

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

## اثر سیلیسیم بر رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در افزایش تحمل به تنش شوری در میخک (*Dianthus caryophyllus*)

حسن دهقان، هدایت زکی زاده، محمود قاسم نژاد

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

Hassan.danial61@gmail.com

### چکیده

تنش شوری از جمله تنش‌های غیر زیستی بوده و نتایج حاصل از پژوهش‌ها حاکی از نقش سیلیسیم در مقاوم نمودن گیاهان به تنش شوری است. لذا جهت ارزیابی تأثیر سیلیسیم روی خصوصیات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی میخک، آزمایشی با سه سطح سیلیسیم (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و سه سطح کلرید سدیم (۰، ۷۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار) به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه گیلان انجام شد. کاربرد سیلیسیم به صورت اسپری برگ‌ها پس از مرحله‌ی چهار برگ‌ها، به مدت چهار هفته صورت پذیرفت. شاخص‌های رویشی از جمله طول، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و صفات فیزیولوژیکی مانند درصد نشت الکترولیتی و محتوی نسبی آب برگ، در طول آزمایش اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که شوری به طور چشم‌گیری وزن تر و خشک و طول ریشه را کاهش داده که با کاربرد سیلیسیم، به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی تأثیری روی طول اندام هوایی نداشته است. نشت الکترولیتی برگ‌ها در تنش شوری افزایش که با کاربرد سیلیسیم کاهش یافت. محتوی نسبی آب برگ‌ها در شرایط شوری با کاربرد سیلیسیم افزایش چشم‌گیری داشته است. با توجه به نتایج کسب شده می‌توان استفاده از سیلیسیم را در شرایط تنش، توصیه نمود.

**واژه‌های کلیدی:** سیلیسیم، تنش شوری، اسپری برگ‌ها، آنتی اکسیدان‌ها

### مقدمه

جنس میخک (*Dianthus caryophyllus* L.) از نظر اقتصادی دارای اهمیت ویژه‌ای است. بیش از ۳۰۰ گونه میخک در اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و آفریقای شمالی شناسایی شده‌اند. این جنس در فلور گیاهشناسی ایران دارای ۳۰ گونه و ۱۲ زیرگونه می‌باشد. این گیاهان به سرما مقاوم هستند و به عنوان گل بریدنی، گلدانی و حاشیه‌ای استفاده می‌شوند (۲). از دیرباز بومیان آمریکای شمالی از برگ‌های میخک به عنوان دارو در درمان جراحات و بیماری‌های عفونی استفاده می‌کردند. امروزه با شناسایی بسیاری از ترکیبات با خواص بالای دارویی، از برگ‌ها، ساقه و گل میخک در درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود (۱۲). از این رو موجبات کاربرد این گیاه در تولید دارو فراهم شده است (۳). امروزه تنش شوری مهم‌ترین تنش غیرزیستی برای گیاهان است و مطالعات جدید نشان داده که سیلیسیم نقش بسیار مهمی در مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری دارد. در محلول خاک سیلیسیم به طور عمده به صورت اسید مونوسیلیسیک وجود دارد که حل‌پذیری آن در دمای ۲۵°C، در حدود دو میلی‌مول در لیتر است (۴). میزان سیلیسیم در پوسته‌ی زمین بعد از آلومینیم قرار دارد. بیش از ۶۰ تا ۸۰ درصد از سیلیسیم خاک به صورت کوارتز غیر محلول و کانی‌های آلومینوسیلیکات ( $Al_2SiO_5$ ) است که قابل استفاده برای گیاه نمی‌باشد. قابلیت استفاده‌ی این عنصر برای گیاه به مقدار زیاد به چگونگی سرعت هوادهی این کانی‌ها بستگی دارد. شکل قابل استفاده‌ی این عنصر برای گیاهان به صورت اسید مونوسیلیسیک است که در  $pH > 9.4$  یونیزه می‌گردد. اما در  $pH$  بین ۲ تا ۹ حلالیت آن مستقل از  $pH$  است (۸). اصولاً گیاهان سیلیسیم را به صورت اسید

مونوسیلیسیک ( $\text{Si(OH)}_4$ ) محلول در آب یا به صورت آنیون ( $\text{Si}^{4-}$ ) جذب می‌کنند (۷). از نظر تغذیه‌ی گیاهی، سیلیسیم عنصری ضروری برای گیاهان محسوب نمی‌شود؛ در حالی که گیاه برنج به عنوان جمع‌کننده‌ی سیلیسیم شناخته شده است (۱۴) و با توجه به نقش آن در افزایش ماده‌ی خشک و عملکرد می‌تواند به عنوان یک عنصر ضروری زراعی در نظر گرفته شود. غلظت این عنصر در گیاه برنج بیش از عناصری نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (۲۰). میزان تحرک سیلیسیم در داخل گیاه زیاد نیست (۹)؛ به علاوه میزان آن در خاک به خاطر فرایند آبشویی (Leaching process) کاهش پیدا می‌کند و این دلیل تأمین مداوم آن در تمام مراحل رشدی گیاه (به خصوص مرحله‌ی رشد زایشی) است و به منظور تأمین سلامت گیاه ضروری به نظر می‌رسد (۱۵). سیلیسیم ممکن است در فعالیتهای متابولیکی، فیزیولوژیکی یا ساختاری گیاهانی که در معرض تنش قرار گرفته‌اند دخالت داشته باشد (۵). محتوای نسبی آب برگ معیار مناسبی جهت بررسی وضعیت آبی گیاه است. کاهش محتوای نسبی آب می‌تواند در نتیجه‌ی کاهش دسترسی به آب در اثر افزایش پتانسیل اسمزی ناشی از وجود نمک باشد. افزودن سیلیسیم به محلول غذایی، با بهبود وضعیت آبی گیاه، محتوای نسبی آب برگ را افزایش می‌دهد (۴). اندازگیری نشت محلول از بافت گیاه یک روش برای تخمین سلامتی غشاء در رابطه با تنش‌های محیطی، رشد و نمو و گوناگونی ژنتیکی است (۱۰). فاطمی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند که افزایش غلظت سیلیسیم در محلول غذایی، وزن تر و خشک برگ و ریشه را در شرایط شوری به طور کاملاً معنی‌داری افزایش داد (۱). اگر چه تاکنون تحقیقات زیادی در مورد تأثیر سیلیسیم روی خصوصیات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی گیاهان مختلف تحت تنش شوری به عمل آمده، اما تا کنون آزمایش جامعی در مورد اثر سیلیسیم بر خصوصیات رویشی و مرفولوژیکی میخک در شرایط شوری صورت نپذیرفته است.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش زمستان ۱۳۹۱ و بهار ۱۳۹۲ در شاسی سرد (Cold frame) دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه گیلان به اجرا درآمد. پس از تهیه‌ی بذور میخک گلکاران، بذور ضدعفونی و سپس در سینی‌های دارای خاک معمولی کشت شدند. پس از رشد نشاءها و رسیدن به مرحله‌ی ۲-۳ برگی در مورخه‌ی ۲۰ بهمن ماه ۱۳۹۱، به گلدان در شاسی سرد انتقال یافتند. بعد از استقرار گیاهچه‌ها، در هفته اول از سیلیکات سدیم ( $\text{NaSiO}_3$ ) به عنوان منبع تأمین‌کننده سیلیسیم، در سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت محلول پاشی روی برگ گیاه و در هفته‌ی بعد همین عمل به همراه تیمار نمک کلرید سدیم در سه سطح ۰، ۷۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار (محلول در آب آبیاری) صورت گرفت. تیمار با سیلیکات سدیم به مدت ۷ روز یک بار در طی سه مرحله به طول انجامید. در مجموع، اعمال تیمارها چهار هفته طول کشید، که در هفته‌ی اول سیلیسیم به تنهایی و در هفته‌ی دوم و سوم به همراه تیمار نمک کلرید سدیم و نهایتاً در هفته‌ی چهارم تیمار نمک به تنهایی به گیاهان داده شد. یک هفته بعد از پایان اعمال تیمار و در هنگام گلدهی، به وسیله‌ی متر، طول اندام هوای اندازه‌گیری شد و برای اندازه گرفتن طول ریشه، با زدودن خاک گلدان‌ها از اطراف ریشه‌ها به وسیله‌ی غرقاب کردن آن‌ها (ریشه به همراه خاک اطراف آن)، طول آن‌ها نیز محاسبه شد. پس از پایان دوره‌ی تیمار دهی، برای به دست آوردن وزن تر اندام هوایی و ریشه‌ها، نمونه‌ها با ترازوی حساس دیجیتال توزین گردیدند؛ سپس با قرار دادن نمونه‌ها درون پاکت‌های کاغذی، آن‌ها را داخل آون با دمای ۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شدند تا پس از سپری شدن دوره‌ی مذکور، برای محاسبه‌ی وزن خشک، با ترازوی حساس دیجیتال توزین شوند. محتوای نسبی آب برگ بر اساس روش ولر و همکاران (۱۷) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۲۴۶ گرم نمونه بافت تازه‌ی میخک (Wf) وزن شد و سپس به مدت ۴ ساعت در آب مقطر قرار گرفت، پس از پایان این مدت دوباره نمونه وزن شد (Ws) سپس نمونه‌ها در پاکت‌هایی درون آون در دمای ۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گذاشته شدند تا کاملاً خشک شوند (Wd) و در پایان از رابطه‌ی

$$RWC = \frac{(Wf - Wa)}{(Ws - Wa)} \times 100 \quad \text{فرمول ۱}$$

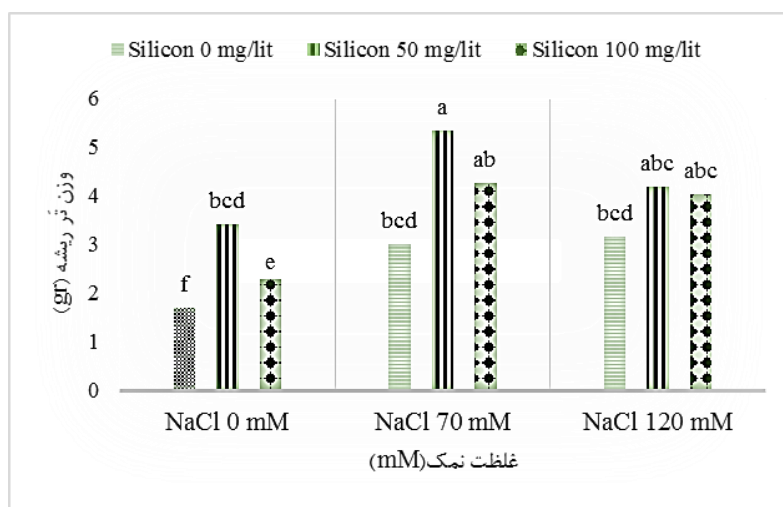
محتوای نسبی آب برگ محاسبه گردید. جهت تعیین نشت الکترولیتی (EL)، از برگ‌های تازه به وزن ۰/۲۴۶ گرم نمونه برداری و در پتری قرار داده شدند و سپس ۱۰ میلی لیتر آب مقطر دی یونیزه به آنها اضافه شد و در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از ۱۲ ساعت هدایت الکتریکی اولیه محیط (EC<sub>1</sub>) با استفاده از دستگاه EC سنج مدل Milwaukee Mi 306 اندازه گیری شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شدند تا به طور کامل بافت‌ها کشته شوند و همه الکترولیت‌ها آزاد شود. سپس نمونه‌ها تا دمای ۲۵ درجه سانتی گراد خنک شدند و هدایت الکتریکی ثانویه (EC<sub>2</sub>) اندازه گیری شد و در آخر میزان EL با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۱).

$$ELP = \frac{EC1}{EC2} \times 100 \quad \text{فرمول ۲}$$

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های فوق توسط نرم‌افزار آماری SAS تجزیه آماری و میانگین‌های حاصل به روش LSD با هم مقایسه شدند. نمودارها نیز در نرم‌افزار Excel رسم گردید.

## نتایج و بحث

اطلاعات به دست آمده از آنالیز داده‌های حاصل از تیمار میخک با سیلیسیم حاکی از آن است که کاربرد ۵۰ میلی گرم در لیتر سیلیسیم در شوری ۷۰ میلی مولار بیشترین اثر روی طول اندام هوایی پس از شاهد را دارا می‌باشد؛ کمترین میزان رشد در اثر استفاده از ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سیلیسیم تحت تنش ۱۲۰ میلی مولار شوری رخ داد (جدول ۱). یو و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشی که روی برنج انجام دادند مشاهده کردند سیلیسیم در شرایط غیر تنشی وزن خشک ساقه و ریشه را افزایش داد. گیاهان تیمار شده با سیلیسیم دارای برگ‌های کوتاه‌تری نسبت به گیاهان شاهد بودند (۱۹). تیمار شاهد کوتاه‌ترین اندازه در مقایسه با دیگر تیمارها را از نظر طول ریشه داشت که این حاکی از اثر سیلیسیم در افزایش طول ریشه می‌باشد؛ بهترین تأثیر سیلیسیم با کاربرد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در شوری ۷۰ میلی مولار مشاهده می‌گردد که این خود گویای متحمل کردن گیاه توسط عنصر سیلیسیم در شوری ۷۰ میلی مولار است ولی تأثیر آن در شوری ۱۲۰ میلی مولار کمتر به چشم می‌خورد (جدول ۱). سان و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تغذیه‌ی بهینه‌ی سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه‌ی حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب کننده عناصر افزایش می‌یابد (۱۳). تجزیه‌ی داده‌ها در میخک نشان می‌دهد که تقریباً تأثیر ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سیلیسیم در هر سه سطح شوری یکسان بوده، ولی مقدار ۵۰ میلی گرم در لیتر از آن در هر سه سطح موجب افزایش وزن تر اندام هوایی میخک گردیده است. ویلسون و همکاران (۱۹۹۹) بیان داشتند که سطح ویژه برگ و نسبت وزن خشک به وزن تر (Ratio of leaf dry mass to fresh mass) به تغییرات محیطی حساس می‌باشند (۱۸). همواره کاربرد ۵۰ میلی گرم در لیتر سیلیسیم در هر سه سطح شوری نسبت به دیگر مقادیر سیلیسیم روی وزن تر ریشه مؤثرتر واقع گردیده است؛ با توجه به اینکه شاهد دارای حداقل وزن تر است که این داده‌ها با یافته‌های سان و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد (شکل ۱).



شکل ۱- وزن تر ریشه میخک تحت تأثیر سیلیسیم و تنش شوری

سیلیسیم روی ماده‌ی خشک اندام هوایی میخک بدون تنش شوری تأثیری ندارد. البته استعمال ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم در هر دو سطح ۷۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار نمک از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آن، در بالا بردن ماده‌ی خشک اندام هوایی مؤثرتر واقع گردیده است. فاطمی و همکاران دریافتند که افزایش غلظت سیلیسیم در محلول غذایی، وزن تر و خشک برگ و ریشه را در شرایط شوری به طور کاملاً معنی‌داری افزایش داد (۱). مقدار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم مؤثرتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از آن موجب ازدیاد ماده‌ی خشک ریشه‌ی میخک گردیده است. وشیدا و همکاران (۱۹۶۹) گزارش کردند طی ۲۰ روز تیمار بوته‌های خیار با سیلیسیم، وزن خشک ریشه بین ۲۱ تا ۵۴ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (فاقد سیلیسیم) افزایش نشان داد (۱۶).

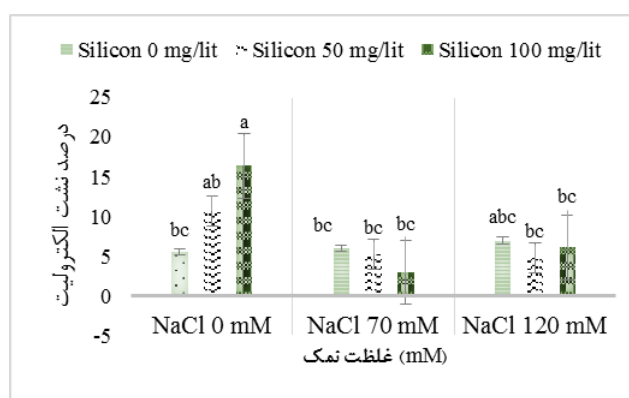
جدول ۱- جدول تجزیه‌ی واریانس برای صفت‌های مورفولوژیکی مورد بررسی در میخک

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول اندام هوایی	طول ریشه	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک و وزن خشک ریشه
سیلیسیم	۲	۵۴٫۵۴ <sup>NS</sup>	۳۸٫۲۳ <sup>NS</sup>	۳٫۸۸ <sup>NS</sup>	۶٫۴۷ <sup>**</sup>	۰٫۱۳ <sup>NS</sup>
شوری	۲	۸۳٫۳۴ <sup>*</sup>	۲۲٫۵۶ <sup>NS</sup>	۲٫۶۹ <sup>NS</sup>	۷٫۳۶ <sup>**</sup>	۰٫۱۷ <sup>**</sup>
سیلیسیم × شوری	۴	۱۲۷ <sup>**</sup>	۶٫۴۵۳ <sup>NS</sup>	۱٫۶۷ <sup>NS</sup>	۰٫۴۲ <sup>NS</sup>	۰٫۰۱ <sup>NS</sup>
خطای آزمایشی	۱۶	۱۹٫۹۳	۱۷٫۳۲	۲٫۲۱	۰٫۷	۰٫۰۲

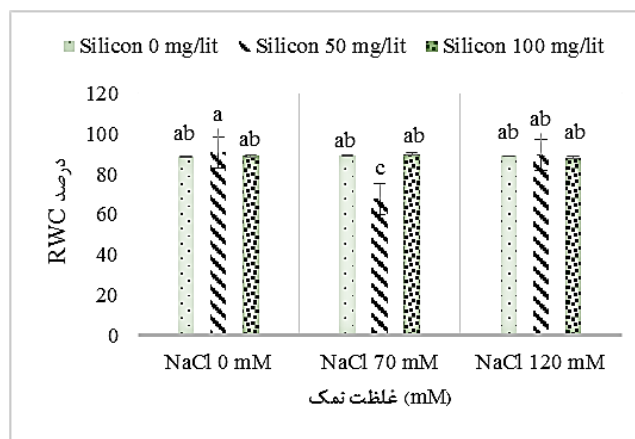
NS، \* و \*\* به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار شدن در سطح ۰/۵ و ۰/۱ درصد

کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم در سطح شوری صفر بیشترین تأثیر را روی میزان محتوی نسبی آب برگ داشته است (شکل ۲). این در حالی است که همین مقدار در سطح شوری ۷۰ میلی‌مولار، باعث افت بسیار شدید RWC گردیده است. محتوای نسبی آب برگ معیار مناسبی جهت بررسی وضعیت آبی گیاه است. کاهش محتوای نسبی آب می‌تواند در نتیجه‌ی کاهش دسترسی به آب در اثر افزایش پتانسیل اسمزی ناشی از وجود نمک باشد. افزودن سیلیسیم به محلول غذایی، با بهبود وضعیت آبی گیاه، محتوای نسبی آب برگ را افزایش می‌دهد (۴).

در سطح ۷۰ میلی مولار شوری، تأثیر سیلیسیم در توقف نشت الکترولیتی سلول‌ها به خوبی نمایان است و میزان آن با افزایش دُز سیلیسیم رابطه‌ی معکوسی دارد (شکل ۳). کاربرد ۵۰ میلی گرم در لیتر سیلیسیم در سطح ۱۲۰ میلی مولار شوری، در ممانعت از EL سلولهای برگ میخک موفق تر به نظر می‌رسد. فاطمی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند که اثر شوری بر درصد نشت الکترولیت‌ها معنی دار است، به طوری که با افزایش سطوح کلرید سدیم درصد نشت الکترولیت افزایش یافت و با افزایش غلظت سیلیسیم در محلول غذایی، غلظت آن نیز در برگ افزایش می‌یابد، ولی افزایش سطوح کلرید سدیم، جذب آن را کاهش می‌دهد (۱). در شرایط شوری، به دلیل پراکسیداسیون لیپیدها، غشاء سلول‌ها آسیب دیده و در نتیجه، میزان نفوذپذیری و نشت الکترولیت‌ها افزایش می‌یابد (۴).



شکل ۲- اثر سیلیسیم بر روی میزان RWC برگ میخک تحت تنش شوری



شکل ۳- اثر سیلیسیم بر میزان نشت الکترولیت برگ میخک تحت تنش شوری

## References

1. **Fatemi L, Tabatabaei J, Fallahi A. 1388.** The effect of silicon on the growth and yield of strawberry grown under saline conditions. *Journal of Horticultural Sciences*. Vol. 23, No. 1, Spring-Summer 2009, P. 88-95
2. **Ghasemi ghahsareh M, Kafi M. 1384.** Floriculture volume 1. 2 covers. Golban Publications,

- Esfahan. 335p.
3. **Haung B, Nig TB, Fong WP, Yeung H. 1997.** Anti-HIV natural products with special emphasis on HIV reverse transcriptase inhibitors. *Life Sciences*. 61(10): 933-949.
  4. **Kaya C, Tuna L, Higgs D. 2006.** Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water - stress condition. *Journal of Plant Nutrition* 29: 1469- 1480.
  5. **Liang YC, Zhang W, Chenc Q, Liu Y, Ding RX. 2006.** Effect of exogenous silicon (Si) on  $H^+$ -ATPase activity, phospholipids and fluidity of plasma membrane in leaves of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 57: 212– 219.
  6. **Marschner H. 1995.** Mineral nutrition of higher plant. Academic Press, London.
  7. **Matichenkov V, Kosobrukhov A. 2004.** Si effect on the plant resistance to salt toxicity. 13th International Soil Conservation Organisation Conference Brisbane, Australia.
  8. **McKeague A, Cline MG. 1963.** Silica in Soil Solution. The absorption of monosilicic acid by soil and by other substances. *Can. Soil Sci.* 3: 83- 6.
  9. **Noor M, Miah H, Yoshuda T, Yamamoto Y. 1995.** Studies on the response of rice to silicon nutrition at different growth stage under water culture condition. *Res. Kochi Univ*, 44:40-51.
  10. **Premachandra GS, Saneoka H, Fujita K, Ogata S. 1992.** Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in Sorghum. *J. Exp. Bot.* 43: 1569– 1576.
  11. **Shaoyun W, Pingfan R, Xiuyun Y. 2009.** Isolation and biochemical characterization of a novel leguminous defense peptide with antifungal and antiproliferative potency. *Appl Microbiol Biotechnol*. 1:8.
  12. **Sobotka JJ. 1971.** Clinical study of the efficacy and safety of carnation slender for weight reduction. *Current Therapeutic Research*. 13:636-7.
  13. **Sun CW, Liang YC, Romheld V. 2005.** Effects of foliar- and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *cucumis sativus*. *J. Plant Pathol.* 54: 678-685.
  14. **Takahashi E, Ma, Miyake Y. 1990.** The possibility of silicon as an essential element for higher plants. *Comments Agric. food Chem.* 2, 99-122.
  15. **Trenholm LE, Duncan RR, Carrow RN, Snyder GH. 2001.** Influence of silica on growth, quality, and wear tolerance of seashore paspalum. *J. Plant Nutr.* 24:245-259.
  16. **Voshida S, Nsaverro SA, Ramirez EA. 1969.** Effect of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant. *J. Plant Soil* 31: 48-56.
  17. **Volaire F, Thomas H, Lelievre F. 1998.** Survival and recovery of perennial forage grasses under prolonged Mediterranean drought. *New Phytol.* 140:439-449.
  18. **Wilson P, Thompson K, Hodgson J. 1999.** Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytol.* 143: 155– 162.
  19. **Yeo AR, Flowers SA, Rao G, Welfare K, Senanayake N, Flowers TJ. 1999.** Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oryza satival* L.) in saline conditions and this is accounted for by a reduction
  20. **Yoshida S. 1975.** Factors that limit the growth and yields of upland rice. In *Major Research in Upland Rice*. P. 6-71. The International Rice Research Institute. Los Banos.

---

**Effects of silicon on growth and some physiological characteristics on increasing tolerance to salt stress in carnation (*Dianthus caryophyllus*)**

**Hassan Dehghan, Hedayat Zakizadeh, Mahmood Ghasemnezhad**

**Abstract**

Salinity is one of the environmental stresses, and it has been shown that silicon has a role in the resistance of plants to salinity. Therefore, to evaluate the effect of silicon on physiological and morphological characteristics of carnation, an experiment with three levels of silicon (0, 50 and 100 mg per liter) and three levels of sodium chloride (0, 70 and 120 mM) in a factorial based on randomized complete block design was conducted at University of Guilan. Silicon was applied as foliar spray during the four weeks after four-leaf stage. Vegetative characteristics including root and shoot length and fresh and dry weight and physiological traits such as percentage of electrolyte leakage (EL) and relative water content (RWC) were measured during the experiment. Results showed that salinity significantly reduced root fresh and dry weight and length while they increased with the use of silicon. Salinity increased EL in leaves while the use of silicon reduced it. RWC of leaves was increased dramatically in salty conditions using silicon. In conclusion, the use of silicon can be recommended in salt stress conditions.



# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL  
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI  
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو