

اثر متقابل سطوح مختلف سیلیسیم و تنش شوری بر رشد کاهو پیچ تحت شرایط کشت در سیستم لایه نازک محلول غذایی (NFT)

غلامعلی پیوست* - محمد رضا زارع - حبیب الله سمیع زاده^۱

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۷

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۱۶

چکیده

امروزه تنش شوری مهمترین تنش غیر زیستی برای گیاهان است زیرا علاوه بر کاهش محصول، باعث کاهش میزان آب شیرین و زمین‌های قابل استفاده برای کشاورزی می‌شود. تحقیقات نشان داده که سیلیسیم باعث کاهش اثرات سوء ناشی از برخی تنش‌ها می‌شود. به منظور بررسی کاربرد سیلیسیم در کاهش اثرات شوری ناشی از کلرید سدیم بر کاهوی پیچ گلخانه‌ای (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* f. *Butterhead*) آزمایشی در سیستم کشت لایه نازک محلول غذایی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش سیلیسیم با غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار بصورت سیلیکات سدیم به محلول غذایی هوگلند تغییر یافته اضافه شد. نتایج نشان داد گیاهانی که تحت تیمار ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر سیلیسیم بودند بیشترین مساحت سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و گیاه را داشتند. بیشترین درصد ماده خشک گیاه و وزن تر ریشه در تیمار شاهد (بدون سیلیسیم) مشاهده شد. افزایش سیلیسیم در تیمارهای ۱/۰ و ۲/۰ میلی‌مولار باعث کاهش اجزای عملکرد گردید. براساس نتایج بدست آمده توصیه می‌شود که در شرایط شوری (غلظت‌های بالای کلرید سدیم) می‌توان از سیلیسیم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، سیلیسیم، کاهو، لایه نازک محلول غذایی (NFT)

مقدمه

اگر چه سیلیسیم به عنوان یک عنصر ضروری در تغذیه گیاهان مورد توجه قرار نگرفته است اما بسیاری از اثرات مفید آن در گیاهان گزارش شده است. به نظر می‌رسد رسوب آن در دیواره سلولی موجب افزایش استحکام و

تقویت دیواره می‌گردد (۱۳ و ۱۸). برای مثال سیلیسیم ضخامت و ایستادگی برگ‌های برنج (۳۹) و سفتی برگ‌های گندم و جو (۳۱) را افزایش داده و در نتیجه نفوذ نور در این گیاهان بیشتر شده و عملکرد افزایش می‌یابد (۲۹). به علاوه افزایش مقاومت مکانیکی بوسیله سیلیسیم در گیاهان باعث افزایش مقاومت در مقابل باکتری‌ها، قارچ‌ها و حشرات (۴)، ۱۳ و ۲۶) و کاهش نابسامانی‌های فیزیولوژیکی مانند کچی گردن گل در ژربرا (۳۳) می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد سیلیسیم باعث کاهش اثرات سمیت منگنز (۱۳، ۱۷، ۱۹ و

۱. برتیب دانشیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی گیلان، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

Email: gpeyvast@yahoo.com

* نویسنده مسئول:

در جوانه زنی، در ۲۴ ساعت اول بذور کشت شده در روشنایی کامل قرار گرفتند (۲، ۱۶ و ۴۰). پس از طی ۱۷ روز که نشاءها با آب خالص آبیاری شدند در مرحله ۳ تا ۴ برگ حقیقی به سیستم هیدروپونیک داخل گلخانه که از نوع کشت در لایه نازک محلول غذایی (NFT) بود، منتقل شدند (۳، ۳۲). در این سیستم گیاهان درون ناودانهای ضد عفونی شده با قارچ کش بنومیل و از جنس آلومینیوم با پوشش رنگ اپوکسی با شیب ۱ درصد قرار گرفتند و محلول غذایی به صورت یک لایه نازک در این ناودانها پس از یک بار جریان در لولهها و دور ریخته شدن به علت کنترل سیستم و خروج بقایای احتمالی قارچ کش جریان پیدا کرد (۱).

جهت جلوگیری از خزه بستن و ورود گرد و خاک و آلودگی به سیستم، روی ناودانها با نوارهای پلی اتیلنی پوشیده شد. چند روز اول نشاءها با محلول غذایی استاندارد (بدون اعمال تیمار شوری) تغذیه شده و سپس تیمارها اعمال شد (۱). pH و EC محلول غذایی توسط pH و EC متر قابل حمل Jenway مدل ۴۳۰ روزانه دو بار تحت کنترل تنظیم قرار گرفت. بوتهها پس از گذشت هشت هفته در تاریخ ۱۳۸۴/۱۱/۱ جهت اندازه گیری نهایی برداشت و به آزمایشگاه باغبانی منتقل شدند.

صفات کمی مانند طول، تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه، طول، عرض و مساحت برگ، وزن خشک و تر کل گیاه و درصد ماده خشک اندازه گیری شد (۲، ۳، ۲۸ و ۳۵). تجزیه آماری دادهها در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگینها با آزمون توکی توسط نرم افزار SAS و رسم شکلها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد تاثیر سیلیسیم بر مساحت برگ، وزن تر،

(۳۶)، آلومینیوم (۸، ۱۳ و ۱۵ و ۲۰) و شوری (۱۰، ۱۳، ۲۴، ۲۵، ۳۴ و ۴۱) شده است. اگرچه پیشنهاد شده که سیلیسیم در برگ باعث کاهش تعرق شده (۲۵) و یا اینکه سیلیسیم در ریشه با سدیم تولید ترکیب پیچیده ای می کند و در نتیجه باعث کاهش انتقال سدیم از این اندام به شاخساره گیاه می گردد (۵). ولی مکانیسم اثر متقابل سیلیسیم با شوری کاملاً روشن نیست.

با توجه به اینکه در حال حاضر تنش شوری مهمترین تنش غیر زیستی بوده و با توجه به اهمیت کشت گیاهان در شرایط بدون خاک، تاثیر سیلیسیم در افزایش تحمل گیاهان به شوری از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

مواد و روشها

این آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۴ در گلخانه شیشه ای دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر تکرار حاوی ۱۶ گیاه انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت های صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی-مولار سیلیسیم (Na₂SiO₃, 5H₂O) که به محلول غذایی هوگلدن تغییر یافته اضافه شد، می باشد. هدایت الکتریکی به وسیله کلرید سدیم به ۳ میلی موس بر سانتی متر طی ۲۰ روز پس از کاشت رسانده شد. pH محلول غذایی در حد خنثی تنظیم و محلول هر دو هفته یکبار تعویض می شد. بذر مورد استفاده کاهوی پیچ گلخانه ای (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* f. *Butterhead*) تولید شرکت اُه فارمز^۱ چین بود. بذرها در داخل اسفنج هایی به ابعاد ۵×۵×۵ سانتی متر که در وسط یکی از سطوح آن سوراخی به عمق ۳ تا ۴ میلی متر ایجاد شده و از قبل با بخار آب ضد عفونی شده بودند، قرار گرفتند. سپس اسفنجها در سینی های کشت در داخل اتاقک رشد با درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت ۶۰ درصد با ۱۴ ساعت روشنایی قرار داده شدند. جهت تسهیل

2. Nutrient film technique
3. Apoxy

1. OH' FARMS

نتایج زو و همکاران (۴۱) مطابقت دارد. احمد و همکاران (۵) مشاهده کردند که سیلیسیم بر وزن خشک ریشه تاثیر معنی داری ندارد. ماتو و همکاران (۲۵) اظهار داشتند که رشد ریشه برنج تحت تنش شوری به وسیله سیلیسیم افزایش می یابد. سطوح مختلف سیلیسیم باعث کاهش معنی دار وزن تر و خشک ریشه و طول آن می شود که متناقض با یافته های تحقیقات سایر محققان می باشد.

یو و همکاران (۳۸) ۱۰٪ کاهش در ارتفاع بوته را در نتیجه استفاده از سیلیکات سدیم مشاهده کردند. آن ها بر این عقیده بودند که وجود مقادیر زیاد سیلیسیم در دیواره سلولی ممکن است باعث استحکام دیواره در مراحل اولیه رشد و طولی شدن سلول شود و در نتیجه باعث کاهش اندازه سلول ها و در نهایت اندازه گیاه شود. کاهش در رشد ریشه در تمام تیمارهایی که سیلیسیم به محلول اضافه شده و همچنین کاهش در رشد شاخساره در تیمار یک و دو میلی-مولار سیلیسیم، احتمالاً به خاطر وجود مقادیر زیاد سیلیسیم برای گیاه بوده که باعث کاهش رشد شده است. این کاهش رشد یا در نتیجه بلوغ زود هنگام سلولها و یا در اثر اختلالاتی است که ممکن است مقادیر زیاد سیلیسیم برای گیاه ایجاد کرده باشد.

تحقیقات نشان داده است که توسعه برگ تحت تنش شوری به سرعت کاهش می یابد. همچنین آندریولو و همکاران (۷) نتیجه گرفتند که افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی باعث کاهش سطح برگ در کاهو می گردد. تیمار ۰/۵ میلی مولار سیلیسیم باعث افزایش معنی داری در مساحت بزرگترین برگ نسبت به تیمار بدون سیلیسیم شد. به عبارتی اثر افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی بر روی سطح برگ را تا حدودی خنثی کرده است. اگر چه در این آزمایش افزایش معنی داری در مورد طول، وزن تر و خشک ساقه حاصل نشد اما میانگین های مربوط به تیمار ۰/۵ و ۱ و ۲ میلی مولار سیلیسیم، افزایش در طول گیاه و تیمار ۰/۵

وزن خشک و طول ریشه و درصد ماده خشک کل گیاه در سطح احتمال ۱٪، تعداد برگ، وزن تر و خشک کل برگ و کل گیاه در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱). همانطوری که در جدول شماره ۱ مشاهده می شود کاربرد سیلیسیم در محلول غذایی بر تعداد برگ غیر بازار پسند، تاثیر معنی داری نداشت. تیمار ۰/۵ میلی مولار سیلیسیم بیشترین تاثیر را در افزایش وزن تر و خشک قسمت هوایی نسبت به سایر تیمارها داشته است. افزایش غلظت سیلیسیم باعث کاهش وزن تر، خشک و طول ریشه و همچنین درصد ماده خشک در گیاه گردید. در حالی که روند تغییرات ایجاد شده در صفات تعداد برگ، مساحت برگ، طول ریشه، وزن تر و خشک کل برگ، وزن تر کل گیاه و درصد ماده خشک تابع رگرسیون درجه سه است اما تغییرات وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک کل گیاه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم از یک رگرسیون درجه یک پیروی می کند.

افزایش مقاومت به شوری به کاربرد سیلیسیم در جو (۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴)، برنج (۲۵)، گندم (۵)، گوجه فرنگی (۶)، (۳۴) گیاه کهور (*Prosopis juliflora* L.) (۱۰) و خیار (۴۱) گزارش شده است. افزایش مقاومت به شوری با کاربرد سیلیسیم به کاهش محتوای سدیم در برنج (۲۵) و (۳۸) کهور (۱۰)، جو (۲۲) و افزایش محتوای پتاسیم در جو (۲۴) و بهبود فتوسنتز در جو (۲۱) و گوجه فرنگی (۶) و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در خیار (۴۱) و گوجه فرنگی (۶) نسبت داده شده است.

میسیلی و همکاران (۲۷) افزایش ماده خشک کاهو با افزایش شوری را گزارش کردند در حالیکه زو و همکاران (۴۱) مشاهده کردند که وزن خشک و تر خیار تحت تنش شوری کاهش و با اضافه کردن سیلیسیم این نقصان به طور معنی داری بهبود یافت. در این تحقیق درصد ماده خشک در تیمارهای سیلیسیم نسبت به تیمار بدون سیلیسیم به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۱). یافته های این تحقیق با

نسبت وزن خشک به وزن تر به تغییرات محیطی بستگی دارد. بنظر بایلو جیمنز (۹) و کورتیس (۱۲) شوری باعث کاهش رشد و کاهش سطح برگ می شود. در حالی که نتایج حاصل از این آزمایش نشان می دهد که سیلیسیم به طور معنی داری باعث افزایش سطح برگ و کاهش نسبت وزن خشک به وزن تر برگ و کاهش ماده خشک گردید. بطور کلی یافته های این بررسی با نتایج سایر محققین که بیان می کند سیلیسیم باعث بهبود اثرات تنش شوری می شود مطابقت دارد.

میلی مولار میانگین وزن خشک و تر بیشتری از تیمار بدون سیلیسیم داشت. نتایج آزمایشات برخی محققین نشان داده که سیلیسیم باعث افزایش وزن خشک ساقه در گندم می شود (۲۰) و رشد ساقه برنج تحت تنش می شود (۲۵). هرچند که یافته های ما از نظر آماری معنی دار نیست ولی از نظر روندی که از آن تبعیت می کنند با یافته های فوق مطابقت دارد. سیلیسیم باعث افزایش وزن خشک و تر قسمت هوایی و سطح برگ کاهو می شود. ویلسون و همکاران (۳۷) بیان داشتند که سطح برگ و

جدول (۱) تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	مساحت برگ	تعداد برگ غیر بازارپسندتر	درصد ماده خشک	وزن خشک کل	وزن خشک کل برگ
تیمار	۳	۸۸۹/۰۴**	۰/۴۳	۰/۰۶۷**	۱/۵۷*	۰/۹۳*
رگرسیون خطی	۱	۲۸۷/۵۷۳*	۰/۸۹۶	۰/۱۳۶**	۲/۶۴۱*	۱/۰۰۲
رگرسیون درجه دو	۱	۱۷۳۲/۲۷۵**	۰/۰۳۷	۰/۰۵۴**	۰/۶۰۷	۰/۵۱۷
رگرسیون درجه سه	۱	۶۴۷/۲۶۳**	۰/۳۶۳	۰/۰۱۱**	۱/۴۴۸	۱/۲۵۶*
خطا	۸	۵۲/۸۴	۰/۴۷	۰/۰۰۱	۰/۳۵	۰/۲۲
CV%		۴/۴۱	۱۶/۰۶	۰/۶۴	۴/۷۸	۵/۰۷

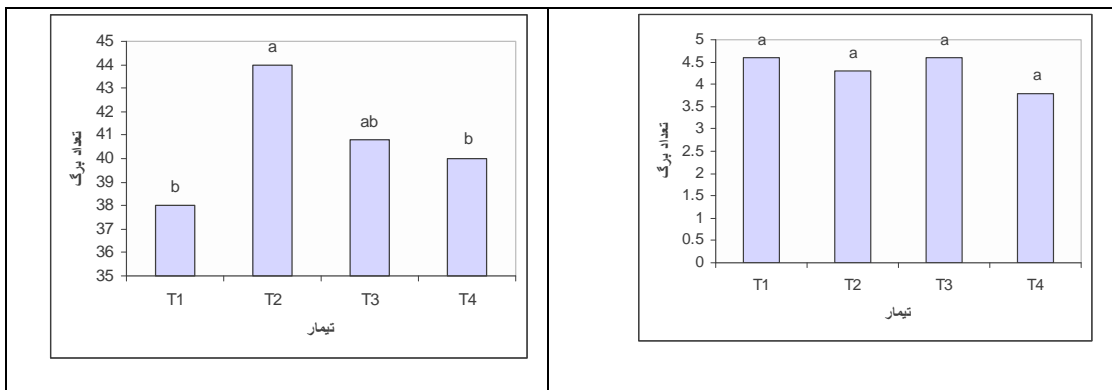
ns و ** و *** = به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول (۱) تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده

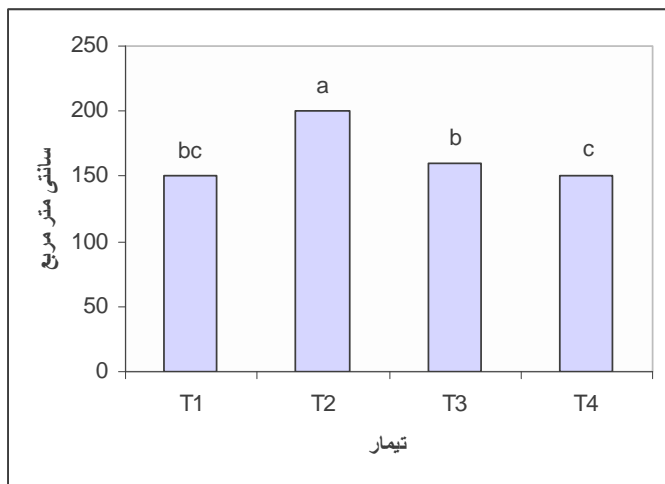
میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر کل	وزن تر کل برگ	طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه
تیمار	۳	۹۰۳/۷۵*	۶۶۰/۶۳*	۵۶/۰۱**	۰/۰۵۷**	۲۷/۴۸**
رگرسیون خطی	۱	۱۹۴/۴۸۶	۱۳/۰۰۷	۱۴۲/۰۸۴**	۰/۱۶۵**	۸۱/۳۸۲**
رگرسیون درجه دو	۱	۱۲۰۸/۵۸۶*	۸۵۸/۳۸۵*	۱۷/۱۲۰**	۰/۰۰۷	۰/۷۳۳
رگرسیون درجه سه	۱	۱۳۰۷/۸۹۹*	۱۱۱۰/۵۰۱*	۸/۸۱۴*	۰/۰۰۲	۰/۳۱۵
خطا	۸	۱۹۸/۸۹	۱۱۲/۶۸	۱/۱۶	۰/۰۰۳	۲/۰۶
CV%		۴/۷۶	۴/۸۲	۲/۹۰	۴/۸۸	۴/۹۷

ns و ** و *** = به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

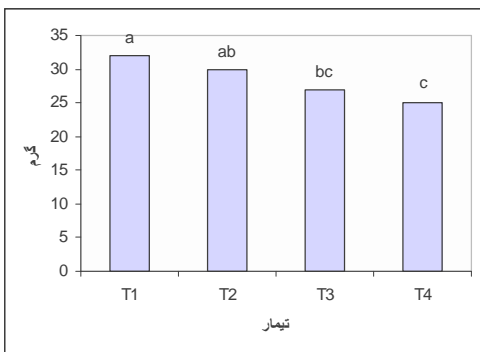
نمودار (۱) تاثیر سطوح مختلف سیلیسیم بر تعداد برگ	نمودار (۲) تاثیر سطوح مختلف سیلیسیم بر تعداد برگ غیر بازارپسند
--	--



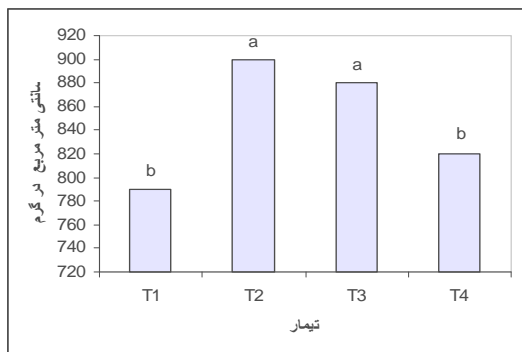
نمودار (۳) تاثیر سطوح مختلف سیلیسیم بر سطح برگ



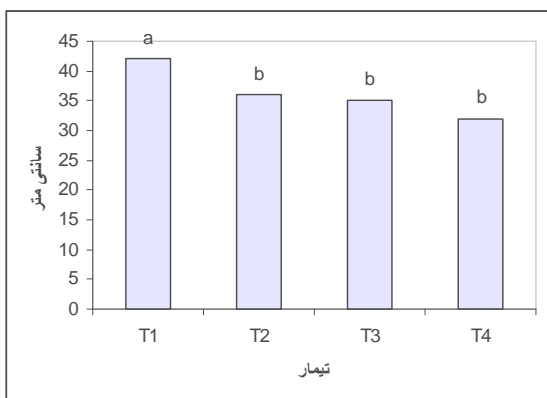
نمودار (۵) روند تغییرات وزن تر ریشه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



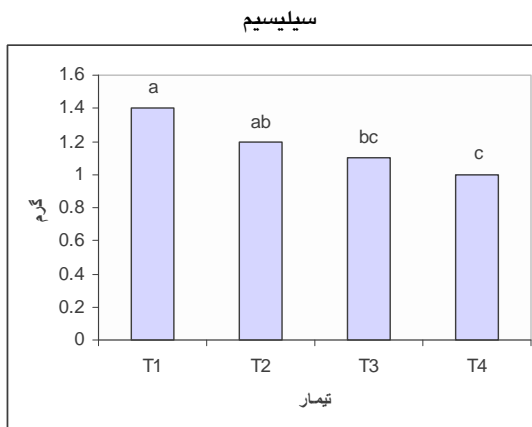
نمودار (۴) روند تغییرات سطح ویژه برگ بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



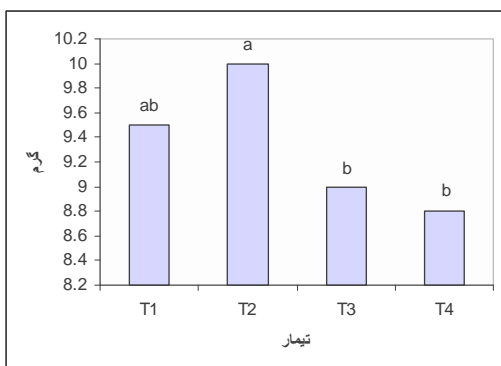
نمودار (۷) روند تغییرات طول ریشه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



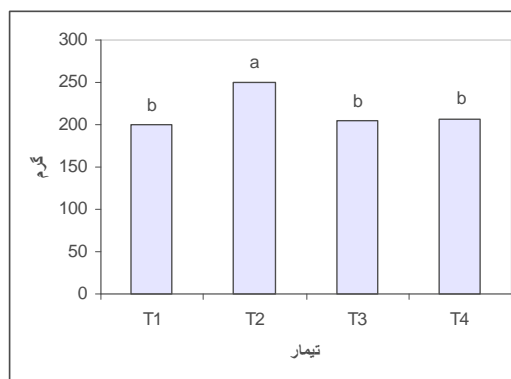
نمودار (۶) روند تغییرات وزن خشک ریشه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



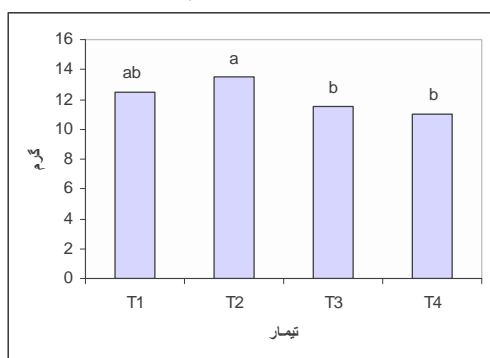
نمودار (۹) روند تغییرات وزن خشک کل برگها بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



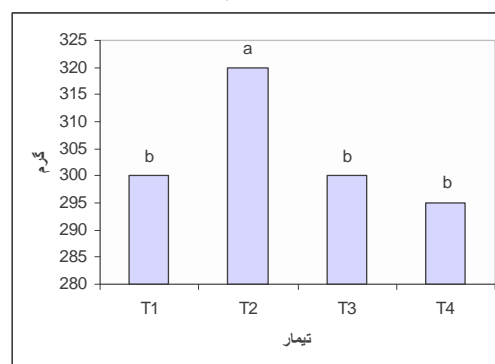
نمودار (۸) روند تغییرات وزن تر کل برگها بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



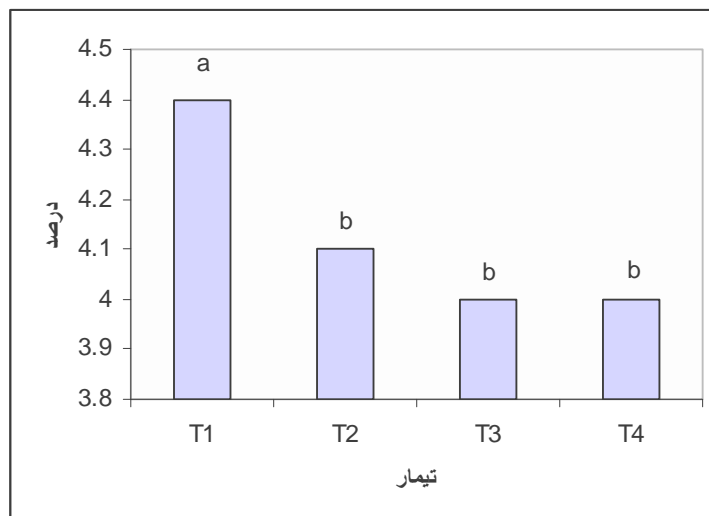
نمودار (۱۱) روند تغییرات وزن خشک کل گیاه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



نمودار (۱۰) روند تغییرات وزن تر کل گیاه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



نمودار (۱۲) روند تغییرات درصد ماده خشک کل گیاه بر حسب مقادیر مختلف سیلیسیم



منابع

۱. تولایی، م. ۱۳۸۰. راهنمای کشت گیاهان گلخانه‌ای به روش هایدروپونیک (ترجمه). نشر آموزش کشاورزی.
۲. دهقانی‌پور، م. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر دو ترکیب محلول غذایی بر عملکرد دو رقم کاهو در کشت هایدروپونیک (NFT). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان.
۳. کریمانی، م. ص. ۱۳۷۳. بررسی اثرات سه محلول غذایی بر روی فاکتورهای رشد و جذب عناصر در چهار رقم کاهو در سیستم هایدروپونیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز.
4. Adatia, M. H., and R. T. Besford. 1986. The effect of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Ann. Bot.* 58: 343– 351.
5. Ahmad, R., S. H. Zaheer and S. Ismail. 1992. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Science.* 85: 43– 50.
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. *J. of Plant Nutrition* 27: 2101– 2115.
7. Andriolo, J. L., G. L. Luz, M. H. Witter, R.S. Godoi, G.T. Barros, and O.C. Bortolotto. 2005. Growth and yield of lettuce plants under salinity. *Horticultura Brasileira* 4: 931– 934.
8. Barcelo, J., P. Guwvara, and C. Poschenrieder. 1993. Silicon amelioration of aluminum toxicity in *Zea mays* L. ssp. *Mexicana*. *Plant Soil* 154: 249- 255.
9. Bayuelo-Jiménez, J. S., D. G. Debouck, and J. P. Lynch. 2003. Growth, gas exchange, water relations and ion composition of phaseolus species grown under saline conditions. *Field Crops Research.* 80: 207– 222.
10. Bradbury, M., and R. Ahmad. 1990. The effect of silicon on the growth of *Prosopis juliflora* growing in saline soil. *Plant and Soil* 125: 71– 74.
11. Chartzoulakis, K. S. 1994. Photosynthesis, water relations and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. *Scientia. Horticulturae* 59: 27– 35.
12. Curtis, P. S., and A. Lauchli. 1986. The Role of leaf area development and photosynthetic capacity in determining growth of kenaf under moderate salt stress. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 553– 565.
13. Epstein, E. 1999. Silicon. *Annu. Rev. Plant Physiology Plant Molecular Biology* 50: 641– 664.
14. Epstein, E., and A. Bloom. 2004. *Mineral nutrition of plants: principle and perspectives.* 2ed ed.

15. Hammond, K. E., D. E. Evans, and M. J. Hondson. 1995. Aluminium/silicon interaction in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedling. *Plant Soil* 173: 89- 95.
16. Hill, J. H., D. G. Mortley, D. R. Hileman, C. K. Bonsi, and W. A. Hill. 2001. Light and CO₂ interaction on peanut grown in nutrient film technique. *Acta Horticulturae* 548: 327–330.
17. Horst, W. J., and H. Marschner. 1978. Effect of silicon on manganese tolerance of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Soil* 50: 287–303.
18. Inanaga, S, and A. Okasaka. 1995. Calcium and silicon binding compounds in cell walls of rice shoot. *Soil Science Plant Nutrient* 41: 103–110.
19. Iwasaki, K., P. Meier, M. Fetch, and W. J. Horst. 2002. Effect of silicon supply on apoplastic manganese concentration in leaves and their relation to manganese tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Plant Soil* 238: 281- 288.
20. Li, Y. C., A. K. Adva, and M. E. Sumner. 1989. Response of cotton cultivars to aluminium in solution with varying silicon concentration. *J. Plant Nutrient* 12: 881- 892.
21. Liang, Y. C. 1998. Effects of silicon on leaf ultrastructure, chlorophyll content and photosynthetic activity in barley under salt stress. *Pedosphere* 8: 289–296.
22. Liang, Y.C. 1999. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. *Plant and Soil* 29: 217–224
23. Liang, Y. C., Q. Chen, Q. Liu, W. H. Zhang, and R. X. Ding. 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *J. Plant Physiology* 160: 1157–1164.
24. Liang, Y. C., Q. R. Shen, Z. G. Shen and T. S. Ma. 1996. Effects of silicon on salinity tolerance of two barely cultivars, *J. Plant Nutrient* 19: 173–183.
25. Matoh, T. P. Kairusmee, and E. Takahashi. 1986. Salt-induced damage to rice plants and alleviation effect of silicate. *Soil Sci. Plant Nutrient* 32: 295–304.
26. Menzies, J. G., D. L. Ehret, A. D. M., Glass, T. Hemler, C. Koch, and F. Seywerd. 1991. The effect of soluble silicon on the parasitic fitness of *Sphaerotheca fuliginia* on *cucumis sativus*. *Phytopathology* 81: 84- 88.
27. Miceli, A., Moncada, A., and F. D. Anna. 2003. Effect of salt stress in lettuce Cultivation. *Acta Horticulturae* 609: 371–375.
28. Mi-Hee, P. and Y. R. Lee. 2001. Effect of CO₂ concentration, light intensity and nutrient level on growth of leaf lettuce in plant factor. *Acta Horticulturae* 548: 377–383.
29. Mitsui, S and H. Takatoh. 1963. Nutritional study of silicon in graminaceous crops. Part I. *Soil Science Plant Nutrient* 9: 49- 53.
30. Papp, J. C., M. Ball, and N. Terry. 1983. A comparative study of the effects of NaCl salinity on respiration, photosynthesis and leaf extension growth in *Beta vulgaris*. *Plant Cell Environment*. 6: 675–677.
31. Rafi, M. M., and E. Epstein, R. H. Falk. 1997. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. of Plant Physiology*. 151: 497-501.
32. Sady, W., and S. Myczkowski. 1995. Effect of different form of nitrogen on the quality of lettuce yield. *Acta Horticulturae* 401: 115-121.
33. Savvas, D. G. Manos, A. Kotsiras and S. Souvaliotis. 2002. Effect of silicon and nutrient- induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. *J. Applied Botanic* 76: 153-158.
34. Stamatakis, A., Papadantonakis, N., Savvas, D., Lydakis-Simantiris, N., and P. Kefalas. 2003. Effects of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. *Acta Horticulturae* 609:141-147.
35. Vandorboon, J., J. W. Steenhulzen, and G. steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration NH₄/NO₃ ratio and temperature of the recirculating nutrient. *Journal of Horticultural Science* 65: 309-321.
36. Williams, D. E., and J. Vlamis. 1967. Manganese and silicon interaction in the gramineae. *Plant Soil* 27: 131-140.
37. Wilson, P., K. Thompson, and J. Hodgson. 1999. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Physiology* 143: 155-162.
38. 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.
39. Yoshida, S., S. A. Navasero, and E. A. Ramirez. 1969. Effects of silica and nitrogen supply on some leaf characteristics of the rice plant. *Plant Soil* 31: 48-56
40. Young, R., H. Eunjoo, L. Youngbeom., Y. Cho., E. Hahn., Y. B. Lee., J. M. Lee., K. C. Gross., A. E. Watada. and, S. K. Lee. 1997. Effect of nutrient control on the growth of lettuce in nutrient film technique. *Acta Horticulturae* 483: 161-165.
41. 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.

Interaction of Silicon and on Salinity Stress on Lettuce Growth under NFT System Condition

GH. Peyvast* – M.R.Zaree – H.Samizadeh¹

Abstract

Salinity is recently the major abiotic stress for plants because beside of crop rate, it causes restriction of water and useable land for agriculture. Many investigations showed that silicon decreased several stresses including salinity in plants. Therefore, an experiment was conducted using completely randomized design with 3 replications to determine the effect of silicon on lettuce growth as affected by highly salinity. Treatments were four concentrations of silicon (Si) levels (0, 0.5, 1.0, 2.0 mM L⁻¹ as sodium silicate) added in modified Hogland solution Nutrient Film Technique (NFT) system. Electrical conductivity was increased by NaCl addition in all treatment. The results indicated that highest leaf surface as well as fresh and, dry weights of leaf and whole plant were obtained with 0.5 mM L⁻¹. Control had the highest whole plant dry matter and fresh and dry weight of roots. Increasing Si up to 1.0 and 2.0 mM L⁻¹ reduced yield components. The results reported here indicated that application of silicon is recommend under in salinity stress.

Key Words: Lettuce, NFT, Silicon, Salinity stress, Yield

*. Corresponding author Email: gpeyvast@yahoo.com

1. Contribution from College of Agriculture, Guilan University