بررسی رابطه ژنتیکی برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد دانه در سویا از طریق روش‌های آماری چند متغیره

وحیده نرجسی، حسن زینالی خانقاه و عباسعلی زالی[۱]

چکیده

سی رقم سویا از گروه‌های رسیدگی متفاوت، در سال زراعی ۸۳ ، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار به منظور بررسی رابطه ژنتیکی برخی از صفات مهم زراعی و ارتباط آنها با عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشتند که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام دارد. صفات تعداد غلاف دربوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه (اجزای عملکرد) به ترتیب هم‌بستگی مثبت ومعنی داری را با عملکرد دانه داشتند. در مدل رگرسیون چند گانه، حدود ۸۵/۶ درصد تغییرات عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته توسط صفات شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، درصد پروتئین و تعداد دانه در بوته توجیه گردید، که اهمیت شاخص برداشت بیش از صفات دیگر بود. طبق نتایج تجزیه علیت بیشترین وکمترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه به ترتیب مربوط به صفت شاخص برداشت (P=۰/۵۴) و درصد پروتئین (P=۰/۰۰۸) بود. بنابراین شاخص برداشت را می توان به عنوان معیار گزینش در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد دانه مورد استفاده قرار داد. طبق نتایج تجزیه به عامل‌ها، پنج عامل مستقل از هم، مجموعاً ۸۰/۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول، ۲۸/۲۱ درصد از واریانس کل را توجیه نمود و به عنوان عامل فنولوژیکی نام‌گذاری شد.

واژه‌های کلیدی: سویا ، ضریب هم‌بستگی، عملکرد دانه، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه علیت

مقدمه

سویا (*Glycine max* L. Merr) به دلیل کیفیت فوق العاده آن یک محصول استثنایی می‌باشد. دانه سویا با ۲۴- ۲۰ درصد روغن و ۴۴- ۴۰ در صد پروتئین، ۵۰ درصد تولید دانه‌های روغنی جهان را به خود اختصاص داده است (۱۷). با توجه به جایگاه اقتصادی و اهمیت سویا در ایران و جهان، به منظور دستیابی به عملکرد بالاتر دانه در واحد سطح و افزایش در صد روغن دانه، علاوه بر افزایش سطح زیر کشت سویا، در استفاده از برنامه‌های اصلاحی و انجام تحقیقات گسترده سودمند می‌باشد (۱۱). عملکرد دانه صفت کمی پیچیده‌ای است که از لحاظ ژنتیکی توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌گردد و شدیداً تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (۱۶). به این دلیل، انتخاب ژنوتیپ‌های

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

مطلوب بر اساس عملکرد ممکن است بازدهی بالایی نداشته باشد. لذا شناسایی صفاتی که هم‌بستگی بالائی با عملکرد دانه دارند و از وراثت پذیری بالائی برخوردار هستند و ضمناً اندازه‌گیری آنها به راحتی و با هزینه پایین صورت می‌گیرد، برای اصلاحگران حائز اهمیت است (۲۱). اصلاحگران معمولاً از این صفات به عنوان معیارهای گزینش جهت بهبود عملکرد استفاده می‌نمایند. در سویا صفات بسیاری به طور مستقیم یا غیرمستقیم در عملکرد دانه سهیم هستند (۲۱). در این راستا مطالعات متعددی در زمینه هم‌بستگی بین صفات، به منظور بررسی ارتباط میان صفات مورفولوژیکی و هم‌چنین نوع و میزان تأثیرشان بر عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت و تجزیه به عامل‌ها توسط محققین صورت گرفته است. بسیاری از محققان با تعیین هم‌بستگی بین صفات و انجام تجزیه علیت، در جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا اقدام نموده‌اند. خان و همکاران (۱۲) گزارش نمودند که تمامی صفات مورد بررسی در تحقیق شان به جزء طول غلاف با عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دارند. هنریکو و همکاران (۱۱) و اختر و اسنلر (۶) گزارش نمودند که، صفت تعداد دانه در بوته هم‌بستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارد و هم‌چنین این صفت، بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه را دارد و اعلام کردند که این صفت می‌تواند به منظور شاخص انتخاب غیر مستقیم ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در سویا استفاده گردد. اما شوکلا و همکاران (۲۴) تأثیر صفت تعداد دانه در بوته را بر عملکرد دانه ناچیز اعلام نمودند. سینگ و یاداوا (۲۱) گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دارد و تعداد غلاف در بوته اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه دارد. شیرواستاوا و همکاران (۲۰) از طریق تجزیه علیت گزارش کردند که بالاترین اثر مثبت و مستقیم بر عملکرد دانه از طریق صفت تعداد شاخه فرعی و پس از آن تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت می‌باشد. سیاه سر و رضائی (۴) از طریق تجزیه رگرسیونی نشان دادند، که حداکثر تغییرات عملکرد دانه توسط صفات دانه در بوته، غلاف در بوته و وزن صد دانه توجیه می‌شود. تجزیه علیت نیز خاطر نشان داشت که سه صفت مذکور اثر مستقیم روی عملکرد دانه دارند، که بیشترین اثر مربوط به تعداد غلاف در بوته می‌باشد. ایسلر و کلسیکان (۱۴) گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد ساقه فرعی و ارتفاع بوته بیشترین هم‌بستگی را با عملکرد دانه دارد و نتیجه گیری نمودند که این صفات می‌توانند به منظور شاخص انتخاب در اصلاح سویا برای عملکرد بالا استفاده گردند. اقبال و همکاران (۱۳) نشان دادند که تعداد غلاف در بوته حداکثر 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 گزارش کردند ارتفاع بوته دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه می‌باشد.

به منظور پیدا کردن علت وجود هم‌بستگی و توصیف رابطه بین صفات و ژنوتیپ‌ها بر حسب تعداد کمتری شاخص که تأثیرگذار روی این صفات هستند، از تجزیه به عامل‌ها استفاده می‌شود (۵). سیلر و استافورد (۱۹) در بررسی اجزاء عملکرد به روش تجزیه به عامل‌ها برای ۱۲ ژنوتیپ سویا و بررسی ۱۰ صفت مورفولوژیکی از اجزای عملکرد، چهار عامل را برای تفسیر ارتباطات متداخل صفات مذکور بدست آورند. عامل اول شامل صفات تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته، عامل دوم شامل تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته، عامل سوم شامل صفات ارتفاع بوته و تعداد گره در بوته و عامل چهارم شامل صفات تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه بود. زاهو و همکاران (۲۸) در بررسی تجزیه به عامل‌های روی ۱۲ صفت مهم زراعی 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، وزن صد دانه و وزن دانه در بوته و عامل چهارم شامل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

صفت تعداد شاخه فرعی بود.

در این راستا، هدف از این تحقیق ، بررسی روابط ژنتیکی برخی صفات مهم زراعی با عملکرد دانه در سویا، به منظور استفاده از آنها به عنوان معیارهای گزینش جهت انتخاب ژنوتیپ‌های پر محصول در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۳۰ رقم سویا (جدول ۱) از گروه‌های رسیدگی متفاوت (ارقام و لاین‌های انتخاب شده از ۴۰۰ ژنوتیپ سویای موجود در بانک ژن دانشکده کشاورزی کرج) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در اردیبهشت سال ۱۳۸۳ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران اجرا شد. بذرها قبل از کاشت به باکتری تثبیت کننده ازت آغشته شدند. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول چهار متر با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی متر بود. کلیه عملیات زراعی طبق روش‌های مرسوم سویا انجام شد. سپس صفات زیر پس از اندازه‌گیری روی پنج بوته تصادفی از هر کرت، میانگین‌گیری شدند: ارتفاع بوته، فاصله اولین غلاف از سطح زمین (سانتی‌متر)، تعداد غلاف در بوته (بوته‌هایی که حداقل دارای یک بذر بودند)، تعدا گره، تعداد شاخه فرعی (بوته‌هایی که حداقل دارای یک غلاف بودند)، تعداد دانه در بوته، طول دوره پر شدن دانه (تفاضل تعداد روزها بین شروع تشکیل دانه و شروع رسیدگی دانه در هر کرت آزمایشی) و صفات تعداد روز تا شروع گل‌دهی (R۱)، تعداد روز تا شروع غلاف دهی (R۳)، تعداد روز تا شروع دانه بندی (R۵)، تعداد روز تا شروع رسیدن دانه (R۷) در طول دوره رشد گیاه بر اساس روش فهر و کاوینس (۱۰) نیز محاسبه شدند. یک نمونه از بذور هر تکرار ارقام آزمایشی انتخاب و درصد روغن و پروتئین آن توسط دستگاه اینفرا رد (Infera rad) اندازه‌گیری شد. وزن صد دانه، نیز با توزین صد بذر شمارش شده با دستگاه بذر شمار، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم به دست آمد. عملکرد دانه در هر کرت از دو خط میانی، با در نظر گرفتن حاشیه مناسب به مساحت چهار متر مربع، بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. به منظور تعیین عملکرد بیولوژیکی، پس از برداشت بوته‌های سه متر مربع از دو ردیف وسطی پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، آنها در آون قرار داده شدند و سپس در دمای ۴۵ $^{\circ}$c به مدت ۴۸ ساعت نگه‌داری و سپس توزین شدند. صفت شاخص برداشت نیز با استفاده از نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه در بوته) به عملکرد بیولوژیکی به صورت درصد محاسبه گردید.

محاسبات آماری

داده های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده مورد تجزیه قرار گرفتند (۲۵). ضریب تغییرات ژنتیکی وفنوتیپی صفات به ترتیب با استفاده از فرمول‌های $CVg = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}_{..}}$ و $CVp = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{X}_{..}}$ ($\bar{X}_{..}$، میانگین کل)، (واریانس ژنوتیپی $\sigma_g^2 = (MSg - MSe)/r$) و (واریانس فنوتیپی $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + MSe/r$] محاسبه شدند (۲۵).

ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی و فنوتیپی محاسبه شد و معنی‌داری بودن آنها به وسیله جدول معنی‌دار بودن ضریب هم‌بستگی در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد با درجه آزادی ۲– n انجام گرفت (۱). برای تعیین اهمیت نسبی هر یک از صفات مورد بررسی در افزایش عملکرد دانه از تجزیه رگرسیونی گام به گام استفاده شد (۵). تجزیه علیت نیز روی عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته بر اساس متغیرهایی که دارای ضریب هم‌بستگی معنی‌داری با آن بودند و هم‌چنین وارد مدل رگرسیون شده بودند، به عنوان متغیرهای مستقل برای مطالعه رابطه علت ومعلولی بین صفات بر اساس روش دوی و لو (۹) انجام شد. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس، به عنوان یک ابزار کاربردی برای شناسایی، اهمیت و ترتیب و ارتباط موجود بین صفات با عملکرد دانه استفاده شد (۵). در این تحقیق، برای

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

جدول ۱. فهرست ۳۰ رقم سویای مورد استفاده در آزمایش

Maraserie	Calhoan	Dieckmanns. gran gelbe	Hoy.2	Rend	Cinr 2977	Recgat	Dwight	DLK manns	Bean comet
EXD-61	GJ/2 Iregi	L85-2352	Irejizemee i-naggs	Roanak	Evans	Williams82	Maverick	M 18	Soja hyspida.nair tonnera
Savay	Zi-Ti-5	Darby	Omaha	Cisne 297705	Linford	Ruskaziuta	Ricio 1.54	Lindareian	Brilma gerova

انجام تجزیه رگرسیون گام به گام، تعیین هم‌بستگی‌ها و تجزیه به عامل‌ها از نرم افزارSPSS و برای تجزیه علیت از برنامه path 2 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که، ارقام از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲)، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در بین ارقام است. تنوع ژنتیکی مشاهده شده دور از انتظار نبود زیرا ژنوتیپ‌ها از گروه‌های رسیدگی متفاوت بودند. ضریب تغییرات صفات (جدول ۲) نشان داد که صفت تعداد شاخه فرعی با ۵۵/۰۳ درصد بیشترین، و درصد روغن و درصد پروتئین به ترتیب با ۲/۴۳ و ۲/۵۲ درصد، کمترین ضریب تغییرات ژنتیکی را داشتند. تعداد شاخه فرعی با ۶۱/۱ درصد بیشترین و درصد پروتئین و درصد روغن به ترتیب با ۳/۰۲ و ۳/۰۸ درصد کمترین ضریب تغییرات فنوتیپی را دارا بودند. صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی به ترتیب با ۲۵/۰۵ و ۴۵/۲۴ درصد، دارای بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی بودند. برای برخی صفات بین میزان ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی اختلاف چندانی مشاهده نگردید، که نشان دهنده عدم وجود تأثیر پذیری شدید این صفات از تغییرات محیطی می‌باشد. لذا این صفات از نظر فنوتیپی می‌توانند معیار مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌ها باشند. در صفت عملکرد بیولوژیکی تفاوت فاحشی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی مشاهده شد که دلالت بر تأثیرپذیری بالای این صفت از محیط دارد.

شناخت رابطه بین عملکرد دانه و صفات مورفولوژیک در اجرای برنامه‌های گزینشی اهمیت زیادی دارد. مقادیر ضرایب هم‌بستگی (جدول۳) بین عملکرد دانه و صفات مختلف نشان داد، که عملکرد دانه با اجزای آن (تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه) و صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی، هم‌بستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار و با درصد پروتئین هم‌بستگی منفی و معنی‌داری داشت. در این زمینه، هنریکو و همکاران (۱۱) گزارش کردند، عملکرد هم‌بستگی معنی‌دار فنوتیپی با صفات تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته دارد، که دلالت دارد بر این که، آنها از مهم‌ترین صفات همبسته با عملکرد دانه هستند. نتایج مشابهی توسط شیواشانکار و ویسوانتاها (۲۳) و تاروار و همکاران (۲۴) برای تعداد غلاف در بوته و توسط اختر واسنلر (۶) برای تعداد دانه در بوته گزارش شده است. سینگ و یاداوا (۲۱) گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه ارتباط مثبت و معنی‌داری دارد.

با انجام تجزیه رگرسیونی، هنگامی که عملکرد دانه (y) به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، به ترتیب صفات شاخص برداشت (X_1) و عملکرد بیولوژیکی X_2، درصد پروتئین (X_3) وتعداد دانه در بوته (X_4) وارد معادله شدند. معادله رگرسیونی به صورت زیر به دست آمد:

$$Y=-۴۲۸/۷ + ۵۸۲۶/۸X_۱+۰/۳۱۹X_۲ -۷۵/۴ X_۳+ ۲۰۷۶X_۴$$

ضریب تبیین مدل (R^2) برابر ۰/۸۵۶ بود و مدل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و این بدین معنی است که ۸۵/۶ درصد تغییرات عملکرد به وسیله چهار متغیر مذکور قابل توجیه است. معادله فوق نشان داد که صفت شاخص برداشت نسبت به سایر صفات، تأثیر بیشتری بر روی افزایش عملکرد دانه داشته است. شوکلا و همکاران (۱۸) نیز شاخص برداشت را به عنوان معیار مناسب انتخاب در جهت بهبود عملکرد سویا

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

جدول ۲. میانگین مربعات و ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی صفات مورد مطالعه برای ۳۰ ژنوتیپ سویا

صفات	میانگین مربعات منابع تغییر (MS)			ضریب تغییرات ژنتیکی	ضریب تغییرات فنوتیپی
	تکرار (df=۳)	تیمار (df=۲۹)	اشتباه (df=۸۷)		
تعداد روز تا گل‌دهی	۰/۲۰۸	۱۴۴/۱۹۸**	۱/۲۱۴	۱۲/۳۳	۱۲/۳۸
تعداد روز تا غلاف‌دهی	۶/۹۱۱*	۱۵۵/۳۲۶**	۱/۸۸۸	۹/۶۱	۹/۶۷
تعداد روز تا دانه بندی	۰/۳۲۲	۱۳۹/۱۷۲**	۱/۷۸۸	۷/۳۴	۷/۳۹
شاخه فرعی	۱/۷۳*	۳/۸۷۲**	۰/۷۳۱	۵۵/۰۳	۶۱/۱
وزن صد دانه	۱/۱۲۶	۱۱/۱۳۴**	۱/۱۲۸	۱۱/۷۳	۱۲/۵۸
ارتفاع بوته	۲۸/۳۷۵	۹۳۱/۳۰۱**	۵۲/۷۳	۱۸/۴۶	۱۸/۵۹
ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین	۵/۰۴۸	۷۴/۷۱۵**	۸/۹۰۷	۲۲/۳۸	۲۳/۸۵
تعداد دانه در بوته	۲۴/۰۵	۵۷۴/۶۹*	۲۵۰/۹۶۵	۱۶/۰۷	۲۱/۴۱
تعداد غلاف دربوته	۱۹/۹۶۷	۱۱۴/۷۹۹*	۶۲/۱۳۹	۱۴/۸۶	۲۱/۹۴
تعداد گره	۴/۸۵۶	۷/۷۵۷*	۳/۹۸۲	۹/۷۳	۱۳/۹۵
درصد روغن	۷/۸۰۴**	۴/۸۹**	۱/۸۵	۲/۴۳	۳/۰۸
درصد پروتئین	۱/۲۰۶*	۱/۴۶۷**	۰/۴۳۵	۲/۵۲	۳/۰۲
تعداد روز تا رسیدگی	۴/۱۱۹	۵۱۸/۳۷**	۴/۳۵۵	۹/۳۷	۹/۴۲
طول دوره پر شدن	۳/۷۴۲	۲۵۳/۵۴۳**	۳/۰۸۱	۱۹/۲۳	۱۹/۳۴
عملکرد دانه	۱۵۶۳۴۶۱/۶۲۲**	۸۳۵۶۵۶/۴۶۱**	۳۳۲۴۳۱/۵۳۱	۱۱/۹۶	۱۵/۴۲
عملکرد بیولوژیکی	۵۸۶۷۰۴۸/۴۳۱*	۵۰۵۸۱۸۹/۴۹*	۷۶۸۸۳۵/۶۷	۱۴/۲	۴۵/۲۴
شاخص برداشت	۰/۰۲۳*	۰/۰۱۶**	۰/۰۰۷	۱۲/۳۵	۲۵/۰۵

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

معرفی کردند. ویلن من دتائو (۲۷) نیز اظهار داشت که شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی می‌توانند به منظور افزایش عملکرد دانه مناسب باشند. پس از صفت شاخص برداشت، صفت تعداد دانه در بوته تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشت. در مورد اهمیت سایر صفات وارد شده در مدل، از طریق تجزیه علیت و محاسبه اثرات مستقیم و غیر مستقیم آنها بر عملکرد دانه اقدام گردید.

تجزیه علیت بر روی عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته بر اساس متغیرهایی که دارای ضریب هم‌بستگی ژنتیکی معنی‌داری با آن بودند و هم‌چنین وارد مدل رگرسیون شده بودند، به عنوان متغیرهای مستقل برای مطالعه رابطه علت و معلولی بین صفات، انجام گرفت. بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه به میزان ۰/۵۳۶ مربوط به صفت شاخص برداشت بود (جدول ۴). صفات تعداد دانه در بوته و عملکرد بیولوژیکی به ترتیب با مقادیر ۰/۳۹۱ و ۰/۱۴۷ در مراحل بعدی اهمیت قرار داشتند. کمترین اثر مستقیم بر عملکرد (۰/۰۰۸) مربوط به صفت درصد پروتئین بود. صفت شاخص برداشت اثر مستقیم بالایی (۰/۵۳۶) بر عملکرد داشت و میزان آثار غیر مستقیم این صفت از طریق سایر صفات نظیر عملکرد بیولوژیکی (۰/۰۱۹-)، درصد پروتئین (۰/۰۰۱) وتعداد دانه در بوته (۰/۰۷۶-) بسیار ناچیز بود. لذا این صفت به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا بر عملکرد، اثر غیر مستقیم ناچیز بر صفات دیگر و معنی دار بودن هم‌بستگی ژنتیکی آن با عملکرد دانه، می‌تواند به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه در نظر گرفته شود. پس از آن صفت تعداد دانه در بوته اثر مستقیم بالائی (۰/۳۹۱) بر عملکرد دانه داشت. میزان اثر غیر مستقیم این صفت از طریق شاخص برداشت (۰/۱۰۵-)، عملکرد بیولوژیکی (۰/۰۲۱) و درصد پروتئین (۰/۰۰۴-) کم بود. این صفت نیز به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا بر عملکرد، آثار غیر مستقیم ناچیز از طریق

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

جدول ۳. ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی (اعداد بالا) و ژنتیکی اعداد (اعداد پائین) بین صفات مورد مطالعه در ۳۰ رقم سویا*

صفات	دانه در بوته	غلاف در بوته	وزن صد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	عملکرد دانه
دانه در بوته	۱	۰/۸۲۵**	۰/۳۲۶**	−۰/۱۵۲	−۰/۰۲۴	۰/۰۴۰	۰/۳۲۶**	۰/۲۱۳*
		۰/۹۳۷**	۰/۵۳۳**	−۰/۳۴۴**	−۰/۱۲۱	−۰/۱۹۴*	۰/۱۴۶	۰/۳۰۶**
غلاف در بوته		۱	۰/۲۷۷**	−۰/۱۸۶*	۰/۰۵۱	۰/۰۲۲	۰/۲۳۵**	۰/۲۴۰**
			۰/۴۳۷**	−۰/۵۱۶**	−۰/۳۴۴**	−۰/۱۱۳	۰/۱۳۲	۰/۳۳۳**
وزن صد دانه			۱	−۰/۲۹۱**	۰/۲۰۹*	۰/۰۳۰	۰/۲۵۴**	۰/۲۷۳**
				−۰/۲۲۴**	۰/۰۹۳	−۰/۱۴۳	۰/۱۲۶	۰/۲۴۵**
درصد روغن				۱	−۰/۷۶۴**	۰/۱۳۷	۰/۰۴۸	۰/۳۶۷**
					−۰/۷۹۹**	−۰/۲۱۸*	۰/۰۲۹	۰/۰۸۳
درصد پروتئین					۱	−۰/۳۱۷**	−۰/۰۸۸	−۰/۵۱۱**
						۰/۱۷۴*	۰/۳۴۱**	۰/۰۴۱
عملکرد بیولوژیکی						۱	−۰/۲۷۲**	۰/۲۹۲**
							−۰/۱۲۲	۰/۱۳۹
شاخص برداشت							۱	۰/۵۶۱**
								۰/۴۴۴**
عملکرد دانه								۱

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

۱. فقط ضرایب هم‌بستگی اجزای عملکرد و صفات وارد شده در مدل رگرسیونی آورده شده‌اند.

جدول ۴. میزان آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه سویا (متغیر وابسته) بر اساس ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی

صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق				هم‌بستگی با عملکرد دانه
		شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیکی	درصد پروتئین	تعداد دانه در بوته	
شاخص برداشت	۰/۵۳۶	_	−۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	−۰/۰۷۶	۰/۴۴۴**
عملکرد بیولوژیکی	۰/۱۴۷	−۰/۶۶۶	_	−۰/۰۰۱	۰/۰۵۷	۰/۱۳۸
درصد پروتئین	۰/۰۰۸	۰/۰۹۳	−۰/۰۰۹	_	−۰/۱۳۵	−۰/۰۴۲
تعداد دانه در بوته	۰/۳۹۱	−۰/۱۰۵	۰/۰۲۱	−۰/۰۰۴	_	۰/۳۰۵**

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد اثرات باقی‌مانده=۰/۳۷۹

سایر صفات و نیز معنی‌دار بودن هم‌بستگی ژنتیکی آن با عملکرد دانه، می‌تواند به عنوان دومین معیار گزینش پس از شاخص برداشت مطرح باشد. دو صفت عملکرد بیولوژیکی و درصد پروتئین به دلیل اثرات مستقیم کم بر عملکرد و هم‌بستگی ژنتیکی غیر معنی‌دار با عملکرد دانه، نمی‌توانند به عنوان معیار گزینش در جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه در این تحقیق مطرح شوند. گزارش‌های سایر محققین در مورد تجزیه علیت و تعیین مهم‌ترین معیار انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه در سویا متفاوت می‌باشد، ولی عمدتاً مهم‌ترین معیار را اجزای عملکرد دانه مطرح نمودند. بال و همکاران (۸) از طریق تجزیه علیت نشان دادند، تعداد دانه در بوته اثر مثبت و مستقیم بر عملکرد خواهد داشت. شیراستاوا و همکاران (۲۰) از طریق تجزیه علیت گزارش کردند، که بالاترین اثرات مثبت و مستقیم بر عملکرد دانه به ترتیب از طریق صفات وزن صد دانه،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

جدول ۵. تجزیه به عامل‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی

صفات	ماتریس ضرایب عاملی					میزان اشتراک
	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	
روز تا گل‌دهی	۰/۵۱۹**	۰/۱۹	۰/۴۱۹	۰/۵۳۵**	۰/۰۸	۰/۷۷۵
روز تا غلاف دهی	۰/۷۱۴**	۰/۳۰۶	۰/۱۷۸	۰/۳۵۵	-۰/۰۳	۰/۷۶۲
روز تا دانه بندی	۰/۷۱۷**	۰/۳۰۴	۰/۰۷	۰/۴۶۷	-۰/۰۸	۰/۸۳۸
ارتفاع بوته	۰/۷۴۲**	۰/۴۶۱	-۰/۲۸۰	۰/۱۱۸	-۰/۱۰۲	۰/۸۶۶
ارتفاع اولین غلاف	۰/۹۲۱**	۰/۰۰۹	-۰/۰۲۷	۰/۱۴۶	-۰/۰۸	۰/۸۷۶
روز تا رسیدگی	۰/۹۴۸**	۰/۱۴۰	۰/۱۶۵	-۰/۰۳۳	۰/۰۴۱	۰/۹۴۸
طول دوره پر شدن	۰/۸۱۹ **	-۰/۰۰۹	۰/۱۸	-۰/۳۹۶	۰/۰۱۱	۰/۸۶
دانه در بوته	۰/۱۴۴	۰/۸۱۱**	۰/۴۳۹	-۰/۰۱۱	۰/۰۶۶	۰/۸۷۶
غلاف در بوته	۰/۰۴۷	۰/۸۶**	۰/۳۷۵	۰/۱۱	۰/۰۱۱	۰/۸۹۵
تعداد گره	۰/۲۹۳	۰/۸**	-۰/۱۲۷	-۰/۰۶۲	-۰/۱۱۶	۰/۷۶
تعداد شاخه فرعی	-۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۸۵۸**	-۰/۰۱۵	-۰/۰۸۶	۰/۷۸۹
وزن صد دانه	۰/۳۶۶	۰/۱۸۲	۰/۶۳۲**	-۰/۱۶۸	۰/۱۴	۰/۶۱۴
عملکرد بیولوژیکی	۰/۱۴	۰/۱۰۶	۰/۷۶۶**	۰/۱۵۹	-۰/۱۲۴	۰/۶۵۹
درصد روغن	-۰/۱۳۳	-۰/۲۹۴	-۰/۰۵۸	۰/۷۶۲**	-۰/۰۸۷	۰/۶۹۶
درصد پروتئین	-۰/۳۱۸	-۰/۳۲۴	۰/۰۴۱	-۰/۶۸۷**	-۰/۱۴	۰/۷
عملکرد دانه	۰/۰۴۹	-۰/۱۶۹	۰/۰۷۵	۰/۰۰۳	۰/۹۰۲**	۰/۸۵۰
شاخص برداشت	-۰/۳۴۵	۰/۲۱۷	-۰/۳۴۶	۰/۰۲۲	۰/۷۶۱**	۰/۸۶۵
مقادیر ویژه	۴/۷۹	۲/۸۲	۲/۵۵	۱/۹۵	۱/۵۲	-
میزان واریانس (٪)	۲۸/۲۱۳	۱۶/۵۶۲	۱۵/۰۱۸	۱۱/۴۶	۸/۹۲۴	-
واریانس تجمعی (٪)	۳۲/۶۹	۴۴/۷۷۵	۵۹/۷۹۳	۷۱/۲۵۳	۸۰/۱۷۷	-

** و * : ضرایب عاملی معنی‌دار (۰/۵> صرف‌نظر از علامت) در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت می‌باشد. هم‌چنین گزارشات بسیاری از محققان دلالت دارد براین که، تعداد دانه در بوته اثر مستقیم بالائی بر عملکرد دانه دارد که می‌تواند به عنوان معیاری جهت انتخاب ارقام با عملکرد بالا در سویا استفاده شود (۲، ۴، ۷، ۱۱، ۱۶ و ۱۸).

به منظور یافتن علت وجود هم‌بستگی و توصیف رابطه بین ۱۷ صفت مورد بررسی در ۳۰ ژنوتیپ سویا بر حسب تعداد کمتری شاخص یا عامل که تأثیر گذار بر روی این صفات هستند، تجزیه به عامل‌ها انجام شد. در این تجزیه پنج عامل مستقل از هم مجموعاً ۸۰/۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۵). مقادیر ویژه عامل‌های ۱ تا ۵ از یک بیشتر بودند و به ترتیب ۲۸ ،۱۶ ، ۱۵ ، ۱۱ و ۹ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه نمودند. هر چه میزان واریانس عاملی بیشتر باشد به اعتبار آن عامل در تفسیر تغییرات داده‌ها افزوده می‌شود (۱۵). میزان اشتراک نیز، بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود و هر چه بیشتر باشد نشان دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد (۱۵). در این تحقیق نیز، میزان اشتراک صفات مورد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

بررسی (جدول ۵) بالا بود و این امر نشان می‌دهد که تعداد عامل انتخاب شده توانسته‌اند تغییرات صفات مطلوب را به نحو مطلوبی توجیه نمایند. با توجه به میزان اشتراک، صفات روز تا رسیدگی و وزن صد دانه دارای بیشترین و کمترین دقت برآورد بوده‌اند. عامل اول با بیشترین سهم در توجیه تغییرات داده‌ها (۲۸/۲۱ درصد) شامل صفات تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا غلاف دهی، تعداد روز تا دانه بندی، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد روز تا رسیدگی و طول دوره پر شدن بود، که عامل فنولوژیکی نامگذاری شد. رضوانی خورشیدی (۲) نیز در بررسی اجزای عملکرد سویا با استفاده از مدل تجزیه به عامل‌ها روی صفات سویا، عاملی را به عنوان عامل رشد اولیه (رویشی) گزارش نمود. عامل دوم که ۱۶/۵۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود، شامل صفات تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد گره می‌باشد و تحت عنوان عامل اجزای عملکرد نامیده شد. زاهو و همکاران (۲۸) 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. عامل سوم با ۱۵/۰۲ واریانس، شامل صفات تعداد شاخه فرعی، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی بود و تحت عنوان عامل رشد نامگذاری شد. عامل چهارم که ۱۱/۴۶ درصد از تغییرات داده ها را توجیه کرد، شامل صفات درصد روغن و درصد پروتئین بود و عامل کیفیت دانه نامگذاری شد. عامل پنجم با کمترین سهم در توجیه تغییرات داده ها (۸/۹۲ درصد)، شامل صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌باشد، که این عامل تحت عنوان عامل عملکرد نام‌گذاری شد. توسط رضوانی خورشیدی و همکاران (۲)، سیلرواستافورد (۱۹)، زینالی خانقاه و سوهانی (۳) نیز با تجزیه به عامل‌ها در صفات مورد بررسی، عاملی به عنوان عامل عملکرد گزارش شده است.

نتایج کلی حاصل از این تحقیق را می‌توان به این صورت خلاصه نمود که، صفت شاخص برداشت و پس از آن صفت تعداد دانه در بوته اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه در سویا داشته و می‌توان در این تحقیق آنها را به عنوان بهترین و مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد معرفی نمود و به عنوان معیارهای گزینش جهت اصلاح عملکرد دانه در سویا استفاده نمود. در تجزیه به عامل‌ها نیز، ضرایب متنوع بردارهای ویژه در ۵ عامل نشان داد که با گزینش ترکیبات متفاوتی از این صفات امکان بهبود عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های سویا وجود دارد.

منابع مورد استفاده

۱. خواجه نوری، ع. ۱۳۷۹. *آمار پیشرفته و بیومتری*. انتشارات دانشگاه تهران.

۲. رضوانی خورشیدی، ع.، س. ک. کاظمی تبار و غ. کیانوش.۱۳۸۱. بررسی رابطه عملکرد دانه با صفات کمی از طریق تجزیه به عامل‌ها در سویا و بررسی عملکرد با اجزای آن در برخی از صفات مهم زراعی با استفاده از تجزیه میسر در سویا. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

۳. زینالی خانقاه، ح. و ع. ر. سوهانی. ۱۳۷۸. بررسی ژنتیکی برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد دانه در سویا از طریق روش‌های آماری چند متغیره. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۰: ۸۰۷-۸۱۵ .

۴. سیاه سر، ب. و ع . رضائی. ۱۳۷۸. تجزیه و تحلیل هم‌بستگی و ضرایب میسر صفات مورفولوژیک و فنولوژیک مرتبط با عملکرد در سویا. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۰: ۶۸۵-۶۹۵.

۵. فرشادفر، ع. ۱۳۸۰. *اصول و روش‌های آماری چند متغیره*. انتشارات طاق بستان، کرمانشاه.

6. Akhter, M. and C.H.Sneller.1996.Yield and yield components of early mataring soybean genotypes in the Hid – South.Crop Sci. 36: 866–882.
7. Amarantath, K.C. and S.R. Viswantaha. 1990. Path coefficient analysis for some quantitative characters in soybean. J. Agric. Sci. 24(3): 312–315.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]

8. Ball, R.A, R.W. McNew, E.D. Vories, J. C. Keisling and L. C. Purcell 2001. Path analysis of population density effects on short–season soybean yield Agron. J. 93:187–195.
9. Dewey, J.R. and K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat seed production. J. Agron. 51:515-518.
10. Fehr, W .R. and Œ . Caviness. 1980. Stage of soybean development. Iowa Agric. Exp.Sta.St. 80.
11. Henrique, S. B., G. P. Claudio, R. Pinto and D. Destro. 2004. Path analysis under multicollinearity in soybean. Brezilian Arshives of Biol. and Technol. 47:669-676.
12. Khan, A., M. Hatam and A. Khan. 2000. Heritability and interrelationship among yield determining components of soybean varieties. Pakistan J. Agri. Res. 116:5–8.
13. Iqbal, S., T. Mahmood, T. Muhammad, A. M. Anwar and M. Sarwar. 2003. Path coefficient analysis in different genotypes of soybean. Pak. J. Biol. Sci. 6(12):1085–1087.
14. Isler, N. and M. E. Caliskan. 1998. Correlation and path coefficicint analysis for yield and some yield components of soybean grown in South Eastern Anatolia. Turk. J. Agric. and For. 22:1-15.
15. Jackson, J.E. 1991. A user's guide to principal components. John Wiley and Sons Pub., New York.
16. Jadhav, AS., P. J. Jadhav and SM. Bachbave. 1995. Correlation and path coefficient analysis in soybean. J. Meharashtra Agric. Univ. 20(1):150–151.
17. Pandey, J. P. and J. H. Torrie. 1973. Path cofficient analysis of seed yield components in soybeans (*Glycine max* (L. Merr). Crop Sci.13:504–507.
18. Sarkar, R. K. 1990.Correlation and path analysis of certain morphophysiologycal characters in soybean. Physiol. J. 33(1):83–84.
19. Seiler, G. J. and D. E. Stafford 1985. Factor analysis of component of yield in Guar. Crop Sci. 25:905-908.
20. Shirastava, M. K.,R. S. Shukla and P. K. Jain. 2001. Path coefficient analysis in diverse genotype of soybean (*Glycine Max*.L). Adv. in Plant Sci. 4:47–51.
21. Singh, J. and H. S. Yadava. 2000. Factors determining seed yield in early generation of soybean. Crop Res. Hisar. 20:239–243.
22. Singh, S. B. and K.S.Labana. 1990. Corellation and path analysis in sunflower. Corn Impr.,Dept.in Plant Breeding ,Punjab Agricultural University, Ludhiana, India 17:49-53.
23. Shivashankar, G. and S. R. Visvantaha. 1989. Soybean introduction and improvement in Karnataka state of India. Paper presented at 4th Conferencia Mundial de Investigation en soja, Buenos Aires.
24. Shukla, S., Singh, K. and Pushpendra. 1998. Correlation and path analysis coefficient analysis of yield and its components in soybean . Soybean Genet Newsletter 25:67-70.
25. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principals and procedure of statistics. 2nd Ed. McGraw Hill Book, Co. Inc London.
26. Taware,S. P., G. B. Halvanker, V. M. Raut and V. B Patil. 1997. Correlation and path analysis in soybean hybrids. Soybean Genet Newsletter 24:96-98.
27. Weilenmann detau, M. E. and J. 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.
28. Zhao, J., O. Chen, Z.L. Li and X.L. Li. 1991. Factort analysis of the main agronomic characters in soybean. Soybean Sci.10(1):24–30.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.19.1]