نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۳ ، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص ۴۸۸-۴۸۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 3, July – Aug. 2010, p. 481-488

بررسی تأثیر سطوح شوری و سیلیسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.)

زینب رحیمی[1*]- محمد کافی[2]- احمد نظامی[3] - حمید رضا خزاعی[4]

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر شوری و سیلیسیم بر اجزای عملکرد گیاه خرفه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار سطح شوری (۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ دسی زیمنس بر متر) و دو سطح سیلیسیم (کاربرد (یک میلی مولار سیلیکات سدیم) و عدم کاربرد) با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در تابستان سال ۱۳۸۷ انجام شد. نتایج نشان داد که هر چند اجزای عملکرد به طور معنی داری تحت تأثیر شوری قرار گرفتند ولی تأثیر شوری روی آن‌ها متفاوت بود، به طوری که تعداد کپسول در بوته کمتر از سایر اجزای عملکرد دانه (تعداد دانه، وزن هزار دانه و وزن کل دانه انشعابات) تحت تأثیر قرار گرفت. کاربرد سیلیسیم در وزن کل دانه انشعابات و همچنین عملکرد کل دانه اثر مثبت معنی داری نشان داد، لیکن در وزن خشک برگ و ساقه اثر معنی داری نداشت. تعداد کپسول در ساقه اصلی، وزن کل دانه در انشعابات و عملکرد دانه در تیمارهای اثر متقابل شوری و سیلیسیم تفاوت معنی داری نشان دادند و در تیمار شاهد با کاربرد سیلیسیم بیشترین مقدار به دست آمد، در واقع افزایش سیلیسیم به محیط رشد گیاه خرفه باعث افزایش عملکرد دانه شده است. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد گیاه خرفه این پتانسیل را داراست که به عنوان یک گیاه دارویی و همچنین سبزی و حتی علوفه در مناطق دارای منابع آب و خاک شور مورد توجه قرار گیرد. همچنین می‌توان از سیلیسیم به عنوان یک عنصر مفید در افزایش عملکرد گیاهان زراعی و همچنین افزایش مقاومت آن‌ها به تنش‌های محیطی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: انشعابات، کپسول، هزار دانه، وزن خشک

مقدمه

امروزه بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از زمین‌های جهان (۳۴)، ۲۰٪ از زمین‌های کشاورزی و بیش از نیمی از اراضی تحت کشت آبی تحت تأثیر شوری قرار دارد (۳۷). ایران دارای مناطق وسیع شور بوده و تقریبا ۳۳ میلیون هکتار (۱۵٪) از عرصه کشور که در مناطق خشک و نیمه خشک و در نواحی ساحلی قرار دارند، دارای خاک شور و قلیایی هستند. شوری در اراضی کشاورزی بسیار گسترده‌تربوده و ۵۵٪ زمین‌های زراعی کشور از شوری متاثرند (۱۸).

سیلیسیم دومین عنصر معدنی در خاک پس از اکسیژن است و تقریبا ۳۱٪ پوسته زمین را اشغال کرده است (۱۰). اگر چه سیلیسیم عنصر ضروری برای اکثر گیاهان محسوب نمی‌شود، ولی اثرات سودمندی بر رشد گیاه دارد (۲۰)، هر چند درباره نقش سیلیسیم در بیولوژی گیاه هنوز اطلاعات زیادی به دست نیامده است (۲۰). اثرات مفید سیلیسیم نه فقط در گرامینه‌ها دیده شده است، بلکه به نظر می رسد گونه‌های دو لپه زیادی به کاربرد سیلیسیم پاسخ مثبت نشان دهند (۲۰). از جمله اثرات مفید سیلیسیم بر روی گیاه، کاهش اثرات مضر آلومینیوم و سمیت منگنز (۱۵) و بهبود کارایی مصرف آب می باشد (۲۱). این عنصر همچنین مقاومت گیاه را به آفات و بیماری‌ها و سایر تنش‌ها افزایش می‌دهد (۲۰). اپیستین گزارش کرده است که از اثرات مثبت سیلیسیم ممکن است تسکین خطر شوری در گیاهان باشد (۱۰). با این وجود گزارشات مربوط به اثرات متقابل شوری و سیلیسیم بر روی گیاهان بسیار محدود می‌باشند. لیانگ (۲۳) اثرات متقابل شوری و سیلیسیم را در جو آزمایش و گزارش کرد که سیلیسیم تجمع سدیم در گیاه را کاهش می‌دهد. در گیاه پوکسینلیا

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، استاد و دانشیاران گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: zrahimi2007@yahoo.com)

دستنس[1] سیلیسیم سبب افزایش وزن خشک بخش هوایی و وزن خشک کل گیاهان شد (۱). در لوبیا سیلیسیم تا حدی باعث افزایش وزن خشک ساقه و سطح برگ شد (۴۲). در جو سیلیسیم سبب افزایش پتاسیم در ساقه و افزایش فعالیت ATP آز گردید (۲۳).

شوری باعث تجمع یون سدیم در بخش هوایی و به خصوص در ریشه می‌گردد، اما تغذیه گیاه با سیلیسیم موجب کاهش غلظت این یون در بافت‌ها می‌شود. مارسنر (۲۶) گزارش کرده است که چون بخش زیادی از سدیم از طریق غیر فعال توسط گیاهان جذب می‌شود و فرآیند جذب آن متاثر از جریان تعرق می‌باشد، در نتیجه کاهش جذب سدیم می‌تواند ناشی از تأثیر سیلیسیم روی میزان تعرق باشد. همچنین صعود شیره خام حاوی این یون‌ها در آوند چوبی به میزان جذب و صعود آب و جریان تعرق بستگی دارد که با تغذیه سیلیسیم کم می‌شود (۲۶). راه دیگر تأثیر سیلیسیم در گیاهان نقش احتمالی آن در پایدار نمودن غشاهای سلولی است که توسط لیانگ و همکاران گزارش شده است (۲۵).

خرفه[2] گیاهی چهار کربنه یکساله از خانواده Portulacaceae می‌باشد (۸). این گیاه به سهولت در خاک‌هایی که ممکن است اسیدی یا شور باشند رشد می‌کند و به این دلیل در لیست گیاهان هالوفیت نیز قرار گرفته است (۷). با توجه به این که خرفه تحمل مطلوبی به کلرید سدیم دارد، پیشنهاد شده است که به عنوان گیاهی که می‌تواند از آب‌های زهکشی نه فقط برای زنده ماندن و استفاده از آب، بلکه به عنوان سبزی و گیاه روغنی نیز استفاده نمود (۱۴). دانه های خرفه دارای ۲۱٪ پروتئین و ۲۰٪ روغن می‌باشند که بخش عمده آن از دو اسید آمینه اسید لینولئیک (۴۶٪) و اسید لینولنیک (۳۱٪) تشکیل شده است (۳۵). ساقه‌های این گیاه غنی از اسیدهای چرب امگا سه، آلفا توکوفرول، اسکوربیک اسید، بتاکاروتن و گلوتاتیون می‌باشد (۳۲). این گیاه یک منبع عالی برای آنتی اکسیدان‌ها مانند ویتامین‌های آ، ث و ای و بتا کاروتن می‌باشد و توانایی خنثی کردن رادیکال‌های آزاد را دارا بوده و پتانسیل جلوگیری از بیماری‌های قلبی- عروقی، سرطان و بیماری‌های عفونی را دارا می‌باشد (۲۵). با توجه به تحمل خرفه به شرایط شور، این گیاه را به عنوان یک هالوفیت نوید بخش برای استفاده درکشاورزی شور معرفی می‌کند، هر چند تقریبا مطالعه ای روی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی آن در تحمل به شوری انجام نشده است (۳۹).

با توجه به روند افزایشی توسعه اراضی شور و کمبود منابع آب مطلوب برای تولید محصولات زراعی متداول و روی آوردن جوامع به طب گیاهی، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری که در شرایط تنش پایدار بوده و عملکرد معقولی در شرایط آبیاری با آب‌های شور داشته باشند از استراتژی‌های مناسب برای مقابله با شوری و یکی از روش‌های مؤثر در بهره برداری بهینه از منابع آب و خاک شور می باشد (۸). از آنجا که تاکنون مطالعه مستندی مبنی بر تأثیر سطوح مختلف شوری و همچنین اثر تعدیل کنندگی سیلیسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه خرفه صورت نگرفته است، لذا این آزمایش بر روی این گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سطوح شوری و اثر تعدیل کنندگی سیلیسیم در عملکرد گیاه خرفه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی با دو فاکتور شوری و سیلیسیم و با سه تکرار در تابستان ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. سطوح شوری شامل صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ دسی زیمنس بر متر بوده که با استفاده ازکلرید سدیم خالص تهیه شد و سطوح سیلیسیم در دو سطح کاربرد (یک میلی مولار سیلیکات سدیم) و عدم کاربردآن اعمال شدند (۱۸). محیط کشت جعبه‌هایی با طول و عرض ۶۰ × ۴۰ و با ارتفاع ۳۰ سانتی متر بود که با ماسه دارای قطر حدود دو میلی متری، کاملا شسته شده پر شدند. بذور خرفه توده بومی مشهد از یکی از عطاری‌های معتبر مشهد خریداری و با محلول وایتکس ۵٪ به مدت دو دقیقه ضد عفونی شدند و با تراکم اولیه ۴۸ بوته در هر جعبه در روی ۴ ردیف با فاصله ۱۰ سانتی متری از یکدیگر کشت شدند. دمای هوای گلخانه در ۳۵-۳۰ درجه سانتی گراد که طبق قوانین ایستا دمای اپتیمم رشد گیاه خرفه می‌باشد، ثابت نگه داشته شد (۱۷). تغذیه گیاهان با محلول هوگلند در سه نوبت در روز با پمپ و سیستم آبیاری قطره ای انجام می‌گرفت و برای جلوگیری از اعمال شوک مواد غذایی، از مرحله چهار برگی به تدریج ابتدا به مدت یک هفته با نصف غلظت و سپس با غلظت کامل محلول هوگلند صورت گرفت. در هر روز آب کاهش یافته بر اثر تبخیر و تعرق گیاهان و از سطح جعبه‌ها نیز جایگزین می‌شد. همچنین pH محلول هوگلند در مقدار ۶/۴ ثابت نگه داشته شد (۱). تیمار شوری نیز برای جلوگیری از شوک اسمزی به گیاهان به تدریج از مرحله هشت برگی اعمال شد. سیلیسیم نیز یک هفته پس از اعمال تیمار کامل شوری با غلظت (یک میلی مولار) با استفاده از سیلیکات سدیم (Na_2SiO_3) همراه با محلول غذایی اعمال شد (۳۶). محلول غذایی هر دو هفته یکبار تعویض می‌شد و این روند تا پایان فصل رشد که ۱۱۰ روز به طول انجامید ادامه داشت.

در نهایت اجزای عملکرد و همچنین وزن خشک برگ و ساقه‌ها اندازه گیری شده و در معرض تجزیه آماری قرار گرفتند. عملکرد دانه با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد:

1- *Puccinellia distans*
2- *Portulaca oleracea* L.

$$Y= (n \times Np \times Ns \times Ws) + Wb \quad \text{(معادله ۱)}$$

که در آن Y، عملکرد دانه ($g\ m^{-2}$)، n، تعداد بوته در متر مربع، Np، تعداد کپسول در ساقه اصلی، Ns، تعداد دانه در کپسول در ساقه اصلی، Ws، وزن هزار دانه (g)، و Wb، وزن دانه کل انشعابات ($g\ m^{-2}$) می‌باشند.

برای تعیین اجزای عملکرد نصف سطح هر جعبه (۰/۱۲ متر مربع) که شامل ۲۴ بوته بود، برداشت شد.

با توجه به اینکه اثرات منفی شوری ممکن است در شاخه‌های فرعی بیش از ساقه اصلی باشد به منظور تفکیک تأثیر شوری بر روی اجزای عملکرد دانه، عملکرد ساقه اصلی و انشعابات جداگانه اندازه گیری شد.

آنالیز داده‌ها با نرم افزار MINITAB (Ver. 14.0) انجام و ضرایب همبستگی با نرم افزار JMP محاسبه شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که با افزایش شوری همه اجزای عملکرد به طور معنی داری ($P < 0/05$) تحت تأثیر قرار گرفتند (جدول ۱)، لیکن شوری بر روی آن‌ها تأثیر یکسانی نداشت. عملکرد دانه نیز هم در ساقه اصلی و هم در انشعابات و به تبع آن عملکرد کل به شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفتند و با افزایش شوری عملکرد کاهش یافت (جدول ۲). وزن هزار دانه نیز با اعمال شوری کاهش یافت ولی در بین سطوح شوری تفاوت معنی داری نداشت و تنها با تیمار شاهد اختلاف معنی داری ($P < 0/05$) نشان داد (جدول ۲). تعداد دانه در کپسول در ساقه اصلی نیز با افزایش شوری کاهش معنی داری یافت ($P < 0/05$)، لیکن تفاوت معنی داری در بین سطوح شوری ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر مشاهده نشد. نتایج مشابهی در عملکرد دانه گیاهان دیگر تحت تنش شوری به دست آمده است. به عنوان مثال، در گیاهان ذرت و آفتابگردان عملکرد دانه و وزن هزار دانه با افزایش سطح شوری کاهش معنی داری نشان دادند (۱۱). شاخص‌های تعداد کپسول در ساقه اصلی، وزن خشک برگ و ساقه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نیز با افزایش شوری کاهش معنی داری یافتند ($P < 0/05$)، ولی دو سطح اول شوری (۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر) با شاهد تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول ۲). وزن خشک برگ و ساقه گیاه نیز با افزایش سطوح شوری کاهش یافتند ولی نسبت به دیگر پارامترها کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفتند. گزارش‌های مشابهی برای گیاهان دیگر نیز ارائه شده است مثلا، در بادام زمینی تعداد غلاف و تعداد دانه با افزایش شوری کاهش معنی داری یافته است (۲۷). در نخود نیز با افزایش شوری کلیه اجزای شاخص برداشت تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش یافتند (۳۳). در مطالعه تأثیر شوری بر رشد آتریپلکس نیز با افزایش شوری وزن خشک برگ کاهش یافت (۹). در کلم و چغندر قند با افزایش شوری وزن خشک ساقه و ریشه کاهش یافتند (۱۹). با افزایش سطح شوری وزن خشک ذرت و آفتابگردان نیز کاهش معنی داری یافتند (۱۱).

کاربرد سیلیسیم باعث بهبود معنی دار ($P < 0/05$) عملکرد کل دانه، وزن کل دانه در انشعابات (از اجزای عملکرد دانه) و شاخص برداشت شد ولی در سایر پارامترها تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). همچنین در تیمارهای اثر متقابل شوری و سیلیسیم پارامترهای تعداد کپسول در ساقه اصلی، وزن کل دانه در انشعابات و عملکرد کل دانه تفاوت معنی داری در کاربرد و عدم کاربرد سیلیسیم نشان دادند و کاربرد سیلیسیم غالبا تأثیر مثبت و معنی داری ($P < 0/05$) بر آن‌ها داشته است. نتایج نشان می‌دهد که کاربرد سیلیسیم تأثیر مثبت بیشتری بر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک و اجزای آن (وزن خشک برگ و ساقه) داشته است (جدول ۴). در آزمایش‌های تأثیر شوری و سیلیسیم بر روی گیاهان دیگر نیز نتایج مشابهی به دست آمده است. با کاربرد سیلیسیم تحت تنش شوری، جذب سدیم از ریشه برنج کاهش (۱۵) و مقدار کاه آن افزایش یافت (۳۰). در گندم کاربرد سیلیسیم باعث کاهش اثرات منفی شوری گردید (۱۸). با کاربرد سیلیسیم در تنش شوری در گیاه گوجه فرنگی با افزایش شوری به ۴/۸ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی داری با شاهد در عملکرد دیده نشد. افزایش مقاومت به شوری با کاربرد سیلیسیم به کاهش محتوای سدیم در اندام‌های رویشی برنج (۲۸ و ۴۰)، جو (۲۳) و افزایش محتوای پتاسیم (۲۴) و بهبود فتوسنتز در جو (۲۲) و گوجه فرنگی (۶) و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در خیار (۴۲) و گوجه فرنگی (۶) نسبت داده شده است.

در بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی مشاهده شد که تعداد دانه در کپسول در ساقه اصلی و وزن کل دانه انشعابات شاخص‌های مهم‌تری در تعیین عملکرد دانه می‌باشند ($r= ۰/۹۹^{**}$). تعداد کپسول و وزن هزار دانه اهمیت یکسانی در عملکرد دانه در ساقه اصلی دارند ($r= ۰/۹۲$) (جدول ۵). همچنین وزن خشک ساقه و برگ نیز همبستگی بالایی با عملکرد دانه نشان می‌دهند که موید این مطلب است که با افزایش منابع گیاه و سطح فتوسنتز کننده مخازن بیشتر و قوی‌تری نیز تولید و یا مخازن موجود به طور کامل‌تری پر می‌شوند. ضرایب بالای همبستگی به دست آمده بین وزن خشک برگ و ساقه (به ترتیب $۰/۹۸^{**}$ و $۰/۹۹^{**}$) با تعداد کپسول در ساقه اصلی نیز مطلب فوق را تایید می‌کنند (جدول ۵). عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی را با تعداد کپسول در ساقه اصلی و وزن خشک ساقه و به میزان یکسان ($r= ۰/۹۹^{**}$) نشان داد. همچنین این صفت با وزن خشک برگ، عملکرد کل دانه و وزن کل دانه انشعابات و تعداد دانه در کپسول در ساقه اصلی نیز همبستگی بالایی دارد. شاخص برداشت نیز با تعداد کپسول در ساقه اصلی، وزن خشک برگ و ساقه

و عملکرد بیولوژیک همبستگی بالایی داشته ($r= ۰/۹۹^{**}$) و با وزن کل دانه در انشعابات و عملکرد کل دانه همبستگی کمتری دارد ($r= ۰/۹۲$).

در بررسی ضریب تبیین بین سطوح شوری با تعدادی از اجزای عملکرد مشاهده شد که تعداد دانه در کپسول در ساقه اصلی، وزن هزار دانه و عملکرد کل دانه به شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفته و با افزایش سطوح شوری کاهش یافتند (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

از نتایج فوق چنین استنباط می‌شود که گیاه خرفه می‌تواند به عنوان یک هالوفیت ارزشمند در مناطق دارای محدودیت آب و خاک شور مورد توجه قرار گیرد. همچنین می‌توان از سیلیسیم به عنوان یک عنصر مفید در افزایش عملکرد این گیاه و همچنین افزایش مقاومت آن به برخی از تنش‌های محیطی غیر زنده استفاده نمود.

جدول ۱- میانگین مربعات سطوح شوری و سیلیسیم در گیاه خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	کپسول در ساقه اصلی	دانه در کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد دانه در ساقه اصلی	عملکرد در انشعابات	عملکرد کل دانه	وزن برگ	وزن ساقه	عملکرد بیولوژیک
شوری	۳	۵۲/۹۹۲*	۱۴۱۴/۵۰*	۰/۰۰۴۳۲۳۸*	۱۶۵۹۴/۳*	۴۵۷۰۴*	۸۲۹۲۱*	۲۵۲/۰۸*	۵۸۵۸/۹*	۱۰۸۰۳۷۰*
سیلیسیم	۱	۰/۰۸۵	۴/۳۷	۰/۰۰۰۳۴۲۰	۸۰/۵	۱۸۶۵*	۲۷۲۱*	۲۴/۷۹	۱۴۰/۵	۷۷۶۰
شوری و سیلیسیم	۳	۵/۲۵۹*	۴۵/۸۱	۰/۰۰۱۶۰۹۷	۲۲۹۸/۴*	۸۴۸*	۱۵۳۸*	۱۹/۳۵	۲۸۹/۵	۴۳۸۶۰
خطا	۱۴	۱/۳۸۴	۱۹/۷۰	۰/۰۰۰۸۳۹۵	۲۰۱۵/۲	۲۲۵*	۳۴۴	۱۴/۷۳	۲۱۴/۶	۲۴۵۳۳

* معنی دار بودن در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه‌های میانگین اجزای عملکرد دانه و بیولوژیک درگیاه خرفه در سطوح شوری مختلف

سطوح شوری ($dS\ m^{-1}$)	کپسول در ساقه اصلی	دانه در کپسول	وزن هزار دانه (g)	عملکرد ساقه اصلی ($g\ m^{-2}$)	عملکرد انشعابات ($g\ m^{-2}$)	عملکرد کل ($g\ m^{-2}$)	وزن برگ ($g\ m^{-2}$)	وزن ساقه ($g\ m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک ($g\ m^{-2}$)	شاخص برداشت
۰	۱۰/۶۰^{a}	۸۲/۰۳^{a}	۰/۵۲^{a}	۹۱/۵^{a}	۲۳۲/۵^{a}	۳۲۴/۰۰ ^{a}	۱۷۷/۲۵^{a}	۸۰۳/۳۳^{a}	۱۳۰۴/۵۰.^{a}	۰/۲۰^{a}
۷	۱۰/۱۴^{a}	۶۸/۸۳^{b}	۰/۴۸^{b}	۶۷/۴^{ab}	۱۷۸/۴^{b}	۲۴۵/۸۰ ^{b}	۱۸۸/۶۶^{a}	۸۱۳/۷۶^{a}	۱۲۴۷/۵۰.^{a}	۰/۲۰^{a}
۱۴	۱۰/۶۶^{a}	۶۳/۷۳^{b}	۰/۴۷^{b}	۶۳/۹^{ab}	۱۵۲/۶^{c}	۲۱۶/۵۰ ^{c}	۱۹۵/۵۰.^{a}	۷۸۶/۲۵^{a}	۱۱۹۸/۲۰.^{a}	۰/۲۰^{a}
۲۱	۴/۵۴^{b}	۴۴/۹۸^{c}	۰/۴۵^{b}	۱۸/۷^{b}	۲۶/۵^{d}	۴۵/۲۰.^{d}	۸۰/۱۶^{b}	۲۸۰/۵۰.^{b}	۴۰۵/۹۰.^{b}	۰/۱۰^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دارند.

جدول ۳- مقایسه‌های میانگین وزن دانه در انشعابات، عملکرد دانه و شاخص برداشت در گیاه خرفه در سطوح مختلف سیلیسیم

سطوح سیلیسیم (میلی مولار)	وزن دانه در انشعابات ($g\ m^{-2}$)	عملکرد دانه ($g\ m^{-2}$)	شاخص برداشت
۰	۱۳۸/۳۳ ^{b}	۱۹۷/۲ ^{b}	۰/۲ ^{b}
۱	۱۵۶/۶۶ ^{a}	۲۱۸/۵ ^{a}	۰/۲۴ ^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دارند.

جدول ٤- مقایسه‌های میانگین تعداد کپسول، و عملکرد دانه در سطوح اثر متقابل شوری و سیلیسیم

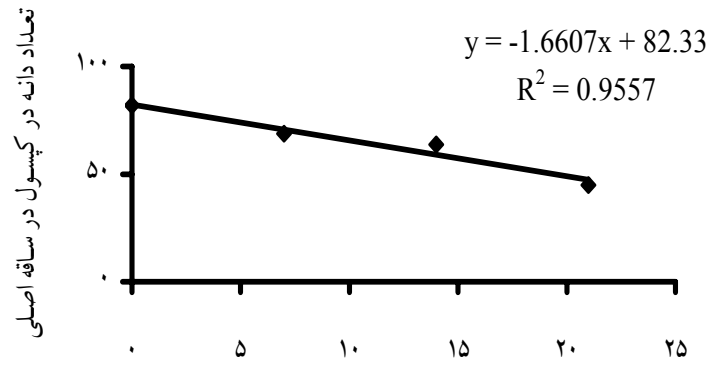
سطوح شوری ($dS\ m^{-1}$)	سطوح سیلیسیم (mM)	تعداد کپسول در ساقه اصلی	عملکرد دانه در انشعابات ($g\ m^{-2}$)	عملکرد کل دانه ($g\ m^{-2}$)
۰	۰	۹/۱۷^{b}	۲۲۲/۵۰^{ab}	۲۹۵/۱^{b}
	۱	۱۲/۰۴^{a}	۲۴۲/۵۰^{a}	۳۵۲/۸^{a}
۷	۰	۱۰/۴۷^{ab}	۱۵۳/۳۳^{c}	۲۲۷/۰^{c}
	۱	۹/۸۰^{ab}	۲۰۳/۳۳^{b}	۲۶۴/۷^{b}
۱۴	۰	۱۱/۳۱^{ab}	۱۵۵/۰۰^{c}	۲۲۲/۳^{c}
	۱	۱۰/۰۱^{ab}	۱۵۰/۰^{c}	۲۱۰/۷^{c}
۲۱	۰	۴/۷۵^{c}	۲۴/۱۶^{d}	۴۴/۵^{d}
	۱	۴/۳۳^{c}	۲۹/۱۶^{d}	۴۵/۹^{d}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دارند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد و اندام های رویشی گیاه خرفه در سطوح مختلف تنش شوری

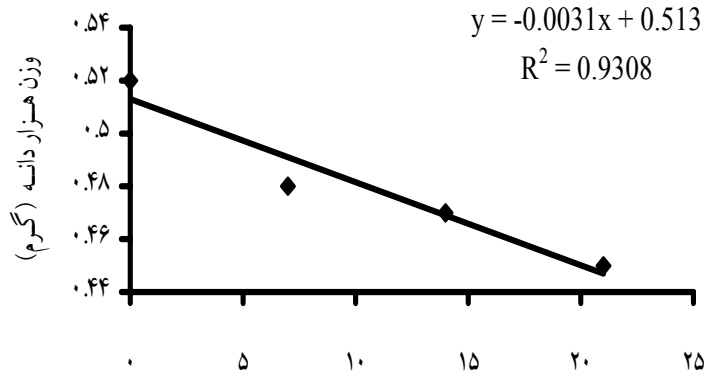
	کپسول در ساقه اصلی	دانه در کپسول ساقه اصلی	وزن هزاردانه	عملکرددانه در انشعابات	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
کپسول در ساقه اصلی	۱								
دانه در کپسول ساقه اصلی	۰/۸۶	۱							
وزن هزاردانه	۰/۶۹	۰/۹۵*	۱						
عملکرددانه در انشعابات	۰/۹۲	۰/۹۹**	۰/۹۰	۱					
وزن خشک برگ	۰/۹۸**	۰/۷۸	۰/۵۷	۰/۸۶	۱				
وزن خشک ساقه	۰/۹۹**	۰/۸۷	۰/۶۸	۰/۹۳	۰/۹۸**	۱			
عملکرد دانه	۰/۹۲	۰/۹۹**	۰/۹۰	۰/۹۹**	۰/۸۶	۰/۹۲	۱		
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۹**	۰/۹۱	۰/۷۴	۰/۹۵*	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۹۵*	۱	
شاخص برداشت	۰/۹۹**	۰/۸۶	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹۲	۰/۹۹**	۱

* و ** به ترتیب معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.



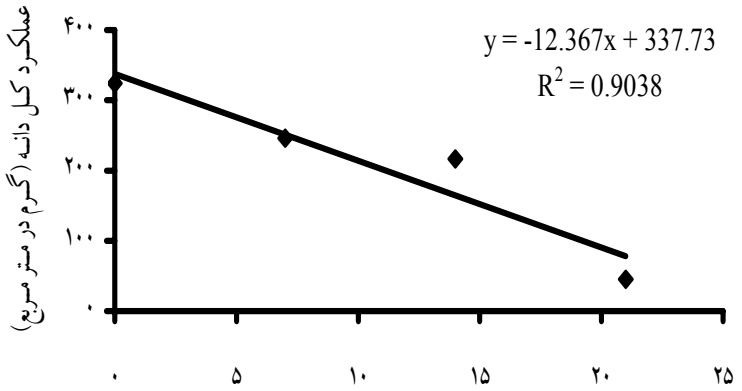
سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر)

شکل ۱- معادله رگرسیونی و ضریب تبیین تعداد دانه در کپسول در ساقه اصلی و سطوح شوری در گیاه خرفه



سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر)

شکل ۲- معادله رگرسیونی و ضریب تبیین وزن هزار دانه و سطوح شوری در گیاه خرفه



سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر)

شکل ۳- معادله رگرسیونی و ضریب تبیین عملکرد کل دانه و سطوح شوری در گیاه خرفه

منابع

۱- بندانی، م. و ا. عبدل زاده. ۱۳۸۶. اثر تغذیه سیلیکون در تحمل به شوری گیاه پوکسینلیا دستنس *Puccinellia distans*. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۳ (۱۴). www.sid.ir

۲- حیدری کسمایی، ک. ۱۳۷۱. ارائه روش‌های استخراج و شناسایی و تعیین مقدار اسیدهای چرب امگا ۳ در گیاه خرفه (*Portulaca oleracae* L.). پایان نامه دکتری. دانشگاه تهران.

۳- صفرنژاد، ع. و ح. حمیدی. ۱۳۸۷. بررسی ویژگی‌های مورفولوژی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت تنش شوری. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۶: ۱۴۰-۱۲۵.

۴- قره یاضی، ب. ۱۳۸۲. مهندسی ژنتیک گیاهان زراعی با هدف افزایش مقاومت به تنش شوری. موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی ایران.

۵- مهدوی، ب.، س. ع. م. مدرس ثانوی و ح. ر. بلوچی. ۱۳۸۶. تأثیر کلرید سدیم بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ارقام خلر (*Lathyrus sativus* L.). مجله زیست شناسی ایران، ۲۰: ۳۷۴-۳۶۳.

6- Al-Aghabary, K., Z. Zhu, and Q. Shi. 2004. Influence of Silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. Journal of Plant Nutrition, 27: 2101-2115.

7- Aronson, J. A. 1989. Haloph: a database of salt tolerance. plants of the world. Office of Arid Land Studies, University of Arizona Tucson, AZ.

8- Chauhan, B. S. and D. E. Johnson. 2009. Seed germination ecology of *Portulaca oleracea* L.: an important weed of rice and upland crops. Annals of Applied Biology, 155 (1): 61-69.

9- De Araujo, S. A. M., J. A. G. Silveira, T. D. Almeida, I. M. A. Rocha, D. L. Morais, and R. A. Viegas. 2006. Salinity tolerance of halophyte (*Atriplex nummularia* L.) grown under increasing NaCl levels. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental, 10, 848-854.

10- Epstein, E. 1999. Silicon. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molecular Biology, 50: 641-664.

11- Gao, X., C. Zou, L. Wang, and F. Zhang. 2004. Silicon improves water use efficiency in maize plants. Journal of Plant Nutrition, 27: 1457-1470.

12- Glenn, E. P. and J. J. Brown. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Critical Reviews in Plant Sciences, 18: 227-255.

13- Gong, H. J., D. P. Randall, and T. J. Flowers. 2006. Silicon deposition in the root reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings by reducing bypass flow. Journal Plant Cell and Environment, 29: 1970-1979.

14- Grieve, C. M. and D. L. Suarez. 1997. Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems. Plant and Soil, 192: 277-283.

15- Hodson, M. J. and D. E. Evans. 1995. Aluminium/silicon interactions in higher plants. Journal of Experimental Botany, 46: 161-171.

16- Islam, M. Z., M. A. Baset Mia, M. R. Islam, and A. Akter. 2007. Effect of different saline levels on growth and yield attributes of mutant

17- rice. Journal of Soil Nature, 1: 18-22.

18- Internationa Seed Test Association (ISTA). 1995.

19- Jafarzadeh, A. A. and N. Aliasgharzad. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugarbeet cultivars. Proceeding of "Bioclimatology and Natural Hazards" International Scientific Conference, Pol'ana nad Detvou, Slovakia, September 17 - 20, 2007.

20- Jamil, M., S. Rehman, and E. S. Rha. 2007. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). Pakistan Journal of Botany, 39: 753-760.

21- Jian, F. Ma, N. Yamaji, K. Tamai, and N. Mitani. 2007. Genotypic difference in silicon uptake and expression of silicon transporter genes in rice. Plant Physiology, 145: 919-924.

22- Katerji, N., J. W. Van Hoorn, A. Hamdy, F. Karam, and A. Mastrorilli. 1996. Effect of salinity on water stress, growth, and yield of maize and sunflower. Agricultural Water Management, 30: 237-249.

23- Liang, Y. C. 1998. Effects of silicon on leaf ultrastructure, chlorophyll content and photosynthetic activity in barley under salt stress. Pedosphere, 8: 289-296.

24- Liang, Y. 1999. Effects of silicon on enxyme and sodium, potassium and calcium concentration in barley under stress. Plant and Soil, 209: 217-224.

25- Liang, Y. C., Q. R. Shen, Z. G. Shen, and T. S. Ma. 1996. Effects of silicon on salinity tolerance of two barely cultivars, Journal of Plant Nutrition, 19: 173-183.

26- Liu, L., P. Howe, Y. F. Zhou , Z. Q. Xu , C. Hocart, and R. Zhang. 2000. Fatty acids and β-carotene in Australian

purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. Journal of Chromatography A, 893: 207-213.
27- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 2nd Edition, London.
28- Mensah, J. K., P. A. Akomeah, B. Ikhajiagbe, and E. O. Ekpekurede. 2006. Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes. African Journal of Biotechnology, 5: 1973-1979.
29- Matoh, T. P. Kairusmee, and E. Takahashi. 1986. Salt-induced damage to rice plants and alleviation effect of silicate. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 32: 295-304.
30- Mostafazadeh-Fard, B., M. Heidarpour, A. Aghakhani, and M. Feizi**.** 2008**.** Effects of leaching on soil desalinization for wheat crop in an arid region**.** Plant, Soil and Environment, 54 (1): 20-29.
31- Rodrigues, F. A, F. X. R. Vale, G. H. Korndorfer, A. S. Prabhu, L. E. Datnoff, A. M. A. Oliveira, and L. Zambolim. 2003. Influence of silicon on sheath blight of rice in Brazil. Crop Protection, 22: 23–29.
32- Salehi, M., F.Salehi, K. Poustini, and H. Heidari-Sharifabad. 2008. The effect of salinity on the nitrogen fixation in 4 cultivars of *Medicago sativa* L. in the seedling emergence stage. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4: 413-415.
33- Simopoulos, A. P., H. A. Norman, J. E. Gillaspy, and J. A. Duke. 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. Journal of the American College of Nutrition, 11: 374-382.
34- Singla, R. and N. Garg. 2005. Influence of salinity on growth and yield attributes in chickpea cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 231-235.
35- Song, J., H. Fan, Y. Zhao, Y. Jia, X. Du, and B. Wang. 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an inter-tidal zone and on saline inland. Aquatic Botany, 88: 331-337.
36- Teixeira, M. and I. S. Carvalho. 2009. Effects of salt stress on purslane (*Portulaca oleracea*) nutrition. Annals of Applied Biology, 154 (1): 77-86.
37- Tuna, A. L., C. Kaya, D. Higgs, B. Murillo- Amador, S. Aydemir, and A. R. Girgin. 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. Environmental and Experimental Botany, 62: 10-16.
38- Vicentea, O., M. Boscaiub, M. A. Naranjoa, E. Estrellesc, J. M. Bellesa, and P. Soriano. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). Journal of Arid Environments, 58: 463-481.
39- Weber, D. J., R. Ansari, B. Gul, and M. A. Khan. 2007. Potential of halophytes as source of edible oil. Journal of Arid Environments, 68: 315-321.
40- Yazici, I., I. Turkan, A, H, Sekmen, and T, Demiral. 2007. Salinity tolerance of purslane *(Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. Environmental and Experimental Botany, 61: 49-57.
41- Yeo, A. R., S. A. Flowers, G. Rao, K. Welfare, N. Senanayake, and T. J. Flowers. 1999. Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions and this is accounted for by a reduction in the transpirational bypass flow. Plant Cell Environment, 22: 559-565.
42- Zuccarini. P. 2008. Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress.
43- Biologia Plantarum, 52 (1): 157-160.
44- Zhu, Z., G. Wei, J. Li, Q. Qian, and J. Yu. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Science, 167: 527-533.