

اثرات سطوح مختلف گوگرد و شوری آب آبیاری بر عملکرد و برخی خصوصیات رشدی سویا در شرایط گلخانه‌ای

Different Levels Effects of Sulfur and Salinity of Irrigation Water on Yield and some Growth Characteristics of Soybean in Greenhouse Conditions

زهرا عابدی^۱، حمید نجفی زرینی^{۲*}، سیدمصطفی عمادی^۳ و نادعلی باقری^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۱
(مقاله پژوهشی)

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف گوگرد و شوری آب آبیاری، آزمایشی به صورت فاکتوریل $3 \times 3 \times 4$ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ با سه تکرار انجام شد. چهار ژنوتیپ سویا (هیل، دیر، ویلیامز و فورد) در سه سطح شوری آب آبیاری (شاهد، چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر) و سه سطح گوگرد (شاهد، پنج و ۱۰ گرم گوگرد پودری در هر گلدان) مورد بررسی قرار گرفتند. صفات ارتفاع شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی و فرعی، وزن تر و خشک بخش هوایی، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ، گوگرد، شوری و گوگرد \times شوری بر کل صفات، اثرات متقابل سه‌گانه در همه صفات به جزء ارتفاع شاخه اصلی، وزن خشک بخش هوایی و وزن صد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد با افزایش شوری، میانگین صفت عملکرد تک بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین ارتفاع شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی، وزن تر و خشک بخش هوایی، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته در سطح شاهد شوری و سطح دوم گوگرد حاصل شد. بیش‌ترین همبستگی مشاهده شده بین عملکرد تک بوته با وزن خشک بخش هوایی در شرایط شاهد و شوری چهار بود. بر اساس نتایج مقایسه‌های میانگین، میزان کاهش صفات ارتفاع شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی، وزن تر و خشک بخش هوایی، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته در سطح پنج گرم گوگرد نسبت به ۱۰ گرم کم‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، سویا، ضرایب همبستگی، غلاف، عملکرد دانه

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

* نویسنده مسئول Email: hamidnajafi316@gmail.com

مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری نویسنده اول به راهنمایی حمید نجفی زرینی می‌باشد.

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.

گیاهان دارای پتانسیل توسعه چندین مکانیسم برای غلبه بر اثرات نامطلوب تنش شوری می‌باشند. در بین همه استراتژی‌های سازگاری توسط گیاهان برای مقابله با تنش شوری، در دسترس بودن سولفور همراه با ترکیبات حاوی سولفور بیش‌ترین اهمیت را دارد (خان^۵ و همکاران، 2014). *استولفی و سابرینا* (2013) گزارش کرده‌اند که کاربرد گوگرد در سویا منجر به افزایش رشد و فتوسنتز می‌شود و اثرات نامطلوب تنش شوری را کاهش می‌دهد. *سونگور^۶* و همکاران (2011) گزارش کردند که تنش شوری با تأثیر بر میزان آسیمیلاسیون گوگرد، محتوای تیول ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گوگرد در ساختمان آنزیم نیتروژناز نیز نقش داشته و از طریق تأثیر بر متابولیسم گیاه میزان موجب افزایش جذب ازت مولکولی توسط گره‌های ریشه‌ای و هم‌چنین افزایش روغن در بقولات روغنی (نظیر سویا) می‌گردد (*یادگاری و برزگر^۷*، 2010). کامروا و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی ژنوتیپ‌های فورد، دیر، هیل، سحر، ۰.۳۲، هیل CE، B-۲۴۰-۰۳۲ و D-۲۴۰-۰۳۲ 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. کریمی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی پنج رقم سویا بیان کردند افزایش غلظت نمک باعث کاهش وزن تر قسمت هوایی گیاه می‌شود. در آزمایشی با افزایش شوری عملکرد بیولوژیک و وزن دانه در بوته کاهش یافت (*بلوئم^۸* و همکاران، 2015). تأمین مقدار مناسب گوگرد، سنتز روغن دانه را در گیاهان کلزا و سویا افزایش می‌دهد (خان و همکاران، 2014). افزایش شوری باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی، وزن تر اندام هوایی و ارتفاع گیاه می‌شود (کامروا و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به گسترش اراضی شور، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر گوگرد و شوری آب آبیاری بر وزن دانه و برخی صفات رشدی سویا در راستای بررسی اثرات شوری بر تولید محصول در اثر شوری بود.

سویا (*Glycine max L.*) یکی از بقولات دانه‌ای با اهمیت اقتصادی بالا است. دانه‌های این گیاه غنی از پروتئین (۴۸-۳۰ درصد) و روغن (۲۲-۱۳ درصد) می‌باشد که برای تغذیه مستقیم و تولید روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد. سویا از نظر تحمل به شوری در گروه گیاهان حساس قرار می‌گیرد (*برنستین^۱*، 2008). در سال زراعی ۱۳۹۷ سطح زیر کشت سویا در ایران حدود ۸۵۰۰۰ هکتار بوده است. سطح زیر کشت سویای جهان در سال ۲۰۱۸ حدود ۱۲۴۰۰۰ هکتار بوده است (*فائو^۲*، ۲۰۱۹). کشت سویا در ایران به‌منظور استحصال روغن موجود در دانه و هم‌چنین تأمین بخشی از پروتئین مورد نیاز در جیره غذایی مردم رواج زیادی پیدا کرده است. میزان عملکرد سویا در ایران به‌طور متوسط ۱/۸ تن در هکتار است. از نظر پراکنش جغرافیایی، بیش از ۹۰ درصد از اراضی کشت سویا در استان‌های گلستان و مازندران قرار دارد (*فائو*، 2019).

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تولید محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کامروا و همکاران، ۱۳۹۵). شوری، از مشکلات عمده در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. برآوردها حاکی از آن است که بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از خاک‌ها (بیش از شش درصد زمین‌های جهان) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار دارند (*فائو*، 2011). ایران با دارا بودن اقلیم گرم و خشک از این امر مستثنی نبوده، به نحوی که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت آن (در حدود ۲۷ میلیون هکتار) از خاک‌های شور و سدیمی تشکیل شده است (*حیدری شریف‌آباد*، ۱۳۹۶).

سویا به عناصری همچون فسفر، گوگرد و روی نیاز زیادی دارد (*لو^۳* و همکاران، 2009). گوگرد از عناصر ضروری ثانویه برای رشد و نمو گیاهان محسوب می‌شود، متأسفانه شکل قابل جذب این عنصر (یون سولفات) به میزان کافی در خاک موجود نیست؛ در خاک‌های آهکی، مانند اکثریت خاک‌های ایران به‌دلیل وجود بی‌کربنات فراوان در آب آبیاری غلظت قابل جذب این عنصر کم‌تر از حد بحرانی است (*استولفی و سابرینا^۴*، 2013). امانی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی تأثیر گوگرد بر میزان تثبیت ازت و برخی صفات رشدی دو رقم سویا با استفاده از روش رقت ایزوتوپی N^{15} گزارش کردند که استفاده از گوگرد باعث افزایش اسیدیتته خاک و افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شود. نتایج ایشان نشان داد که

5. Khan
6. Sevenngor
7. Yadegari and Barzegar
8. Bluem

1. Bernstein
2. FAO
3. Lou
4. Astolfi and Sabrina

مواد و روش‌ها

اکسیده شود. قبل از اعمال تیمارها برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش نظیر pH و EC (مطابق با روش نلسون و سامرز، 1986)، کربن آلی، نیتروژن کل توسط دستگاه کج‌دال، فسفر قابل جذب خاک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR1900 ساخت آمریکا) (با روش اولسون و سامرز، 1990) و پتاسیم قابل جذب خاک توسط دستگاه فلیم فتومتر (مدل M410 ساخت کمپانی Sherwood انگلستان) (با روش احیایی و بهبهانی‌زاده، 1372) تعیین گردید (جدول ۲).

صفات مورد بررسی شامل ارتفاع شاخه اصلی (سانتی‌متر)، ارتفاع شاخه فرعی (سانتی‌متر)، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن تر و وزن خشک بخش هوایی، وزن صد دانه، و عملکرد تک بوته (گرم) بودند. ارتفاع با استفاده از خط‌کش، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی از طریق شمارش، وزن تر و وزن خشک بخش هوایی، وزن صد دانه و وزن دانه تک بوته با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد (کامروا و همکاران، 1395). ارتفاع هر بوته در پایان فصل رشد، زمانی که بوته‌ها به حداکثر رشد خود رسیدند، اندازه‌گیری شد. با حذف ریشه از ناحیه طوقه وزن تر بخش هوایی کل بوته یادداشت و به مدت ۲۴ ساعت در کوره الکتریکی (اون) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس وزن خشک گیاه یادداشت گردید. ضرایب همبستگی فنوتیپی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون مشخص شد.

جهت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه‌های میانگین از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و برای برآورد ضرایب همبستگی از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) استفاده شد. مقایسات میانگین کلیه صفات مورد بررسی بر اساس آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ انجام گرفت.

به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف گوگرد و شوری بر صفات رشدی سویا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. عامل A شامل چهار ژنوتیپ سویا (هیل، دیر، فورد و ویلیامز)، عامل B شامل سه سطح گوگرد (شاهد یا صفر، پنج و ۱۰ گرم در هر گلدان) و عامل C شامل سه سطح شوری (شاهد یا صفر، چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر) بود. ابعاد گلدان‌ها ۳۵×۴۵ سانتی‌متر بود. در هر گلدان ۳ بذر در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شد. هر کرت شامل ۳۶ گلدان بود. خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۱ ذکر شده است. زمان اعمال تنش شوری در مرحله گل‌دهی بود. به دلیل حساسیت زیاد سویا به شوری در این مرحله، تنش در مرحله گل‌دهی اعمال گردید. قبل از اعمال تیمارهای شوری، آبیاری با آب مقطر بود. به‌مدت ۷ روز، گلدان‌ها با تیمارهای مختلف شوری آبیاری شدند. برای تهیه تیمار شوری مدنظر از آب مقطر با NaCl استفاده شد. زیر گلدان‌ها ظرفی قرار گرفت تا آب خروجی مجدد به داخل گلدان‌ها برگردانده شود. در هر گلدان حدود پنج کیلوگرم خاک مزرعه ریخته شد. از آنجا که اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد در خاک، عمدتاً توسط باکتری‌های جنس تیوباسیلوس (*Thiobacillus spp.*) انجام می‌شود و همچنین جمعیت این باکتری‌ها در خاک‌های ایران به‌دلیل پایین بودن میزان مواد آلی بسیار ناچیز می‌باشد (کریمی‌نیا و شعبانپور، ۱۳۸۲)، لذا با توجه به عدم حلالیت گوگرد در آب‌و‌خاک، مقادیر صفر، پنج و ۱۰ گرم از عنصر گوگرد توزین و همراه با باکتری تیوباسیلوس به گلدان‌ها اضافه گردید. به‌مدت دو هفته خاک گلدان‌ها زیر و رو شد تا گوگرد

جدول ۱: خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1: The characteristics of genotypes in experiment

شجره Pedigree	تحمل شوری Salinity tolerance	رنگ پوشش دانه Seed coat color	رنگ غلاف Pod color	منشأ Origin	گروه رسیدگی Maturity group	رنگ گل Flower color	گونه Species	نام ژنوتیپ Genotype name
D632-15 (Haberlandt x Dunfield) x D49- 2525 (S-100 x CNS)	متحمل Resistant	زرد Yellow	قهوه‌ای Brown	هند India	V	سفید White	<i>Glycine max</i>	هیل Hill
	متحمل Resistant	زرد Yellow	قهوه‌ای Brown	کانادا Canada	V	سفید White	<i>Glycine max</i>	دیر Dayr
Wayne x L57- 0034 (Clark x Adams)	متحمل Resistant	زرد Yellow	زرد مایل به قهوه‌ای Tawny	آمریکا USA	III	سفید White	<i>Glycine max</i>	ویلیامز Williams
Lincoln(2) x Richland	حساس Susceptible	زرد Yellow	قهوه‌ای Brown	آمریکا USA	III	سفید White	<i>Glycine max</i>	فورد Ford

1. Nelson and Sommers
2. Olson and Sommers

جدول ۱: خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1: The characteristics of genotypes in experiment

شجره Pedigree	تحمل شوری Salinity tolerance	رنگ پوشش دانه Seed coat color	رنگ غلاف Pod color	منشأ Origin	گروه رسیدگی Maturity group	رنگ گل Flower color	گونه Species	نام ژنوتیپ Genotype name
D632-15 (Haberlandt x Dunfield) x D49- 2525 (S-100 x CNS)	متحمل Resistant	زرد Yellow	قهوه‌ای Brown	هند India	V	سفید White	<i>Glycine max</i>	هیل Hill
	متحمل Resistant	زرد Yellow	قهوه‌ای Brown	کانادا Canada	V	سفید White	<i>Glycine max</i>	دیر Dayr
Wayne x L57- 0034 (Clark x Adams)	متحمل Resistant	زرد Yellow	زرد مایل به قهوه‌ای Tawny	آمریکا USA	III	سفید White	<i>Glycine max</i>	ویلیامز Williams
Lincoln(2) x Richland	حساس Susceptible	زرد Yellow	قهوه‌ای Brown	آمریکا USA	III	سفید White	<i>Glycine max</i>	فورد Ford

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

Table 2: Some physical and chemical properties of soil in experiment

درصد کربن آلی O.C (%)	درصد کل مواد خنثی شونده T.N.V (%)	درصد سولفات SO ₄ (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)	پتانسیوم قابل دسترس Available potassium	فسفر قابل دسترس Available phosphorus	درصد نیتروژن N (%)	درصد رس Clay (%)	درصد شن Sand (%)	درصد سیلت Silt (%)	خصوصیات Properties
2.48	15.2	0.97	7.25	0.703	356.4	9.32	0.48	30	21.8	46.6	لومی رسی Loamy Clay

نتایج و بحث

خشک و ارتفاع گیاه شد. این نتایج با نتایج راهنما^۱ (2013) مطابقت دارد. اثر منفی شوری ممکن است ناشی از اثر توکسیک و هم‌چنین جلوگیری از سیتوکینسینز و گسترش سلولی باشد (کوروم^۲ و همکاران، 2013). با بالا رفتن غلظت نمک پتانسیل آب خاک منفی شده و جذب آب را برای گیاه مشکل می‌سازد و گیاه عملاً دچار تنش خشکی می‌شود. این مسئله را اصطلاحاً خشکی فیزیولوژیک گویند (کائو^۳ و همکاران، 2014). همچنین به علت بالا رفتن PH خاک میزان جذب و انتقال یون‌های غذایی دچار اختلال می‌گردد.

کاهش تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش شوری ممکن است از افزایش هورمون اسید آبسزیک ناشی شده باشد زیرا زیاد بودن این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده در نتیجه تعداد گل‌های تلقیح شده و تعداد غلاف را کاهش دهد (تجلی^۴ و همکاران، 2011، بارتر^۵ و همکاران، 2016). از آنجایی که تنش اعمال شده از یک طرف موجب ریزش گل‌ها و کاهش طول دوره گل‌دهی شده و از طرف دیگر سبب رشد رویشی کم‌تر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ، گوگرد، شوری و گوگرد × شوری بر صفات ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی، تعداد غلاف شاخه فرعی، وزن تر بخش هوایی، وزن خشک بخش هوایی، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثرات ژنوتیپ × شوری بر صفات ارتفاع شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه فرعی و وزن تر بخش هوایی، و ژنوتیپ × گوگرد بر صفات ارتفاع شاخه فرعی و وزن تر بخش هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل سه‌گانه در همه صفات به جزء ارتفاع شاخه اصلی، وزن خشک بخش هوایی و وزن صد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ × گوگرد × شوری حاکی از آن بود که ژنوتیپ ویلیامز در سطح دوم گوگرد (پنج گرم) و شاهد شوری بیش‌ترین میزان ارتفاع شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی و وزن تر بخش هوایی را داشت که به ترتیب برابر ۳۵/۵۴ سانتی‌متر، ۲۸/۳۱ و ۳۷۲/۹۳ گرم بود. اعمال تنش شوری به میزان چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر در سطح شاهد گوگرد، میزان این صفات را در این ژنوتیپ کاهش داد (جدول ۴). نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش وزن

1. Rahnema
2. Kurum
3. Cao
4. Tajalli
5. Barter

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 (ورما و همکاران، ۲۰۱۲).

گوگرد به دلیل ظرفیت اکسیده شدن و تولید اسید گوگردیک، پتانسیل لازم برای تغییر PH خاک حداقل در مقیاس کوچک اطراف ذرات خود را دارا بوده و بنابراین می‌تواند به‌خصوص در منطقه ریزوسفر در انحلال ترکیبات غذایی نامحلول و آزاد شدن عناصر ضروری مؤثر واقع شود (استولفی و سابرینا، ۲۰۱۳). گوگرد 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 (لین^۳، ۱۹۹۸). کمبود گوگرد عملکرد دانه سویا را از طریق تأثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه کاهش می‌دهد (بوئم^۴ و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج آزمایش‌های حبیبی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که با کاربرد سطوح مختلف گوگرد، عملکرد دانه در همه ارقام گونه‌های براسیکا افزایش یافت. مصرف مقادیر مختلف گوگرد (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار) در سویا (رقم کلاک) نشان داد که تیمارهای گوگرد بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت، لیکن بر درصد روغن و پروتئین تأثیر معنی‌داری نداشت (سپهوند، ۱۳۸۲).

کم‌تر می‌شود؛ در این شرایط گیاه هزینه بقای خود را با کاهش تعداد غلاف تضمین می‌کند (تجلی و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش شوری توسط احسانی و همکاران (۱۳۹۲) و تجلی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است.

کاهش وزن صد دانه توسط و تجلی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است. در صفت عملکرد تک بوته بیش‌ترین میزان ۲۶۶/۸۸ گرم بود که در شوری شاهد و گوگرد پنج گرم حاصل شد. به نظر می‌رسد که تنش شوری در مرحله گل‌دهی احتمالاً به‌واسطه کاهش تولید آسیمیلات فتوسنتزی در فاصله گل‌دهی تا آغاز پر شدن دانه و در نتیجه کاهش محسوس شیره پرورده برای پر شدن دانه‌ها، چروکیدگی و کاهش وزن دانه‌ها را موجب می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۱۴). کریمی و همکاران (۱۳۹۱) 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 به‌عنوان جزء مؤثر در تعیین عملکرد سویا، می‌توان 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 غذایی به افزایش رشد و نمو گیاه کمک کند (آناندهم^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). ورما^۲ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که تأثیرات مثبت گوگرد بر فتوسنتز، متابولیسم گیاه و تقویت

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های سویا در سطوح مختلف سولفور و شوری

Table 3: Variance analysis of different traits of soybean genotypes in different levels of sulfur and salinity

میانگین مربعات Mean of squares								درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1		
252.34 ^{ns}	3.19 ^{ns}	460.74 ^{ns}	719.72 ^{ns}	0.49 ^{ns}	5.17 ^{ns}	2.28 ^{ns}	0.67 ^{ns}	2	بلوک Block
1619.58 ^{**}	26.59 ^{**}	1641.55 ^{**}	4772.99 ^{**}	5.30 ^{**}	21.44 ^{**}	38.95 ^{**}	128.43 ^{**}	3	ژنوتیپ Genotype
181449.52 ^{**}	2609.38 ^{**}	115732.46 ^{**}	145595.04 ^{**}	284.26 ^{**}	1486.55 ^{**}	1032.83 ^{**}	2718.54 ^{**}	2	شوری Salt
22489.52 ^{**}	271.94 ^{**}	41279.92 ^{**}	50348.48 ^{**}	33.19 ^{**}	314.59 ^{**}	271.50 ^{**}	236.37 ^{**}	2	گوگرد Sulfur
371.39 ^{ns}	0.15 ^{ns}	290.84 ^{ns}	2171.08 ^{**}	0.71 ^{**}	4.20 ^{ns}	26.62 ^{**}	15.03 ^{ns}	6	ژنوتیپ × شوری Salt × Genotype
365.99 ^{ns}	4.59 ^{ns}	265.55 ^{ns}	1967.20 ^{**}	0.19 ^{ns}	3.87 ^{ns}	10.31 ^{**}	8.28 ^{ns}	6	ژنوتیپ × گوگرد Genotype × Sulfur
7170.51 ^{**}	41.51 ^{**}	11840.89 ^{**}	12865.89 ^{**}	3.90 ^{**}	59.94 ^{**}	158.65 ^{**}	51.19 ^{**}	4	گوگرد × شوری Sulfur × Salt
1792.63 ^{ns}	5.63 ^{ns}	187.62 ^{ns}	905.97 ^{**}	0.29 ^{ns}	7.79 ^{**}	8.34 ^{**}	8.92 ^{ns}	12	ژنوتیپ × گوگرد × شوری Salt × Genotype × Sulfur
18186.87	3.66	185.15	150.49	0.19	2.18	1.44	6.83	70	اشتباه Error
9.89	9.04	9.36	6.04	9.36	13.33	7.32	5.04	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

X1: ارتفاع شاخه اصلی؛ X2: ارتفاع شاخه فرعی؛ X3: تعداد غلاف شاخه اصلی؛ X4: تعداد غلاف شاخه فرعی؛ X5: وزن تر بخش هوایی؛ X6: وزن خشک بخش هوایی؛ X7: وزن صد دانه؛ X8: عملکرد تک بوته

X1: The height of the main branch; X2: The height of the sub branch; X3: The number of pods in the main branch; X4: The number of pods in branch; X5: The wet weight of shoot; X6: The dry weight of shoot; X7: 100 grain weight; X8: Yield in per plant

جدول ۴: مقایسه میانگین ژنوتیپ × گوگرد × شوری در صفات معنی دار تحت تنش شوری

Table 4: Mean comparisons of genotype × sulfur × salinity on the significant traits under salinity stress

وزن تر بخش هوایی (گرم) Wet weight of shoot (g)	عملکرد تک بوته (گرم) Yield per plant (g)	تعداد غلاف شاخه اصلی Number of main branch pods	ارتفاع شاخه فرعی (سانتی متر) Height of first sub branch (cm)	شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity (dSm ⁻¹)	گوگرد (گرم در گلدان) Sulfur (g/pot)	ژنوتیپ Genotype
200.97 ^c	208.21 ^{cd}	13.25 ^e	15.43 ^{c-h}	0	0	Ford فورد
207.53 ^c	223.91 ^{bcd}	14.18 ^e	16.43 ^{cde}	0	0	Williams ویلیامز
199.50 ^{ed}	187.59 ^{de}	13.30 ^e	16.15 ^{ef}	0	0	Dayr دیر
201.60 ^c	203.90 ^{cd}	13.44 ^e	15.32 ^{d-i}	0	0	Hill هیل
370.67 ^a	274.16 ^a	25.05 ^{ab}	33.99 ^a	0	5	Ford فورد
372.93 ^a	273.27 ^a	28.31 ^a	35.54 ^a	0	5	Williams ویلیامز
327.47 ^b	258.93 ^{ab}	20.43 ^{bc}	24.67 ^b	0	5	Dayr دیر
325.33 ^b	261.19 ^{ab}	19.32 ^{cd}	24.50 ^b	0	5	Hill هیل
337.07 ^{ab}	187.01 ^d	15.80 ^{cde}	25.39 ^b	0	10	Ford فورد
301.53 ^b	242.82 ^{abc}	15.25 ^{de}	24.50 ^b	0	10	Williams ویلیامز
207.60 ^c	218.28 ^{bcd}	14.35 ^e	18.54 ^{cd}	0	10	Dayr دیر
211.94 ^c	223.52 ^{bcd}	14.65 ^{de}	19.25 ^c	0	10	Hill هیل
182.40 ^{cd}	83.41 ^{i-l}	8.34 ^{f-i}	13.44 ^{e-i}	4	0	Ford فورد
184.93 ^{cd}	83.50 ^{i-l}	11.02 ^{e-h}	14.29 ^{e-i}	4	0	Williams ویلیامز
177.36 ^{cd}	72.87 ^l	7.65 ^{g-j}	13.39 ^{e-i}	4	0	Dayr دیر
177.31 ^{cd}	73.15 ^l	7.65 ^{g-j}	13.39 ^{e-i}	4	0	Hill هیل
203.00 ^c	111.55 ^{f-i}	13.53 ^e	15.59 ^{c-g}	4	5	Ford فورد
198.80 ^{cd}	127.24 ^{f-i}	13.25 ^e	15.27 ^{d-i}	4	5	Williams ویلیامز
200.43 ^{cd}	123.16 ^{f-k}	13.25 ^e	15.23 ^{d-i}	4	5	Dayr دیر
200.90 ^c	121.49 ^{f-k}	13.39 ^e	15.02 ^{d-i}	4	5	Hill هیل
191.33 ^{cd}	97.80 ^{h-l}	12.44 ^{efg}	15.02 ^{d-i}	4	10	Ford فورد
188.67 ^{cd}	80.27 ^{kl}	12.26 ^{efg}	14.81 ^{d-i}	4	10	Williams ویلیامز
193.33 ^{cd}	80.40 ^{kl}	12.57 ^{ef}	13.53 ^{e-i}	4	10	Dayr دیر
189.50 ^{cd}	71.86 ^l	12.57 ^{ef}	14.03 ^{e-i}	4	10	Hill هیل
116.31 ^f	107.28 ^{g-k}	2.86 ^j	11.44 ⁱ	8	0	Ford فورد
119.15 ^f	126.58 ^{f-i}	2.93 ^j	11.72 ^{ghi}	8	0	Williams ویلیامز
117.93 ^f	81.21 ^{kl}	2.90 ^j	12.27 ^{f-i}	8	0	Dayr دیر
117.93 ^f	85.75 ^{i-l}	2.90 ^j	11.60 ^{hi}	8	0	Hill هیل
174.46 ^{cd}	152.21 ^{ef}	6.03 ^{ij}	12.76 ^{e-i}	8	5	Ford فورد
175.07 ^{cd}	140.53 ^{fgh}	6.70 ^{hij}	13.08 ^{e-i}	8	5	Williams ویلیامز
176.29 ^{cd}	144.89 ^{efg}	5.78 ^{ij}	12.62 ^{e-i}	8	5	Dayr دیر
173.85 ^{cd}	141.59 ^{fgh}	5.70 ^j	12.45 ^{f-i}	8	5	Hill هیل
175.68 ^{cd}	139.47 ^{fgh}	5.76 ^{ij}	12.58 ^{e-i}	8	10	Ford فورد
160.57 ^{de}	153.02 ^{ef}	5.47 ^{ij}	12.66 ^{e-i}	8	10	Williams ویلیامز
126.35 ^{ef}	125.60 ^{fj}	2.85 ^j	12.73 ^{e-i}	8	10	Dayr دیر
125.21 ^{ef}	134.57 ^{fgh}	3.47 ^j	12.07 ^{ghi}	8	10	Hill هیل

میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار می‌باشند

Means with different letters are significantly different (P≤0.05) based on Tuckey's test

جدول ۵: تجزیه همبستگی صفات در سطح شوری شاهد
Table 5: Correlation analysis of traits in control salinity level

X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	صفات گیاهی Plant traits
							1	X1
						1	0.822**	X2
					1	0.827**	0.712**	X3
				1	0.822**	0.843**	0.791**	X4
			1	0.886**	0.815**	0.896**	0.823**	X5
		1	0.890**	0.834**	0.826**	0.830**	0.710**	X6
	1	0.895**	0.866**	0.846**	0.762**	0.866**	0.790**	X7
1	0.667**	0.732**	0.630**	0.700**	0.704**	0.672**	0.590**	X8

***: معنی دار در سطوح احتمال ۱ درصد

***: significant at 1% probability levels.

X1: ارتفاع شاخه اصلی؛ X2: ارتفاع شاخه فرعی؛ X3: تعداد غلاف شاخه اصلی؛ X4: تعداد غلاف شاخه فرعی؛ X5: وزن تر بخش هوایی؛ X6: وزن خشک بخش هوایی؛ X7: وزن صد دانه؛ X8: عملکرد تک بوته
X1: The height of the main branch; X2: The height of the sub branch; X3: The number of pods in the main branch; X4: The number of pods in sub branch; X5: The wet weight of shoot; X6: The dry weight of shoot; X7: 100 grain weight; X8: Yield in per plant

جدول ۶: تجزیه همبستگی صفات در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر
Table 6: Correlation analysis of traits in 4 ds/m salinity level

X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	صفات گیاهی Plant traits
							1	X1
						1	0.753**	X2
					1	0.866**	0.745**	X3
				1	0.916**	0.838**	0.802**	X4
			1	0.827**	0.848**	0.842**	0.818**	X5
		1	0.957**	0.879**	0.875**	0.869**	0.811**	X6
	1	0.864**	0.828**	0.796**	0.775**	0.734**	0.791**	X11
1	0.764**	0.855**	0.858**	0.847**	0.863**	0.786**	0.708**	X19

***: بمعنی دار در سطوح احتمال ۱ درصد

***: significant at 1% probability levels.

X1: ارتفاع شاخه اصلی؛ X2: ارتفاع شاخه فرعی؛ X3: تعداد غلاف شاخه اصلی؛ X4: تعداد غلاف شاخه فرعی؛ X5: وزن تر بخش هوایی؛ X6: وزن خشک بخش هوایی؛ X7: وزن صد دانه؛ X8: وزن دانه تک بوته
X1: The height of the main branch; X2: The height of the sub branch; X3: The number of pods in the main branch; X4: The number of pods in sub branch; X5: The wet weight of shoot; X6: The dry weight of shoot; X7: 100 grain weight; X8: Grain weight in per plant

جدول ۷: تجزیه همبستگی صفات در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر

Table 7: Correlation analysis of traits in 8 ds/m salinity level

X19	X11	X6	X5	X4	X3	X2	X1	صفات گیاهی Plant traits
							1	X1
						1	-0.140*	X2
					1	0.496**	0.308*	X3
				1	0.574**	0.346*	0.507**	X4
			1	0.477**	0.939**	0.436**	0.249*	X5
		1	0.892**	0.717**	0.918**	0.496**	0.293*	X6
	1	0.435**	0.352*	0.289*	0.394*	0.242*	0.197*	X11
1	0.471**	0.849**	0.676**	0.618**	0.690**	0.406*	0.293*	X19

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

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

X1: ارتفاع شاخه اصلی؛ X2: ارتفاع شاخه فرعی؛ X3: تعداد غلاف شاخه اصلی؛ X4: تعداد غلاف شاخه فرعی؛ X5: وزن تر بخش هوایی؛ X6: وزن خشک بخش هوایی؛ X7: وزن صد دانه؛ X8: عملکرد تک بوته

X1: The height of the main branch; X2: The height of the sub branch; X3: The number of pods in the main branch; X4: The number of pods in sub branch; X5: The wet weight of shoot; X6: The dry weight of shoot; X7: 100 grain weight; X8: Yield in per plant

بالای عملکرد در سطح پنج گرم سولفور انتظار می‌رود که این سطح مدنظر قرار گیرد. با توجه به اینکه عملکرد دانه با صفات وزن صد دانه و سولفور برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد می‌توان چنین نتیجه گرفت که هر چه میزان این صفات بیشتر باشد باعث افزایش عملکرد دانه خواهد شد که این نتایج با نتایج کوهکن و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. هم‌چنین در گزارشی از هنریکو^۳ و همکاران (۲۰۰۴) ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با تمام صفات به‌جز تعداد دانه در غلاف در سویا همبستگی معنی‌داری داشت. نتایج مشابهی توسط اقبال^۴ و همکاران (۲۰۰۳) در سویا برای این صفات گزارش شده است. دوی^۵ و همکاران (۲۰۱۲) در سویا تأثیر وزن خشک بخش هوایی، تعداد غلاف و ارتفاع را با وزن دانه مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. 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 (اناندهم و همکاران، ۲۰۰۷). سینگ و یاداوا^۶ (۲۰۰۰) گزارش کردند 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 دانه دارد. ایسلر و کلسیکان^۷ (۱۹۹۸) گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد ساقه فرعی و ارتفاع بوته بیش‌ترین رابطه همبستگی را با عملکرد دانه دارد و نتیجه‌گیری نمودند که این صفات

تجزیه همبستگی نشان داد که در سطح شوری شاهد بالاترین همبستگی بین عملکرد تک بوته با وزن خشک بخش هوایی ($r=0/732^{**}$) (جدول ۵)، در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر بین عملکرد تک بوته با تعداد غلاف شاخه اصلی ($r=0/863^{**}$) (جدول ۶) و در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر همبستگی بین عملکرد تک بوته با وزن خشک بخش هوایی ($r=0/849^{**}$) بود (جدول ۷). در سطح شوری شاهد و چهار دسی‌زیمنس بر متر همبستگی بین عملکرد تک بوته با کلیه صفات (جدول ۵ و ۶) و در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر همبستگی عملکرد تک بوته با کلیه صفات به‌جز ارتفاع شاخه اصلی ($r=0/293^{ns}$) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). این نتایج با نتایج عزیز و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد.

تونکتورک و سیفستی^۱ (۲۰۰۷) در آزمایشی بیان کردند که با افزایش ارتفاع و تعداد غلاف عملکرد در سویا افزایش می‌یابد. رهنما (۱۳۹۲) در یک آزمایش در کلزا گزارش نمودند که ارتفاع تأثیر منفی بر عملکرد دارد زیرا هرچه مرحله رویشی طولانی‌تر می‌شود گیاه انرژی بیشتری صرف تولید اندام رویشی کرده و دیرتر وارد مرحله زایشی می‌شود که نتیجه آن تولید دانه و عملکرد کم می‌باشد. افزایش وزن دانه با مصرف سولفور به علت اثر مثبت این عنصر بر انتقال شیره پرورده، فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، تشکیل کلروفیل و بهبود رشد گیاه می‌باشد (ستار^۲، ۲۰۱۱).

در کل با مقایسه ضرایب همبستگی در سطوح مختلف سولفور می‌توان بیان کرد که با توجه به ضرایب همبستگی

3. Henrique
4. Iqbal
5. Devi
6. Singh and Yadava
7. Isler and Caliskan

1. Tuncturk and Ciftci
2. Sattar

می‌توانند به‌منظور شاخص انتخاب در اصلاح سویا برای عملکرد بالا استفاده گردند.

نتیجه‌گیری

سویا حساس به شوری است. به‌طوری‌که افزایش شوری آب آبیاری به‌ویژه در مرحله گل‌دهی، باعث کاهش عملکرد تک بوته و صفات ارتفاع شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف شاخه اصلی و فرعی، وزن تر و خشک بخش هوایی و وزن صد دانه

منابع

- احسانی، ع.، دادنیا، م. ر. و بهرانی، ا. ۱۳۹۲. تأثیر تاریخ کاشت و محدودیت‌های منبع و مخزن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا در رامهرمز. همایش ملی پدافند غیرعامل در بخش کشاورزی. قشم. ایران.
- احیایی، م. و بهبهانی‌زاده، ا. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. وزارت کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب. چاپ اول. تهران. ایران. ۴۲۳ صفحه.
- امانی، ف.، رئیس، 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 ایزوتوبی N15. مجله کشاورزی، ۱۰ (۱): ۹-۲۰.
- حبیبی، م.، مجیدیان، م. و ربیعی، م. ۱۳۹۳. تأثیر عناصر بر، روی و گوگرد بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا (*Brassica napus L.*). مجله به‌زراعی کشاورزی، ۱۶ (۱): ۶۹-۸۴.
- حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۹۶. تنش شوری. اولین همایش اثر تنش‌های محیطی بر گیاهان. تهران.
- راهنما، ع. ا. ۱۳۹۲. مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد و مقاومت نسبی ارقام کلزا در اراضی لب شور خوزستان. نشریه زراعت، پژوهش و سازندگی، ۲۷ (۹۹): ۷۰-۸۰.
- سپهوند، م. ۱۳۸۲. بررسی مصرف مقادیر مختلف سولفور بر عملکرد دانه و کیفیت سویا. سومین کنفرانس ملی توسعه استفاده از مواد بیولوژیکی و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، انتشارات آموزش کشاورزی. کرج، تهران. ۷۴۸ صفحه.
- عزیزی، ع.، مهرپویان، م. و عشقی، ا. ج. ۱۳۹۱. مقایسه و گروه‌بندی ۱۷ ژنوتیپ داخلی و خارجی سویا با استفاده از تجزیه کلاستر. اولین کنفرانس راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. وزارت کشور، تهران.
- کامروا، س.، بابائیان جلودار، ن. و باقری، ن. ۱۳۹۵. بررسی برخی ژنوتیپ‌های سویا (*Glycine max L.*) تحت تنش شوری. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱۸: ۵۷-۶۳.
- کریمی، ف.، بهمنیار، م. ع. و شهابی، م. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد گوگرد و کود دامی بر میزان روغن، پروتئین و برخی اجزای عملکرد کلزا در دو خاک آهکی. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲ (۳): ۷۱-۸۴.
- کریمی‌نیا، آ. و شعبانپور، م. ۱۳۸۲. ارزیابی توان اکسایش گوگرد توسط میکروارگانیسم‌های هتروتروف در خاک‌های مختلف. علوم آب‌و‌خاک، ۱۷ (۱): ۶۸-۷۹.
- کوهکن، ح. محمدی، ع. عالی‌شاه، ع. و هزارجریبی، ا. ۱۳۹۴. مطالعه روابط میان عملکرد و برخی از صفات زراعی لاین‌های خالص سویا با استفاده از تجزیه علیت. پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۲۸: ۲۹-۳۶.
- Anandham, R., Sridar, R., Nalayini, P., Poonguzhali, S., Madhaiyan, M. and Tongmins, A. 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.
- Astolfi, S. and Sabrina, S. 2013. Adequate S supply protects barley plants from adverse effects of salinity stress by increasing thiol contents. Acta Physiology Plant, 35: 175-81.
- Barter, D., Phillips, J. and Chandler, J. 2016. Unequal functional redundancy between the two Arabidopsis thaliana high-affinity sulphate transporters SULTR1; 1 and SULTR1; 2. New Phytology, 180: 608-619.
- Bernstein, L. 2008. Osmotic adjustment of plant to saline media. Dynamic phase. American Journal of Botany, 50: 360-37.
- Bloem, E., Haneklaus, S. and Schnug, E. 2015. Milestones in plant sulfur research on sulfur induced resistance (SIR) in Europe. Plant Science, 5:779- 791.
- Boem, F. H. G., Prystupa, P. and Ferraris, G. 2007. Seed number and yield determination in sulfur deficient soybean crops. Plant Nutrition, 30: 93-102.

- Cao, M. J., Wang, Z., Zhao, Q., Mao, J. L., Speiser, A. and Wirtz, M. 2014. Sulfate availability affects ABA levels and germination response to ABA and salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal*, 77: 604-615.
- Devi, K. N., Singh, L. N. K., Singh, M. S., Singh, S. B. and Singh, K. K. 2012. Influence of sulfur and boron fertilization on yield, quality, nutrient uptake and economics of soybean (*Glycine max*) under upland conditions. *Journal of Agricultural Science*, 4 (4): 421-431.
- FAO, 2011. Food and agriculture organization of the United Nation (FAO), <http://faostat3.fao.org/download>.
- FAO. 2019. Fao statistic deviation, <http://faostat.fao.org>.
- Henrique, S. B., Claudio, G. P. Pinto, R. and Destro, D. 2004. Path analyses under multicollinearity in soybean. *Brazilian archives of Biology and Technology*, 47: 669- 676.
- Iqbal, S., Mahmood, T., Tahira, Ali, M., Anwar, M. and Sarwar, M. 2003. Path coefficient analyses in different genotypes of soybean. *Pakistan Journal Biology Science*, 6 (12): 1085-1087.
- Isler, N. and Caliskan, M. E. 1998. The correlation and path coefficient analysis for yield and some yield components of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in Southeastern Anatolia ecological conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22 (1): 1-10.
- Khan, N. A., Khan, M. I. R., Asgher, M., Fatma, M., Masood, A. and Syeed, S. 2014. Salinity tolerance in plants: revisiting the role of sulfur metabolites. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2: 120-122.
- Kurum, J. L., Ramli, U. S., Tang, M., Quant, P. A., Weselake, R. J. and Fawcett, T. 2013. Regulation and enhancement of lipid accumulation in oil crops: the use of metabolic control analysis for informed genetic manipulation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115: 1239-1246.
- Lin, B. 1998. The changes of fertilizer structure and effectiveness in China. *Scientific and Technology*, 3 (1): 12-27.
- Luo, Q., Yu, B. and Liu. Y. 2009. Differential sensitivity to chloride and sodium ions in seedlings of *Glycine max* and *G. soja* under NaCl stress. *Journal of Plant Physiology*, 162: 1003-1012.
- 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.
- Olson, S. R. and Sommers, L. E. 1990. Phosphorous. In: Page A. L. *Method of soil analysis*. Part 2. 2nd Agron Monoger. ASA, Madison, WI, PP. 403-431.
- Rahnema, A. 2013. Comparison the yield, yield component of canola varieties and relative resistance in south salinity soil of Khouzestan province. *Journal of Applied Crop Research*, 99: 70-80.
- Sattar, A., Cheema, M. A., Wahid, M. A., Saleem, M. F. and Hassan, M. 2011. Interactive effect of sulfur and nitrogen on growth, yield and quality of canola. *Crop and Enviroment*, 2 (1): 32- 37.
- Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtioglu, S. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (21): 4920-4924.
- Singh, J. and Yadava, H. S. 2000. Factors determining seed yield in early generation of soybean. *Crop Research Hisar*, 20: 239-243.
- Tajalli, T., Bagheri, A. R. and Hosseini, M. 2011. Effect of salinity on yield and yield components of five soybeans cultivar. *Journal of Crop Ecophysiology*, 3: 77-90.
- Tunkturk, M. and Ciftci, V. 2007. Relationships between yield and some yield components in soybean (*Glycine max* L.) cultivars by using correlation and path analysis. *Pakistan Journal of Botany*, 39(1): 81-84.
- Verma, C. K., Prasad, K. and Yadava, D. 2012. Studies on response of sulfure, zinc and boron levels on yield, economics and nutrients uptake of mustard (*Brassica napus* L.). *Crop Research*, 44 (1): 75-78.
- Yadegari, M. and Barzegar, R. 2010. Effect of sulfur and thiobacillus on the absorption of nutrients, vegetative growth and essential oil production In *Melissa officinalis* L. *Journal of Herbal Drugs*, 1: 35-40.

Different Levels Effects of Sulfur and Salinity of Irrigation Water on Yield and some Growth Characteristics of Soybean in Greenhouse Conditions

Abedi¹, Z., Najafi Zarrini^{2*}, H., Emadi³, S. M. and Bagheri³, N.

Abstract

In order to investigating the effects of different levels of sulfur and salinity of irrigation water, a 3×3×4 factorial experiment based on randomized complete block design was conducted in 2016-2017, with three replications. Four soybean genotypes (Hill, Dayr, Williams and Ford), in three levels of irrigation water salinity (control, 4 and 8 ds/m) and three levels of sulfur (control, 5 and 10 grams of sulfur powder in each pot) were investigated. The traits of main and sub branch height, number of main and sub branch pods, fresh and dry weight of shoot, 100 seed weight and yield per plant were evaluated. The results of analysis of variance showed that the effect of genotype, sulfur, salinity and sulfur × salinity on all traits, triple interactions effects in all traits except the main branch height, dry weight of shoot and 100 grain weight became significant. Mean comparison showed with increasing salinity, mean of traits and yield in per plant decreased significantly. The highest main and sub branch height, number of pods in main and sub branch, wet and dry weight, 100 seed weight and yield per plant were obtained at the control level of salinity and the second level of sulfur. The highest correlation of yield per plant in control and 4 ds/m salinity was with dry weight trait. Based on the results of mean comparisons with salinity stress, the reduction of traits of main and sub branch height, number of main and sub branch pods, fresh and dry weight of shoot, 100 seed weight and yield per plant in 5 gram of sulfur was lower than 10 gram of sulfur.

Keywords: Height, Soybean, Correlation coefficients, Pod, Grain yield

1, 2 and 3. PhD Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Plant Breeding, Faculty of Crop Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

*: Corresponding author Email: hamidnajafi316@gmail.com

This paper has been extracted from the first author's PhD thesis under the guidance of Hamid Najafi Zarrini.