دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی برخی ژنوتیپ‌های سویا (*Glycine max*) تحت تنش شوری

سمیه کامروا[۱]، نادعلی بابائیان جلودار[۲] و نادعلی باقری[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: kamrava.somaieh@yahoo.com)
۲ و ۳- استاد و استادیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۹

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تولید محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شناسایی گیاهان مقاوم به شوری از جمله سویا، که یکی از گیاهان مهم روغنی محسوب می شود، از اهمیت زیادی برخوردار است. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار درگل‌خانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شوری در ٤ سطح (۳، ۰، ٦ و ۸ دسی زیمنس بر متر) به‌صورت محلول کلرید سدیم و تعداد ۸ ژنوتیپ بود. نتایج نشان داد، اثر ژنوتیپ برای تمامی صفات مورد مطالعه و اثر شوری و اثر متقابل ژنوتیپ و شوری برای تمامی صفات به‌جز صفت تعداد گره در ساقه معنی‌دار شد. با افزایش میزان شوری کاهش معنی‌داری در اغلب صفات مشاهده شد. نتایج به دست آمده موید این نکته است که در شرایط تنش شوری رشد گیاه محدود می‌شود، به‌طوری که در تیمار صفر (شاهد) مقدار محصول تولید شده حداکثر و در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر کمترین مقدار محصول به‌دست آمد. طبق داده‌های حاصل از آنالیز صفات رقم Hill CE متحمل‌ترین رقم به تنش شوری و ارقام Ford و D-240-032 حساس هستند.

واژه‌های کلیدی: شوری، سویا، صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه

مقدمه

حدود ۵۰ درصد زمین‌های زراعی کل دنیا متاثر از شوری است (۲۳). شوری پس از خشکی مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است (۲۳). به‌دلیل قرار داشتن ایران در منطقه آب و هوایی خشک و نیمه خشک نزدیک به ۵۰ درصد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به درجه‌های مختلف با مشکل شوری و قلیایی بودن روبه رو می‌باشند (۱۶). در این مناطق شوری یکی از موانع تولید محصولات زراعی و باغی است (۱۴). برای فائق آمدن بر مشکل شوری می‌توان به اصلاح خاک زهکشی و کنترل آب دست زد. اگرچه این روش‌ها قادر به تقلیل میزان و گسترش خاک‌های شور هستند ولی هزینه‌های مهندسی و مدیریتی آن بالاست. لذا یافتن راهکارهای جدید نیاز می‌باشد. یک نمونه از این استراتژی‌ها شناسایی گیاهان زراعی متحمل به نمک است (۱۷). در کشور ما تولید محصولات زراعی اغلب تحت تاثیر تنش‌های محیطی انجام می‌گیرد و به جز نواحی شمالی کشور در بقیه نقاط آن معمولاً تنش‌های خشکی، شوری، گرما و سرما وجود دارد (۱۰). گیاهان بر اساس عکس‌العمل رشد آن‌ها به غلظت‌های نمک به دو گروه عمده شور پسند و شیرین پسند تقسیم می‌شوند. شور پسندها گیاهان عمده مناطق شور هستند، در حالی که شیرین پسندها قادر به تحمل شوری نمی‌باشند (۱۹). پاسخ رشد گیاهان به شوری پیچیده و متنوع است که وابسته به شدت تنش، رقم، گونه مورد بررسی، مرحله تکوین گیاه و طول مدت تنش می‌باشد (۲۱). گیاهان مقاوم به شوری باید دارای توانایی تنظیم فشار اسمزی به‌وسیله تنظیم اسمزی باشند. گیاهان به استثناء زمانی که شوری خیلی زیاد است، اغلب می‌توانند پتانسیل‌های کاهش یافته را بدون از دست دادن آب تنظیم کنند. تنظیم اسمزی حدود یک بار در روز در گیاهان مشاهده شده است (۳). رشد گیاهان در شرایط تنش شوری ممکن است از راه اسمزی و بر اثر پایین رفتن پتانسیل آب در محیط رشد ریشه یا به دلیل تاثیرات ویژه یون‌ها در فرآیندهای متابولیسمی کاهش یابد و یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد گیاه کاهش سطح برگ است (۶). بنابراین حتی در صورتی که میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکند، میزان رشد به دلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه کاهش خواهد یافت (۲۰). شوری کلرید سدیم بر روند انتقال آب و یون‌ها در گیاهان تاثیر می‌گذارد، به‌طوری که ممکن است تعادل یونی و وضعیت مواد غذایی را در گیاه تغییر دهد (۸). شوری رشد رویشی و زایشی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌شود (۱۲). سویا با نام علمی *Glycine max L. merr* 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 می‌گیرند. سویا از نظر مقاومت به خشکی و شوری در گروه گیاهان حساس قرار می‌گیرد (۵). میانگین عملکرد جهانی سویا ۲/۳ تن در هکتار در سال ۲۰۰۹ می‌باشد، اما بیشتر کشورهای توسعه یافته عملکردی در حد بالای ۴ تن در هکتار دارند. کشت سویا در ایران به منظور 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 به طور متوسط ۲/۲ تن در هکتار است. در حال حاضر استان‌های گلستان و مازندران دارای بیشترین سطح زیر کشت سویا بوده و بیش از ۹۴ درصد محصول کشور در این دو استان تولید می شود. ولی به علت آبیاری نشدن مناسب و به موقع، عملکرد کمی عاید کشاورز می‌شود (۱). بررسی عکس‌العمل فیزیولوژیک سویا در شرایط تنش شوری نشان داد که با افزایش غلظت نمک وزن خشک گیاه، سطح برگ و میزان کلروفیل آن کاهش معنی‌داری داشت (۱۸). هدف این تحقیق بررسی اثر تنش شوری روی صفات مختلف چند ژنوتیپ گیاه سویا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌صورت فاکتوریل با طرح کاملا تصادفی در

سه تکرار در سال ۹۲ انجام گرفت. ژنوتیپ‌های مورد بررسی شامل ۱- Ford ۲- Hill ۳- Dayr ۴- Sahar ۵- Hill CE ۶- 032 ۷- 032-240-B ۸- 032-240-D می‌باشند. بذور ژنوتیپ‌های مورد بررسی از شرکت دانه‌های روغنی استان مازندران تهیه گردید. فاکتورهای این آزمایش شامل ۴ سطح شوری (آب‌هایی با شوری صفر، ۳، ۶ و ۸ دسی زیمنس) که شوری صفر، آب مقطر است و شاهد آزمایش می‌باشد و تعداد ۸ ژنوتیپ بوده است. خاک مورد استفاده در آزمایش دارای بافت لومی رسی با EC= ۱/۷۳ و PH= ۷/۷ می‌باشد. ابتدا بذور را با هیپوکلریت سدیم به مدت ۱۰دقیقه ضد عفونی و سپس به خوبی با آب مقطر شست و شو شدند تا اثر مواد از بین برود. سپس در گلدان‌های پلاستیکی کشت شدند. در کف گلدان‌ها منافذی برای خروج آب اضافی وجود داشت. ته گلدان‌ها مقداری شن ریخته بعد به نسبت مساوی کود حیوانی، خاک و ماسه اضافه شد. بذور در عمق ۵-۳ سانتی‌متری خاک کشت شدند. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای با طول دوره ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند تا مرحله سه برگچه‌ای تمام گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری شدند، از مرحله سه برگچه‌ای به بعد تیمارهای مورد نظر اعمال شد. نحوه اعمال تنش شوری بدین صورت بود که هر سه روز یک مرتبه به اندازه ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه به گلدان‌ها آب با قابلیت هدایت الکتریکی مورد نظر اعمال می‌شد و هر دفعه با نمونه‌برداری از خاک قابلیت هدایت الکتریکی آن کنترل می‌گردید. برای تهیه آب با دزهای مختلف شوری از نمک NaCl و دستگاه EC سنج استفاده شد. هر هفته مرحله رشد گیاه ثبت شد و تا شروع رسیدگی محصول اعمال تنش صورت گرفت. بعد از رسیدگی غلاف‌ها برداشت و صفات، موارد زیر اندازه‌گیری شدند: وزن تر ریشه (گرم)، وزن خشک ریشه (گرم)، طول ریشه (سانتی‌متر)، وزن تر ساقه (گرم)، وزن خشک ساقه (گرم)، طول ساقه (سانتی‌متر)، تعداد گره در ساقه، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه (گرم) و قطر دانه (میلی‌متر). برای اندازه‌گیری صفات، ریشه‌ها را از درون خاک گلدان‌ها بیرون آورده و پس از تمیز کردن آن‌ها ساقه‌ها از ریشه‌ها جدا شد. پس از اندازه‌گیری طول ساقه و طول ریشه با خط کش و شمارش تعداد گره‌های ساقه، وزن تر ساقه و وزن تر ریشه با ترازوی دیجیتال تا دو رقم اعشار برحسب گرم محاسبه شد. نمونه‌های ساقه و ریشه به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا رطوبت آن‌ها کاملا خشک شود. سپس وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه نیز با ترازوی دیجیتال تا دو رقم اعشار بر حسب گرم توزین شدند. صفت قطر دانه از طریق دستگاه کولیس بر حسب میلی‌متر محاسبه شد. آنالیز داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS و Excel و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که ۴ تیمار مختلف شوری از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نسبت به هم دارند. نتایج این بررسی نشان داد که شوری یک عامل محدودکننده در رشد گیاه بوده و باعث موارد زیر شده است: کاهش وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، طول ریشه، طول ساقه، وزن صد دانه، قطر دانه و تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف (جدول ۲).

اثر تنش شوری روی صفات وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین وزن تر ریشه ($\bar{Y}$=۲/۵۹۱) و وزن خشک ریشه ($\bar{Y}$=۰/۹۱۱) متعلق به ژنوتیپ HillCE و کمترین وزن‌تر ریشه ($\bar{Y}$=۱/۲۱۸) و وزن خشک ریشه ($\bar{Y}$=۰/۵۱۵) به ژنوتیپ 032-240-D تعلق داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ برای وزن‌تر ریشه و وزن خشک ریشه نیز معنی‌دار شد و نشان داد که بیشترین وزن‌تر ($\bar{Y}$ =۳/۱۸) و وزن خشک ریشه ($\bar{Y}$ =۱/۱۰) متعلق به ژنوتیپ Hill CE در تیمار صفر و کمترین وزن‌تر ریشه ($\bar{Y}$=۰/۵۲) متعلق به ژنوتیپ Sahar در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین وزن خشک ریشه ($\bar{Y}$ =۰/۲۷) نیز به ژنوتیپ 032-240-D در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر تعلق داشت (جدول ۳). کاهش رشد ریشه و ساقه در شرایط تنش شوری می‌تواند صدمات جبران ناپذیری به عملکرد نهایی گیاه وارد نماید (۲۷). افزایش غلظت نمک در محیط ریشه باعث کاهش تعداد تارهای کشنده و چروکیدگی سطح آن‌ها می‌گردد، این چروکیدگی علاوه بر اثرات مستقیم بر طول ریشه، وزن ریشه، تعداد سرایت باکتری به ریشه، گره‌بندی و فعالیت تثبیت ازت نیز تاثیر منفی داشته است (۲۶). هم‌چنین کاهش وزن تر و خشک ریشه تحت تنش شوری در گیاه سویا از سوی محققان دیگری نیز گزارش شده است (۱۳،۷).

اثر تنش شوری روی صفت طول ریشه

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین مقدار طول ریشه ($\bar{Y}$ = ۳۲/۹۰) متعلق به ژنوتیپ Hill و کمترین ($\bar{Y}$=۱۹/۳۵) به ژنوتیپ 032-240-D تعلق داشت (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ برای طول ریشه نیز معنی‌دار شد و نشان داد که بیشترین طول ریشه ($\bar{Y}$ =۳۷) متعلق به ژنوتیپ Hill در تیمار صفر و ژنوتیپ 032-240-D در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر کمترین طول ریشه ($\bar{Y}$ =۱۲/۱۳) را داشت (جدول ۳). آنچه که سبب کاهش طول ریشه‌چه می‌شود، سمیت حاصل از یک محلول شور است که البته کاهش پتانسیل اسمزی نیز در این پدیده نقش دارد (۴). نتایج این تحقیق با نتایج محققان دیگر که گزارش کردند (۳۰)، میزان تحمل به شوری تا حدود زیادی به سیستم ریشه بستگی دارد و هرچه ریشه دارای توانایی بیشتری برای جذب آب و خروج یون‌های سدیم (Na^+) و کلراید (Cl^-) باشد و دارای سیستم ریشه‌ای گسترده‌تری باشد، مطابقت دارد.

اثر تنش شوری روی صفت وزن تر ساقه و وزن خشک ساقه

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین وزن تر ساقه ($\bar{Y}$ =۲/۴۵۱) و وزن خشک ساقه ($\bar{Y}$ = ۱/۳۷۵) متعلق به ژنوتیپ HillCE و کمترین وزن تر ساقه ($\bar{Y}$ =۱/۱۵۶) و وزن خشک ساقه ($\bar{Y}$ =۰/۵۸۶) متعلق به ژنوتیپ 032- 240- D بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ برای وزن تر و خشک ساقه نشان داد که بین اثرات متقابل ژنوتیپ و شوری تفاوت معنی‌داری وجود دارد و

بیشترین مقدار وزن تر ساقه (Ȳ = ۳/۲۶) و وزن خشک ساقه (Ȳ =۱/۸۷) متعلق به ژنوتیپ‌های HillCE در سطح شوری صفر (شاهد) و کمترین وزن تر (Ȳ =۰/۲۷) متعلق به ژنوتیپ D -032-240 و کمترین وزن خشک ساقه (Ȳ =۰/۲۸) متعلق به ژنوتیپ Ford در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳). افزایش تنش شوری به علت ایجاد سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر زیان بار که سبب اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاهان می‌شود، در نهایت منجر به از بین رفتن و یا کاهش شدید اندام‌های هوایی می‌شود (۹) که با نتایج این بررسی مطابقت دارد. در این مطالعه با افزایش سطح شوری، روند کاهشی در وزن تر و خشک ساقه در هر ۸ رقم مورد بررسی به وجود آمد. کاهش بخش هوایی گیاه از سوی محققان دیگر نیز گزارش شده است (۲۹،۷).

اثر تنش شوری روی صفت ارتفاع اندام هوایی

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد، بیشترین مقدار ارتفاع اندام هوایی (Ȳ =۶۴/۳۹) متعلق به ژنوتیپ ۰۳۲ و کمترین مقدار ارتفاع اندام هوایی (Ȳ =۴۷/۴۹) متعلق به ژنوتیپ Dayr بود. بین ژنوتیپ‌های Hill، Dayr و sahar از لحاظ ارتفاع بوته تفاوت زیادی وجود نداشت. همچنین بین دو ژنوتیپ Ford و D-240-032 نیز تفاوت زیادی وجود نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ برای ارتفاع اندام هوایی نیز معنی‌دار شد و نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (Ȳ =۷۲/۰۶) متعلق به ژنوتیپ 032 در تیمار صفر و ژنوتیپ Ford در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر کمترین ارتفاع بوته (Ȳ =۳۷/۸۰) را داشت (جدول ۳). با افزایش سطوح شوری طول ساقه گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش ارتفاع ساقه گیاه تحت تنش شوری در آزمایش‌های متعددی گزارش شده است (۱۵).

اثر تنش شوری روی صفت تعداد گره در ساقه

مقایسه میانگین تعداد گره در ساقه در بین ژنوتیپ‌های مختلف گیاه سویا از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد گره (Ȳ =۹/۶۶) متعلق به ژنوتیپ Dayr و کمترین تعداد گره (Ȳ =۶/۷۵) مربوط به ژنوتیپ -032-240 D بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تعداد گره در ساقه در سطوح مختلف شوری از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و بین تیمارهای مختلف شوری هم تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد وجود نداشت (جدول ۱). همچنین اثر متقابل ژنوتیپ و شوری نیز برای تعداد گره در ساقه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

اثر تنش شوری روی صفت تعداد کل غلاف‌ها در بوته

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد که ژنوتیپ Sahar دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته (Ȳ=۱۷/۵۰) و ژنوتیپ‌های Ford دارای کمترین تعداد غلاف در بوته (Ȳ=۹/۳۳) بود. بین ارقام Sahar و Hill CE نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ بر تعداد غلاف در بوته نیز معنی‌دار شد و ژنوتیپ Sahar در سطح شوری صفر دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته (Ȳ=۲۹/۳۳) و ژنوتیپ Ford در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر دارای کمترین تعداد غلاف در بوته (Ȳ =۳/۳۳) بود (جدول ۳). در این تحقیق تحت تنش شوری تعداد کل غلاف‌ها در بوته کاهش یافت، کاهش تعداد غلاف در بوته از سوی محققان دیگری نیز گزارش شده است. تنش شوری طول دوره رشد و در نتیجه تعداد غلاف در گیاه را کاهش می‌دهد (۲۴).

اثر تنش شوری روی صفات قطر دانه و وزن صد دانه

مقایسه میانگین برای صفت قطر دانه بین ژنوتیپ‌ها نشان داد که ژنوتیپ Hill CE دارای بیشترین مقدار قطر دانه (Ȳ =۴/۸۳۳) و ژنوتیپ Ford دارای کمترین مقدار قطر دانه (Ȳ=۲/۶۰) بود. همچنین بین ژنوتیپ‌های B-240-032 و D-240-032 تفاوت آماری از لحاظ قطر دانه وجود نداشت و بین ژنوتیپ‌های D-240-032 و Dayr نیز تفاوت آماری معنی‌داری نبود (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ برای قطر دانه نیز معنی‌دار شد و ژنوتیپ Hill CE در سطح شوری صفر دارای بیشترین مقدار قطر دانه (Ȳ =۵/۴۳) و رقم Ford در سطح شوری ۸ دسی زیمنس برمتر دارای کمترین مقدار قطر دانه (Ȳ = ۰) بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها برای صفت وزن صد دانه نشان داد ژنوتیپ Hill CE دارای بیشترین مقدار وزن صد دانه (Ȳ =۱۱/۰۴۱) و ژنوتیپ Ford دارای کمترین وزن صد دانه (Ȳ=۵/۱۶۵) بوده است (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ برای وزن صد دانه نیز معنی‌دار شد و رقم Hill CE در سطح شوری صفر دارای بیشترین مقدار (Ȳ =۱۱/۸۸) و ژنوتیپ Ford در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر دارای کمترین مقدار وزن صد دانه (Ȳ =۰) دیده شد (جدول ۳).

تنش شوری سبب کاهش وزن صد دانه و قطر دانه در گیاه شد. کاهش معنی‌دار وزن و قطر دانه در سطوح بالای شوری ازسوی محققان دیگری گزارش شده است. زمانی که گیاه وارد مرحله رشد زایشی می‌شود، شوری می‌تواند بسیاری از فرآیندهای موثر در حصول عملکرد دانه از جمله وزن و قطر دانه را مختل سازد. اختلال در انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در شرایط تنش باشد. همچنین وزن دانه به مقدار زیادی به وسیله دوره پر شدن دانه تعیین می‌شود (۳۱،۲۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های سویا در سطوح مختلف شوری

Table 1. Variance analysis of different soybean genotypes in different levels of salinity

منابع تنوع	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	تعداد گره در ساقه	تعداد غلاف در بوته	قطر دانه (میلی‌متر)	وزن صد دانه (گرم)
ژنوتیپ	۷	۲/۷۵۱**	۰/۲۵۳**	۲/۳۹۹**	۰/۷۶۹**	۲۶۹/۱۷۱**	۳۸۴/۴۷۶**	۱۰/۶۱۹**	۱۴۲/۵۱۷**	۶/۳۷۱**	۴۳/۲۲۳**
شوری	۳	۱۰/۴۸۴**	۰ /۶۸۵**	۷/۵۹۴**	۳/۱۵۵**	۵۶۹/۷۷۶**	۱۶۵۲/۸۶**	۰/۹۴۴^{ns}	۷۲۸/۴۸۶**	۳۵/۳۳۶**	۷۶/۹۷۹**
ژنوتیپ × شوری	۲۱	۰/۱۰۵**	۰/۰۰۷۳**	۰/۱۴۱**	۰/۰۹۳**	۸/۸۶۲**	۳۵/۳۶۸**	۰/۴۵۲^{ns}	۱۳/۱۲۴**	۰/۶۲۴**	۵/۱۲۶**
خطا	۶۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۰۷۳	۰/۰۵۹	۱/۶۱۴	۰/۲۲۹	۰/۳۱۲	۰/۰۰۷۷	۰/۰۱۶
C.V	–	۲/۲۹۸	۳/۵۷۴	۵/۵۴۰	۲/۷۷۹	۱/۰۰۱۴	۲/۴۰۵	۵/۶۷۸	۴/۰۸۴	۲/۵۸۶	۱/۵۱۴

* و **: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد ns: معنی‌دار نیست.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سویا تحت تنش شوری

Table 2. Comparison of average effects of soybean genotypes studied under salt stress

صفات / ژنوتیپ	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	طول ریشه	طول ساقه	تعداد گره در ساقه	تعداد غلاف در بوته	قطر دانه	وزن صد دانه
Ford	۱/۴۶۹^{f}	۰/۶۲۶^{f}	۱/۴۵۲^{d}	۰/۸۵۳^{f}	۲۲/۲۵۸^{e}	۵۵/۱۸۸^{b}	۸/۴۱۶^{c}	۹/۳۳۳^{f}	۲/۶۰۰^{g}	۵/۱۶۵^{h}
Hill	۲/۰۴۲^{c}	۰/۸۳۵^{c}	۱/۹۱۵^{c}	۱/۱۲۵^{c}	۳۲/۹۰۰^{a}	۴۸/۲۰۰^{e}	۹/۰۸۳^{b}	۱۵/۴۱۶^{c}	۳/۹۹۱^{b}	۸/۷۸۵^{d}
Dayr	۱/۹۳۵^{d}	۰/۷۸۲^{d}	۱/۴۴۱^{d}	۰/۹۷۱^{d}	۲۶/۶۳۳^{c}	۴۷/۴۹۱^{e}	۹/۶۶۶^{a}	۱۷/۵۰۰^{a}	۳/۱۰۸^{e}	۸/۶۴۹^{e}
Sahar	۱/۶۴۰^{e}	۰/۶۸۸^{e}	۱/۴۶۲^{d}	۰/۹۴۹^{e}	۲۳/۲۰۸^{d}	۴۸/۳۳۳^{e}	۸/۱۶۶^{c}	۱۷/۳۳۳^{ab}	۲/۷۱۶^{f}	۶/۱۱۹^{g}
HillCE	۲/۵۹۱^{a}	۰/۹۱۱^{a}	۲/۴۵۱^{a}	۱/۳۷۵^{a}	۲۸/۳۴۱^{b}	۵۲/۰۷۵^{c}	۹/۳۳۳^{ab}	۱۶/۹۱۶^{b}	۴/۸۳۳^{a}	۱۱/۰۴۱^{a}
032	۲/۲۲۹^{b}	۰/۸۶۹^{b}	۲/۰۳^{b}	۱/۱۸۰^{b}	۲۱/۶۵۰^{f}	۶۴/۳۹۱^{a}	۸/۱۶۶^{c}	۱۳/۱۶۶^{d}	۳/۵۵۰^{c}	۹/۸۴۲^{b}
032-B	۱/۳۰۵^{g}	۰/۵۷۵^{g}	۱/۲۲۲^{e}	۰/۷۳۵^{g}	۱۹/۷۸۳^{g}	۵۶/۱۳۱^{b}	۷/۷۵۰^{d}	۱۰/۹۱۶^{e}	۳/۱۹۱^{d}	۸/۹۳۵^{c}
032-D	۱/۲۱۸^{h}	۰/۵۱۵^{h}	۱/۱۵۶^{e}	۰/۵۸۶^{h}	۱۹/۳۵۸^{h}	۵۰/۸۸۳^{d}	۶/۷۵۰^{e}	۹/۵۸۳^{f}	۳/۱۶۶^{ed}	۸/۳۴۰^{f}
سطوح شوری										
صفر (شاهد)	۲/۶۶۴^{a}	۰/۹۴۳^{a}	۲/۳۶۵^{a}	۱/۴۸۸^{a}	۲۹/۹۱۶^{a}	۶۱/۴۲۴^{a}	۸/۷۰۸^{a}	۲۰/۹۱۶^{a}	۴/۸۲۵^{a}	۱۰/۷۵۲^{a}
ds۳	۱/۹۶۱^{b}	۰/۷۵۷^{b}	۱/۷۵۱^{b}	۰/۹۳۷^{b}	۲۶/۱۶۶^{b}	۵۶/۲۶۶^{b}	۸/۳۷۵^{b}	۱۵/۰۰^{b}	۳/۸۲۰^{b}	۸/۵۰۰^{b}
ds۶	۱/۴۱۳^{c}	۰/۶۵۴^{c}	۱/۳۹۱^{c}	۰/۸۰۲^{c}	۲۲/۳۸۷^{c}	۵۰/۰۵۰^{c}	۸/۲۹۱^{b}	۱۰/۷۵۰^{c}	۲/۹۵۰^{c}	۷/۶۶۹^{c}
ds۸	۱/۱۷۶^{d}	۰/۵۴۶^{d}	۱/۰۵۱^{d}	۰/۶۵۹^{d}	۱۸/۵۹۵^{d}	۴۲/۵۶۶^{d}	۸/۲۹۱^{b}	۸/۴۱۶^{d}	۳/۹۸۱^{d}	۶/۵۱۶^{d}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ در ژنوتیپ‌های مختلف سویا

Table 3. The interaction between salinity and genotype on different soybean genotypes

اثرات متقابل	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	طول ریشه	طول ساقه	تعداد گره در ساقه	تعداد غلاف در بوته	قطر دانه	وزن صد دانه
N1K1	۲/۵۳^{e}	۰/۸۲^{fgh}	۲/۶۵^{c}	۱/۸۷^{a}	۲۹/۱۰^{g}	۶۴/۹۶^{c}	۹/۰۰^{bc}	۱۸/۶۶^{ef}	۴/۶۶^{e}	۱۱/۱۴^{b}
N1K2	۱/۷۰^{i}	۰/۳۶^{imn}	۱/۳۷^{jk}	۰/۷۷^{n}	۲۳/۴۶^{k}	۶۱/۷۳^{d}	۸/۶۶^{cde}	۱۰/۳۳^{n}	۳/۲۳^{k}	۵/۱۶^{q}
N1K3	۰/۹۶^{m}	۰/۵۲^{qr}	۱/۰۹^{l}	۰/۴۸^{qr}	۱۹/۴۰^{p}	۵۵/۹۳^{er}	۸/۳۳^{der}	۵/۰۰^{pq}	۲/۵۰^{n}	۴/۳۵^{r}
N1K4	۰/۶۷^{p}	۰/۵۲^{qr}	۰/۶۹^{n}	۰/۲۸^{t}	۱۷/۰۶^{s}	۳۷/۸۰^{p}	۷/۶۶^{fg}	۳/۳۳^{r}	۰/۰۰^{t}	۰/۰۰^{t}
N2K1	۲/۹۰^{b}	۱/۰۴^{bc}	۲/۲۹^{d}	۱/۴۹^{d}	۳۷/۰۰^{a}	۵۳/۶۰^{gh}	۹/۶۶^{ab}	۲۰/۶۶^{c}	۵/۰۰^{b}	۱۰/۵۳^{de}
N2K2	۲/۲۰^{e}	۰/۸۹^{e}	۲/۱۰^{e}	۱/۰۱^{l}	۳۳/۰۶^{c}	۵۰/۹۳^{ij}	۹/۰۰^{bc}	۱۴/۶۶^{ij}	۴/۳۳^{f}	۹/۱۷^{i}
N2K3	۱/۵۶^{jl}	۰/۷۵^{l}	۱/۸۶^{f}	۱/۰۰^{ij}	۳۲/۰۰^{d}	۴۷/۲۶^{k}	۸/۳۳^{der}	۱۳/۰۰^{im}	۳/۷۰^{l}	۸/۲۱^{l}
N2K4	۱/۴۹^{k}	۰/۶۵^{kl}	۱/۴۰^{j}	۰/۹۸^{ij}	۲۹/۵۳^{f}	۴۱/۰۰^{mn}	۹/۳۳^{abc}	۱۰/۶۶^{n}	۲/۹۳^{m}	۷/۲۲^{no}
N3K1	۲/۸۱^{c}	۱/۰۱^{c}	۱/۹۹^{e}	۱/۳۶^{e}	۳۵/۰۳^{b}	۵۴/۵۰^{fg}	۱۰/۰۰^{a}	۲۴/۳۳^{b}	۴/۴۳^{f}	۱۰/۵۱^{de}
N3K2	۱/۹۸^{g}	۰/۸۵^{f}	۱/۵۵^{i}	۰/۹۶^{l}	۲۷/۲۶^{n}	۵۱/۰۳^{ij}	۹/۶۶^{ab}	۱۹/۳۳^{de}	۳/۵۶^{l}	۸/۸۲^{j}
N3K3	۱/۵۴^{jk}	۰/۶۴^{mm}	۱/۲۶^{k}	۰/۸۹^{k}	۲۵/۰۶^{l}	۴۴/۰۳^{l}	۹/۶۶^{ab}	۱۴/۰۰^{jk}	۲/۵۰^{n}	۸/۲۱^{l}
N3K4	۱/۳۹^{l}	۰/۶۱^{mno}	۰/۹۶^{i}	۰/۶۶^{o}	۱۹/۱۶^{p}	۴۰/۴۰^{no}	۹/۳۳^{abc}	۱۲/۳۳^{m}	۱/۹۳^{o}	۷/۰۴^{o}
N4K1	۲/۸۳^{c}	۰/۹۵^{d}	۲/۲۸^{d}	۱/۶۴^{bc}	۲۹/۰۰^{g}	۵۶/۶۶^{e}	۸/۰۰^{er}	۲۹/۳۳^{a}	۴/۶۳^{e}	۹/۸۵^{g}
N4K2	۱/۵۹^{g}	۰/۶۵^{kl}	۱/۴۷^{ij}	۰/۸۵^{l}	۲۷/۳۳^{n}	۵۲/۱۰^{m}	۸/۳۳^{der}	۱۷/۶۶^{g}	۳/۰۶^{l}	۶/۲۳^{p}
N4K3	۰/۹۷^{m}	۰/۶۲^{imn}	۱/۲۶^{k}	۰/۷۹^{mn}	۲۰/۵۳^{n}	۴۳/۹۳^{l}	۸/۰۰^{er}	۱۳/۳۳^{kl}	۲/۰۳^{o}	۴/۳۶^{r}
N4K4	۰/۸۰^{o}	۰/۵۲^{qr}	۰/۸۳^{m}	۰/۵۱^{qp}	۱۵/۵۶^{t}	۴۰/۶۳^{no}	۸/۳۳^{der}	۹/۰۰^{o}	۱/۱۳^{q}	۴/۰۲^{s}
N5K1	۳/۱۸^{a}	۱/۱۰^{a}	۳/۲۶^{a}	۱/۶۷^{b}	۳۱/۷۰^{d}	۵۷/۷۳^{e}	۱۰/۰۰^{a}	۱۹/۶۶^{d}	۵/۴۳^{a}	۱۱/۸۸^{a}
N5K2	۲/۶۹^{d}	۰/۹۱^{de}	۲/۹۵^{b}	۱/۳۱^{f}	۳۰/۶۶^{e}	۵۴/۷۳^{fg}	۹/۳۳^{abc}	۱۸/۳۳^{fg}	۵/۰۶^{b}	۱۱/۲۰^{b}
N5K3	۲/۵۵^{e}	۰/۸۲^{fgh}	۲/۰۰^{e}	۱/۲۸^{f}	۲۶/۰۰^{i}	۴۹/۹۰^{j}	۹/۳۳^{abc}	۱۵/۳۳^{hi}	۴/۷۳^{de}	۱۰/۹۵^{c}
N5K4	۱/۹۴^{g}	۰/۸۰^{n}	۱/۶۰^{hi}	۱/۲۴^{g}	۲۵/۰۰^{j}	۴۵/۹۳^{k}	۸/۶۶^{cde}	۱۴/۳۳^{j}	۴/۱۰^{g}	۱۰/۱۲^{f}
N6K1	۲/۹۱^{b}	۱/۰۶^{b}	۱/۹۰^{b}	۱/۶۲^{c}	۲۵/۸۳^{i}	۷۲/۰۶^{a}	۸/۰۰^{er}	۱۸/۰۰^{er}	۴/۷۳^{de}	۱۰/۹۷^{c}
N6K2	۲/۲۰^{f}	۰/۹۱^{de}	۲/۰۱^{e}	۱/۱۰^{n}	۲۲/۸۳^{i}	۶۸/۵۶^{b}	۷/۶۶^{fg}	۱۵/۶۶^{n}	۳/۹۶^{n}	۹/۹۶^{fg}
N6K3	۱/۹۹^{g}	۰/۸۰^{gh}	۱/۶۰^{hi}	۱/۰۱^{l}	۲۰/۰۳^{o}	۶۲/۹۶^{d}	۸/۶۶^{cde}	۱۰/۶۶^{n}	۳/۱۰^{i}	۹/۳۶^{n}
N6K4	۱/۸۱^{h}	۰/۶۹^{jk}	۱/۶۱^{hi}	۰/۹۹^{ij}	۱۷/۹۰^{r}	۵۳/۹۶^{gh}	۸/۳۳^{der}	۸/۳۳^{o}	۲/۴۰^{n}	۹/۰۷^{i}
N7K1	۲/۱۵^{f}	۰/۸۴^{fg}	۱/۷۱^{gh}	۱/۲۲^{g}	۲۵/۶۶^{i}	۶۵/۹۶^{c}	۸/۰۰^{er}	۱۷/۶۶^{g}	۴/۸۶^{c}	۱۰/۴۶^{e}
N7K2	۱/۵۴^{jk}	۰/۶۰^{no}	۱/۳۶^{jk}	۰/۸۲^{im}	۲۲/۶۳^{i}	۶۳/۰۶^{d}	۷/۶۶^{fg}	۱۲/۶۶^{im}	۳/۶۶^{ij}	۹/۱۸^{i}
N7K3	۰/۸۸^{n}	۰/۵۵^{qp}	۱/۰۶^{l}	۰/۵۲^{p}	۱۸/۴۳^{q}	۵۳/۶۳^{gh}	۷/۶۶^{fg}	۸/۶۶^{o}	۲/۵۰^{n}	۸/۵۳^{k}
N7K4	۰/۶۴^{p}	۳۰^{s}	۰/۷۴^{mn}	۰/۳۷^{s}	۱۲/۴۰^{u}	۴۱/۸۶^{mn}	۷/۶۶^{fg}	۴/۶۶^{q}	۱/۷۳^{p}	۷/۵۶^{m}
N8K1	۱/۹۹^{g}	۰/۷۰^{j}	۱/۸۳^{fg}	۱/۰۱^{l}	۲۶/۰۰^{i}	۶۵/۹۰^{c}	۷/۰۰^{gh}	۱۸/۶۶^{er}	۴/۸۳^{cd}	۱۰/۶۶^{d}
N8K2	۱/۴۱^{i}	۰/۵۷^{op}	۱/۲۴^{k}	۰/۶۵^{o}	۲۲/۰۶^{m}	۵۵/۹۶^{er}	۶/۶۶^{h}	۱۰/۳۳^{n}	۳/۶۶^{ij}	۸/۲۵^{i}
N8K3	۰/۸۴^{no}	۰/۵۱^{r}	۰/۹۹^{l}	۰/۴۴^{r}	۱۷/۲۳^{s}	۴۲/۷۳^{l}	۶/۳۳^{h}	۵/۶۶^{p}	۲/۵۳^{n}	۷/۳۶^{n}
N8K4	۰/۶۵^{p}	۰/۲۷^{s}	۰/۵۵^{o}	۰/۲۳^{u}	۱۲/۱۳^{u}	۳۸/۹۳^{op}	۷/۰۰^{gh}	۳/۶۶^{r}	۱/۶۳^{p}	۷/۰۸^{o}

N ژنوتیپ و K سطوح مختلف شوری می‌باشد. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

1. Akbari Nodehi, D. 2011. Determination of sensitivity to water stress at different growth stages of soybean spring in Iran. Journal of soil and water conservation, 54 pp.
2. Akhani, H. and M. Ghorbanli. 1993. A contribution to the halophytic vegrtation and flora of Iran, *In*: H. Lieth and A. Al-Masoom (*eds*), towards the rational use of high salinity tolerant plants. pp: 35-44, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
3. Ashraf, M., N. Mukhtar, S. Rehman and E.S. Rha. 2004. Salt induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop`s weed (*Ammi majus* L.). Photosynthetica, 42: 543-550.
4. Belis, G.M. 1973. Significance of path coefficient analysis determining the nature of character association. Euphytica, 22: 338-343.
5. Bernstein, L. 1963. Osmotic adjustment of plant to saline media. Dynamic phase. American Journal of Botany, 50: 360-37.
6. Cicek, N. and H. Cakirlar. 2008. Effect of salt stress on some physiological and photosynthetic parameters at three different temperatures in six soyabean (*Glycinemax*L.Merr.) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, 194: 34-46.
7. Dadras, N., H. Besharati and S. Ketabchi. 2012. Effects of salt stress induced by sodium chloride on growth and biological nitrogen fixation in soybean cultivars. Journal of Soil, 26: 141-137.
8. Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annual Review of Plant Biology, 31: 149-190.
9. Gorham, J. 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes. *In:* Halophytes and Biosaline Agriculture, 33 pp.
10. Graceful, R. and E. Asadi Rahmani. 2011. Effect of salinity on nitrogen fixation in Rhizobium symbiosis with soybean. Journal of Salt, 1: 62.
11. Hosseini, H. and C. Rezvani Moghaddam. 2006. Effects of salinity and dryness on germination. Journal of agricultural research, 4: 15-21.
12. Hasni, I., H. Ben Ahmed, E. Bizid, A. Raies, G. Samson and E. Zid. 2009. Physiological characteristics of salt tolerance in fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.). The Proceedings of International Plant Nutrition Colloquium XVI, UC Davis, 7: 122-128.
13. Hare Rostami, M., S. Galeshi, A. Soltani and E. Zeinali. 2004. Effect of salinity (NaCl) on growth and nitrogen fixation in 11 soybean varieties. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. Eleventh year, 2: 180-176.
14. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 27: 47-59.
15. Lazof, M. and S. Berenstin. 1998. Relative salt tolerance of eight wheat cultivars. Agrochemia, 33: 1-13.
16. Magistrate, N., H. Evangelical and C. Ktably. 2012. Effects of salt stress induced by sodium chloride on growth and biological nitrogen fixation in soybean cultivars, 26: 131-137.
17. Mir Mohammad, S. and B. Nagorno Yazy. 1381. Plant physiology and breeding aspects of salinity. University of Technology, 18: 66-69.
18. Matlabi Azar, A.M., J. Adeli and V. Jafari. 2000. The effect of different concentrations of NaCl on callus induction and regeneration of alfalfa varieties. Journal of Agricultural Science, 4: 17-25.
19. Maftoun, M. and A.R. Sepaskhan. 1989. Relative salt tolerance of eight wheat cultivars Agrochemia, 33: 1-13.
20. Munns, R., S. Husain, R.A. Rivelli, A.R. James, A.G. Condon, P.M. Lindsay, S.E. Lagudah, P.D. Schachtman and A.R. Hare. 2002. Avenues for increasing salt tolerance crapsand the role of physiology based selection traits. Plant and Soil, 247: 93-105.
21. Munns, R. and J.B. Passioura. 1984. Effect of Prolonged exposure to NaCl on the osmotic pressure of leaf xylem sap from intact, transpiring barley Nalcolm and A. Aamdy. Marcel Dekker. Inc., 30-53.
22. Munns, R. and R. Weir. 1981. Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongation expanded zones of wheat leaves during moderate water deficits at two light levels. Australian Journal of Agricultural Research, 8: 93-105.
23. Najafi, H. and M. Mirmasumi. 1999. Investigate the physiological reactions of soybean in saline conditions. Science and Agricultural Industries, 1: 34-39.
24. Parandeh, S., G. Zamani, S. Bhamyn and A. Fathi, 2012. Effect of sodium chloride on yield and yield components under salt stress. First National Conference on Sustainable Development, 4: 117-121.
25. Phang, T., G. Shao and L. Hon-Ming. 2008. Salt Tolerance in Soybean. Journal of Integrative Plant Biology, 50: 1196-1212.
26. Pessarakli, M. 1995. Hand book of plant and crop physiology. Public. Narcel Dekker. Inc. 223-242.
27. Shannon, M.C. 1986. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. *In*: Staples R.C. and G.H. Toenniessn (*eds*). Salinity tolerance in Plants. John Wiley and Sons, 10: 231-252.
28. Turner, N.S. 1981. Crop water deficits. A decade of progress. Advance in Agronomy, 39: 131-136.
29. Tester, M. and R. Devenport. 2003. Na tolerance Na transport in higher plants. Annals of Botany, 91: 503-527.
30. Turner, N.S. 1986. Crop water deficits. A decade of progress. Advance in Agronomy, 39: 131-136.
31. Zidan, M.A. and A.A. Malibari. 1993. The role of K in alleviating stress affecting growth and some organic and mineral components of wheat. Fars Gulf. Journal of Scientific Research, 11: 201-208.

Evaluation of Some Soybean Genotypes (Glycine max) under Salt Stress

Somaieh Kamrava[1], Nadali Babaeian Jelodar[2] and Nadali Bagheri[3]

1- M.Sc. Student, Sari Agriculture Sciences and Natural Resource University
(Corresponding author: kamrava.somaieh@yahoo.com)
2 and 3- Professor and Associate Professor, Sari Agriculture Sciences and Natural Resource University
Received: August 13, 2014 Accepted: November 10, 2014

Abstract

Salinity is one of the most important environmental stresses that can affect crop yields. Identification of salt tolerant plants such as soybean, one of the most important oilseed crops, has a great importance. For this purpose, a factorial experiment in the completely randomized design with three replications was performed in the Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University's greenhouse. Salinity treatments consisted of four levels: zero (control),3, 6 and 8 dS/m Sodium Chloride (NaCl) solution and genotype the number 8. Results were showed that genotypes, salinity and interaction of genotypes and salinity for all traits the number of nodes per component were significant. And significant decrease with increasing salinity was observed in most of the characteristics. The results referred to the fact that the plant growth was restricted in salinity stress conditions, as the control treatment produced maximum and the salinity treatment with 8 dS/m NaCl produced minimum yield. According to data obtained from the analysis of the traits, Hill CE is the most tolerant variety and Ford and 032-240-D are sensitive varieties.

Keywords: Morphological traits, Salinity, Seed yield, Soybean