بررسی ارتباط برخی از صفات زراعی و مورفولوژیکی با عملکرد در لاین های نسل هفتم سویای حاصل از پرتو دهی با اشعه گاما

م. یونسی حمزه خانلو[۱]، ع. ایزدی دربندی[۲]، ن. پیرولی بیراونوند[۳]، م. ط. حلاجیان[۳] و ع. مجدآبادی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد پردیس ابوریحان دانشگاه تهران ۲- استادیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۳- مربی پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای سازمان انرژی اتمی ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۳

چکیده

نسل هفتم (M_7) ۳۳ لاین جهش یافته حاصل از جهش با پرتو گاما در سویا با دزهای جذبی ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گری، رقم L17 مادری که لاین‌های جهش یافته از آن مشتق شده بودند و دو رقم تجاری ویلیامز (WI) و کلارک (CL) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به منظور بررسی ارتباط برخی از صفات زراعی مهم و مورفولوژیکی با عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که لاین های جهش یافته و ارقام تجاری و والدی بررسی شده از نظر تمامی صفات به غیر از صفت تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی داری داشتند. عملکرد تک بوته بیشترین همبستگی مثبت را با شاخص برداشت **(r=۰/۸۸۶)** داشت. **در مدل رگرسیون چندگانه با روش تجزیه رگرسیون گام به گام ۹۹/۷ درصد از تغییرات عملکرد تک بوته به عنوان متغیر وابسته توسط صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی (عملکرد بیولوژیکی) توجیه گردید، که اهمیت شاخص برداشت بیش از صفات دیگر بود. با استفاده از روش تجزیه رگرسیون صعودی به جز صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی صفات با اهمیت کمتر (تعداد برگ، وزن خشک ریشه و ارتفاع بوته) نیز در مدل رگرسیونی وارد شدند که نقش توجیهی بسیار کمی داشتند. طبق نتایج تجزیه علیت بیشترین و کمترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد تک بوته به ترتیب مربوط به صفات شاخص برداشت (۰/۶۲) و ارتفاع بوته (۰/۰۰۱) بود. بنا براین شاخص برداشت را می توان به عنوان معیار گزینش در برنامه های اصلاحی برای بهبود عملکرد لاین های جهش یافته مورد استفاده قرار داد. طبق نتایج تجزیه به عامل ها، شش عامل مستقل از هم، مجموعاً ۸۹ درصد از تغییرات کل داده ها را توجیه نمودند. عامل اول، ۳۵ درصد از واریانس کل را توجیه نمود و به عنوان عامل عملکرد نام گذاری شد.**

واژه های کلیدی: جهش، تجزیه رگرسیون، همبستگی فنوتیپی، تجزیه علیت، تجزیه عامل ها

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

مقدمه

سویا با نام علمی *Glycine max* دارای ریشه اصلی عمقی بوده که می تواند تا ژرفای ۱۵۰ سانتی متری در خاک نفوذ نماید (۲). با توجه به اهمیت گیاه سویا از لحاظ تولید روغن و پروتئین تحقیق در خصوص بررسی تنوع صفات مورفولوژیکی و ژنتیکی لاین ها و ارقام مختلف به منظور استفاده از این لاین ها و ارقام، لازم و ضروری به نظر می رسد. در سویا بسیاری از صفات به طور مستقیم در عملکرد دانه سهیم هستند (۲۲). تحقیقات بسیاری برای درک بهتر روابط صفات مورفولوژیکی و نحوه و میزان اثر این صفات بر عملکرد از طریق تجزیه ضرایب مسیر و تجزیه به عامل ها صورت گرفته است. خان و حاتم (۱۳) گزارش نمودند که تمامی صفات به غیر از طول غلاف همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دارند. هنریکو و همکاران (۸) و اختر و اسنلر (۱) گزارش نمودند که صفت تعداد دانه در بوته همبستگی معنی داری با عملکرد دانه دارد و همچنین این صفت، بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه دارد و نشان دادند که این صفت می تواند به عنوان معیار انتخاب غیر مستقیم برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در سویا استفاده شود. بانگار و همکاران (۴) گزارش نمودند که عملکرد دانه با صفات وزن صد دانه، تعداد روز از جوانه‌زنی تا رسیدگی و تعداد روز از جوانه‌زنی تا ۵۰٪ گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. همچنین آنها مشخص نمودند که همبستگی دو به دوی صفات تعداد روز از جوانه زنی تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه مثبت و معنی دار است. نرجسی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که در مدل رگرسیون چند گانه، حدود ۸۵/۶ درصد تغییرات عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته توسط شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، درصد پروتئین و تعداد دانه در بوته توجیه می گردد، که اهمیت شاخص برداشت بیش از صفات دیگر می باشد. هم چنین آنها با استفاده از نتایج تجزیه علیت مشخص نمودند که بیشترین و کمترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه به ترتیب مربوط به صفت شاخص برداشت (p=۰/۵۴) و درصد پروتئین (p=۰/۰۰۸) می باشد. شیرواستاوا و همکاران (۱۹) از طریق تجزیه علیت گزارش کردند که بالاترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه از طریق صفت تعداد شاخه فرعی و پس از آن روز تا ۵۰ درصد گل دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت می باشد. سیاه سر و رضایی (۲۱) از طریق تجزیه رگرسیونی نشان دادند که حداکثر تغییرات عملکرد توسط صفات تعداد دانه در بوته، غلاف در بوته و وزن صد دانه توجیه می شود. مسعودی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که صفات وزن تک بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه در بوته دارند. صفات عملکرد دانه در بوته و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد بیولوژیک دارند

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

(۱۸). اقبال و همکاران (۹) نشان دادند که تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه در بوته را دارد و وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف در مراتب بعدی قرار دارند. آنها همچنین گزارش کردند که ارتفاع بوته دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه می‌باشد. اقبال و همکاران (۱۰) نشان دادند که تعداد غلاف در بوته سویا با عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری دراد. زاهو و همکاران (۳۰) با انجام تجزیه به عامل ها در ۱۲ صفت زراعی مهم در ۱۶ ژنوتیپ سویا در چین گزارش کردند که این صفات به چهار گروه تقسیم می‌شوند. عامل اول شامل صفات تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته، عامل دوم شامل صفات ارتفاع بوته، تعداد گره، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین و تعداد روز تا رسیدگی، عامل سوم شامل صفات تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و وزن دانه در بوته و عامل چهارم شامل صفت تعداد شاخه فرعی بود. ارقام و گونه های زیادی از سویا وجود دارند که می توانند برای کاشت و ایجاد لاین‌های جدید استفاده شوند. لاین‌های جدید می‌توانند از طرق مختلف مخصوصاً از راه القای جهش از طریق پرتو دهی گاما بدست آیند. مقایسه این لاین‌ها با همدیگر و با والدینشان و یا با ارقام تجاری از نظر صفات مختلف کیفی و کمی مهم نظیر عملکرد و بررسی روابط صفات مرتبط با عملکرد جهت بدست آوردن لاین‌های برتر حائز اهمیت می باشد. با استفاده از عوامل جهش زای فیزیکی و شیمیایی در سویا، دو لاین جهش یافته خالص ایجاد شد که نسبت به رقم مادری ارتفاعشان کوتاهتر بود (۲۸). برخی گزارشات وجود دارند که نشان می دهد دزهای پایین اشعه گاما می تواند فعالیت آنتی اکسیدانتی را در مواد گیاهی از جمله سویا القا کند و باعث ایجاد ارقامی متفاوت نسبت به رقم مادری شوند (۲۳).

افزایش عملکرد دانه و صفات زراعی وابسته به آن از مهمترین ویژگی‌هایی هستند که در دستیابی به ژنوتیپ‌های برتر، مورد نظر اصلاح کنندگان نبات می‌باشد. انتخاب براساس صفات مورفولوژیک تأثیرگذار در عملکرد به دلیل سهولت اندازه‌گیری و وراثت پذیری مناسب ممکن است روشی سریع و مطمئن در غربال جوامع گیاهی جهت بهبود عملکرد دانه باشد (۲۷). عملکرد یک صفت کمی است که تحت تأثیر تعداد زیادی ژن قرار می‌گیرد و اثر عوامل محیطی بر آنها زیاد است. لذا در برنامه‌های اصلاحی ضمن کنترل عوامل محیطی زمینه انتخاب غیر مستقیم برای عملکرد با صفات دیگر فراهم می‌گردد (۶). بر خلاف رگرسیون، تجزیه مسیر به بررسی مدل‌های علت و معلولی پیچیده‌ای می‌پردازد که در آنها تعداد زیادی از متغیرهای دسته اول و دوم می‌توانند به صورت همزمان مورد بررسی قرار گیرد (۲۵).

مواد و روشها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در گلخانه گروه پژوهشی کشاورزی هسته ای پژوهشکده

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی کرج اجرا شد. آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۳۳ لاین جهش یافته حاصل از جهش با پرتو گاما در سویا با دزهای جذبی ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گری، رقم L17 و دو رقم تجاری ویلیامز و کلارک با سه تکرار اجرا شد. بذرها بعد از آلوده سازی خاک گلدان ها با باکتری تثبیت کننده ازت *Bradyrhizobium japonicum* در آنها کشت شدند. برای هر گلدان (حاوی ۴ کیلوگرم خاک) ۵ سی سی (هر سی سی حاوی ۴×۱۰^{۹} باکتری) از محلول حاوی باکتری تثبیت کننده ازت استفاده شد. در هر کدام از گلدان‌ها ۶ بذر کشت شد. بعد از گذشت ۲۰ روز گلدان‌ها از نظر تعداد بذر تنک شدند و نهایتاً در هر گلدان سه گیاهچه برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر حفظ شد. در طول مدت رویشی گیاهان از طریق زیر گلدانی‌هایی که تعبیه شده بودند آبیاری می‌شدند برای این منظور در کف گلدان‌ها سوراخ‌هایی برای جذب آب در نظر گرفته شده بود. صفاتی که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفتند شامل تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در هر بوته، وزن صد دانه، وزن خشک اندام هوایی، شاخص برداشت، وزن خشک ریشه، عملکرد تک بوته (به گرم)، تعداد گره در ریشه و وزن خشک گره‌ها بودند. در اندازه گیری‌ها میانگین صفات سه گیاه موجود در هرگلدان برای هر تکرار در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد در آون نگهداری شدند و سپس توزین شدند. بعد از تجزیه واریانس تیمارها معنی داری آنها از نظر صفات مورد نظر بررسی گردید و برای مقایسه میانگین تیمارها از روش مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. ضریب همبستگی فنوتیپی ساده (پیرسون) صفات محاسبه و معنی داری آنها در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ بررسی شد. برای تعیین اهمیت نسبی هر یک از صفات مورد بررسی در افزایش عملکرد تک بوته از تجزیه رگرسیون گام به گام استفاده شد. تجزیه علیت نیز روی عملکرد تک بوته به عنوان متغیر وابسته براساس متغیرهایی که به مدل رگرسیون نهایی وارد شده بودند، به عنوان متغیرهای مستقل برای مطالعه رابطه علت و معلولی بین صفات انجام شد. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس، به عنوان یک ابزار کاربردی برای شناسایی اهمیت، ترتیب و ارتباط موجود بین صفات یا عملکرد تک بوته، انجام گرفت. برای حذف متغیرهای مزاحم و جلوگیری از بروز مشکل هم خطی چندگانه ضریب تورم واریانس[1] (VIF) متغیرها محاسبه و متغیرهایی که VIF بالایی ۱۰ داشتند حذف شدند (۱۶). تمامی داده‌ها از نظر نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند و در مواردی که داده‌ها نرمال نبودند

1- Variance Inflation

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

با استفاده از انواع تبدیل داده (تبدیل لگاریتمی یا تبدیل 1/X) داده‌ها نرمال شدند. تمامی محاسبات فوق با نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

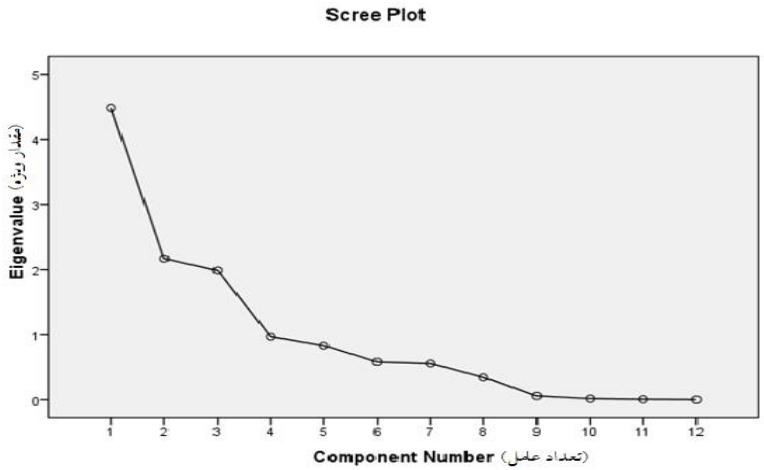
تجزیه واریانس برای ارزیابی تغییرات صفات مورد مطالعه در بین لاین‌های جهش یافته و ارقام گیاهی (جدول ۱) نشان داد که کلاً بین ۱۱ صفت از تعداد ۱۲ صفت موجود در آزمایش اختلاف معنی داری وجود دارد. صفات تعداد برگ، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، شاخص برداشت، تعداد گره در ریشه و وزن خشک گره ها اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ و برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد تک بوته اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد. تنها برای صفت تعداد دانه در غلاف در بین لاین‌ها اختلاف معنی داری وجود نداشت. این نتایج با نتایج محمدی و همکاران مطابقت دارد که نتیجه گرفتند لاین‌های جهش یافته سویا از نظر صفات بررسی شده برای عملکرد واجزای عملکرد ارزششان از ارقام والدی بالاتر بود (۱۵). بنا براین تجزیه‌های بعدی برای مطالعه دقیق ارتباط صفات و تعیین مهمترین آنها انجام گرفت.

نتایج همبستگی ساده فنوتیپی (پیرسون) بین متغیرها در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود عملکرد تک بوته بیشترین همبستگی را با صفت شاخص برداشت (۰/۸۸) و بعد به تریتب با وزن خشک اندام هوایی (۰/۸۳)، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته داشت که در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بودند. این نتایج با یافته‌های مسعودی و همکاران (۱۴)، بوارد (۵)، رضایی زاد (۱۸) و زینالی خانقاه و سوهانی (۲۹) مطابقت دارد و نشان دهنده این است که برای افزایش عملکرد باید به این صفات و صفات دیگری که همبستگی بالا با عملکرد دانه دارند توجه خاص شود. نکته ای که اینجا باید به آن توجه داشت این است که همبستگی ارتفاع گیاه با عملکرد تک بوته منفی است که این نتیجه در ارتباط با نتایج اقبال و همکاران (۹) می باشد که آنها نشان دادند ارتفاع بوته تأثیر منفی بر عملکرد دارد، چون هرچه گیاه مرحله رویشی آن طولانی باشد و وارد فاز زایشی و تشکیل بذر نشود عملکرد آن کاهش می‌یابد. وزن خشک یا عملکرد بیولوژیکی بالاترین همبستگی مثبت را با عملکرد تک بوته و بعد از آن با تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته داشت که با نتایج مسعودی و همکاران (۱۴) تطابق زیادی دارد. تعداد دانه در غلاف با تعداد گره در ریشه همبستگی مثبت و معنی داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد این موضوع می‌تواند به این خاطر باشد که با افزایش تعداد گره‌ها جذب عناصر غذایی مخصوصاً نیتروژن بالا می‌رود و گیاه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

دچار تنش و کمبود مواد نمی‌شود و لذا گیاه در فرایند فتوسنتز با مشکل کمتری مواجه می‌شود و پر شدن غلاف‌ها به خوبی صورت می‌گیرد (۲). وزن خشک گره‌ها بالاترین همبستگی را با تعداد گره و بعد از آن با وزن خشک ریشه داشت در واقع با افزایش وزن ریشه و به دنبال آن افزایش تعداد گره‌ها در ریشه وزن گره‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند.

نتایج تجزیه عاملی به روش مؤلفه‌های اصلی روی ۹ صفت زراعی و ۳ ویژگی ریشه در جدول ۳ ارائه شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود عاملهای اول تا ششم به ترتیب ۳۵، ۱۸، ۱۶، ۸ ، ۷ و ۵ درصد و در مجموع ۸۹ درصد از تغییرات کل داده ها را تبیین می‌کنند. تفسیر ۸۹ درصد از تغییرات ۱۲ متغیر توسط ۶ عامل بیان گر کارایی متوسط تجزیه عاملی در خلاصه نمودن اطلاعات داده های ۳۶ لاین سویا می باشد. در شکل ۱ نیز نمودار SCREE PLOT ویژه این بررسی نشان داده است که شش عامل برای توجیه اطلاعات داده‌های این تحقیق کافی است زیرا از عامل ششم به بعد نمودار تقریباً به صورت خطی در می‌آید (۱۲).



شکل ۱- نمودار Scree graph تجزیه به عامل ۱۲ صفت زراعی و مورفولوژیک لاین‌های سویا.

این موضوع همچنین بیان می‌دارد که بین لاین‌های جهش یافته و ارقام تجاری و مادری تنوع ژنتیکی وجود دارد، زیرا هرچه تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسم از نظر صفت مورد نظر بیشتر باشد، درصد تغییرات کمتری در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه عاملی توجیه خواهد شد (۳ و ۱۱).

با مشاهده ماتریس ضرائب عاملی دوران یافته، مشخص می‌شود که در مورد عامل اول صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

شاخص برداشت و عملکرد تک بوته دارای ضرایب بالایی می‌باشند که ۳۵ درصد از تغییرات کل داده‌های لاین‌های بررسی شده در تحقیق را توجیه می‌کند. این عامل را می‌توان به عنوان عامل عملکرد در نظر گرفت. زاهو و همکاران (۳۰) نیز در بررسی تجزیه به عامل‌ها روی ۱۲ صفت در ۱۶ ژنوتیپ سویا عاملی را به عنوان عامل عملکرد که شامل تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته بود، گزارش نمودند. نرجسی و همکاران (۱۷) نیز در بررسی ۱۷ صفت در ۳۰ ژنوتیپ سویا دو عامل فنولوژیکی و عملکرد را که به ترتیب ۲۸/۲۱ و ۱۶/۵۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند، گزارش کردند. لذا به هنگام گزینش در بین لاین‌های جهش یافته توجه به تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت می‌تواند منجر به انتخاب جهش یافته‌هایی گردد که پتانسیل عملکردی بالایی دارند.

در عامل دوم صفات وزن صد دانه، وزن خشک اندام هوایی و باز دو متغیر عملکرد تک بوته و شاخص برداشت ضرایب بالایی را داشتند. این عامل را می‌توان به عنوان پتانسیل رشدی گیاه در نظر گرفت که ۱۸ درصد از کل تغییرات را توجیه می‌کند. این نتیجه تقریباً مطابق نتایج نرجسی و همکاران (۱۷) می‌باشد که آنها عاملی را که در آن صفات تعداد شاخه فرعی، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی ضرایب عاملی بزرگتری داشتند را به عنوان عامل رشد نام‌گذاری کردند. در عامل سوم صفات مربوط به تعداد گره ها و وزن گره ها دارای ضرایب بزرگی می‌باشند بنابراین عامل سومی را می‌توان عامل خصوصیات گره زایی گیاه نامید. بر این اساس، ۱۶درصد از تغییرات داده‌ها توسط خصوصیات گره زایی آنها قابل توجیه است. در عامل چهارم صفت ارتفاع بوته ضریب بالایی دارد. این عامل را می‌توان عامل رشد رویشی بوته نامید که در کل ۸ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کند. در نهایت عامل پنجم و ششم که در آن‌ها به ترتیب صفات وزن ریشه و تعداد برگ ضرایب بالایی داشتند و هر کدام به ترتیب ۷ و ۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند که این عامل‌ها را می‌توان به ترتیب به عنوان عامل ریشه و برگ در نظر گرفت.

قبل از انجام تجزیه رگرسیون مقدار ضریب تورم واریانس (VIF) برای صفات مورد نظر اندازه گیری شد و سپس صفاتی که ضریب تورم واریانس بالا داشتند کنار گذاشته شدند تا مشکل هم خطی چندگانه بین متغیرها وجود نداشته باشد. بعد از حذف متغیرهای مزاحم (متغیر تعدا دانه در بوته و وزن صد دانه) ضریب تورم واریانس متغیرهای باقی مانده همه کمتر از ۵ بود و تنها دو متغیر تعداد گره و وزن خشک گره ضریب تورم واریانسی به ترتیب برابر با ۹/۱۴ و ۹/۱۳ داشتند که قابل قبول بود، هرچند این دو متغیر در مدل رگرسیون نهایی (چه مرحله ای و چه صعودی) وارد نشدند. در این رابطه مونتوگومری و پک (۱۶) اذعان داشته اند، زمانی که مقدار VIF بزرگتر از ۱۰-۵ باشد، آنگاه ضرایب رگرسیونی به صورت خیلی ضعیف برآورد می‌گردند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۱- تجزیه واریانس برای صفات اندازه گیری شده در لاین های جهش یافته، رقم مادری و ارقام تجاری سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ در بوته	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن ۱۰۰ دانه
تیمار	۳۵	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۶۳*	۰/۰۱*	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۳**	۵/۱۳۹**
خطا	۷۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۳۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۸	۰/۷۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۸۷	۶/۴۳	۸/۵۸	۱۷/۶۷	۱۷/۷۵	۷/۱۷	۷/۴۲

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد تک بوته (g)	شاخص برداشت	وزن خشک ریشه (g)	تعداد گره در ریشه	وزن خشک گره ها (g)
تیمار	۳۵	۰/۳۰۸**	۱/۵۳**	۰/۳۲۰**	۰/۱۸۸**	۰/۰۰۴۴**
خطا	۷۲	۰/۱۱۹	۰/۴۴	۰/۰۸۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)		۱۷/۴۶	۱۶/۰۸	۵/۲۱	۹/۶۲	۱۱/۸۹

* و **: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: غیر معنی دار.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۲- ضرایب همبستگی فنوتیپی ساده (پیرسون) بین صفات بررسی شده در لاین های جهش یافته، رقم مادری و ارقام

صفت	تعداد برگ در بوته	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در غلاف	تعدا دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن ۱۰۰ دانه (g)	عملکرد تک بوته (g)	شاخص برداشت	وزن خشک ریشه (g)	تعداد گره در ریشه	وزن خشک گره ها (g)
تعداد برگ در بوته	۱	۰/۰۵۳^{ns}	۰/۰۸۲^{ns}	۰/۴۰۶*	۰/۴۱۴*	۰/۲۳۶^{ns}	۰/۰۵۱^{ns}	۰/۳۶۲*	۰/۳۸۵*	۰/۰۴۰^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}
ارتفاع بوته (cm)		۱	۰/۲۱۴^{ns}	۰/۱۲۶^{ns}	-۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۴۶^{ns}	-۰/۲۴۵^{ns}	-۰/۰۶۴^{ns}	-۰/۱۴۴^{ns}	۰/۳۱۴^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۱۲۶^{ns}
تعداد دانه در غلاف			۱	۰/۵۲۷**	۰/۰۶۹^{ns}	۰/۵۰۷**	-۰/۰۰۶^{ns}	۰/۵۱۱**	۰/۴۲۱**	۰/۰۵۲^{ns}	۰/۳۳۸*	۰/۲۹۹^{ns}
تعدا دانه در بوته				۱	۰/۸۳۸**	۰/۵۵۶**	-۰/۰۹۷^{ns}	۰/۷۰۴**	۰/۶۷۶**	-۰/۱۱۶^{ns}	۰/۲۶۳^{ns}	۰/۳۱۲^{ns}
تعداد غلاف در بوته					۱	۰/۳۳۱*	-۰/۲۱۸^{ns}	۰/۴۸۸**	۰/۵۱**	-۰/۱۵۶^{ns}	۰/۱۰۹^{ns}	۰/۲۰۵^{ns}
وزن خشک اندام هوایی (g)						۱	۰/۵۲۰**	۰/۸۳۳**	۰/۵۲۶**	-۰/۰۴۸^{ns}	۰/۳۱۴^{ns}	۰/۳۲۳^{ns}
وزن۱۰۰ دانه (g)							۱	۰/۵۳۳**	۰/۴۴۳**	-۰/۲۲۶^{ns}	۰/۱۵۷^{ns}	۰/۱۵۲^{ns}
عملکرد تک بوته (g)								۱	۰/۸۸۶**	-۰/۲۵۸^{ns}	۰/۲۸۳^{ns}	۰/۳۰۶^{ns}
شاخص برداشت									۱	-۰/۳۸۴*	۰/۱۳۶^{ns}	۰/۱۶۸^{ns}
وزن خشک ریشه (g)										۱	۰/۳۷۳*	۰/۳۲۷*
تعداد گره در ریشه											۱	۰/۹۳۹**
وزن خشک گره ها (g)												۱

* و **: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: غیر معنی دار.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۳- نتیجه تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی همراه با دوران وریماکس برای صفات زراعی و خصوصیات ریشه در لاین‌های جهش یافته، رقم مادری و ارقام تجاری سویا

واریانس مشترک	ماتریس ضرایب دوران یافته						شرح صفات
	عامل ۶	عامل ۵	عامل ۴	عامل ۳	عامل ۲	عامل ۱	
۰/۹۹	-۰/۰۹	-۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۹۴	تعداد دانه در بوته
۰/۹۳	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۰۰۶	۰/۰۴	۰/۰	۰/۹۳	تعداد غلاف در بوته
۰/۸۷	۰/۰۴	-۰/۳۶	-۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۵۵	۰/۶۳	شاخص برداشت
۰/۹۸	۰/۰	-۰/۲۱	-۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۸۸	-۰/۲۷	وزن صد دانه (g)
۰/۸۵	-۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۷۸	۰/۳۶	وزن خشک اندام هوایی (g)
۰/۹۹	-۰/۰۵	-۰/۱۵	-۰/۰۰۲	۰/۱۹	۰/۷۵	۰/۵۹	عملکرد تک بوته (g)
۰/۹۶	-۰/۰۰۵	۰/۱۱	-۰/۰۴	۰/۹۵	۰/۱۵	۰/۰۹	تعداد گره در ریشه
۰/۹۵	-۰/۰۳	۰/۱۳	-۰/۰۱	۰/۹۴	۰/۱۴	۰/۱۲	وزن خشک گره (g)
۰/۸۶	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۸۹	-۰/۰۸	-۰/۱۵	۰/۰۶	ارتفاع بوته (cm)
۰/۹۴	۰/۰۵	۰/۹۱	۰/۰۶	۰/۲۵	-۰/۱۱	-۰/۱۱	وزن خشک ریشه (g)
۰/۸۳	۰/۸	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۰۵	-۰/۰۳	۰/۲۴	تعداد برگ در بوته
۰/۸۲	-۰/۵۷	۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۳	۰/۲۸	۰/۳۶	تعداد دانه در غلاف
-	۵	۷	۸	۱۶	۱۸	۳۵	مقدار ویژه (٪)
-	۸۹	۸۴	۷۷	۶۹	۵۳	۳۵	مقدار ویژه کمی (٪)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

تجزیه رگرسیون گام به گام[1] برای عملکرد تک بوته لاینهای جهش یافته، تجاری و مادری نشان داد که صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی (عملکرد بیولوژیکی) به ترتیب وارد مدل شده و جمعاً ۹۹/۷٪ از تغییرات عملکرد تک بوته را توجیه نمودند (جدول ۴). شوکلا و همکاران (۲۰) نیز شاخص برداشت را به عنوان معیار مناسب انتخاب در جهت بهبود عملکرد سویا معرفی کردند. ویلنمن دتائو و همکاران (۲۶) نیز اظهار داشتند که شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی می‌توانند به منظور افزایش عملکرد دانه مناسب باشند. نرجسی و همکاران (۱۷) نیز اظهار داشتند که شاخص برداشت نسبت به سایر صفات تأثیر بیشتری روی افزایش عملکرد دانه دارد. شیب رگرسیون برای صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی در سطح ۰/۹۹ معنی دار می‌باشد (جدول ۴). ضرایب همبستگی بین شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی با عملکرد تک بوته به ترتیب برابر با ۰/۸۸۶ و ۰/۸۳۳ می‌باشد که هر دو در سطح ۰/۹۹ معنی دار گردیده که صفت شاخص برداشت بالاترین ضریب همبستگی و متعاقب آن صفت وزن خشک اندام هوایی نیز بیشترین ضریب همبستگی را با عملکرد تک بوته داشتند. ارتباط بین عملکرد با صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی مهم می‌باشد. لذا در این جمعیت، این صفات می‌توانند به عنوان صفات اصلی تعیین کننده عملکرد تک بوته مورد توجه قرار گیرند (جدول ۵). همان طور که قبلاً ذکر گردید صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی در مجموع ۹۹/۷ درصد از تنوع موجود در بین صفات مختلف مورد بررسی را به خود اختصاص داده و مهمترین صفات مؤثر بر عملکرد تک بوته تشخیص داده شدند. لذا این صفات بایستی حتماً در مدل تجزیه مسیرها موجود باشند. برای تعیین سهم هر یک از دو متغیر فوق در توجیه عملکرد تک بوته، ضرایب رگرسیون به دست آمده استاندارد گردید تا سهم مستقیم دو متغیر فوق تعیین گردد (اثر مستقیم). از بین دو صفت وارد شده در مدل نهایی رگرسیونی صفت شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم (۰/۶۲) را بر عملکرد داشت، همچنین این صفات از طریق صفت وزن خشک اندام هوایی نیز به میزان ۰/۲۶۷ اثر غیر مستقیم بر عملکرد داشت. از آنجایی که عملکرد تک بوته از طریق صفت شاخص برداشت قابل محاسبه می‌باشد این نتیجه قابل انتظار بود. صفت وزن خشک اندام هوایی نسبت به صفت شاخص برداشت اثر مستقیم کمتری (۰/۵۰۷) بر عملکرد داشت همچنین این صفت اثر غیرمستقیم بالایی (۰/۳۲۶) را نیز از طریق صفت شاخص برداشت بر عملکرد بوته گذاشت. گزارش های سایر محققین در ارتباط با تجزیه علیت و تعیین مهم ترین معیار انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه در سویا متفاوت می باشد. نرجسی و همکاران (۱۷) نشان دادند که شاخص برداشت و تعداد دانه

1- Stepwise

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

به ترتیب بیشترین اثر مثبت مستقیم را بر عملکرد دارد. شیراستاوا و همکاران (۱۹) از طریق تجزیه علیت گزارش کردند که بـالاترین اثرات مثبت و مستقیم بر عملکرد دانه به ترتیب از طریق صفات وزن صد دانه، عملکردبیولوژیکی (وزن خشک اندام هوایی) و شاخص برداشت می‌باشد. از آنجایی که در روش رگرسیون مرحله‌ای بعد از ورود متغیر جدِد متغیرهای قبلی در مدل آزمون می‌شوند (۷ و ۲۴) لذا روشن است که در این روش متغیرهایی که نقش معنی‌دار بزرگتری در توجیه تابع دارند، در مدل باقی می‌مانند اما در روش رگرسیون صعودی[1] فقط متغیرهای جدید آزمون می‌شوند اما آزمونی برای حضور مجدد آنها در مدل وجود ندارد (۷ و ۲۴) لذا در این روش متغیرهای گزینش شده می‌توانند بیشتر باشند، در حالی که روشن است چنین متغیرهایی نقش کمتری در توجیه صفات تابع خواهند داشت. بنابر این، در این مرحله از مطالعه از روش رگرسیون صعودی استفاده شد تا متغیرهای کم اهمیت‌تر شناسایی شوند (جدول ۶). دو صفت شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی به ترتیب وارد مدل شدند این تیجه قابل پیش بینی بود زیرا روش صعودی نتایج روش مرحله‌ای را نیز در بر دارد (۷) ولی در مراحل بعدی متغیرهای تعداد برگ، وزن خشک ریشه و ارتفاع بوته وارد شدند که هر کدام به ترتیب ۰/۳، ۰/۱ و تقریباً ۰/۱ درصد از تغییرات عملکرد تک بوته را توجیه می‌کنند.

تجزیه ضرایب مسیر (تجزیه علیت) متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون صعودی (جدول ۷) نشان داد که صفات وارد شده به غیر از شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی اثرات مستقیم و غیرمستقیم ناچیزی روی صفت عملکرد تک بوته دارند. صفت تعداد برگ در بوته اثر مستقیم بسیار کمی (۰/۰۰۳) بر عملکرد تک بوته داشت در حالی که عمده‌ی اثرات این صفت روی عملکرد تک بوته بیشتر به صورت غیر مستقیم می‌باشد، به طوری که از طریق دو صفت شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی به ترتیب اثرات غیر مستقیمی برابر با ۰/۲۳۸ و ۰/۱۱۹ روی عملکرد دارد. ارتفاع بوته نیز اثر مستقیم و مثبت کمی (۰/۰۰۱) روی عملکرد دارد و این صفت بیشتر اثرات خود را به صورت غیرمستقیم و منفی روی عملکرد اعمال می‌دارد به طوری که این صفت از طریق صفات شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی به ترتیب اثرات غیرمستقیمی برابر با ۰/۰۸۹- و ۰/۰۲۳ بر عملکرد تک بوته دارد. این نتیجه با نتایج اقبال و همکاران (۹) هم خوانی دارد که آنها مشخص کردند که ارتفاع بوته اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دارد. صفت وزن خشک ریشه نیز اثر مستقیم و مثبت کم (۰/۰۰۴) و اثرات غیر مستقیم و منفی نسبتاً زیادی از طریق شاخص برداشت (۰/۲۳۸-) و وزن خشک اندام هوایی (۰/۰۲۴-) روی عملکرد داشت. نتیجه حاصل از رگرسیون صعودی گویای این است که سه صفت تعداد

1- Forward

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

برگ، وزن خشک ریشه و ارتفاع بوته نسبت به سایر صفات اثرات کمتری روی عملکرد دارند و موقع گزینش برای عملکرد نباید به عنوان معیار قرار گیرند و به هنگام گزینش باید دقت کرد که ارزش صفات ذکر شده در لاین‌های انتخاب شده کمتر باشد. نتایج کلی این تحقیق را می‌توان به این صورت عنوان کرد که، صفت شاخص برداشت و پس از آن عملکرد بیولوژیکی اثر مستقیم و بالایی بر عملکرد تک بوته لاین های مطالعه شده دارند و سایر صفات نیز بالاترین اثرات غیرمستقیم خود را از طریق این دو صفت بر عملکرد تک بوته اعمال می کنند لذا این صفات جهت انتخاب برای عملکرد باید مد نظر قرار گیرند. در این تحقیق مشخص شد که هرچند صفات مربوط به ریشه تأثیر مستقیم بسیار ناچیزی بر عملکرد تک بوته دارد ولی این صفات اثر غیر مستقیم و منفی به مراتب بیشتری را از طریق شاخص برداشت بر عملکرد تک بوته اعمال می دارد که یافته حاضر می تواند در بررسی های بعدی بیشتر مورد توجه قرار گیرد. تجزیه به عامل ها نیز نشان داد که با گزینش ترکیبی از صفات امکان بهبود عملکرد لاین های جهش یافته بررسی شده وجود دارد.

جدول ۴- نتیجه تجزیه رگرسیون مرحله ای برای عملکرد تک بوته لاین های سویا به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

ضریب تبیین جزء	ضریب تبیین مدل	b_2	b_1	a^z	متغیر وارد شده	مرحله
۰/۸۰۸**	۰/۸۰۸**		۹/۵**	-۰/۶۷۸**	شاخص برداشت	۱
۰/۱۸۸**	۰/۹۹۷**	۰/۲۸۴**	۶/۸**	-۱/۹۳**	وزن خشک اندام هوایی (g)	۲

* و **: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد a^z: عرض از مبدأ در هر مرحله، b_1 و b_2 ضرایب رگرسیون متغیرها برای هر مرحله.

جدول ۵- میزان آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد تک بوته لاین‌های سویا (متغیر وابسته) براساس ضرایب هم بستگی فنوتیپی

اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد*			
همبستگی با عملکرد	وزن خشک اندام هوایی (g)	شاخص برداشت	صفت
۰/۸۸۶	۰/۲۶۷	۰/۶۲	شاخص برداشت
۰/۸۳۳	۰/۵۰۷	۰/۳۲۶	وزن خشک اندام هوایی (g)

اعداد روی قطر ماتریس ۲×۲ اثر ات مستقیم هر متغیر بر عملکرد و اعداد خارج از قطر اثرات غیر مستقیم هر متغیر از طریق متغیر مربوطه بر عملکرد می‌باشد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۶- نتیجه تجزیه رگرسیون صعودی برای عملکرد تک بوته لاین‌های به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

مرحله	متغیر وارد شده	a^Z	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین جزء
۱	شاخص برداشت	-۰/۶۷۸**	۹/۵**					۰/۸۰۸**	۰/۸۰۸**
۲	وزن خشک اندام هوایی (g)	-۱/۹۳**	۶/۸۴**	۰/۲۸۴**				۰/۹۹۷**	۰/۱۸۸**
۳	تعداد برگ	-۱/۹۶**	۶/۸۱**	۰/۲۸۵**	۰/۰۰۲۹^{ns}			۰/۹۹۷۳**	۰/۰۰۰۲^{ns}
۴	وزن خشک ریشه (g)	-۲/۰۲**	۶/۸۷۳**	۰/۲۸۳**	۰/۰۰۲۴^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}		۰/۹۹۷۴**	۰/۰۰۰۱^{ns}
۵	ارتفاع بوته (cm)	-۲/۰۰۶**	۶/۸۵۹**	۰/۲۸۴**	۰/۰۰۳۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۰۰۱^{ns}	۰/۹۹۷۴**	۰/۰۰۰۱^{ns}

* و **: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ns: غیر معنی دار a^Z: عرض از مبدأ در هر مرحله، b_1 تا b_5 ضرایب رگرسیون متغیرها برای هر مرحله.

جدول ۷- میزان آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد تک بوته سویا (متغیر وابسته) براساس ضرایب همبستگی فنوتیپی

صفات	اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد*					همبستگی با عملکرد
	تعداد برگ در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک اندام هوایی (g)	شاخص برداشت	وزن خشک ریشه (g)	
تعداد برگ در بوته	۰/۰۰۳	$۲/۷۶۵_{x}۱۰^{-۵}$	۰/۱۱۹	۰/۲۳۸	۰/۰۰۰۱	۰/۳۶۲
ارتفاع بوته (cm)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۳	-۰/۰۸۹	۰/۰۰۱	-۰/۰۶۴
وزن خشک اندام هوایی (g)	۰/۰۰۰۸	$۲/۴_{x}۱۰^{-۵}$	۰/۵۰۶	۰/۳۲۶	-۰/۰۰۰۲	۰/۸۳۳
شاخص برداشت	۰/۰۰۱	$-۷/۵۱۱_{x}۱۰^{-۵}$	۰/۲۶۶	۰/۶۱۹	-۰/۰۰۱	۰/۸۸۶
وزن خشک ریشه (g)	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۲۴	-۰/۲۳۸	۰/۰۰۴	-۰/۲۵۸

اعداد روی قطر ماتریس ۵×۵ اثر ات مستقیم هر متغیر بر عملکرد و اعداد خارج از قطر اثرات غیر مستقیم هر متغیر از طریق متغیر مربوطه بر عملکرد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

منابع

1. Akhtar, M. and C.H. Sneller. 1996. Yield and yield components of early maturing soybean genotypes in the Hid- South. Crop Science. 36: 866-882.
2. Alyari, H., F. Shakeri and F. Shakeri. 2001. Oil seed crops. Amidi publication. Tabriz. 180 pp.
3. Amiri, R., A.M. Shahedi and Sh. Dokhani. 2000. Using reverse phase liquid chromatography with high efficiency in studying genetic diversity of wheat. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 3: 41-60.
4. Bangar, N.D., G.D. Mukheka, D.B. Lad and D.G. Mukheka. 2003. Genetic variability, correlation and regression studies in soybean. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 28: 320-321.
5. Board, J.E. 1987. Yield components related to seed yield in determinate soybean. Crop Science. 27: 1296-1297.
6. Dawari, N.H. and O.P. Lutra. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian Journal of Agriculture Research. 25: 515-518.
7. Draper, N.R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis (2nd edition). John Wiley and Sons Press, USA. 407 pp.
8. Henrico, S.B., G.P. Claudio, R. Pinto and D. Destro. 2004. Path analysis under multicollinearity in soybean. Brazilian Archives of Biology and Technology. 47: 669-676.
9. Iqbal, S., T. Mahmood, A.M. Anwar and M. Sarwar. 2003. Path coefficient analysis in different genotypes of soybean. Pakistan Journal of Biological Science. 6(12): 1085-1087.
10. Iqbal, Z., M. Arshad, M. Asgraf, R. Naeem, M.F. M. Alik and A. Vahieed. 2010. Genetic divergence and correlation studies of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] genotypes. Pakistan journal of botany. 42(2): 971-976.
11. Johnson, J.D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Vol II : Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag Press. N.Y., USA. 676 pp.
12. Jollife, I.T. 1986. Principal Component Analysis. Springer-Verlag Press, N.Y. USA. 271 pp.
13. Khan, A. and M. Hatam. 2000. Heritability and interrelationship among yield determining components of soybean varieties. Pakistan Journal of Agriculture Research. 116: 5-8.
14. Masudi, B., M.R. Bihamta, H.R. Babai and S.A. Peighambari. 2009. Evaluation of genetic variation for agronomic, morphological and phonological traits in soybean. Seed and plant. 24(3): 413-427.
15. Mohammadi, T., H. Mehrpanah, S. Kobraei, R. Nazaryan, S.A. Siadat and S. Gamali. 2010. Effect of excitation variability for yield and yield components in soybean (*Glycine max* L.). the 3rd national congress on nuclear technology application in agricultural and natural resource sciences 8-9 June 2010, Karadj-Iran. 21-22.
16. Montgomery, D.S. and E.A. Peck. 1992. Introduction to Linear Regression Analysis. John Wiley and Sons. 527 pp.
17. Narjesi, V., H. Zeinali Khangah and A.A. Zali. 2008. Evaluation of Genetic Diversity for Agronomic, Morphological and Phenological Traits in Soybean.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 41: 227-235.
18. Rezaizad, A. 1999. An investigation on genetic diversity in soybean cultivars. M.Sc. Thesis. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Tehran University, Karadj, Iran. 120 p.
19. Shirastava, M.K., S. Shukla and P.K. Jain. 2001. Path coefficient analysis in diverse genotype of soybean (*Glycine max* L.). Advance in Plant Sciences. 4: 47-51.
20. Shukla, S., K. Singh and P. Bendra. 1980. Correlation and path analysis coefficient analysis of yield and its components in soybean. Soybean Genet Newsletter 25: 67-70.
21. Siahsar, B. and A. Rezaie. 1999. Genetic and phenotypic variability and factor analysis for morphological and phenological traits in soybean (*Glycine max* L.) Merrill. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 3(3): 61-74.
22. Singh, G.J. and H.S. Yadava. 2000. Factors determining seed yield in early generation of soybean. Crop Research Hisar. 20: 239-243.
23. Štajner, D., B.M. Popović and K. Taški. 2009. Effects of γ-irradiation on antioxidant activity in soybean seeds. Central European journal of biology. 4(3): 381-386.
24. Steel, R.G.D. and J.H. Terrie. 1981. Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach. McGraw Hill Inc., 633 pp.
25. Streiner, D.L. 2006. Building a better model: An introduction to structural equation modeling. Canadian Journal of Psychiatry. 51: 317-324.
26. Weilenmanm detau, M.E. and L. Luguez. 2000. Variations for biomass, economic yield and harvest index among soybean cultivars of maturity groups III and IV in Argentina. Soybean Genetic Newsletter. 27.
27. Yildrim, M., N. Budak and Y. Arshas. 1993. Factor analysis of yield and related traits in bread wheat. Turkish Journal of Field Crops. 1: 11-15.
28. Zakri, A.H. 1989. Breeding high yielding soybean using induced mutations. Department of Genetics, University of Kebangsaan, Bongi, Seiangor, Malayis, IAEA-SM-311/75 pp.
29. Zeinali Khanghah, H. and A.R. Sohani. 1999. Genetic evaluation of some important agronomic traits related to seed yield by multivariate of soybean analysis methods. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 30: 807-816.
30. Zhao, J., O. Chen, Z.L. Li and X.L. Li. 1991. Factor analysis of the main agronomic characters in soybean. Soybean Science. 10(1): 24-30.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

Study of Relationship Between Some Agro-Morphological Traits With Yield in M_7 Generation of Soybean Mutant lines Irradiated by Gamma Ray

M. Younesi Hamzeh khanloo[1], A. Izadi Darbandi[2], N. Pirvali Biravanvand[3], M.T. Hallajian[3] and A. Majdabadi[3]

1- Former M.Sc. Student, College of Abouraihan, University of Tehran
2- Assistant Professor, College of Abouraihan, University of Tehran
3- Instructor, Nuclear Science and Technology Center, Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

thirty-three M_7 soybean mutant lines which originated by γ ray (co-60) from cultivar L17 irradiated with doses150, 200 and 250 Gray (absorbed dose), L17 cultivar and two commercial cultivars; Clark (CL) and Williams (WI) were evaluated in view of some agronomical and morphological traits under completely randomized design with three replications. In M_7 mutant lines all traits except number of seed per pod showed a significant difference at α=1% or 5% in comparison with L17 and commercial cultivars. The difference of seed per pod was not significant amongst studied lines. Seed yield per plant showed positive and highest correlation (0.886) with harvest index. Stepwise regression analysis showed 99.7% variation of yield per plant as a depended variable justified with harvest index and plant dry weight traits that harvest index value were more than plant dry weight. By using forward regression analysis except two mentioned traits other traits with low importance including number of leaf per plant, plant height and root dry weight were inserted in final regression model. Path analysis results showed that harvest index and plant height have respectively highest (0.6۲) and lowest (0.001) positive direct effects on seed yield per plant. Therefore harvest index trait can be used as relevant selection criteria for yield in plant breeding programs. By using of principal factor analysis with varimax rotation for studied traits, 6 factors were determined that these factors justified 89% of total variation. First factor justified 35% of total variation and this factor called as a yield factor.

Keywords: Mutation, Regression analysis, Phonotypical correlation, Path analysis, Factor analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]