دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
سال هشتم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷

تعیین برخی صفات مؤثر بر عملکرد سویا در سطوح مختلف تنش شوری در شرایط گلخانه‌ای

زهرا عابدی[۱*]، حمید نجفی زرینی[۲]، مصطفی عمادی[۳]، نادعلی باقری[۲]

۱- دانشجوی دوره دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- استادیار، گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: abedizahra59@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱ مرداد ماه ۱۳۹۷؛ تاریخ پذیرش: ۳ آبان ماه ۱۳۹۷)

چکیده

تنش شوری از عوامل محدود کننده رشد در تولیدات کشاورزی است. به منظور تعیین مؤثرترین صفات بر عملکرد سویا در سطوح مختلف تنش شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. تیمارها شامل چهار ژنوتیپ سویا (هیل، دیر، فورد و ویلیامز)، سه سطح گوگرد (شاهد، پنج و ۱۰ گرم گوگرد پودری) و سه سطح شوری (شاهد، چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده گوگرد، ژنوتیپ، شوری و برهمکنش گوگرد و شوری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تمامی صفات مورد بررسی به جز نسبت سدیم بر پتاسیم وجود داشت. با انجام تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در تیمار شاهد صفت میزان گوگرد، در شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر صفات درصد سدیم، وزن تر بخش هوایی و درصد پروتئین دانه و در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر صفت تعداد دانه در بوته وارد مدل شدند. در تجزیه علیت عملکرد دانه، بیشترین آثار مستقیم مثبت مربوط به میزان گوگرد در سطح شاهد، یون سدیم در سطح دوم شوری و تعداد دانه در بوته در سطح سوم شوری بود. نتایج این بررسی نشان داد که صفات میزان گوگرد، درصد سدیم، وزن تر بخش هوایی و درصد پروتئین از معیارهای مرتبط با عملکرد دانه می‌باشند که می‌توانند به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم در بهبود ژنتیکی عملکرد در برنامه‌های اصلاحی تنش شوری استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه رگرسیون، تجزیه علیت، ضریب همبستگی، درصد روغن.

مقدمه

شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که تولید گیاهان زراعی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و این موضوع در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک مانند ایران دارای اهمیت بیشتری است. حدود هشت میلیون هکتار از اراضی کشاورزی کشور در معرض تنش شوری قرار دارد (۱۴). 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 جزو گیاهان به نسبت پر نیاز به عناصری همچون فسفر، گوگرد و روی به شمار می‌رود. در سال زراعی ۱۳۹۵ سطح زیرکشت سویا در ایران حدود ۷۴۴۶۱ هکتار بوده است. از نظر پراکنش جغرافیایی این محصول، بیش از ۹۰ درصد از اراضی زیرکشت سویا در استان‌های مازندران و گلستان قرار دارد. سطح زیرکشت سویای جهان در سال ۲۰۱۶ حدود ۷۹۴۱۰۴۹۵ هکتار بوده است. به طور کلی میزان سطح زیرکشت این محصول از سال ۱۹۹۱ به بعد افزایش داشته است. در سال گذشته میلادی، آسیا ۲۳/۵ درصد، آمریکای شمالی ۴۲/۳ درصد، آمریکای جنوبی ۳۱ درصد، اروپا ۱/۸ درصد، آفریقا ۱/۲ درصد و اقیانوسیه کمتر از ۰/۱ درصد از سطح زیرکشت جهانی را به خود اختصاص داده‌اند. از میان کشورهای عمده تولیدکننده سویا، آمریکا مقام اول را داراست و پس از آن برزیل، چین، آرژانتین و هند در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (۱۵). سویا به عنوان یکی از گیاهان حساس به شوری مطرح شده است (۲۰). نجفی و میرمعصومی (۸) برای بررسی واکنش فیزیولوژیک سویا در شرایط تنش شوری، آزمایشی در شرایط گلخانه و با استفاده از کشت هیدروپونیک انجام داده‌اند. آن‌ها مشاهده نمودند که با افزایش غلظت نمک، وزن خشک گیاه، سطح برگ و میزان کلروفیل آن کاهش معنی‌داری داشت. همچنین افزایش غلظت نمک باعث کاهش جذب یون پتاسیم و افزایش تجمع یون‌های سدیم، نیتروژن و فسفر در برگ‌ها گردید. کامروا و همکاران (۷) در بررسی برخی ژنوتیپ‌های سویا تحت تنش شوری گزارش کرده‌اند که تنش شوری باعث کاهش ارتفاع، عملکرد دانه، تعداد غلاف، وزن تر و خشک بخش هوایی و وزن صد دانه می‌شود. باقری‌فرد و همکاران (۳) در بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی پنج رقم سویا بیان کردند افزایش غلظت نمک باعث کاهش وزن تر قسمت هوائی گیاه می‌شود. همچنین غلظت یون سدیم در واحد وزن خشک گیاه با افزایش غلظت نمک افزایش می‌یابد. کوا[1] و همکاران (۲۳) نیز مشاهده نمودند که اعمال تنش شوری به میزان ۱۵۰ میلی‌مولار و به مدت شش روز سبب کاهش میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدهای برگ ارقام مختلف سویا خواهد شد. شهبازی‌زاده و همکاران (۵) با بررسی تأثیر سالیسیلیک و آسکوربیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیک سویا (رقم ویلیامز) تحت تنش شوری نشان دادند که با افزایش شدت تنش میزان فتوسنتز، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها، هدایت روزنه‌ای، پروتئین و سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

مطالعات زیادی در زمینه همبستگی بین صفات، به منظور بررسی ارتباط بین صفات مورفولوژیکی و همچنین نوع و میزان تأثیرشان بر عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت صورت گرفته است. بسیاری از محققان با تعیین همبستگی بین صفات و انجام تجزیه علیت، در جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا اقدام نموده‌اند (۶). هنریکو[2] و همکاران (۱۶) و اختر و اسملر[3] (۱۰) گزارش نمودند که صفت تعداد دانه در بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد داشته و با بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد می‌تواند به عنوان شاخص انتخاب غیر مستقیم ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در سویا مورد استفاده قرار گیرد. سینگ و یاداوا[4] (۲۵) گزارش کرده‌اند که عملکرد دانه در بوته با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و تعداد غلاف در بوته اثر مستقیم بالایی بر عملکرد

1 -Qu
2- Henrique
3 -Akhter and Smeller
4 -Singh and Yadava

دانه دارد. شیرواستاوا[1] و همکاران (۲۴) از طریق تجزیه علیت نشان داده‌اند که بالاترین اثر مثبت و مستقیم بر عملکرد از طریق تعداد شاخه و پس از آن تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، وزن صد دانه می‌باشد. سیاه‌سر و رضائی (۴) از طریق تجزیه رگرسیونی نشان داده‌اند، که حداکثر تغییرات عملکرد دانه توسط صفات تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه توجیه می‌شود. اقبال[2] و همکاران (۱۷) نشان داده‌اند 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 کرده‌اند ارتفاع بوته دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد می‌باشد. از آنجایی که حل مسأله شوری و فایق آمدن بر آن مستلزم صرف تلاشی دراز مدت و هزینه هنگفت است، مسئله‌ای حائز اهمیت شامل اصلاح خاک و متعاقباً تصحیح روند فیزیولوژیک این گیاه برای مقابله هر چه بیشتر با شوری خاک و داشتن عملکرد قابل قبول است. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین مهم‌ترین و مؤثرترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه سویا تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت تعیین برخی از مؤثرترین صفات بر عملکرد سویا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح گوگرد (صفر، ۵ و ۱۰ گرم)، سه سطح شوری (صفر، چهار و هشت دسی‌زی‌منس بر متر) و چهار ژنوتیپ (هیل، دیر، فورد و ویلیامز) بودند. خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۱ ذکر شده است. ابعاد گلدان‌ها ۳۵×۴۵ سانتی‌متر مربع بود. در هر گلدان حدود ۵ کیلوگرم خاک مزرعه ریخته شد. قبل از اعمال تیمارها برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش نظیر pH و EC (۲۱)، کربن آلی، نیتروژن کل توسط دستگاه کجلدال، فسفر قابل جذب خاک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR1900 ساخت آمریکا) (۲۲) و پتاسیم قابل جذب خاک توسط دستگاه فلیم فتومتر (مدل M410 ساخت کمپانی Sherwood انگلستان) (۱) تعیین گردید. نتایج بررسی ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۲ آمده است. از آنجایی که اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد در خاک، عمدتاً توسط باکتری‌های تیوباسیلوس (*Thiobacillus spp*) 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 (۱۸). لذا با توجه به عدم حلالیت گوگرد در آب و خاک، مقادیر صفر، پنج و ۱۰ گرم از گوگرد عنصری توزین و همراه با باکتری تیوباسیلوس به گلدان‌ها اضافه گردید. به مدت دو هفته خاک گلدان‌ها زیر و رو شد تا گوگرد اکسیده شود. سپس در هر گلدان سه بذر کاشته شد. کاشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه صورت گرفت. هر تکرار آزمایش شامل ۳۶ گلدان بود.

برای اعمال تنش شوری از NaCl محلول در آب مقطر (در مرحله گلدهی) استفاده گردید. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن تر و وزن خشک بخش هوایی، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته، محتوای کلروفیل کل، محتوای کلروفیل a، محتوای کلروفیل b، محتوای کارتنوئید، درصد گوگرد گیاه، درصد روغن دانه، درصد پروتئین دانه، میزان یون‌های سدیم ، پتاسیم، نسبت سدیم بر پتاسیم و عملکرد دانه بودند. اندازه‌گیری صفات ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن تر و وزن خشک بخش هوایی در انتهای فصل رشد، درصد روغن دانه، درصد پروتئین دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و عملکرد بعد از برداشت انجام شد. برداشت در تاریخ ۱۰ مهر

1 -Shirastava and Shukla
2 -Iqbal

ماه صورت گرفت. اندازه‌گیری محتوای کلروفیل a، b و کارتنوئیدها بعد از اعمال تنش شوری بـه روش لیچـتن تـالر و ولبورن[1] (۱۹) انجام شد.

جدول ۱- ویژگی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

نام ژنوتیپ	منشأ	گونه	گروه رسیدگی	رنگ گل	رنگ غلاف	رنگ پوشش دانه	تحمل شوری	شجره
هیل	هند	*Glycine max*	V	سفید	قهوه‌ای	زرد	متحمل	D632-15 (Haberlandt x Dunfield) x D49-2525 (S-100 x CNS)
دیر	کانادا	*Glycine max*	V	سفید	قهوه‌ای	زرد	متحمل	
ویلیامز	آمریکا	*Glycine max*	III	سفید	زرد مایل به قهوه‌ای	زرد	متحمل	Wayne x L57-0034 (Clark x Adams)
فورد	آمریکا	*Glycine max*	III	سفید	قهوه‌ای	زرد	حساس	Lincoln(2) x Richland

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

خصوصیات	درصد کربن آلی	درصد کل مواد خنثی‌شونده	درصد سولفات	اسیدیته	هدایت الکتریکی خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	درصد ازت	درصد رس	درصد شن	درصد سیلت
بافت لومی رسی	۲/۴۸	۱۵/۲	۰/۹۷	۷/۲۵	۰/۷۰۳	۳۵۶/۴	۹/۳۲	۰/۴۸	۳۰	۲۱/۸	۴۶/۶

مقدار کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها از معادله‌های زیر محاسبه گردید:

معادله ۱ $Chl_a=12.25A_{663.2}- 2.79A_{646.2}$

که در آن Chl_a: محتوای کلروفیل a، $A_{663.2}$: جذب محلـول صـاف شـده در طـول مـوج ۶۶۳/۲ و $A_{646.2}$ جـذب محلول صاف شده در طول موج ۶۴۶/۲ می‌باشد.

معادله ۲ $Chl_b=21.5A_{646/2}- 5.10A_{663.2}$

که در آن Chl_b: محتوای کلروفیل b، $A_{646.2}$: جذب محلـول صـاف شـده در طـول مـوج ۶۴۶/۲ و $A_{663.2}$ جـذب محلول صاف شده در طول موج ۶۶۳/۲ می‌باشد.

معادله ۳ $Chl_{total}=Chl_a + Chl_b$

که در آن Chl_{total}: محتوای کلروفیل کل، Chl_a: محتوای کلروفیل a و Chl_b: محتوای کلروفیل b می‌باشد.

1 -Lichtenthaler and Wellburn

معادله ۴ $Car=[1000A_{470}-(1.8Chla/1000) – (85.02Chlb/1000)]/198$

که در آن Car: محتوای کارتنوئید، A_{470}: جذب محلول صاف شده در طول موج ۴۷۰، Chla: محتوای کلروفیل a و Chlb: محتوای کلروفیل b می‌باشند.

به منظور اندازه‌گیری گوگرد برگ از روش کدورت سنجی (توربیدومتری) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر انجام شد. 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 (۱۱) تعیین شد. جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین، بر اساس روش کجلدال نمونه‌ها هضم و سپس با تیتراسیون مقدار ($N \times 5.75$) مقدار کل پروتئین رسوبی در فاز آبی محاسبه گردید (۱۲). در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۱۹، برآورد ضرایب همبستگی، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده سطوح گوگرد (به جز محتوای کارتنوئید) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثرات ساده سطوح ژنوتیپ به جز در صفات محتوای کارتنوئید و نسبت سدیم بر پتاسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. سطوح شوری و برهم‌کنش سطوح گوگرد و شوری به جز صفت محتوای کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار نبودن برهم‌کنش ژنوتیپ و شوری بیانگر این مطلب است که روند تغییرات ژنوتیپ‌ها در هر سطح شوری یکسان بوده است. برهم‌کنش سطوح گوگرد و ژنوتیپ به جز در صفات ارتفاع شاخه فرعی، وزن تر بخش هوایی، میزان پتاسیم و نسبت سدیم بر پتاسیم غیر معنی‌دار بود. همچنین برهم‌کنش شوری و ژنوتیپ نیز به جز در صفات ارتفاع شاخه فرعی، وزن تر بخش هوایی، میزان پتاسیم و نسبت سدیم بر پتاسیم غیر معنی‌دار بود. برهم‌کنش سه گانه سطوح ژنوتیپ، گوگرد و شوری به جز در صفات ارتفاع شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن تر بخش هوایی، میزان یون پتاسیم، نسبت سدیم بر پتاسیم و عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). این معنی‌دار نبودن اثر سه گانه دلیل بر این است که روند تغییرات یک فاکتور در سطح دو فاکتور دیگر تغییری نداشته و یکسان بوده است. نتایج تجزیه واریانس با نتایج کامروا و همکاران (۷) مطابقت داشت. حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری مانع از تأثیر نامطلوب شوری بر تشکیل دانه و در نتیجه کاهش تعداد دانه و به تبع آن عملکرد دانه می‌گردد. سینگ و یاداوا (۲۵) نیز صفات محتوای کلروفیل و وزن صد دانه را به عنوان صفات مؤثر بر عملکرد دانه در تنش شوری عنوان کرده‌اند. در شرایط تنش شوری در زمان پر شدن دانه کاهش فتوسنتز ناشی از کم شدن رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ به عنوان علت اصلی کاهش عملکرد دانه در سویا مشخص شده است (۲۰). با توجه به معنی دار بودن تنوع بین ژنوتیپ‌ها، برای تعیین روابط بین صفات ابتدا از تجزیه همبستگی ساده، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تفکیک همبستگی کل به اثرات مستقیم و غیر مستقیم از تجزیه علیت استفاده شد (به علت حجم زیاد نتایج جدول‌های مقایسه میانگین برای صفات مورد بررسی ارائه نشده است).

ضرایب همبستگی فنوتیپی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون مشخص شد. نتایج حاصل از برآورد ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در سطح شوری شاهد، شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر و شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که در سطح شوری شاهد بالاترین همبستگی عملکرد دانه و میزان گوگرد برگ ($r=۰/۷۵۰^{**}$) (جدول ۴)، سطح شوری چهار دسی‌زیمنس همبستگی عملکرد دانه و میزان سدیم ($r= -۰/۹۱۸^{**}$) (جدول ۵) و سطح شوری هشت دسی‌زیمنس همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته ($r=۰/۹۳۴^{**}$) بود (جدول ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مختلف ژنوتیپ‌های سویا در سطوح مختلف شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
بلوک	۲	۰/۶۷۳^{ns}	۲/۲۸۱^{ns}	۵/۱۷۴^{ns}	۰/۴۸۸^{ns}	۷۱۹/۷۲۰^{ns}	۴۶۰/۷۴۰ ^{ns}	۱/۲۴۵^{ns}	۳/۸۵۴^{ns}	۲/۷۰۰ ^{ns}	۱۱۱/۲۵۴^{ns}	۳/۱۸۹^{ns}	۲۹۹/۸۶۰^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۶۴^{ns}	۱/۹۹۵^{ns}	۰/۱۲۸^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۳۷۴^{ns}	۲۵۲/۳۳۹۹^{ns}
ژنوتیپ	۳	۱۲۸/۴۲۶**	۳۸/۹۵۰**	۲۱/۴۴۰**	۵/۲۹۸**	۴۷۷۲/۹۹۷**	۱۶۴۱/۵۴۵**	۱۷/۰۷۶**	۲۹/۲۷۸**	۴۹/۳۵۵**	۸۱/۳۲۳^{ns}	۲۶/۵۹۲**	۵۱۹۴/۳۲۰**	۰/۰۵۹**	۸۱/۰۱۷**	۷۵/۷۰۷**	۰/۳۷۵**	۰/۲۰۵**	۰/۳۸۸**	۱۶۱۹/۵۷۶۵**
شوری	۲	۲۷۱۸/۵۴۴**	۱۰۳۲/۸۲۶**	۱۴۸۶/۵۵۳**	۲۸۴/۲۶۴**	۱۴۵۵۹۵/۰۴۳**	۱۱۵۷۳۲/۴۶۱**	۱۲۶۰/۲۱۵**	۴۸۴/۲۳۶**	۲۵۶۳/۲۰۰**	۳۴۵/۲۶۸*	۲۶۰۹/۳۸۴**	۵۰۷۰۹۵/۴۵۰**	۱۳/۵۵۶**	۲۹۱۶/۲۸۰**	۲۲۱۲/۲۹۴**	۲۷/۲۲۰**	۷/۹۵۹**	۹۷۲/۳۴۶**	۱۸۱۴۴۹/۸۷۹۲**
گوگرد	۲	۲۳۶/۳۷۱**	۲۷۱/۴۹۸**	۳۱۴/۵۹۲**	۳۳/۱۹۰**	۵۰۳۴۸/۴۷۵**	۴۱۲۷۹/۹۲۲**	۱۲۶/۲۴۳**	۷۳/۶۳۲**	۳۳۱/۷۷۲**	۱۶/۱۰۶^{ns}	۲۷۲/۹۴۱**	۴۳۱۹۶/۵۱۰**	۱/۵۶۹**	۵۵۶/۷۰۷**	۴۷۴/۲۳۴**	۳/۸۱۶**	۱/۰۳۰**	۰/۳۴۹**	۲۲۴۸۹/۵۱۶۳**
ژنوتیپ × شوری	۶	۱۵/۰۳۳^{ns}	۲۶/۶۲۴**	۴/۱۹۵^{ns}	۰/۷۱۴**	۲۱۷۱/۰۷۵**	۲۹۰/۸۴۰^{ns}	۰/۱۸۳^{ns}	۲/۸۱۱^{ns}	۳/۲۲۰^{ns}	۱۰۰/۸۱۱^{ns}	۱/۱۵۳^{ns}	۲۱۶/۳۵۳^{ns}	۰/۰۱۲**	۴/۴۸۶^{ns}	۹/۴۷۱^{ns}	۰/۱۰۸^{ns}	۰/۱۳۴**	۰/۴۶۵**	۳۷۱/۳۸۷۳^{ns}
ژنوتیپ × گوگرد	۶	۸/۲۸۳^{ns}	۱۰/۳۰۶**	۳/۸۶۶^{ns}	۰/۱۹۱^{ns}	۱۹۶۷/۲۰۳**	۲۶۵/۵۵۱^{ns}	۱/۳۹۲^{ns}	۳/۴۳۸^{ns}	۱/۸۹۲^{ns}	۱۰۵/۶۰۳^{ns}	۴/۵۹۶^{ns}	۲۱۹/۴۹۴^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۳/۹۶۳^{ns}	۸/۳۶۱^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۰۴۹**	۰/۵۱۸**	۳۶۵/۹۸۸۵^{ns}
گوگرد × شوری	۴	۵۱/۱۹۲**	۱۵۸/۶۴۶**	۵۹/۹۴۱**	۳/۹۰۲**	۱۲۸۶۵/۸۷۷**	۱۱۸۴۰/۸۹۱**	۲/۶۳۹**	۱۱/۹۰۵**	۱۵/۰۵۳**	۱۲۲/۴۹۴^{ns}	۴۱/۵۰۹**	۲۸۲۹/۲۶۰**	۰/۵۸۵**	۵۵/۸۲۲**	۱۲۳/۵۳۸**	۰/۳۰۸**	۰/۵۰۷**	۲/۶۵۰**	۷۱۷۰/۵۰۵۷^{ns}
ژنوتیپ × گوگرد × شوری	۱۲	۸/۹۱۵^{ns}	۸/۳۴۴**	۷/۷۹۳**	۰/۲۹۴^{ns}	۹۰۵/۹۷۲**	۱۸۷/۶۱۵^{ns}	۰/۶۰۸^{ns}	۲/۳۸۴^{ns}	۳/۶۲۱^{ns}	۱۰۱/۶۹۸^{ns}	۵/۶۳۴^{ns}	۱۶۳/۴۶۷^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۴/۴۲۲^{ns}	۷/۹۰۱^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۵۱**	۰/۵۸۳**	۱۷۹۲/۶۲۶۴*
خطای آزمایشی	۷۰	۶/۸۳۰	۱/۴۴۲	۲/۱۷۸	۰/۱۸۷	۱۵۰/۴۹۴	۱۸۵/۱۴۸	۰/۶۹۷	۱/۹۶۰	۲/۰۹۷	۹۹/۰۹۵	۳/۶۶۳	۱۱۹/۷۴۱	۰/۰۰۳	۳/۴۰۰	۵/۱۴۳	۰/۰۲۱	۰/۰۰۳	۱/۴۱۷	۱۸۱۸۶/۸۷۰۳
درصد ضریب تغییرات	--	۵/۰۳۶	۷/۳۱۷	۱۳/۳۲۹	۹/۳۶۲	۶/۰۴۰	۹/۳۵۹	۵/۹۰۸	۱۵/۹۷۲	۶/۳۶۵	۲۵/۰۹۸	۹/۰۴۳	۵/۳۴۵	۳/۶۳۶	۷/۱۴۵	۴/۷۵۴	۸/۲۹۳	۹/۰۷۶	۲۳/۲۹۳	۹/۸۸۷

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

X1: ارتفاع شاخه اصلی؛ X2: ارتفاع شاخه فرعی؛ X 3: تعداد غلاف شاخه اصلی؛ X 4: تعداد غلاف شاخه فرعی؛ X5: وزن تر بخش هوایی؛ X6: وزن خشک بخش هوایی؛ X7: محتوای کلروفیل a؛ X8: محتوای کلروفیل b؛ X9: محتوای کلروفیل کل.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات در سطح شوری شاهد

صفات گیاهی	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X2	۰/۸۲۲**	۱																	
X3	۰/۷۱۲**	۰/۸۲۷**	۱																
X4	۰/۷۹۱**	۰/۸۴۳**	۰/۸۲۲*	۱															
X5	۰/۸۲۳**	۰/۸۹۶**	۰/۸۱۵**	۰/۸۸۶**	۱														
X6	۰/۷۱۰**	۰/۸۳۰**	۰/۸۲۶**	۰/۸۳۴**	۰/۸۹۰**	۱													
X7	۰/۸۰۲**	۰/۸۲۴**	۰/۷۶۸**	۰/۸۱۸**	۰/۸۵۳**	۰/۸۲۴**	۱												
X8	۰/۶۷۸**	۰/۸۳۱**	۰/۸۲۹**	۰/۷۶۳**	۰/۷۹۷**	۰/۶۸۹**	۰/۷۱۵**	۱											
X9	۰/۸۵۶**	۰/۹۳۴**	۰/۹۰۲**	۰/۸۸۵**	۰/۹۲۴**	۰/۸۳۶**	۰/۸۴۶**	۰/۸۷۱**	۱										
X10	-۰/۰۶۴	-۰/۰۹۸	-۰/۰۷۸	-۰/۰۵۱	-۰/۱۰۷	-۰/۰۹۱	-۰/۲۷۷	-۰/۰۱۵	-۰/۰۹۴	۱									
X11	۰/۷۹۰**	۰/۸۶۶*	۰/۷۶۲**	۰/۸۴۶**	۰/۸۶۶*	۰/۸۹۵**	۰/۸۵۰**	۰/۶۷۳**	۰/۸۲۶**	۰/۰۷۴	۱								
X12	۰/۸۲۹**	۰/۸۶۶**	۰/۷۶۴**	۰/۹۲۲**	۰/۹۱۰**	۰/۸۹۶**	۰/۸۶۲**	۰/۷۱۵**	۰/۸۹۰**	۰/۰۵۹**	۰/۹۰۴**	۱							
X13	۰/۷۴۴**	۰/۸۶۹**	۰/۷۷۳	۰/۸۹۶**	۰/۸۸۴**	۰/۸۹۱**	۰/۸۲۹**	۰/۶۸۴**	۰/۸۵۹**	-۰/۱۱۶	۰/۹۱۴**	۰/۹۳۷**	۱						
X14	۰/۸۰۲**	۰/۹۱۳**	۰/۸۷۸**	۰/۸۶۷**	۰/۹۰۲**	۰/۸۷۲**	۰/۸۹۵**	۰/۷۷۶**	۰/۹۳۹**	-۰/۳۰۰	۰/۸۶۹**	۰/۸۸۱**	۰/۸۸۴**	۱					
X15	۰/۷۹۶**	۰/۸۴۰**	۰/۶۹۶**	۰/۷۷۷**	۰/۷۶۵**	۰/۷۴۵	۰/۸۵۹**	۰/۷۱۳**	۰/۷۸۸**	-۰/۰۸۲	۰/۸۶۷**	۰/۷۹۲**	۰/۷۶۶**	۰/۷۹۲**	۱				
X16	۰/۶۳۶**	۰/۷۱۳**	۰/۷۱۰**	۰/۸۷۶**	۰/۷۱۴**	۰/۶۹۳**	۰/۶۹۳**	۰/۶۹۳**	۰/۷۵۶**	-۰/۰۸۰	۰/۷۵۵**	۰/۷۹۹**	۰/۸۴۴**	۰/۷۱۹**	۰/۷۰۷**	۱			
X17	۰/۸۲۵**	۰/۹۲۷**	۰/۹۰۲**	۰/۸۴۸**	۰/۸۲۷**	۰/۷۸۵**	۰/۷۷۳**	۰/۸۱۹**	۰/۹۳۰**	-۰/۰۶۷	۰/۷۹۰**	۰/۸۲۷**	۰/۸۱۴**	۰/۸۹۴**	۰/۷۶۷**	۰/۷۳۴**	۱		
X18	-۰/۶۵۸**	-۰/۷۳۲**	-۰/۶۹۶**	-۰/۴۹۱**	-۰/۶۲۶**	-۰/۵۷۹**	-۰/۵۵۱**	-۰/۵۹۷**	-۰/۶۹۹**	۰/۰۳۶	-۰/۵۳۶**	-۰/۵۱۷**	-۰/۴۶۳**	-۰/۶۹۴	-۰/۵۳۶**	-۰/۱۶۹	-۰/۷۷۸**	۱	
X19	۰/۵۹۰**	۰/۶۷۲**	۰/۷۰۴**	۰/۷۰۰**	۰/۶۳۰**	۰/۷۳۲**	۰/۶۷۹**	۰/۵۰۸**	۰/۶۹۰**	-۰/۰۳۹	۰/۶۶۷**	۰/۷۳۴**	۰/۷۵۰**	۰/۷۱۸**	۰/۵۷۸**	۰/۶۳۷**	۰/۷۱۴**	-۰/۴۵۸**	۱

* و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول۵- ضرایب همبستگی صفات در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر

صفات گیاهی	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X2	۰/۷۵۳**	۱																	
X3	۰/۷۴۵**	۰/۸۶۶**	۱																
X4	۰/۸۰۲**	۰/۸۳۸**	۰/۹۱۶**	۱															
X5	۰/۸۱۸**	۰/۸۴۲**	۰/۸۴۸**	۰/۸۲۷**	۱														
X6	۰/۸۱۱**	۰/۸۶۹**	۰/۸۷۵**	۰/۸۷۹**	۰/۹۵۷**	۱													
X7	۰/۸۱۸**	۰/۸۵۸**	۰/۸۷۷**	۰/۸۸۳**	۰/۸۸۳**	۰/۹۱۵**	۱												
X8	۰/۳۹۶**	۰/۵۱۷**	۰/۴۲۱*	۰/۳۶۲*	۰/۳۴۳*	۰/۳۷۷*	۰/۴۶۱**	۱											
X9	۰/۷۷۳**	۰/۷۱۵**	۰/۸۶۱**	۰/۸۶۹**	۰/۷۸۵**	۰/۸۵۳**	۰/۸۲۲**	۰/۳۷۴*	۱										
X10	۰/۳۱۰	۰/۴۱۷*	۰/۴۶۰**	۰/۳۹۵*	۰/۳۹۸*	۰/۴۷۲**	۰/۴۵۳**	۰/۳۴۱*	۰/۴۲۰*	۱									
X11	۰/۷۹۱**	۰/۷۳۴**	۰/۷۷۵**	۰/۷۹۶**	۰/۸۲۸**	۰/۸۶۴**	۰/۷۹۳**	۰/۴۳۲**	۰/۷۹۴**	۰/۳۵۱*	۱								
X12	۰/۸۴۵**	۰/۸۳۸**	۰/۹۱۰**	۰/۹۶۵**	۰/۹۰۳**	۰/۹۲۷**	۰/۹۲۶**	۰/۳۹۵*	۰/۸۷۸**	۰/۳۶۶*	۰/۸۵۸**	۱							
X13	۰/۸۴۰**	۰/۸۵۲**	۰/۸۶۲**	۰/۹۲۷**	۰/۹۱۰**	۰/۹۴۴**	۰/۹۰۶**	۰/۳۸۳*	۰/۸۳۰**	۰/۳۹۶*	۰/۸۶۱**	۰/۹۶۷**	۱						
X14	۰/۸۷۹**	۰/۷۸۱**	۰/۷۹۰**	۰/۹۲۴**	۰/۷۷۴**	۰/۸۴۰**	۰/۸۳۲**	۰/۳۸۴*	۰/۸۲۷**	۰/۳۳۳*	۰/۸۰۰**	۰/۹۱۱**	۰/۹۵۲**	۱					
X15	۰/۶۲۴**	۰/۶۵۶**	۰/۵۲۳**	۰/۵۲۵**	۰/۵۶۷**	۰/۶۶۹**	۰/۵۶۱**	۰/۴۶۱**	۰/۶۸۰**	۰/۳۱۶	۰/۶۶۵**	۰/۵۴۸**	۰/۵۷۰**	۰/۵۸۰**	۱				
X16	۰/۷۷۸**	۰/۸۴۶**	۰/۸۶۷**	۰/۹۲۶**	۰/۵۸۵**	۰/۸۷۹**	۰/۹۰۲**	۰/۳۸۸*	۰/۸۲۹**	۰/۳۸۸*	۰/۸۱۱**	۰/۹۵۷**	۰/۹۴۱**	۰/۸۸۰**	۰/۴۵۵**	۱			
X17	۰/۸۷۷**	۰/۸۴۶**	۰/۸۷۰**	۰/۸۸۵**	۰/۸۹۴**	۰/۸۷۳**	۰/۸۹۵**	۰/۳۹۷*	۰/۸۳۶**	۰/۳۷۹*	۰/۸۲۳**	۰/۹۲۴**	۰/۹۱۳**	۰/۸۶۲**	۰/۵۰۶**	۰/۹۲۷**	۱		
X18	۰/۴۹۴**	۰/۶۹۶**	۰/۷۳۲**	۰/۸۱۱**	۰/۶۷۶**	۰/۷۴۶**	۰/۷۵۲**	۰/۲۸۵	۰/۶۸۳**	۰/۳۵۵*	۰/۶۳۶**	۰/۸۲۲**	۰/۸۰۲**	۰/۷۱۶**	۰/۳۳۱*	۰/۸۸۵**	۰/۶۵۴**	۱	
X19	۰/۷۰۸**	۰/۷۸۶**	۰/۸۶۳**	۰/۸۴۷**	۰/۸۵۸**	۰/۸۵۵**	۰/۸۸۱**	۰/۲۸۳	۰/۷۵۳**	۰/۳۳۹*	۰/۷۶۴**	۰/۸۸۱**	۰/۸۷۴**	۰/۷۷۰**	۰/۳۳۳*	۰/۹۱۸**	۰/۸۰۳**	۰/۸۰۳**	۱

* و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر

صفات گیاهی	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X2	-۰/۱۴۰	۱																
X3	۰/۳۰۸	۰/۴۹۶**	۱															
X4	۰/۵۰۷**	۰/۳۴۶*	۰/۵۷۴**	۱														
X5	۰/۲۴۹	۰/۴۳۶**	۰/۹۳۹**	۰/۴۷۷**	۱													
X6	۰/۲۹۳	۰/۴۹۶**	۰/۹۱۸**	۰/۷۱۷**	۰/۸۹۲**	۱												
X7	۰/۲۸۲	۰/۳۳۷*	۰/۷۷۲**	۰/۷۲۰**	۰/۷۵۲**	۰/۸۸۴**	۱											
X8	۰/۱۶۴	۰/۴۸۰**	۰/۸۰۹**	۰/۴۸۹**	۰/۷۸۹**	۰/۸۳۶**	۰/۷۳۳**	۱										
X9	۰/۲۰۴	۰/۴۷۹**	۰/۷۷۸**	۰/۶۷۰**	۰/۷۵۰**	۰/۸۸۵**	۰/۸۷۶**	۰/۷۶۴**	۱									
X10	۰/۲۱۱	۰/۴۵۱**	۰/۶۳۷**	۰/۵۵۸**	۰/۶۶۰**	۰/۷۹۷**	۰/۶۹۰**	۰/۶۲۳**	۰/۸۰۳**	۱								
X11	۰/۱۹۷	۰/۲۴۲	۰/۳۹۴*	۰/۲۸۹	۰/۳۵۲*	۰/۴۳۵**	۰/۴۳۵**	۰/۵۲۸**	۰/۴۶۲**	۰/۳۲۴	۱							
X12	۰/۳۱۳	۰/۴۱۲*	۰/۶۹۴**	۰/۶۷۲**	۰/۶۶۴**	۰/۸۶۱**	۰/۷۹۳**	۰/۷۸۹**	۰/۸۲۹**	۰/۸۳۵**	۰/۴۹۶**	۱						
X13	۰/۲۹۸	۰/۱۲۳	۰/۲۳۷	۰/۱۷۷	۰/۲۳۶	۰/۱۵۱	۰/۱۰۱	۰/۱۷۹	۰/۰۴۱	-۰/۰۳۹	۰/۳۴۷*	۰/۰۸۵	۱					
X14	۰/۱۶۰	۰/۴۴۰**	۰/۶۷۰**	۰/۵۰۰**	۰/۶۷۵**	۰/۷۵۸**	۰/۷۷۱**	۰/۷۰۲**	۰/۸۲۳**	۰/۷۶۴**	۰/۴۴۶**	۰/۷۸۹**	۰/۱۳۳	۱				
X15	۰/۱۷۸	۰/۵۰۵**	۰/۷۴۵**	۰/۶۲۳**	۰/۷۶۲**	۰/۸۸۳**	۰/۸۱۵**	۰/۸۰۹**	۰/۸۷۰**	۰/۸۶۰**	۰/۴۶۵**	۰/۹۰۵**	۰/۱۱۸	۰/۹۱۳**	۱			
X16	۰/۱۸۱	۰/۳۸۶*	۰/۸۷۰**	۰/۵۹۴**	۰/۸۲۲**	۰/۸۲۷**	۰/۸۳۷**	۰/۷۵۰**	۰/۷۹۴**	۰/۶۲۶**	۰/۳۷۷*	۰/۶۷۶**	۰/۱۵۹	۰/۶۸۲**	۰/۷۶۴**	۱		
X17	۰/۱۸۸	۰/۴۳۶**	۰/۶۶۷**	۰/۶۱۳**	۰/۵۶۱**	۰/۷۰۰**	۰/۵۹۶**	۰/۵۴۶**	۰/۶۰۰**	۰/۵۷۱**	۰/۲۴۴	۰/۶۴۲**	۰/۱۳۲	۰/۴۹۱**	۰/۶۱۲**	۰/۶۵۰**	۱	
X18	-۰/۰۶۹	-۰/۱۸۳	-۰/۰۰۹	-۰/۲۴۱	۰/۰۴۵	-۰/۱۰۷	-۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	-۰/۰۷۵	-۰/۲۵۴	۰/۰۳۶	-۰/۲۲۱	-۰/۰۴۵	-۰/۰۵۰	-۰/۱۲۶	۰/۰۸۵	۰/۶۶۰**	۱
X19	۰/۲۹۳	۰/۴۰۶**	۰/۶۹۰**	۰/۶۱۸**	۰/۶۷۶**	۰/۸۴۹**	۰/۷۴۳**	۰/۷۸۲**	۰/۸۰۶**	۰/۷۸۳**	۰/۴۷۱**	۰/۹۳۴**	۰/۰۳۴	۰/۷۶۹**	۰/۸۷۱**	۰/۶۵۹**	۰/۶۲۰**	-۰/۲۱۰

* و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

در سطح شوری شاهد و چهار دسی‌زیمنس همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با کلیه صفات به جز نسبت سدیم بر پتاسیم (r= -۰/۴۵۸**) و (r= -۰/۸۰۳**) وجود داشت. در سطح شوری شاهد همبستگی میزان گوگرد موجود در بخش هوایی با کلیه صفات به جزصفات نسبت سدیم بر پتاسیم (r= -۰/۴۶۳**) و محتوای کارتنوئید (r= -۰/۱۱۶ns) مثبت و معنی‌دار بود. بیشترین همبستگی بین میزان گوگرد در بخش هوایی با صفات تعداد دانه دربوته (r= ۰/۹۳۷**)، وزن ۱۰۰ دانه (r= ۰/۹۱۴**)، درصد روغن (r= ۰/۸۶۹**) و وزن خشک بخش هوایی (r= ۰/۸۹۶**) بود (جدول ۴).

در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با کلیه صفات به جز نسبت سدیم بر پتاسیم (r= -۰/۸۰۳**) وجود داشت (جدول ۵). همبستگی میزان گوگرد موجود در بخش هوایی با کلیه صفات مثبت و معنی‌دار بود. بیشترین همبستگی بین میزان گوگرد در بخش هوایی با صفات تعداد دانه دربوته (r= ۰/۹۶۷**)، وزن ۱۰۰ دانه (r= ۰/۹۴۴**)، درصد روغن (r= ۰/۹۲۵**) و وزن خشک بخش هوایی (۰/۹۴۴** r=) بود (جدول ۵). در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر همبستگی عملکرد با کلیه صفات مثبت و معنی‌دار بود اما با صفت نسبت سدیم بر پتاسیم (r= -۰/۲۱۰ns) این همبستگی منفی و غیر معنی‌دار بود (جدول ۶). اصغرملیک[1] و همکاران (۱۳) در بررسی پاسخ کلزا به سطوح مختلف گوگرد دلیل افزایش درصد روغن دانه در اثر مصرف گوگرد 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[2] و همکاران (۹) با بررسی تأثیر کود گوگرد و نیتروژن بر کیفیت کلزا تحت شرایط دیم بیان کرده که تأمین مقدار مناسب گوگرد، سنتز روغن دانه کلزا را افزایش می‌دهد.

با توجه به نتایج ضرایب همبستگی ساده می‌توان بیان داشت کاربرد گوگرد منجر به بهبود صفات زراعی و فیزیولوژیکی سویا شده است. این نتایج با نتایج عزیزی و همکاران (۶) مطابقت دارد. بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مختلف باعث می‌شود تا بتوان ضمن تعیین نوع رابطه بین صفات و شناسایی صفات با ارتباط معنی‌دار با یکدیگر، در مورد شاخص‌های غیرمستقیم انتخاب و حذف صفات غیر مؤثر به‌طور دقیق تصمیم‌گیری نمود (۸). صفاتی که همبستگی زیادی با عملکرد دارند می‌توانند برای بهبود عملکرد دانه در برنامه‌های به‌نژادی به عنوان مبنایی برای انتخاب قابل توصیه باشند. هنگامی‌که تعداد زیادی صفت یک خصوصیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند تفکیک همبستگی کل به اثرات مستقیم و غیرمستقیم درک بیشتری از ارتباط بین اجزای عملکرد را می‌دهد (۶). در تجزیه علیت، عمکرد دانه به عنوان متغیر تابع و ۱۸ صفت انتخابی باقی مانده در مدل رگرسیونی به عنوان متغیر مستقل انتخاب شدند.

با انجام تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط نرمال فقط صفت محتوای گوگرد برگ در مدل باقی ماند که مجموعاً حدود ۵۶/۲٪ از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کرد. لذا از بین صفات مورد ارزیابی این صفت مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه بوده است (جدول ۷). در کل با توجه به نتایج این تحقیق این صفت به‌عنوان صفت مؤثر بر عملکرد دانه و در نتیجه معیارهای گزینشی مناسب پیشنهاد می‌گردد.

در شرایط تنش شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر نیز نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که میزان یون سدیم اولین صفتی بود که وارد معادلهٔ رگرسیونی شد و به تنهایی ۸۴/۳٪ از تغییرات عملکرد را توجیه کرد و بعد از آن وزن تر بخش هوایی و درصد پروتئین دانه وارد معادله شدند که به ترتیب ۸۶/۱٪ و ۸۸/۷٪ از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. با انجام تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط تنش شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر فقط صفت تعداد

[1]- Asghar Malik
[2]- Ahmad

دانه در بوته در مدل باقی ماند که مجموعاً حدود ۸۷/۲٪ از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. با توجه به نتایج حاصل از ضرایب همبستگی و تجزیه علیت توصیه می‌شود که صفات تعداد دانه در بوته، وزن تر بخش هوایی و میزان سدیم برگ به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش شوری استفاده شوند.

جدول ۷- نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته با سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل

سطح شوری	صفت وارد شده	درصد ضریب تبیین	عرض از مبدأ	ضرایب رگرسیون صفات
شاهد	درصد گوگرد	۵۶/۲	۸۲/۷۲۰	۶۶/۶۴۸
چهار دسی‌زیمنس بر متر	درصد یون سدیم	۸۴/۳	۲۸/۹۲۰	۴۳/۲۱۹
	وزن تر	۸۶/۱	-۵۶/۶۹۵	۰/۵۴۳
	درصد پروتئین	۸۸/۷	۹/۲۴۴	-۲/۴۱۱
هشت دسی‌زیمنس بر متر	تعداد دانه در بوته	۸۷/۲	۹/۶۳۵	۱/۲۰۷

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این بررسی نشان داد که در سطح شوری شاهد صفت میزان گوگرد برگ مجموعاً حدود ۵۶/۲٪ از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کرد، در مدل باقی ماند. در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر صفات وزن تر بخش هوایی و میزان سدیم برگ و درصد پروتئین بیشتر از ۸۰ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کردند و در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر تعداد دانه در بوته حدود ۸۷/۲ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. با توجه به میزان توجیه تغییرات عملکرد توسط صفات مذکور می‌توان بیان کرد که در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر سه صفت وارد شده در مدل تجزیه علیت می‌توانند از مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد دانه در شرایط تنش شوری باشند.

منابع

۱- **احیایی، م. و بهبهانی‌زاده، ا. ا. ۱۳۷۲.** شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. وزارت کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات خاک و آب. چاپ اول. تهران، ایران.

۲- **امانی، ف.، رئیسی، ف.، پیرولی بیرانوند، ن. و موسوی شلمانی، ا.** ۱۳۸۷. تأثیر گوگرد بر میزان تثبیت ازت و برخی صفات رشد دو رقم سویا با استفاده از روش رقت ایزوتوپی N^{15}. مجله کشاورزی. ۱۰(۱): ۲۰-۹.

۳- **باقری‌فرد، گ.، رضایی، ع.، باقری‌فرد، ا.، محمدی، ش. و باقری، ع. ۱۳۹۳.** اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی پنج رقم سویا (*Glycine max* L.). نشریه تحقیقات بذر. ۴(۱): ۵۱-۴۰.

۴- **سیاه‌سر، ب. و رضایی، ا. ۱۳۷۸.** تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه عاملی صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی سویا (*Glycine max* L.). مجله علوم و تکنولوژی کشاورزی و منابع طبیعی. ۳(۳): ۷۴-۶۱.

۵- **شهبازی‌زاده، ا.، موحدی‌دهوندی، م. و بلوچی، ح. ۱۳۹۴.** تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیک سویا (رقم ویلیامز) تحت تنش شوری. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۴(۱۱): ۱۳-۲۲.

۶- **عزیزی، ا.، مهرپویان، م. و عشقی. ۱۳۹۱.** مقایسه وگروه‌بندی هفده ژنوتیپ داخلی و خارجی سویا به روش تجزیه کلاستر. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

۷- **کامروا، س.، بابائیان جلودار،ن. و باقری، ن. ۱۳۹۵.** بررسی برخی ژنوتیپ‌های سویا (*Glycine max* L.) تحت تنش شوری. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۸: ۶۳-۵۷.

۸- **نجفی، ه. و میرمعصومی، م. ۱۳۸۵.** بررسی پاسخ فیزیولوژیکی سویا تحت شرایط تنش شوری. مجله علوم کشاورزی و تکنولوژی. ۱: . ۳۹-۳۴.

9- **Ahmad, G., Jan, A., Arif, M., Jan, M. T. and Khattak, R. A. 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.

10- **Akhter, M. and Smeller, C. H. 1996.** Yield and yield components of early maturing soybean genotypes in the hid south. Crop Science. 36: 866-882.

11- **AOAC. 1995.** Official methods of analysis (16th ed). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

12- **AOCS. 1997.** Official methods and practice of AOCS (5th ed). Washington. DC: The American Oil.

13- **Asghar Malik, M., Aziz, I., Khan, H., Ashfaq, Z. and Wahid M. 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.

14- **Emam, Y., Hosseini, E., Rafiei, N. and Pirasteh-Anosheh, H. 2013.** Response of early growth and sodium and potassium concentration in ten barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under salt stress conditions. Crop Physiology Journal. 19: 5-15.

15- **http://faostat3.fao.org**/download.

16- **Henrique, S. B., Claudio, G. P., Pinto, R. and Destro, D. 2004.** Path analyses under Multicollinearity in soybean. Baezilian Archives of Biology and Technology. 47: 669- 676.

17- **Iqbal, S., Mahmood, T., Muhammad, T., Anwar, A. M. and Sarwar, M., 2003.** Path coefficient analyses in different genotypes of soybean. Pakistan Journal of Biology Science. 6(12): 1085-1087.

18- **Kariminia, A. and Shabanpour, M. 2003.** Evaluation of sulfur oxidation potential hetrotrophic microorganisms in different soils. Journal of Soil and Water Sciences. 17: 69-79.

19- **Lichtenthaler, H. K. and Wellburn, A. R. 1983.** Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions. 11: 591 - 592.

20- **Luo, Q., Yu, B. and Liu, Y. 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.

21- **Nelson, D. W. and Sommers, L. P. 1986.** Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A. L. ED. Methods of Analysis. American Society of Agronomy. 2: 539-579.

22- **Olson, S. R. and Sommers, L. E. 1990.** Phosphrous. In: Page A.L. Method of soil analysis. Part 2. ASA, Madison, WI. PP, 403–431.

23- **Qu,Y. N., Zhou, Q. and Yu, B. J. 2009.** Effect of Zn and niflumic acid on photosynthesis in Glycine soja and Glycine max seedlings under NaCl stress. Environmental and Experimental Botany. 65: 304-309.

24- **Shirastava, M. K. and Shukla, R. S. 2001.** Path coefficient analysis in diverse genotype of soy bean (*Glycin max* L.). Advances in Plant Science. 4: 47-51.

25- **Singh, J. and Yadava, H. S. 2000.** Factors determining seed yield in early generation of soybean. Crop Research Hisar. 20: 239-243.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 8, No. 2, Autumn & Winter 2018

Determining some of the effective traits on soybean yield at different levels of salinity stress in greenhouse conditions

Zahra Abedi[1], Hamid Najafi Zarrini[2], Mostafa Emadi[3], Nadali Bagheri[2]

1- PhD Student in Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2- Assistant Prof., Department of Plant Breeding and Biotechnology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, IRAN
3- Assistant Prof., Department of Soil Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, IRAN
Corresponding Author; Email: Abedizahra59@yahoo.com

(Received: 23 July 2018; Accepted: 25 October 2018)

Abstract

Salinity is one of the growth limiting factors in agricultural. In order to determination of the most effective traits on soybean yield at different levels of salinity stress, a factorial experiment with 3 replications was conducted in greenhouse of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University in 2016. Treatments consisted of four soybean genotypes (Hill, Dayr, Ford and Williams), three levels of sulfur (control, 5 and 10 grams of sulfur powder) and three levels of salinity (control, 4 and 8 dS/m). Analysis of variance showed that simple effects of sulfur, genotype, salinity and interaction between sulfur and salinity were significant at 0.01 probability level. Correlation coefficients between studied traits showed that there was a positive and significant correlation between grain yield and all traits except for the Na^+/K^+ ratio. By using stepwise regression analysis in the control treatment, sulfur content, in 4 ds/m salinity, traits of Na^+ percentage, fresh weight of shoot and seed protein percentage, and in salinity of 8 ds/m seed number per plant were entered in model. path analysis of grain yield showed the highest positive direct effect in the control, second level and the third level of salinity were sulfur content, Na^+ and number of seeds per plant, respectively. The results of this study showed that the traits of sulfur content, Na^+ percentage, fresh weight and protein percentage are the scales related to grain yield, which can be used as an indirect selection scale for genetic improvement of yield in saline regeneration programs.

Keywords: Regression analysis, Path analysis, Correlation coefficient, Oil percentage.