دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

گزینش ژنوتیپ‌های سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف سولفور با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

زهرا عابدی[۱]، حمید نجفی[۲]، سید مصطفی عمادی[۲] و نادعلی باقری[۲]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: abedizahra59@yahoo.com)
۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵
صفحه: ۱ تا ۱۳

چکیده

به منظور گزینش ژنوتیپ‌های سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف سولفور، ۳۰ ژنوتیپ سویا در سه سطح سولفور (شاهد، ۵ و ۱۰ گرم بر کیلوگرم خاک مورد بررسی، غلظت سولفور ۹۸ درصد بود که به صورت ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد از خاک ارزیابی شده اضافه شد) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی به صورت گلدانی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. صفات بررسی شده شامل ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن صد دانه، محتوای کلروفیل کل، محتوای کلروفیل a، محتوای کلروفیل b، محتوای کارتنوئید، میزان سولفور در بخش هوایی، درصد روغن، درصد پروتئین و عملکرد دانه تک بوته بودند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که کاربرد سولفور تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ بر صفات مورد بررسی داشته است. براساس نتایج مقایسات میانگین، بیشترین میزان روغن و پروتئین به ترتیب در ژنوتیپ‌های دیر و ویلیامز در سطح سوم سولفور بدست آمد. بیشترین و کمترین وزن دانه به ترتیب در ژنوتیپ‌های هیل و واباش در سطح دوم سولفور مشاهده شد. در کل کاربرد سولفور موجب بهبود صفات مورد بررسی گردید. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward، ۳۰ ژنوتیپ را در دو گروه مجزا دسته‌بندی نمود. همچنین گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات‌ها نیز صورت گرفت. با توجه به نتایج گروه‌بندی‌ها و درجه اهمیت صفات ژنوتیپ‌های گروه اول که از نظر صفات مورد بررسی میانگین بالایی داشتند، گزینش شدند. لذا می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول و صفات زراعی مطلوب که توانایی جذب سولفور بیشتری داشتند، در برنامه‌های اصلاحی آتی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه خوشه‌ای، سویا، مقدار ویژه، مؤلفه‌های اصلی

مقدمه

سویا با نام علمی (*Glycine max* L.) از دانه‌های روغنی سرشار از منابع اصلی روغن خوراکی در جهان است. این محصول به دلیل مقادیر زیاد پروتئین در کنجاله برای انسان و دام مصرف غذایی فراوانی دارد. از نظر نیاز به عناصر غذایی جزء گیاهانی است که به عناصری همچون فسفر، گوگرد و روی نیاز زیادی دارد (۲۲). فسفر و گوگرد از عناصر ضروری پرمصرف برای رشد و نمو گیاهان محسوب می‌شوند، متأسفانه شکل قابل جذب این عناصر به میزان کافی در خاک موجود نیست؛ واضح است که در خاک‌های آهکی، مانند اکثریت خاک‌های ایران به دلیل وجود بی‌کربنات فراوان در آب آبیاری و آهکی بودن خاک‌ها غلظت قابل جذب این عناصر کمتر از حد بحرانی است (۲۳). مهمترین نقشی که گوگرد درگیاهان ایفا می‌کند شرکت در اسیدهای آمینه ضروری سیستئین، سیتین و متیونین است. بنابراین نقش اساسی در سنتز پروتئین ایفا نموده و حضور این عنصر می‌تواند باعث افزایش پروتئین دانه گردد. ضمناً یکی دیگر از نقش‌های مهم گوگرد، شرکت در ساختمان سولفولیپیدهاست که در غشا سلول وجود دارند (۲۹). امانی و همکاران (۳) در بررسی تأثیر گوگرد بر میزان تثبیت ازت و برخی صفات رشد دو رقم سویا با استفاده از روش رقت ایزوتوپی N^{15} گزارش کردند که استفاده از گوگرد باعث افزایش اسیدیته خاک و افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شود. نتایج ایشان نشان داد که استفاده از گوگرد باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک کل گیاه می‌شود. اما افزایش مقادیر بالای گوگرد باعث کاهش صفات در این آزمایش شد. اصغرملیک و همکاران (۷) در بررسی پاسخ کلزا به سطوح مختلف سولفور دلیل افزایش درصد روغن دانه را نقش مهم گوگرد در بسیاری از اسیدهای چرب و نیاز به این عنصر برای سنتز دیگر متابولیت‌های حاوی کوآنزیمآ، ویتامین ب، اسیدلیپوئیک و سولفولیپیدها بیان کرده‌اند. احمد و همکاران (۱) با بررسی تأثیر کود سولفور و نیتروژن بر کیفیت کلزا تحت شرایط دیم بیان کردند که تأمین مقدار مناسب گوگرد، سنتز روغن دانه کلزا را افزایش می‌دهد. مالهی و گیل (۲۶) با بررسی اثر متقابل رقم و کود بر عملکرد کلزا بیان کردند که استفاده از کود گوگردی (۲۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد پودری) تأثیر مثبتی بر درصد پروتئین و جذب

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

گوگرد در دانه کلزا دارد. بشارتی و همکاران (۱۱) نشان دادند که کاربرد گوگرد همراه با باکتری تیوباسیلوس اثر معنی‌داری بر عملکرد ذرت داشته و همچنین باعث افزایش ماده خشک شده است. عزیزی و همکاران (۹) در تجزیه کلاستر ۱۷ ژنوتیپ سویا بر اساس صفات فیزیولوژیکی و زراعی نشان دادند که در برخی موارد حالت زنجیره‌ای شدن کلاسترها وجود دارد که باعث می‌شود ارقام زیادی در یک گروه و ارقام کم و حتی ارقام تکی در گروهی دیگر طبقه‌بندی شوند. برای رفع این مشکل و جهت خوشه‌بندی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه کلاستر به روش وارد استفاده کردند و بر این اساس ژنوتیپ‌ها در سه کلاستر گروه‌بندی شدند. با توجه به اهمیت سویا شناسایی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند سولفور بیشتری را جذب کنند، بسیار مطلوب خواهد بود. از نظر تئوری میزان ۱۶ تن در هکتار گوگرد عنصری لازم است تا یک درصد از آهک خاک را تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خنثی کند (۲). محققین در مطالعه اثر گوگرد بر روی گیاه روغنی سویا نشان دادند که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، عملکرد دانه و درصد روغن دانه را افزایش داد (۱۵). در خاک‌های مواجه با کمبود گوگرد، کاربرد مقدار ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار سبب حداکثر واکنش محصول می‌شود و بیشتر از آن به دلیل تأثیر سوء احتمالی بر کیفیت دانه نظیر کاهش مقدار روغن دانه توصیه نمی‌شود (۲۴). این تحقیق به منظور گزینش ژنوتیپ‌های سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف سولفور انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذور ۳۰ ژنوتیپ سویا از مجتمع تحقیقات کاربردی و تولید بذر ساری تهیه شد. اسامی و برخی از ویژگی‌های این ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. جهت گزینش ژنوتیپ‌های مختلف سویا، ۳۰ ژنوتیپ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلدان کشت شد. آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. تیمارها شامل ۳۰ ژنوتیپ و سه سطح سولفور (صفر، ۵ و ۱۰ گرم بر کیلوگرم خاک مورد استفاده) بودند. غلظت سولفور ۹۸ درصد بود و به صورت ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد از خاک مطالعه شده اضافه شد. این میزان برای خاک‌های آهکی ایران توصیه می‌شود. ابعاد گلدان‌ها ۳۵×۴۵ سانتی‌مترمربع بود. در هر گلدان حدود ۵ کیلوگرم خاک مزرعه ریخته شد.

از آنجایی که اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد در خاک، عمدتاً توسط باکتری‌های تیوباسیلوس انجام می‌شود. همچنین جمعیت این باکتری‌ها در خاک‌های ایران به دلیل پایین بودن میزان مواد آلی، عدم استفاده قبلی از گوگرد و مایه تلقیح آن‌ها بسیار ناچیز می‌باشد (۱۷). لذا با توجه به عدم حلالیت سولفور در آب و خاک، مقادیر صفر، ۵ و ۱۰ گرم از گوگرد عنصری توزین و همراه با باکتری تیوباسیلوس به گلدان‌ها اضافه گردید. به مدت دو هفته خاک گلدان‌ها زیرو رو شد تا سولفور اکسیده شود. قبل از اعمال تیمارها برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش نظیر pH و EC (۲۷)، کربن آلی (۲۸)، نیتروژن کل توسط دستگاه Kjeldahl (مدل v50)، فسفر قابل جذب خاک با استفاده از دستگاه Spectrophotometer (مدل American DR1900) در طول موج ۸۸۰ نانومتر و پتاسیم قابل جذب خاک توسط دستگاه Flame photometer (مدل 8515) (۱۳) تعیین گردید. خصوصیات خاک مورد استفاده در جدول ۲ آمده است. با توجه به جدول ۲ میزان گوگرد خاک کمتر از حد مجاز بود (۲). در هر گلدان ۳ بذر کاشته شد.

جدول ۱- اسامی و برخی ویژگی ژنوتیپ‌های سویا مورد مطالعه در این آزمایش

Table 1. Names and some characteristics of the studied soybean genotypes in this experiment.

شماره بذر	نام	منشاء	گروه رسیدگی	شماره بذر	نام	منشاء	گروه رسیدگی
۱	فورد	USA	III	۱۶	روناک	China	VII
۲	ویلیامز	USA	III	۱۷	یو کا۱۵۰	Canada	-
۳	دیر	کانادا (KAN)	V	۱۸	دورت سوی ۲آ	India	VI
۴	هیل	هند (IND)	V	۱۹	آرین	ایران	–
۵	پرشینگ	USA	IV	۲۰	Vajva	USSR	–
۶	کانریج	USA	II	۲۱	Szklista	Japan	000
۷	مانگار	-		۲۲	ARCG568	Germany	–
۸	فلامبیو	Russia	00	۲۳	ARCG570	France	–
۹	هاراسوی۲		II	۲۴	ARCG571	Sweden	–
۱۰	چیپپوا۶۴	USA	I	۲۵	ARCG573	Germany	–
۱۱	آی۳۲۳۷	Germany	-	۲۶	ARCG575	Germany	–
۱۲	آی۳۹۳۵	Germany	-	۲۷	ARCG576	لهستان (POL)	–
۱۳	آنوا	Germany	-	۲۸	ARCG577	Germany	–
۱۴	واباش	Germany	IV	۲۹	ARCG600		–
۱۵	Pickett	USA	VI	۳۰	ARCG613	اتیوپی (ETH)	–

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش
Table 2. Some physical and chemical properties of used soil in experiment

بافت خاک	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)	N (%)	P (mg/Kg)	K (mg/Kg)	EC (dS/m)	pH	So_4 (%)	T.N.V (%)	O.C (%)
لومی رسی	۴۶/۶	۲۱/۸	۳۰	۰/۴۸	۹/۳۲	۳۵۶/۴	۰/۷۰۳	۷/۲۵	۰/۹۷	۱۵/۲	۲/۴۸

* O.C (Organic Carbon) و T.N.V (Total neutralizing value): به ترتیب درصد کربن آلی و درصد کل مواد خنثی شونده

صفات مورد بررسی شامل ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، محتوای کلروفیل کل، محتوای کلروفیل a، محتوای کلروفیل b، محتوای کارتنوئید، میزان سولفور در بخش هوایی، درصد روغن، درصد پروتئین و عملکرد دانه تک بوته بودند. اندازه‌گیری محتوای کلروفیل a، b و کارتنوئیدها در مرحله شروع پر شدن دانه در برگ‌های توسعه یافته انتهایی به روش لیختن تالر و ولبورن (۲۰) انجام شد. بدین منظور ۰/۱ گرم بافت برگ با کمک نیتروژن مایع در هاون چینی آسیاب شد. سپس به آن یک میلی لیتر استون ۸۰ درصد اضافه گردید. محلول حاصل با کاغذ صافی صاف شده و حجم آن به یک میلی لیتر رسانیده شد. در نهایت جذب محلول صاف شده در طول موج‌های ۶۴۶/۲، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (ECIL) خوانده شد. مقدار کلروفیل a، b و کارتنوئیدها از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$Chla=12/25A_{663/2}- 2/79A_{646/2}$$
$$Chlb=21/5A_{646/2}- 5/10A_{663/2}$$
$$Chl\ total=Chla + Chlb$$
$$Car=[1000A_{470}-(1/8Chla/1000) - (85/02Chlb/1000)]/198$$

به‌منظور اندازه‌گیری سولفور گیاه از روش کدورت سنجی (توربیدومتری) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر انجام شد. بدین منظور برگ خشک و آسیاب شده استفاده گردید. برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه، ۳ گرم نمونه وزن گردید و با استفاده از دستگاه سوکسله (مدل HT-1046 ساخت کشور سوئد) به روش AOCS (۵) تعیین شد. جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین، بر اساس روش کلدال نمونه‌ها هضم و سپس با تیتراسیون مقدار (N × 6.25) مقدار کل پروتئین رسوبی در فاز آبی محاسبه گردید (۸). سپس تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با نرم‌افزار SPSS و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات‌ها با استفاده از نرم‌افزار STATISTICA انجام گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثرات ساده و اثر متقابل سطوح سولفور و ژنوتیپ در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار شد. این تنوع نوید مؤثر بودن گزینش برای صفات مورد بررسی را دارد. وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های سویا از نظر صفات زراعی و فیزیولوژیکی تحت تأثیر سولفور در تعدادی از پژوهش‌ها مشاهده شده است (۱۴). کریمی و همکاران (۱۷) در بررسی تأثیر کاربرد گوگرد و کود دامی بر میزان روغن، پروتئین و برخی اجزای عملکرد کلزا بیان کردند کاربرد گوگرد موجب افزایش تعداد غلاف در بوته در کلزا می‌شود.

با توجه به اثر مستقیم تعداد غلاف به عنوان جزء مؤثر در تعیین عملکرد سویا، می توان یکی از علل افزایش عملکرد دانه در سویا را به افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت داد. احتمالاً کاربرد گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس، توانسته است از طریق کاهش pH خاک و حلالیت عناصر به افزایش رشد و نمو گیاه کمک کند (۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سولفور بیشترین میانگین صفات بررسی شده بجز درصد روغن، درصد پروتئین، میزان سولفور در برگ و وزن ۱۰۰ دانه مربوط به سطح دوم سولفور بود. با رفتن از سطح دوم به سوم سولفور میانگین صفات کاهش یافت. هرچند میانگین صفات بررسی شده نسبت به سطح شاهد سولفور افزایش داشت اما بیشترین میانگین صفات مورد بررسی در سطح دوم حاصل شده بود. کمترین میانگین صفات بررسی شده در ژنوتیپ واباش در سطح شاهد سولفور مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین میزان وزن دانه در ژنوتیپ هیل در سطح دوم سولفور (۷۲/۹۵ گرم در بوته) بدست آمد که نسبت به شرایط بدون استفاده از سولفور (۳۸/۰۵ گرم در بوته) ۹۱/۷۲٪ و نسبت به شرایط استفاده از ۱۰ گرم سولفور (۵۱/۱۰ گرم بر بوته)، ۴۲/۷۵٪ افزایش نشان داد. کمترین میزان وزن دانه مربوط به ژنوتیپ واباش در سطح اول سولفور (۱۶/۴۰ گرم بر بوته) بود. استفاده از سولفور در این ژنوتیپ نیز موجب افزایش وزن دانه شده بود. بیشترین درصد روغن در سطح دوم سولفور در ژنوتیپ دیر (۴۹/۵۷٪) و کمترین در ژنوتیپ واباش (۱۲/۱۰٪) بود. بیشترین درصد پروتئین مربوط به ژنوتیپ ویلیامز (۶۱/۲۰٪) و کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ واباش (۲۷/۳۷٪) بود. افزایش مقدار روغن و پروتئین دانه در ارقام و گونه‌های مختلف براسیکا در اثر کاربرد سولفور توسط شریف (۳۳) گزارش شده است (با توجه به اینکه تعداد صفات زیادی آنالیز شده است، بنابراین فقط مقایسه میانگین صفات مهم در جدول مقایسه میانگین ذکر شده است).

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که در شرایط نرمال اکثر صفات مورد بررسی میانگین کمی در ژنوتیپ‌ها داشتند. با

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

توجه به نتایج مقایسه میانگین انتظار می‌رود که با کاربرد مقدار ۵ گرم سولفور بتوان وزن دانه، درصد روغن و پروتئین را در ژنوتیپ‌های سویا بهبود بخشید. ورما (۳۵) گزارش نمود که تأثیرات مثبت سولفور بر فتوسنتز، متابولیسم گیاه و تقویت گیاه در مرحله زایشی، تشکیل دانه را تحریک می‌کند و در نتیجه تعداد دانه و به دنبال آن وزن دانه را افزایش می‌دهد. همچنین گزارش شده است که کمبود گوگرد عملکرد دانه سویا را از طریق تأثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه کاهش می‌دهد (۲۴). کریمی و همکاران (۱۷) بیان کردند افزایش سطوح گوگرد منجر به افزایش وزن صد دانه در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود. بررسی‌های آسار و اسکاریسبرک (۵) حاکی از افزایش معنی‌دار وزن صد دانه کلزا در نتیجه مصرف گوگرد می‌باشد.

اصغرملیک و همکاران (۷) نیز دلیل افزایش درصد روغن دانه در اثر مصرف گوگرد را نقش مهم این عنصر در بسیاری از اسیدهای چرب و نیاز به آن برای سنتز دیگر متابولیت‌های حاوی کوآنزیمآ، ویتامین ب، اسیدلیپوئیک و سولفولیپیدها دانستند. بسیاری از محققان نیز اظهار داشتند که تأمین مقدار مناسب گوگرد، سنتز روغن دانه کلزا را افزایش می‌دهد (۱؛ ۱۰؛ ۳۰). ملکی و همکاران (۲۵) نیز اظهار داشت که کاربرد گوگرد در خاک تأثیر معنی داری بر درصد پروتئین بادام زمینی نداشته است. بسیاری از محققان بیان کردند که استفاده از کود گوگردی تأثیر مثبتی بر درصد پروتئین و جذب گوگرد در دانه کلزا دارد (۲۶).

گوگرد به دلیل ظرفیت اکسیده شدن و تولید اسیدسولفوریک، پتانسیل لازم برای تغییر pH خاک حداقل در مقیاس کوچک اطراف ذرات خود را دارا بوده و بنابراین می تواند به خصوص در منطقه ریزوسفر در انحلال ترکیبات غذایی نامحلول و آزاد شدن عناصر ضروری مؤثر واقع شود (۸). لذا نه تنها عملکرد و کیفیت محصولات روغنی را افزایش می‌دهد بلکه با ایجاد مقادیر قابل توجهی اسیدهای معدنی قوی کارایی مصرف سایر کودها نظیر نیتروژن و فسفر را بهبود می‌بخشد (۲۱).

گزارش شده است که کمبود گوگرد عملکرد دانه سویا را از طریق تأثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه کاهش می‌دهد (۱۲). نتایج آزمایشات حبیبی و همکاران (۱۴) نشان داد که با کاربرد سطوح مختلف گوگرد، عملکرد دانه در همه ارقام گونه‌های براسیکا افزایش یافت. سپهوند (۳۲) اثر مصرف مقادیر مختلف گوگرد (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار) بر عملکرد دانه و کیفیت (درصد پروتئین) دانه سویا (رقم کلاک) را بررسی کرده و بیان کرد تأثیر تیمارهای گوگرد بر عملکرد دانه سویا در سطح یک درصد معنی‌دار اما بر درصد روغن و پروتئین دانه معنی‌دار نشد.

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۳۰ ژنوتیپ، براساس صفات زراعی و فیزیولوژیکی در شکل ۱ ارائه شده است. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با روش وارد انجام شد و با برش دندروگرام از محل‌های مختلف، ۲، ۳ و ۵ گروه ایجاد گردید. جهت انتخاب یکی از این حالت‌ها از تجزیه واریانس چند متغیره بر مبنای طرح کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده گردید(۳۴). در این تجزیه گروه‌ها به عنوان تیمار و لاین‌های داخل گروه‌ها به عنوان تکرار در نظر گرفته شدند. در حالت‌های مختلف برش دندروگرام، گروه‌بندی انجام شد که مقادیر آماره ویلکس لامبدا و F حالت‌های مختلف برش در جدول ۵ آمده است. در حالت برشی منجر به ایجاد دو گروه (در گروه اول ۱۲ ژنوتیپ و در گروه دوم ۱۸ ژنوتیپ وجود داشت) بیشترین مقدار F به‌دست آمد. به عبارت دیگر در این حالت اختلافات بین گروه‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از اختلاف درون گروه‌ها بوده و گروه‌بندی صحیح‌تری انجام شده است. مقایسه میانگین برای صفات مورد نظر نیز در هر گروه انجام شد (جدول ۵). ژنوتیپ‌های خوشه اول (ژنوتیپ‌های شماره ۲۳، ۲۴، ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۲۲، ۱۶، ۱۸، ۱۵، ۳۰، ۵ و ۱۴) از نظر میانگین صفات ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، محتوای کلروفیل کل، محتوای کلروفیل a، محتوای کلروفیل b، محتوای کارتنوئید، میزان سولفور در بخش هوایی، درصد روغن، درصد پروتئین و عملکرد دانه تک بوته نسبت به خوشه دیگر بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه گزینش شدند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۳۰ ژنوتیپ سویا

Table 3. Analysis of variance of traits in 30 soybean genotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع شاخه اصلی	ارتفاع اولین شاخه فرعی	تعداد غلاف شاخه اصلی	تعداد غلاف شاخه فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	محتوای کلروفیل a	محتوای کلروفیل b
بلوک	۲	۱۴/۶۲^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۱۵/۵۴^{ns}	۲/۶۰^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۶/۴۹^{ns}	۲/۷۰^{ns}
ژنوتیپ	۲۹	۶۹/۳۴**	۵۵/۹۳**	۲۷۲/۷۷**	۴۳/۲۵**	۳۰۳/۳۹**	۲۴/۸۷**	۱۰۸/۴۹**
سولفور	۲	۴۶۶۳/۳۶**	۴۰۱۷/۱۱**	۲۹۵۲۷/۷۴**	۳۶۱۲/۲۵**	۲۰۰/۷۵**	۲۷۵۵/۴۶**	۵۵۲۵/۶۶**
ژنوتیپ × سولفور	۵۸	۴۳/۳۳**	۱۹/۱۹**	۵۵/۵۰**	۱۱/۹۱**	۱۳۹/۵۶**	۸/۴۵**	۴۷/۲۶**
اشتباه آزمایشی	۱۷۸	۱۱/۲۱	۲/۱۵	۲۴/۷۹	۹/۳۴	۴/۹۷	۳/۳۹	۲/۴۷
ضریب تغییرات (٪)	--	۶/۰۷	۹/۴۴	۸/۸۷	۱۹/۵۴	۱۰/۰۴	۱۰/۵۶	۱۳/۷۰

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۳۰ ژنوتیپ سویا

Continud Table 3. Analysis of variance of traits in 30 soybean genotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل کل	کارتنوئید	میزان سولفور در بخش هوایی	درصد روغن	درصد پروتئین	عملکرد دانه
بلوک	۲	۱۶/۶۴^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۱۸/۵۷^{ns}	۳۶/۳۳^{ns}	۱۳/۲۵^{ns}
ژنوتیپ	۲۹	۲۱۶/۰۰**	۹/۹۳**	۰/۲۲**	۱۰۹/۰۸**	۸۶/۷۵**	۲۵۴/۴۶**
سولفور	۲	۱۵/۴۷۹**	۴۱۵/۰۶**	۳۷/۸۰**	۱۰۶۹۱/۲۸**	۶۰۵۴/۶۵**	۲۸۰۴۶/۹۲**
ژنوتیپ × سولفور	۵۸	۴۶/۱۵**	۹/۶۴**	۰/۰۹۸**	۲۵/۹۷**	۴۱/۶۴**	۴۱/۴۷**
اشتباه آزمایشی	۱۷۸	۶/۱۵	۱/۷۷	۰/۰۵۸	۱۴/۵۹	۱۷/۶۷	۱۵/۵۳
ضریب تغییرات (٪)	--	۸/۵۷	۱۳/۳۵	۱۵/۷۳	۱۳/۳۸	۸/۶۴	۱۰/۴۶

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سولفور بر صفات مهم مورد مطالعه در ۳۰ ژنوتیپ سویا

Table 4. Compare means of genotype and sulfur interaction on important studied traits in 30 soybean genotypes

ژنوتیپ	سولفور	وزن ۱۰۰ دانه	وزن دانه	درصد روغن	درصد پروتئین
فورد	۰	۱۴/۳۵^{qrs}	۲۶/۲۶$^{s-z}$	۲۰/۰۹$^{w-z}$	۴۹/۳۹$^{b-p}$
	۵	۲۶/۴۹$^{gh\imath}$	۶۹/۶۰^{ab}	۳۹/۰۹$^{c-\kappa}$	۵۰/۳۷$^{a-p}$
	۱۰	۱۲/۵۹^{s}	۳۸/۰۳$^{n-t}$	۴۵/۲۱$^{abc\alpha}$	۵۳/۱۴$^{a-m}$
ویلیامز	۰	۱۶/۸۸$^{m-q}$	۳۲/۹۲$^{s-y}$	۲۰/۰۹^{z}	۴۲/۸۶$^{l-r}$
	۵	۲۷/۰۰$^{gh\imath}$	۶۷/۹۷^{abc}	۳۳/۰۵$^{j-q}$	۵۱/۴۳$^{a-o}$
	۱۰	۱۳/۳۰^{rs}	۳۹/۸۴$^{m-s}$	۴۸/۹۵^{ab}	۶۱/۲۱^{a}
دیر	۰	۱۴/۳۵^{qrs}	۲۶/۷۰$^{s-z}$	۱۷/۵۸^{wxyz}	۴۶/۶۸$^{l-q}$
	۵	۲۶/۴۹$^{gh\imath}$	۷۰/۹۹^{ab}	۳۲/۴۲$^{l-q}$	۵۰/۵۹$^{a-p}$
	۱۰	۱۳/۱۶^{rs}	۴۶/۹۲$^{jk\imath m}$	۴۹/۵۷^{a}	۶۰/۴۲^{abc}
هیل	۰	۱۴/۶۵^{qrs}	۳۸/۰۵$^{s-z}$	۲۱/۵۹$^{t-z}$	۴۴/۳۸$^{k-q}$
	۵	۲۶/۹۲$^{gh\imath}$	۷۲/۹۵^{a}	۳۲/۹۵$^{j-q}$	۵۱/۴۳$^{a-o}$
	۱۰	۱۶/۸۲$^{n-q}$	۵۱/۱۰$^{m-r}$	۴۹/۲۷^{ab}	۶۰/۰۵$^{abc\alpha}$
پرشینگ	۰	۱۳/۲۵^{rs}	۱۶/۶۱$^{s-z}$	۱۲/۵۹^{z}	۳۰/۳۱^{tu}
	۵	۲۰/۲۹$^{jk\imath}$	۴۸/۰۶$^{jk\imath}$	۲۲/۹۹$^{s-z}$	۴۷/۷۴$^{f-q}$
	۱۰	۱۳/۳۰^{rs}	۳۲/۲۱$^{s-z}$	۳۵/۲۰$^{f-n}$	۵۴/۹۵$^{a-j}$
کانریج	۰	۱۳/۵۳^{rs}	۱۸/۸۸$^{s-z}$	۱۹/۵۶$^{w-z}$	۴۲/۴۰$^{m-s}$
	۵	۱۹/۲۲$^{k-p}$	۵۷/۳۷$^{fgh\imath}$	۲۶/۵۰$^{q-x}$	۴۹/۳۲$^{c-p}$
	۱۰	۱۳/۵۳^{rs}	۳۴/۶۳$^{r-w}$	۳۸/۱۳$^{e-\kappa}$	۵۸/۵۷$^{a-g}$
مانگار	۰	۱۶/۵۸^{pq}	۱۹/۸۷$^{s-z}$	۱۹/۱۶^{yz}	۴۱/۵۷$^{o-s}$
	۵	۱۹/۶۶$^{j-n}$	۶۰/۱۰$^{\alpha-n}$	۲۷/۹۰$^{n-\imath}$	۵۰/۴۹$^{a-p}$
	۱۰	۱۳/۰۷^{rs}	۳۵/۴۳$^{p-v}$	۳۸/۷۲$^{\alpha-\kappa}$	۵۹/۴۷$^{ab c\alpha}$
فلامیبو	۰	۱۳/۱۶^{rs}	۲۳/۱۲$^{s-z}$	۱۹/۰۳^{z}	۴۱/۵۶$^{o-s}$
	۵	۱۹/۴۰$^{k-p}$	۵۸/۶۸^{efgh}	۲۷/۵۴$^{p-t}$	۵۶/۵۱$^{a-j}$
	۱۰	۱۳/۳۹^{rs}	۳۶/۳۱$^{o-u}$	۴۲/۲۵$^{b-\imath}$	۵۱/۰۲$^{a-p}$
هاراسوی۲	۰	۱۳/۴۸^{rs}	۲۳/۹۶$^{s-z}$	۲۳/۲۷$^{r-z}$	۴۲/۵۸$^{m-s}$
	۵	۱۹/۷۲$^{j-n}$	۶۰/۱۶$^{\alpha-n}$	۳۴/۷۵$^{m-r}$	۵۰/۶۵$^{a-p}$
	۱۰	۱۳/۱۶^{rs}	۳۷/۱۱$^{n-u}$	۳۹/۹۳$^{c-j}$	۵۸/۹۸$^{a-\imath}$
چیپوا۶۴	۰	۱۳/۳۰^{rs}	۲۶/۹۶$^{s-z}$	۱۹/۸۹$^{w-z}$	۴۲/۰۰$^{n-s}$
	۵	۱۹/۰۹$^{k-p}$	۶۲/۰۶$^{\alpha-\imath}$	۲۷/۳۷$^{p-u}$	۴۹/۴۹$^{b-p}$
	۱۰	۱۳/۳۹^{rs}	۳۶/۱۷$^{p-u}$	۳۹/۳۳$^{c-\kappa}$	۵۸/۰۸$^{a-n}$
آی۳۲۳۷	۰	۱۳/۵۳^{rs}	۲۴/۲۳$^{s-z}$	۲۰/۲۴$^{u-z}$	۴۲/۷۹$^{l-r}$
	۵	۲۱/۹۵^{jk}	۶۰/۹۷$^{s-z}$	۲۸/۰۰$^{n-t}$	۵۰/۶۳$^{a-p}$
	۱۰	۱۳/۳۰^{rs}	۴۳/۹۲$^{\alpha-g}$	۴۴/۷۵$^{a-e}$	۵۸/۸۳$^{a-\imath}$
آی۳۹۳۵	۰	۱۳/۰۷^{rs}	۲۳/۴۵$^{k-o}$	۲۲/۸۸$^{s-z}$	۴۸/۰۳$^{e-q}$
	۵	۲۵/۰۴^{i}	۶۴/۷۳$^{b-\imath}$	۲۹/۳۸$^{m-s}$	۴۹/۸۳$^{l-p}$
	۱۰	۱۶/۶۳^{opq}	۳۶/۶۵$^{n-u}$	۴۴/۷۵$^{a-e}$	۵۹/۲۴$^{a-e}$
آنوا	۰	۱۳/۱۶^{rs}	۲۴/۷۳$^{s-z}$	۱۹/۸۸$^{w-z}$	۴۱/۹۹$^{n-s}$
	۵	۲۶/۴۹$^{gh\imath}$	۶۶/۹۸$^{abc\alpha}$	۳۰/۶۰$^{m-r}$	۵۰/۳۵$^{a-p}$
	۱۰	۱۳/۳۰^{rs}	۳۷/۹۵$^{n-t}$	۴۶/۰۴^{abc}	۶۰/۶۳^{ab}
واباش	۰	۱۲/۵۹^{s}	۱۶/۴۰^{z}	۱۲/۱۰^{z}	۲۷/۳۷^{u}
	۵	۱۵/۴۰^{qrs}	۴۲/۸۰$^{k-p}$	۲۲/۷۰$^{s-z}$	۴۶/۶۵$^{l-q}$
	۱۰	۱۳/۵۸^{rs}	۲۹/۷۸$^{s-z}$	۳۴/۲۱$^{j-p}$	۵۳/۴۱$^{a-m}$
Pickett	۰	۳۴/۷۷^{bc}	۱۶/۸۶$^{w-z}$	۱۲/۳۶^{z}	۳۱/۲۸^{stu}
	۵	۱۵/۶۵^{bc}	۴۲/۶۴$^{k-q}$	۲۳/۰۷$^{s-z}$	۵۴/۰۸$^{a-\imath}$
	۱۰	۱۲/۸۱^{qr}	۳۱/۴۱$^{s-z}$	۳۴/۱۱$^{j-p}$	۴۹/۹۸$^{a-p}$
روناک	۰	۳۵/۳۱^{rs}	۱۶/۶۰$^{t-z}$	۱۲/۱۹^{z}	۲۷/۶۵^{u}
	۵	۱۵/۳۵^{rs}	۴۶/۹۵$^{jk\imath m}$	۲۹/۲۹$^{m-s}$	۴۶/۹۰$^{n-q}$
	۱۰	۲۸/۳۸^{bc}	۳۸/۰۴$^{n-t}$	۳۵/۰۹$^{j-p}$	۵۴/۵۲$^{a-\kappa}$
یوکا۱۵۰	۰	۳۴/۶۷^{qrs}	۱۸/۵۵$^{s-z}$	۱۹/۲۲^{xyz}	۴۱/۶۷$^{o-s}$
	۵	۱۹/۳۴^{g}	۵۴/۴۰$^{gh\imath g}$	۲۶/۶۸$^{q-v}$	۴۹/۶۴$^{b-p}$
	۱۰	۳۳/۰۹^{cde}	۳۴/۳۸$^{r-x}$	۳۸/۶۰$^{e-\kappa}$	۵۷/۷۳$^{a-\imath}$
دورت سوی ۲آ	۰	۳۹/۰۷$^{bc\alpha}$	۱۹/۸۶$^{s-z}$	۱۳/۳۱^{z}	۳۰/۰۹^{tu}
	۵	۱۹/۴۰$^{k-p}$	۴۶/۸۰$^{jk\imath m}$	۲۳/۰۴$^{s-z}$	۴۷/۲۵$^{h-q}$
	۱۰	۲۷/۶۱$^{gh\imath}$	۳۱/۸۰$^{s-z}$	۳۴/۱۳$^{j-p}$	۵۳/۳۶$^{a-m}$
آرین	۰	۲۸/۴۷^{g}	۱۶/۹۳$^{w-z}$	۱۳/۶۴^{z}	۳۲/۶۶$^{r-u}$
	۵	۱۹/۷۲$^{j-n}$	۴۷/۹۲$^{jk\imath}$	۲۴/۱۰$^{r-z}$	۴۸/۰۹$^{e-q}$
	۱۰	۲۸/۲۱^{g}	۲۳/۲۱$^{s-y}$	۴۱/۵۴$^{c-h}$	۵۴/۷۳$^{a-\kappa}$
Vajva	۰	۳۲/۶۹^{cde}	۱۶/۷۹$^{w-z}$	۱۹/۰۴^{yz}	۳۷/۰۲$^{q-u}$
	۵	۲۲/۴۲^{j}	۵۴/۲۰$^{gh\imath j}$	۲۳/۳۳$^{r-z}$	۴۷/۷۱$^{g-q}$
	۱۰	۲۸/۱۳^{g}	۳۹/۱۰$^{n-s}$	۳۴/۸۷$^{j-p}$	۵۳/۹۷$^{a-\imath}$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سولفور بر صفات مهم مورد مطالعه در ۳۰ ژنوتیپ سویا

Continue Table 4. Compare means of genotype and sulfur interaction on important studied traits in 30 soybean genotypes

ژنوتیپ	سولفور	وزن ۱۰۰ دانه	وزن دانه	درصد روغن	درصد پروتئین
Szklista	۰	۳۴/۲۴^{bcd}	۱۶/۵۵$^{w-z}$	۲۲/۷۰$^{s-z}$	۴۰/۳۷$^{o-t}$
	۵	۱۹/۲۲$^{k-o}$	۴۸/۳۷^{jkl}	۲۳/۸۷$^{r-z}$	۴۹/۸۲$^{b-p}$
	۱۰	۲۸/۵۷^{hi}	۳۲/۹۸$^{r-y}$	۳۵/۷۲$^{f-l}$	۵۴/۵۴$^{a-k}$
ARCG570	۰	۳۴/۹۹^{bcd}	۱۶/۹۸$^{w-z}$	۱۸/۷۱^{z}	۴۵/۷۹$^{j-q}$
	۵	۱۹/۴۰$^{k-p}$	۴۸/۶۴^{jkl}	۲۳/۴۹$^{r-z}$	۴۹/۰۹$^{d-p}$
	۱۰	۲۸/۵۷^{g}	۳۳/۶۴$^{s-y}$	۳۵/۷۲$^{f-l}$	۵۴/۵۷$^{a-k}$
ARCG571	۰	۳۴/۴۵^{bc}	۱۶/۶۹$^{w-z}$	۱۹/۱۷^{xyz}	۴۰/۳۶$^{o-t}$
	۵	۱۹/۴۰$^{k-p}$	۴۹/۶۸^{jkl}	۲۴/۰۹$^{r-z}$	۴۹/۵۸$^{b-p}$
	۱۰	۳۱/۸۷^{g}	۳۳/۶۴$^{r-y}$	۳۵/۸۴$^{f-l}$	۵۴/۷۹$^{a-j}$
ARCG573	۰	۳۴/۷۷^{bcd}	۲۴/۰۴$^{t-z}$	۱۸/۸۴^{z}	۴۰/۱۰$^{p-t}$
	۵	۲۶/۴۹$^{k-p}$	۶۵/۷۷^{jk}	۲۴/۰۹$^{r-z}$	۴۹/۵۸$^{b-p}$
	۱۰	۳۴/۷۷^{de}	۴۴/۳۱$^{r-y}$	۳۶/۷۴$^{f-l}$	۴۹/۲۱$^{c-p}$
ARCG575	۰	۳۴/۷۷^{bc}	۱۷/۸۷$^{r-v}$	۲۰/۱۰$^{v-z}$	۴۲/۵۰$^{m-s}$
	۵	۱۹/۴۰^{ghi}	۵۰/۰۷$^{a-e}$	۳۰/۶۰$^{m-r}$	۵۷/۰۱$^{a-j}$
	۱۰	۳۶/۰۲^{bc}	۳۳/۹۸^{klmn}	۴۱/۵۷$^{c-g}$	۵۹/۴۳^{abcd}
ARCG576	۰	۳۵/۴۱^{bc}	۱۸/۳۲^{ijk}	۱۹/۰۴^{yz}	۴۱/۵۷$^{a-d}$
	۵	۱۹/۷۸$^{k-p}$	۵۳/۲۰$^{r-y}$	۲۴/۱۷$^{r-z}$	۴۹/۶۵$^{o-s}$
	۱۰	۳۳/۱۹^{b}	۳۴/۸۲$^{r-z}$	۳۶/۰۸$^{f-l}$	۵۴/۸۷$^{a-j}$
ARCG577	۰	۳۱/۲۸^{bc}	۱۸/۵۲$^{s-z}$	۱۹/۱۰^{yz}	۴۱/۵۸$^{o-s}$
	۵	۱۹/۴۰^{bcde}	۵۹/۲۷^{hij}	۲۴/۸۱$^{r-z}$	۵۰/۶۶$^{a-p}$
	۱۰	۳۲/۵۹^{jklm}	۳۴/۲۷$^{r-v}$	۴۴/۶۸$^{a-e}$	۵۵/۷۵$^{a-j}$
ARCG600	۰	۲۷/۷۸^{ef}	۱۸/۹۱$^{r-z}$	۱۹/۲۳^{xyz}	۴۱/۵۸$^{o-s}$
	۵	۱۹/۷۲$^{k-p}$	۵۳/۰۲^{efgh}	۳۴/۳۳$^{j-p}$	۴۹/۶۹$^{b-p}$
	۱۰	۲۹/۰۵^{cde}	۳۵/۰۶$^{r-x}$	۳۸/۰۱$^{e-k}$	۵۴/۸۹$^{a-j}$
ARCG613	۰	۱۲/۸۵^{ghi}	۱۶/۹۶$^{r-z}$	۱۹/۶۳$^{w-z}$	۴۹/۱۱$^{d-p}$
	۵	۱۸/۵۸$^{j-n}$	۴۷/۱۵^{hij}	۲۶/۳۷$^{q-y}$	۵۰/۶۱$^{a-p}$
	۱۰	۲۸/۰۴^{fg}	۳۷/۹۴$^{q-v}$	۳۷/۷۸$^{e-l}$	۵۴/۵۹$^{a-j}$
ARCG568	۰	۳۴/۲۴^{rs}	۱۶/۵۵$^{s-z}$	۱۲/۴۴^{z}	۲۸/۱۳^{tu}
	۵	۱۹/۲۲$^{m-p}$	۴۸/۳۷^{jklm}	۲۲/۴۸$^{s-z}$	۴۶/۶۷$^{i-q}$
	۱۰	۲۸/۵۷^{gh}	۳۲/۹۸$^{n-t}$	۴۱/۳۳$^{c-i}$	۵۷/۲۲$^{a-h}$

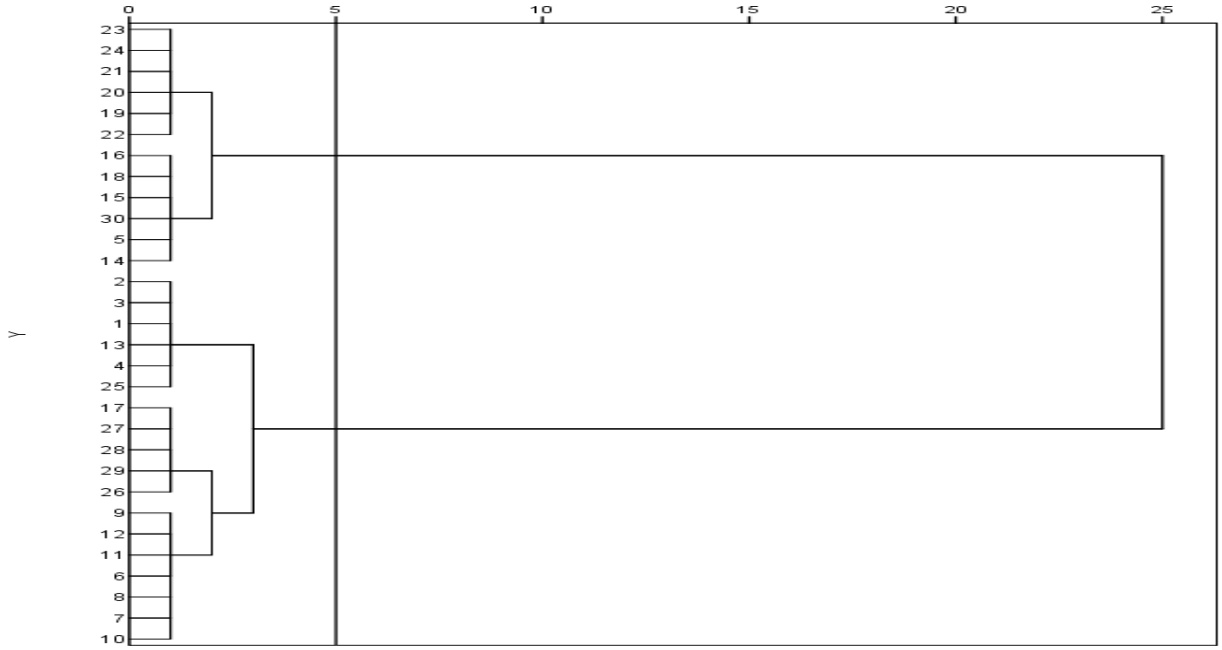
جدول ۵- مقادیر F و آماره ویلکس لامبدا برای حالت‌های مختلف گروه‌بندی

Table 5. F values and wilks lambda statistic for different grouping modes

تعداد گروه‌ها	آماره ویلکس لامبدا	مقدار F
۲	۰/۰۶۲	۱۴/۲۴
۳	۰/۰۱۵	۶/۲۷
۵	۰/۰۰۱	۵/۲۳

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی سویا با استفاده از روش وارد
Figure 1. Dendrogram of cluster analysis in studied soybean genotypes using ward method

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات خوشه‌ها و میانگین کل صفات مطالعه شده در ۳۰ ژنوتیپ سویا
Table 6. Compare means of cluster and total mean of studied traits in 30 soybean genotypes

کلاستر	ارتفاع شاخه اصلی	ارتفاع شاخه فرعی	تعداد غلاف شاخه اصلی	تعداد غلاف شاخه فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	سولفور بخش هوایی	درصد روغن	درصد پروتئین	وزن دانه
۱	۵۷/۲۶[a]	۱۷/۷۳[a]	۶۰/۸۷[a]	۱۷/۶۶[a]	۱۸/۱۸[b]	۱۸/۶۹[a]	۱۴/۷۵[a]	۳۳/۴۴[a]	۱۰/۶۹[a]	۱/۶۸[a]	۳۱/۵۹[a]	۵۱/۱۸[a]	۱۱۴/۸۲[a]
۲	۵۳/۴۷[b]	۱۳/۸۴[b]	۵۲/۵۱[b]	۱۴/۰۹[b]	۲۵/۲۹[a]	۱۶/۴۹[b]	۸/۹۸[b]	۲۵/۴۸[b]	۹/۴۲[a]	۱/۴۳[a]	۲۶/۱۹[b]	۴۶/۷۳[b]	۷۸/۷۵[b]
میانگین کل صفت	۵۵/۱۱	۱۵/۵۳	۵۶/۱۳	۱۵/۶۴	۲۲/۲۱	۱۷/۴۵	۱۱/۴۸	۲۸/۹۳	۹/۹۷	۱/۵۴	۲۸/۵۳	۴۸/۶۶	۹۳/۶۷

*میانگین‌های دارای حرف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در جدول ۷، دو مؤلفه اصلی اول ۸۷/۱۵ درصد واریانس را توجیه می‌کنند. با توجه به ضریب تبیین صفات در مؤلفه‌های اصلی مهم (جدول ۸) مشخص گردید که کل صفات به جز صفت وزن صد دانه به طور عمده توسط مؤلفه اصلی اول، توجیه شده‌اند. لذا با توجه به ماهیت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نیز درجه اهمیت صفات در عملکرد دانه، در میان دو مؤلفه اصلی اول نیز، مؤلفه اصلی اول مهمتر شد. همچنین با رسم بای‌پلات دو مؤلفه اصلی (شکل ۲) سعی شد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی گروه‌بندی شوند که نتیجه آن تطابق زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای داشت.

جدول ۷- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی دو مؤلفه اصلی اول در ۳۰ ژنوتیپ سویا

Table 7. Eigenvalues, percentage of variance and cumulative variance percentage of two first components important in 30 soybean genotypes

شماره مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۱۱/۰۷۸	۷۹/۱۴	۷۹/۱۴
۲	۱/۱۲۱	۸/۰۱	۸۷/۱۵

جدول ۸- بردارهای ویژه دو مؤلفه اصلی اول و ضرایب تبیین صفات در این مؤلفه‌ها در ۳۰ ژنوتیپ سویا

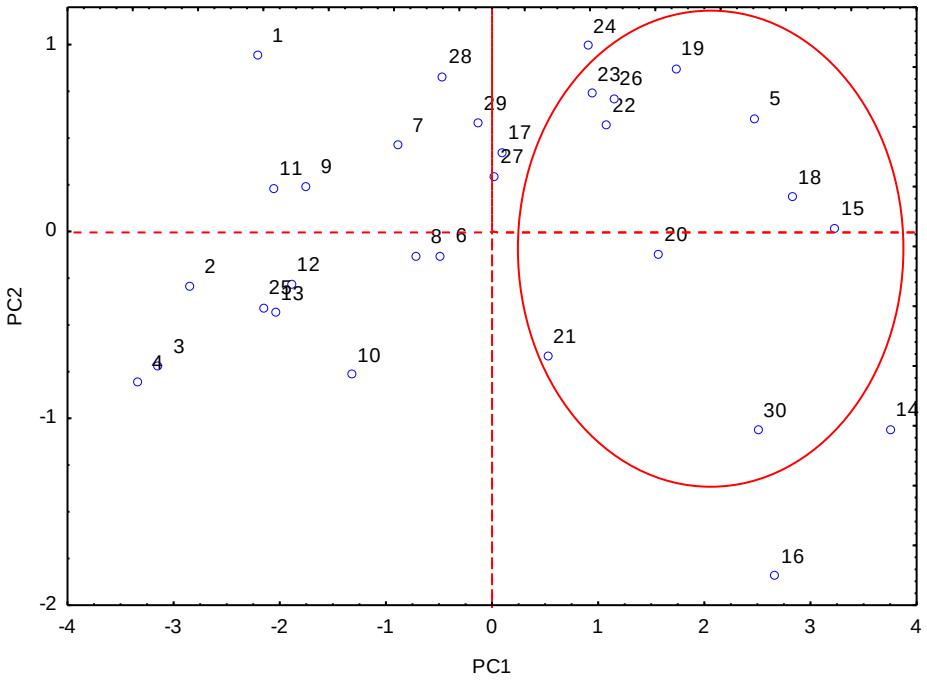
Table 8. Eigen vectors of two main components important and coefficients of determination characteristics of this component in 30 soybean genotypes

متغیر	مؤلفه اول	r^2	مؤلفه دوم	r^2
ارتفاع شاخه اصلی	-۰/۲۵۵۷	۰/۷۲۴	-۰/۱۵۰۱	۰/۰۲۵
ارتفاع اولین شاخه فرعی	-۰/۲۸۸۴	۰/۹۲۱	۰/۰۴۰۸	۰/۰۰۲
تعداد غلاف شاخه اصلی	-۰/۲۸۷۹	۰/۹۱۸	۰/۱۰۰۶	۰/۰۱۱
تعداد غلاف شاخه فرعی	-۰/۲۶۵۰	۰/۷۷۸	-۰/۱۹۰۶	۰/۰۴۱
وزن صد دانه	۰/۰۹۰۲	۰/۰۹۰	۰/۸۰۱۵	۰/۷۲۱
تعداد دانه در بوته	-۰/۲۹۲۶	۰/۹۴۸	۰/۱۱۳۲	۰/۰۱۴
محتوای کلروفیل a	-۰/۲۶۹۰	۰/۸۰۲	۰/۲۴۵۲	۰/۰۶۷
محتوای کلروفیل b	-۰/۲۸۶۹	۰/۹۱۲	-۰/۱۰۵۵	۰/۰۱۲
محتوای کلروفیل کل	-۰/۲۹۴۶	۰/۹۶۲	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۰
محتوای کارتنوئید	-۰/۲۳۶۲	۰/۶۱۸	۰/۲۹۸۳	۰/۱۰۰
،میزان سولفور در بخش هوایی	-۰/۲۶۱۷	۰/۷۵۹	-۰/۲۰۷۳	۰/۰۴۸
درصد روغن	-۰/۲۸۷۹	۰/۹۱۸	۰/۰۱۴۳	۰/۰۰۰
درصد پروتئین	-۰/۲۶۹۷	۰/۸۰۶	۰/۲۳۶۵	۰/۰۶۳
عملکرد دانه تک بوته	-۰/۲۸۸۶	۰/۹۲۲	-۰/۱۲۱۱	۰/۰۱۶

* r^2هایی که زیر آنها خط کشیده شده است مربوط به صفاتی هستند که بیشترین ضریب تبیین را در مؤلفه مزبور(ستون مربوطه) دارند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]



شکل ۲- نمودار بای‌پلات مؤلفه اصلی اول با دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۰ ژنوتیپ سویا
Figure 2. The biplot diagram of the first with second principal components, as a result of principal components analysis in 30 soybean genotypes

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر می‌توان چنین بیان کرد که ژنوتیپ‌های گروه اول به علت داشتن مقادیر بالای صفات مورد بررسی ارزشمند هستند و با انتخاب برای بهبود همزمان این صفات می‌توان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داده و همچنین از آنها به عنوان معیارهایی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکردبالا در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تنوع ژنتیکی گسترده‌ای بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی وجود دارد، که نشان دهنده ارزشمند بودن این ذخایر و لزوم توجه بیشتر در حفظ، نگهداری و ارزیابی آنهاست. در کل با توجه به نتایج مقایسات میانگین، گروه‌بندی و درجه اهمیت صفات در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گروه اول به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها در میان ۳۰ ژنوتیپ مورد ارزیابی گزینش شدند و استفاده از آنها برای ارزیابی و مقایسه بیشتر تا دستیابی به ژنوتیپ‌های اصلاح شده در برنامه‌های اصلاحی آتی توصیه می‌گردد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

منابع

1. Ahmad, G., A. Jan, M. Arif, M.T. Jan and R.A. Khattak. 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. Journal of Zhejian University Science Biology, 8(10): 731-737.
2. Alaei Yazdi, F. and Gh. Barzegar Firoozabadi. 2004. Management of plant nutrition in calcareous soils. First Printing, Agricultural Education Publishing. 51 pp (In Persian).
3. Amani, F., F. Raiesi, N. Pirvali Bieranvand and A. Mousavi. 2008. Effect of biological nitrogen fixation and plant growth in two soybean cultivars using ^{15}N isotopic dilution technique. Journal of Agriculture, 10:1. 9-20 (In Persian).
4. Anandham, R., R. Sridar, P. Nalayini, S. Poonguzhali, M. Madhaiyan and A. Tongmins. 2007. Potetial for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. Microbiological Research, 162(2): 139-153.
5. AOAS. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
6. Asare, E. and H. Scarisbric. 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components, and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crops, 44(1): 41-46.
7. Asghar Malik, M., I. Aziz, H. Khan, Z. Ashfaq and M. Wahid. 2004. Growth, seed yield and oil content response of canola (*Brassica napus* L.) to varying levels of sulphur. International Journal of Agricultural and Biology, 6(6): 1153-1166.
8. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analyses, 14 Ed; Association of official Analytical Chemists: Washington, DC, USA.
9. Azizi, A., M. Mehrpouyan and A.G. Eshghi. 2012. Comparison and grouping 17 internal and external soybean genotypes by cluster analyses. First national conference of strategies to achieve sustainable development, Tehran, Interior Ministry.
10. Bahmanyar, M.A. and H. Kazemi Poshtmasari. 2010. Influence of nitrogen and sulfur on yield and seed quality of three canola cultivars. Journal of Plant Nutrition, 33: 953-965.
11. Besharati, H., and N. Saleh Rastin. 2001. Effect of sulfur consumption and inoculation of thiobacillus on the amount of iron absorbed by corn in greenhouse conditions. Soil and Water, 7: 63-72 (In Persian).
12. Boem, F.H.G., P. Prystupa and G. Ferraris. 2007. Seed number and yield determination in sulfur deficient soybean crops. Plant Nutrition, 30: 93-102.
13. Gilani, A. 1998. Effect of condensation and age on the indices of growth, yield and yield Components of three rice cultivars in Khouzestan conditions, M.Sc. Department of Agriculture, Shahid Chamran University, Varamin Educational and Research Complex. 239 pp (In Persian).
14. Habibi, M., M. Majidian and M. Rabiei. 2014. Effect on zinc and sulfur on grain yield and composition of rapeseed oil fatty acids (*Brassica napus* L.). Agricultural production, 16(1): 69-84 (In Persian).
15. Hamedi, F. and H. Parsley. 2007 Study of the effects of sulfur, thiobacillus and animal fertilizer on quantitative and qualitative properties of soybean. Second Seminar. Applied Science of Oilseeds and Vegetable Oils of Iran, Tehran. 113-117 pp. (In Persian)
16. Jamal, A., I.S. Fazli, S. Ahmad, K. Kim, D. Oh and M.Z. Abdin. 2006. Effect of sulfur on nitrate reductase and ATP sulfurylase activities in groundnut (*Arachis hypogea* L.). Plant Biolology, 49: 513–517.
17. Karimi, F., M.A. Bahmanyar and M. shahabi. 2012. Improving the content of oil, protein and some yield components of canola in two calcareous Soil, consequence the sulfur and cattle manure application. Knowledge of Agriculture and Sustainable Production, 22(3): 71-84 (In Persian).
18. Kariminia, A. and M. Shahrastani. 2003. Estimation of sulfur oxidation capacity by heterotrophic microorganisms in different soils. Journal of Soil and Water Sciences, 17: 69-79 (In Persian).
19. Khosravi, M. and H. Rahimian Mashhadi. 2005. Study of relationship between root gut weight at the onset of reproductive stage and its yield components in cumin. Science and Technology of Agriculture, 19(1): 111-119 (In Persian).
20. Lichtenthaler, H.K. and A.R. Wellburn. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transaction, 11: 591-592.
21. Lin, B. 1998. The changes of fertilizer structure and effectiveness in China. Scientific and Technology, 12-27.
22. Luo, Q., B. Yu and Y. Liu. 2005. Differential sensitivity to chloride and sodium ions in seedlings of Glysine max and G. soja under NaCl stress. Journal of Plant Physiology, 162: 1003-1012.
23. Malakouti, M.J. 1999. Sustainable agriculture and increasing yield by optimizing fertilizer use in Iran. Agricultural Education Publishing. 279 pp (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

24. Malakouti, M.J., Z. Khademi and P. Mohajer Milani. 2000. Optimal fertilizer recommendation for soybean in the country. Soil and Water, 12: 1-6 (In Persian).
25. Maleki, S., A. Amini, E. Pirdashti and M.T. Safarzadeh. 2007. Effect of iron and sulfur application on yield and yield components of peanuts. Abstract of the articles of the 10th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding (In Persian).
26. Malhi, S.S. and K.S. Gill. 2006. Cultivar and fertilizer state interaction effects on canola yield, seed quality and S uptake. Candian Journal of Plant Science, 86: 91-98.
27. Nelson, D.W. and L.P. Sommers. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A. L. ED. Methods of Analysis. American Society of Agronomy, 2: 539-579.
28. Olson, S.R. and L.E. Sommers. 1990. Phosphrous. In: Page A.L. Method of soil analysis. Part 2. 2nd Agron Monoger. ASA, Madison, WI, PP: 403-431.
29. Rahman, M.N., S.M. Sayem, M.K. Alam, M.S. Islam and A.T. Mondol. 2007. Influence of sulphur on nutrient content and uptake by rice and its balance in old Brahmaputra floodplain soil. Journal of Soil Natural, 1(3): 1-10.
30. Ravi, S., H.T. Channal, N.S. Hebsur, B.N. Patil and P.R. Dharmatti. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agriculture Science, 21(3): 382-385.
31. Sawyer, J.E. and D.W. Barker. 2002. Corn and soybean response to sulfur application on Iowa soils. Agronomy, 32: 913-921.
32. Sepahdv, M. 2003. Study on the differentiation of different sulfur consumption quantities on grain yield and soybean qualit. Third national conference on the development of application of biological materials and optimum use of fertilizer and poison in agriculture, Agricultural Education Publishing. Karaj, Tehran, 98-99 (In Persian).
33. Sharif, S.R. 2012. Study of yield, yield attribute and dry matter accumulation of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in relation to sulfur fertilizer. Agriculture and Crop Science, 4(7): 409-4150.
34. Tavana, Sh. and J. Saba. 2016. Grouping wheat Lines and their group selection under rainfed conditions. Journal of Crop Breeding, 8(20): 159-164 (In Persian).
35. Verma, C.K., K. Prasad and D. Yadava. 2012. Studies on response of silfure, zinc and boron levels on yield, economics and nutrients uptake of mustard (*Brassica napus* L.). Crop Research, 44(1): 75-78.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]

Selection of Soybean Genotypes under Different Amounts of Sulfur Using Multivariate Statistical Methods

Zahra Abedi[1], Hamid Najafi Zarrini[2], Seyed Mostafa Emadi[2] and Nadali Bagheri[2]

1- PhD Student in Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
(Corresponding author: abedizahra59@yahoo.com)
2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, IRAN
Received: September 25, 2018 Accepted: February 4, 2019

Abstract

In order to selection of soybean genotypes under different amounts of sulfur, 30 soybean genotypes were evaluated at three levels of sulfur (control, 5 and 10 g/Kg soils) concentration of sulfur was 98 % and it was added as 0, 0.1 and 0.2 % of evaluated soils. The experiment was lay out as a factorial arrengment in a randomized complete block design with three replications at Sari Agricultural Science and Natural Resources University in 2016. Evaluated traits included height of main branch, height of first sub branch, number of main branch pods, number of sub branch pods, 100 seed weight, total chlorophyll content, chlorophyll a content, chlorophyll b content, carotenoid content, sulfur content, Oil percentage, protein percentage and grain yield per plant. The results of analysis of variance of studied traits showed that sulfur application has a significant effect ($P<0.01$) on the studied traits. According to the results of means comparisons, the highest amounts of oil and protein percentage were obtained in Dayr and Williams genotypes at the third level of sulfur. The highest and lowest grain weights were observed in Hill and Vabash genotypes in the second level of sulfur, respectively. The results of the cluster analysis using Ward method, divided the soybean genotypes into two distinct groups. The genotypes were grouped using principal component analysis and biplot, too. According to the results of the cluster analysis, genotypes of the first group, which had high mean for the studied traits, were selected. Therefore, these genotypes can be used to select high-yielding genotypes and desirable agronomic traits that have the ability to absorb more sulfur in future breeding programs.

Keywords: Biplot, Cluster analysis, Eigen vector, Principal components, Soybean

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-02]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.1]