارند. چاهوتا و شارما (۵) گزارش دادند که در عدس، روز تا گلدهی، ارتفاع پایین‌ترین غلاف از سطح خاک و تعداد غلاف درگیاه دارای ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالا بوده و نقش تعیین کننده‌ای در تنوع دارند و برای تمام صفات مورد بررسی مقدار ضرایب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بوده است. استیلایی و همکاران (۱۱) در وایوله، ساکسنا و همکاران (۲۹) در ارزن و چائوبی و ریچهاریا (۶) در برنج نشان دادند که برآوردهای ضرایب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی است.

برآورد توارث پذیری عمومی، که بهتر است در مواردی نظیر این مطالعه، که با توجه به لاین‌های خالص محاسبه گردیده است، تکرارپذیری نامیده شود (۱۳)، در دامنه ۴۲/۵۰ تا ۹۶/۵۳ (به‌ترتیب برای روز تا جوانه‌زنی و روز تا گلدهی) قرار داشت. برآوردهای توارث پذیری برای روز تا گلدهی، ارتفاع، تعداد غلاف در گیاه، روز تا رسیدگی، ارتفاع پایین‌ترین غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و تعداد ساقه فرعی بالا و برای روز تا جوانه‌زنی و عملکرد بوته پایین بود. در شدت انتخاب ۵ درصد، میزان بازده ژنتیکی مورد انتظار، که به صورت درصدی از میانگین بیان شده است، از ۶/۰۶ برای روز تا جوانه‌زنی تا ۵۵/۱۲ برای روز تا گلدهی متغیر بود. بازده ژنتیکی برای روز تا گلدهی، ارتفاع، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع پایین‌ترین غلاف، تعداد ساقه فرعی و وزن صد دانه بالا و برای روز تا جوانه‌زنی، تعداد دانه در غلاف، تعداد گره ساقه اصلی و عملکرد بوته پایین بود. در این مطالعه نیز مانند دیگر محصولات (۱۰و۲۲)، برای عملکرد دانه برآورد توارث پذیری و متعاقب آن پیشرفت ژنتیکی پایینی به دست آمد. جانسون و همکاران (۱۵) نیز مقادیر کم تا متوسطی را برای توارث پذیری و پیشرفت ژنتیکی عملکرد سویا گزارش نموده‌اند. در حقیقت، توارث پذیری کمتر عملکرد دانه نسبت به دیگر صفات در سویا، بیان می‌کند که اثرات محیطی نسبت زیادی از تنوع

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

فنوتیپی کل را در برمی‌گیرند. لذا در نسلهای در حال تفکیک، انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بر اساس عملکرد دانه نمی‌تواند مؤثر باشد و به منظور دستیابی به بازده مؤثر برای عملکرد دانه، می‌بایست انتخاب بر مبنای اجزای عملکرد صورت گیرد. در سویا تعداد غلاف در بوته جزء عملکردی است که دارای بیشترین توارث پذیری و پیشرفت ژنتیکی می‌باشد و از آن‌جایی که برآورد توارث پذیری و همراه آن بازده ژنتیکی زیاد صفات کمی پژوهشگر را قادر می‌سازد که برنامه انتخاب را بر پایه نمود فنوتیپی این صفات قرار دهد (۱۵)، لذا این صفت می‌تواند به عنوان معیاری در انتخاب لاین‌های با عملکرد بالا به کار گرفته شود. با توجه به نتایج رگرسیون مرحله‌ای در ۲۹۰ لاین سویا برای ۱۱ صفت کمی، تعداد غلاف در بوته به تنهایی بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد داشت. پس از این صفت، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع سهم بیشتری در تبیین آن داشتند. چانگ و گلدن (۸) در لوبیای خشک، و یوه و پولمن (۳۵) و سینگ و مالهوترا (۳۱) در ماش نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه صفات مهم تبیین کننده عملکرد دانه هستند.

بردارهای مشخصه، بار عاملها، نسبت واریانسی که توسط هر متغیر توجیه می‌شود و جمع کل نسبت واریانس توجیه شده حاصل از تجزیه عاملها به روش حداکثر درست‌نمایی روی ۲۹۰ لاین سویا، در جدول ۳ نشان داده شده است. در تجزیه حاصل ۵ عامل استخراج گردید، زیرا ضرایب ماتریس باقی‌مانده آنقدر کم بود که اجازه استخراج عاملهای بیشتر را نمی‌داد. بردار بار عاملهای مربوط به چهار ریشه مشخصه اول، نشان داد که چهار عامل اول مجموعاً ۹۷/۳۴ درصد واریانس کل را توجیه می‌نمایند، که از این مقدار سهم عوامل اول تا چهارم به ترتیب ۲۸/۳۱، ۲۴/۷۰، ۲۳/۹۱ و ۲۰/۴۲ درصد بود. لذا کمتر از چهار عامل برای بیان مفاهیم بیولوژیک کافی بود. در عامل اول متغیرهای تعداد غلاف در گیاه و تعداد ساقه فرعی دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. از آن‌جایی که همبستگی این دو صفت با یکدیگر (r=۰/۷) و با عملکرد دانه (به ترتیب ۰/۸ و ۰/۶) بالا بود، می‌توان این عامل را تحت عنوان عامل "مخزن" نامگذاری نمود. در عامل دوم متغیرهای تعداد گره ساقه اصلی، ارتفاع پایین‌ترین غلاف، ارتفاع و پس از آنها تعداد دانه در غلاف دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. بنابراین، این عامل را می‌توان تحت عنوان عامل "معماری یا ساختار ظاهری گیاه" نامگذاری نمود. در عامل سوم متغیرهای روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی و ارتفاع دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. نظر به این که ضریب همبستگی ارتفاع بوته که نمودی از رشد سبزینه‌ای است، با دو صفت دیگر در حدود ۰/۷ بود و گیاهان دیررس رشد سبزینه‌ای بیشتری دارند، می‌توان این عامل را تحت عنوان عامل "سرمایه ثابت گیاه یا ساختار داخلی و مبدأ ساخت مواد فتوسنتزی" نامید. در عامل چهارم فقط وزن دانه دارای بار عامل مثبت و بالایی بود و تحت عنوان عامل "وزنی" نامگذاری شد.

در عاملهای چهارم و اول، بار عامل سنگین‌تر مربوط به متغیرهای وزنی و مخزنی بود و در یک مفهوم خاص ممکن است آنها را مشابه با دو بعد یک چهارضلعی در نظر گرفت که سطح آن متناسب با اندازه مقصدهای سوخت و سازی در پتانسیل عملکرد می‌باشد. در عوامل دوم و سوم بار عامل سنگین‌تر مربوط به متغیرهای ساختار بیرونی و درونی است و ممکن است آنها را مشابه با ابعاد یک چهارضلعی منظور نمود که سطح آن متناسب با مبدأهای سوخت و سازی پتانسیل عملکرد است. برای مثال در عامل دوم بار صفت تعداد گره ساقه اصلی و ارتفاع بوته زیاد است و گیاهی که تعداد گره زیادی در ساقه اصلی دارد، تعداد شاخه فرعی، برگ و اندامهای رویشی و گیرنده‌های نوری زیادتری دارد و طبیعتاً میزان فتوسنتز بالاتری خواهد داشت. همچنین در عامل سوم متغیرهای فنولوژیک دارای بار عامل مثبت و بالایی هستند، که این متغیرها با تأثیر بر روی صفات رشد رویشی مربوط به سرمایه ثابت (ساختارهای داخلی و ساخت مواد فتوسنتزی)، موجب ذخیره مواد قابل دسترس برای رشد زایشی گیاه می‌شوند، لذا می‌توان استنباط نمود که این دو عامل روی هم رفته همان مبدأهای فیزیولوژیک هستند.

تفسیر بیولوژیک عوامل استخراج شده، تا حد قابل

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

جدول ۳- بردار بار عاملها، نسبت واریانس توجیه شده، جمع کل واریانس توجیه شده و بردارهای مشخصه در ۲۹۰ لاین سویا

صفات	بار عامل				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
روز تا جوانه‌زنی	-۰/۱۴۵۴	-۰/۰۹۴۷	۰/۰۲۳۵	-۰/۰۸۸۲	۰/۰۷۳۱
روز تا گلدهی	-۰/۰۵۷۵	۰/۲۸۱۱	۰/۶۸۸۸	۰/۲۸۳۲	۰/۰۳۳۵
روز تا رسیدگی	۰/۰۴۶۰	۰/۲۲۹۹	۰/۸۶۵۲	۰/۳۰۹۴	-۰/۰۰۴۴
ارتفاع (سانتیمتر)	۰/۲۵۶۰	۰/۵۷۴۱	۰/۵۱۶۵	۰/۳۶۵۵	۰/۰۴۲۸
ارتفاع پایین‌ترین غلاف (سانتیمتر)	۰/۰۶۶۹	۰/۶۱۶۰	۰/۰۶۸۶	۰/۱۶۴۲	-۰/۱۱۸۹
تعداد ساقه فرعی	۰/۸۵۷۸	۰/۰۶۲۵	۰/۰۳۲۳	۰/۰۵۱۱	-۰/۱۶۴۴
تعداد گره ساقه اصلی	۰/۳۲۰۲	۰/۶۹۰۸	۰/۲۳۰۲	۰/۲۵۷۸	۰/۱۰۳۶
تعداد غلاف در گیاه	۰/۹۲۹۶	۰/۱۴۳۲	۰/۱۰۹۶	-۰/۰۱۶۱	۰/۳۲۰۹
تعداد دانه در غلاف	۰/۰۱۰۵	۰/۴۵۹۶	۰/۳۳۹۶	-۰/۰۳۳۱	۰/۰۷۳۹
وزن صد دانه (گرم)	-۰/۰۹۹۹	-۰/۱۲۵۹	۰/۱۵۰۲	۰/۸۰۴۲	۰/۰۳۹۱
نسبت واریانس توجیه شده	۰/۲۸۳۱	۰/۲۴۷۰	۰/۲۳۹۱	۰/۲۰۴۲	۰/۰۲۶۶
جمع کل واریانس توجیه شده	۰/۲۸۳۱	۰/۵۳۰۱	۰/۷۶۹۲	۰/۹۷۳۴	۱/۰۰۰۰
بردارهای مشخصه	۱/۸۰۹۲	۱/۵۷۸۶	۱/۵۲۸۱	۱/۳۰۴۸	۰/۱۷۰۲

ملاحظه‌ای به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفاتی که اندازه‌گیری شده‌اند بستگی دارد. تجزیه عاملها فقط الگویی از اثرات را در ماتریس همبستگی صفات ارائه می‌دهد. لذا در صورت اعتبار عوامل بالا که به مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک ربط داده شد، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برای تولید سویایی با عملکرد بالا باید گیاهانی با بنیه قوی، گره‌ها و برگهای زیاد، اندامهای تولید مثلی گسترده و وزن دانه بالا انتخاب گردد. البته این مسأله توضیح کاملی از تیپ ایده‌ال برای عملکرد بالا نیست. زیرا صفاتی که در این تجزیه در نظر گرفته شده‌است با صفاتی که به وسیله آنالیزهای رشد و آزمایشهای فیزیولوژیک اندازه‌گیری می‌شود، یکسان نیستند. از طرف دیگر بین مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک نیز همواره باید توازنی برقرار باشد. ترکیبات متفاوتی از صفات مورفولوژیک وجود دارند که موجب توازن خوب بین مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک می‌گردند. بر مبنای نتایج این بررسی فقط استنباط کلی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی که بیشترین توازن را برقرار می‌نمایند، حاصل گردیده است.

در مطالعه روابط بین صفات، باید تعدادی از صفات اضافی، که پیامد منطقی دیگر صفات هستند، در نظر گرفته نشوند. از این نقطه نظر، مهم‌ترین جنبه رگرسیون چندگانه مرحله‌ای و تجزیه عاملها توانایی آنها در کاهش تعداد صفات موجود در مدل است. در این تحقیق تجزیه رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه عاملها، روشهای مکملی برای مطالعه داده‌ها بودند. برای مثال تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که تعداد غلاف در گیاه بیشترین اهمیت را دارد. این صفت در عامل اول تجزیه عاملها نمود یافت. همچنین تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که برای توجیه تغییرات عملکرد، وزن صد دانه در درجه دوم اهمیت قرار دارد. این صفت نیز در عامل چهارم تجزیه عاملها تجلی پیداکرد. تعداد دانه در غلاف صفتی بود که در مرحله سوم به مدل تجزیه رگرسیون اضافه شد. این صفت نیز در عامل دوم تجزیه عاملها

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

جدول ۴- بردار بار عاملها، نسبت واریانس توجیه شده، جمع کل واریانس توجیه شده و بردارهای مشخصه لاین‌های رشد نامحدود

صفات	بار عامل				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
روز تا جوانه‌زنی	-۰/۰۱۵۱	-۰/۰۷۳۳	۰/۰۲۱۶	۰/۰۵۵۴	۰/۰۹۵۴
روز تا گلدهی	-۰/۸۸۵۳	۰/۰۶۶۲	۰/۳۱۳۸	-۰/۵۲۹۷	۰/۰۰۳۰
روز تا رسیدگی	۰/۹۰۰۰	۰/۰۴۶۷	۰/۲۷۰۶	-۰/۲۲۷۶	۰/۰۰۵۰
ارتفاع (سانتیمتر)	۰/۵۴۲۸	۰/۲۴۲۴	۰/۶۱۲۱	-۰/۲۶۴۱	-۰/۰۸۸۶
ارتفاع پایین‌ترین غلاف (سانتیمتر)	۰/۰۷۵۶	۰/۰۱۸۴	۰/۵۷۴۹	-۰/۱۳۴۹	۰/۰۴۶۸
تعداد ساقه فرعی	۰/۰۱۸۵	۰/۷۶۴۸	۰/۰۲۸۶	-۰/۰۵۰۳	-۰/۰۵۲۱
تعداد گره ساقه اصلی	۰/۳۱۴۳	۰/۳۳۴۷	۰/۶۳۳۹	-۰/۱۸۷۴	-۰/۰۲۵۶
تعداد غلاف در گیاه	۰/۰۵۹۴	۰/۹۸۰۹	۰/۱۷۷۹	۰/۰۴۲۸	-۰/۰۲۸۳
تعداد دانه در غلاف	۰/۲۹۰۴	۰/۰۲۵۳	۰/۴۴۶۹	۰/۰۸۰۲	-۰/۰۱۴۴
وزن صد دانه (گرم)	-۰/۲۲۹۶	-۰/۰۳۵۵	-۰/۱۰۶۸	۰/۸۲۹۳	۰/۰۶۲۱
نسبت واریانس توجیه شده	۰/۳۹۴۷	۰/۲۴۱۳	۰/۲۰۱۶	۰/۱۶۱۱	۰/۰۰۱۳
جمع کل واریانس توجیه شده	۰/۳۹۴۷	۰/۶۳۶۰	۰/۸۳۷۶	۰/۹۹۸۷	۱/۰۰۰۰
بردارهای مشخصه	۲/۸۳۳۹	۱/۷۳۲۱	۱/۴۴۶۹	۱/۱۵۷۰	۰/۰۰۹۲

خود را نشان داد. لذا استنباط می‌گردد که تجزیه عاملها علاوه بر این که مکملی بر تجزیه رگرسیون مرحله‌ای است، اطلاعات بیشتری را نیز ارائه می‌دهد. تجزیه عاملها ارتباط بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک، فیزیولوژیک و فنولوژیک را نشان داد، ولی این مسأله در رگرسیون مرحله‌ای مشخص نبود. همچنین تجزیه عاملها نشان داد که چه اجزایی از عملکرد با صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در ارتباط هستند. مثلاً صفاتی چون روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی که در رگرسیون مرحله‌ای نمود نیافتند، در تجزیه عاملها خود را نشان دادند. زیرا علاوه بر اجزای معمول عملکرد که عمدتاً تعداد و وزن دانه را شامل می‌شوند، عملکرد به فعالیت ساختارهای فتوسنتزی نیز مربوط است و صفات فنولوژیک که نقش اساسی در فتوسنتز گیاه و در نهایت عملکرد دارند، در زمره اجزای عملکرد نیز محسوب می‌گردند. تعداد گره ساقه اصلی، در تجزیه رگرسیون مرحله‌ای وارد مدل عملکرد نگردید، درحالی که این صفت نماینده تعداد کل برگهای گیاه یعنی نشان‌دهندهٔ تعداد واحدهای فیتومتریک و فتوسنتزکننده گیاه است، که خود سازنده اجزای اولیه عملکرد هستند و دیده شد که این صفت در عامل معماری گیاه نمود یافت.

در تجزیه مجزا برای لاین‌های رشد نامحدود (جدول ۴) نیز ۵ عامل استخراج گردید. از آن جایی که ضریب ماتریس باقی مانده بسیار کم بود، امکان استخراج عاملهای بیشتر فراهم نگردید. بردار بار عاملهای مربوط به چهار ریشه مشخصه اول، حاکی از این بود که چهار عامل اول در مجموع ۹۹/۸۷ درصد از تغییرات را توجیه می‌نمایند، که از این مقدار سهم عوامل اول تا چهارم به ترتیب ۳۹/۴۷، ۲۴/۱۳، ۲۰/۱۶ و ۱۶/۱۱ درصد می‌باشد. لذا چهار عامل برای بیان مفاهیم بیولوژیک کافی است. این عوامل بدون در نظر گرفتن تقدم و تأخر آنها از نظر صفاتی که شامل گردیدند، شبیه به عوامل چهارگانه در تجزیه کلیه لاین‌ها بودند، به طوری که عامل اول شبیه به عامل سوم در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

جدول ۵- بردار بار عاملها، نسبت واریانس توجیه شده، جمع کل واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه لاین‌های رشد محدود

صفات	بار عامل				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
روز تا جوانه‌زنی	-۰/۳۲۲۸	-۰/۰۵۰۵	۰/۱۲۷۵	-۰/۰۳۱۵	-۰/۰۰۹۴
روز تا گلدهی	۰/۲۶۴۵	۰/۸۱۵۲	۰/۳۷۶۶	-۰/۰۶۵۷	۰/۱۸۰۵
روز تا رسیدگی	۰/۱۳۸۰	۰/۷۵۲۸	۰/۰۶۴۴	۰/۱۳۸۸	۰/۲۲۴۲
ارتفاع (سانتیمتر)	۰/۱۸۹۹	۰/۱۲۳۴	۰/۹۲۴۷	-۰/۰۹۵۳	۰/۳۰۳۵
ارتفاع پایین‌ترین غلاف (سانتیمتر)	-۰/۱۱۲۳	-۰/۰۴۶۵	۰/۷۷۴۳	-۰/۰۴۱۴	۰/۱۲۰۶
تعداد ساقه فرعی	۰/۸۷۶۶	-۰/۰۲۹۰	۰/۲۲۳۰	-۰/۱۸۴۵	۰/۰۹۰۶
تعداد گره ساقه اصلی	۰/۳۳۵۱	-۰/۱۱۶۷	۰/۸۶۰۹	-۰/۱۳۲۴	۰/۳۲۸۹
تعداد غلاف در گیاه	۰/۹۶۲۳	۰/۱۹۹۶	۰/۱۳۳۲	-۰/۲۲۱۰	-۰/۱۶۵۹
تعداد دانه در غلاف	-۰/۰۷۳۴	-۰/۰۱۸۴	۰/۶۹۵۲	-۰/۱۴۸۸	۰/۱۷۲۸
وزن صد دانه (گرم)	-۰/۲۹۰۸	۰/۰۷۰۷	-۰/۱۰۷۴	۰/۹۴۵۰	-۰/۰۲۱۲
نسبت واریانس توجیه شده	۰/۳۰۶۴	۰/۲۵۹۸	۰/۲۳۰۸	۰/۱۷۱۸	۰/۰۳۱۲
جمع کل واریانس توجیه شده	۰/۳۰۶۴	۰/۵۶۶۲	۰/۷۹۷۰	۰/۹۶۸۸	۱/۰۰۰۰
بردارهای مشخصه	۲/۳۳۸۱	۱/۹۸۲۴	۱/۷۶۱۵	۱/۳۱۱۴	۰/۲۳۸۰

تجزیه کلی و عوامل دوم، سوم و چهارم به ترتیب مشابه عوامل اول، دوم و چهارم بودند و به همان اسامی نامیده شدند. بنابراین درجه اهمیت عوامل در تجزیه لاین‌های رشد نامحدود با تجزیه کلی تفاوتهایی دارد و نشان می‌دهد که در لاین‌های رشد نامحدود عواملی که به نحوی بر رشد رویشی گیاه اثر گذاشته و ساخت مواد فتوسنتزی را زیاد می‌کنند، در درجه اول اهمیت هستند. پس از آن عوامل مخزن، معماری و وزنی قرار دارند.

در تجزیه جداگانه لاین‌های رشد محدود (جدول ۵) نیز به واسطه ضرایب بسیار کوچک ماتریس باقی مانده، فقط ۵ عامل استخراج گردید. بردار بار عاملهای چهار ریشه مشخصه اول نشان داد که چهار عامل اول در مجموع ۹۶/۸۸ درصد تغییرات را توجیه نمودند، که از این مقدار سهم عوامل اول تا چهارم به ترتیب ۳۰/۶۴، ۲۵/۹۸، ۲۳/۰۸ و ۱۷/۱۸ درصد بود. این عوامل همان صفاتی را شامل گردیدند که در تجزیه کلی لاین‌ها مشاهده شد، با این تفاوت که عوامل دوم و سوم جابه‌جا گردیدند، لذا نامگذاری آنها مشابه با قبل بود. تجزیه لاین‌های رشد محدود در مقایسه با تجزیه لاین‌های رشد نامحدود از نظر تعداد و نوع عوامل یکسان بود و تنها تفاوت آنها تقدم و تأخر عوامل اول و دوم است. یعنی در هر یک از دو تیپ رشد، صفات مشابهی روی عملکرد اثر می‌گذارند، با این تفاوت که در ارقام رشد محدود عامل مخزن، که در آن صفات تعداد غلاف در گیاه و تعداد ساقه فرعی سهم مؤثرتری داشتند و در ارقام رشد نامحدود، عامل سرمایه ثابت گیاه که در آن صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و ارتفاع نقش بیشتری را ایفا نمودند، از اهمیت بیشتری برخوردار بود.

از آن‌جایی که اطلاعات حاصل از تجزیه عاملها به دامنه تنوع ژنتیکی و شرایط محیطی بستگی دارد (۳۰)، تفاوتهای احتمالی نتایج این مطالعه با سایر مطالعات دور از انتظار نیست. در این تحقیق تجزیه رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه عاملها

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

روشهای مکملی را برای مطالعه داده‌ها فراهم آوردند و نشان داده شد که تحت شرایط محیطی این آزمایش کدام یک از اجزای عملکرد از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. این اطلاعات پژوهشگر را قادر به انتخاب برای حداکثر عملکرد می‌نماید.

منابع مورد استفاده

۱- وجدانی، پ. ۱۳۷۲. نقش بانک ژن و مواد گیاهی در افزایش محصولات زراعی. مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج. صفحه ۲۹۲-۲۸۷.

2- 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.

3- Bramel, P.I., 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.

4- Burton, G.W. and E.H. Devane, 1953. Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. Agron. J. 45:478-481.

5- Chahota, R.K. and S.K. Sharma. 1993. Studies on genetic variability and component analysis in macrosperma and microsperma lentils. Indian J. Genet. 53:411-417.

6- Chaubey, P.K. and A.K. Richharia. 1993. Genetic variability, correlations and path coefficients in Indica rices. Indian J. Genet. 53:356-360.

7- Chauhan, V.S. and B.B. Singh. 1984. Genetic variability and heritability in soybean. Indian J. Agric. Sci. 54:273-276.

8- Chung, J.H. and D.S. Goulden. 1971. Yield components of Haricot beans (*Phaseolus vulgaris L.*) grown at different plant densities. N.Z. J. Agric. Res. 14:227-234.

9- 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.

10- 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.

11- Estilai, A., B. Ehdaie, H.H. Naqvi, D.A. Dierig, D.T. Ray and A.E. Thompson. 1992. Correlations and path analysis of agronomic traits in guayule. Crop Sci. 32:953-957.

12- Guertin, W.H. and J.P. Bailey. 1982. Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc., Michigan, 405p.

13- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University, Ames, Iowa, 468p.

14- Jaylal. 1994. Genetic divergence in soybean for physiological and yield attributes under rainfed condition. Indian J. Genet. 54:418-424.

15- Johnson, H.W., H.F. Robinson and R.E. Comestock. 1955. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. Agron. J. 47:314-318.

16- Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1988. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall International Inc., London, 607p.

17- Kaiser, H.F. 1958. The Varimax criterion for analysis rotation in factor analysis. Psychometrika

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]

23:187-200.

18- Kleinbaum, D.G., L.L. Kupper and K.E. Muller. 1988. Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods. PWS-Kent Pub. Co., Boston, 718p.

19- Lawley, D.H. 1941. The estimation of factor loadings by the method of maximum likelihood. Proc. Royal Soc. Edin. 60:64-82.

20- Lawley, D.N. and A.E. Maxwell. 1963. Factor Analysis as a Statistical Method. Butterwoths, London, 453p.

21- Lee, J. and P.J. Kaltsikes. 1973. Multivariate statistical analysis of grain yield and agronomic characters in durum wheat. Theor. Appl. Genet. 43:226-231.

22- Liang, G.H. and T.L. Walter. 1968. Heritability estimates and gene effects for agronomic triats in grain sorghum. Crop Sci. 8:77-80.

23- Narayan, R.K.J. and A.J. Macefield. 1976. Adaptive responses and genetic divergence in a world germplasm collection of chick pea (*Civer arietinum* L.) Theor. Appl. Genet. 427:179-187.

24- Pandey, J.P. and J.H. Torrie. 1973. Path coefficient analysis of seed yield components in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. Crop Sci. 13:505-507.

25- Panse, V.G. 1957. Genetics of quantitative characters in relation to plant breeding. Indian J. Genet. 17:317-328.

26- Perry, M.C. and M.S. Mc Intosh. 1991. Geographical patterns of variation in the USDA soybean germplasm collection. I. Morphological traits. Crop Sci. 31:1350-1355.

27- Ramanujam, S., A.S. Tiwari and R.B. Mehra. 1974. Genetic divergence and hybrid performance in mung bean. Theor. Appl. Genet. 45:211-214.

28- Rao. C.R. 1952. Advanced Statistical Methods in Biometric Research. John Wiley & Sons Inc., New York, 425p.

29- 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.

30- Seiler, G.J. and R.E. Stafford. 1979. Factor analysis of components of yields in guar. Crop Sci. 25:905-908.

31- Singh, K.B. and R.S. Malhotra. 1970. Interrelationships between yield and yield components in mung bean. Indian J. Genet. Plant Breed. 30:244-250.

32- Srivastava, R.L., R.N. Sahai, J.K. Saxena and I.P. Singh. 1976. Path analysis of yield components in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Indian J. Agric. Res. 10:171-173.

33- Walton, P.D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica 20:416-421.

34- Walton, P.D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 12:731-733.

35- Yohe, J.M. and J.M. Poehlman. 1972. Genetic variability in the mung bean, *Vigna radiata* (L.). Crop Sci. 12:461-464.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.5.0]