# تأثیرکاربرد سیلیسیم بر رشد و عملکرد دو رقم خیار در سیستم هیدروپونیک

پروانه محقق[۱] ، مهران شیروانی[۲] و سمیه قاسمی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۹)

## چکیده

**سیلیسیم اثرهای مفیدی بر رشد، عملکرد و بهبود تحمل برخی گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی دارد. با توجه به نبودن سیلیسیم در محلول‌های غذایی مورد استفاده در تولید خیار به روش هیدروپونیک، این مطالعه با هدف بررسی اثر سیلیسیم بر برخی صفات رشد دو ژنوتیپ خیار (*Cucumis sativus* L.) شامل دامینوس جی ار سی و سوپردامینوس انجام شد. به این منظور آزمایشی در محیط هیدروپونیک با سه سطح سیلیسیم (صفر ، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم از منبع سیلیکات سدیم) اجرا شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد سیلیسیم سبب افزایش غلظت این عنصر در ریشه و اندام هوایی خیار شد. وزن خشک ریشه و شاخساره، همچنین طول ریشه و ارتفاع شاخساره در گیاهان تیمار شده با سیلیسیم در مقایسه با گیاهان رشد کرده در محلول‌های فاقد سیلیسیم افزایش معنی‌داری در سطح ۵٪ نشان داد. در مورد بیشتر صفات مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم دیده نشد. بر اساس نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد بتوان از غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم در محلول‌های غذایی برای بهبود رشد و عملکرد خیار استفاده کرد.**

**واژه‌های کلیدی: سبزی‌ها، خیار، محلول غذایی، عملکرد**

### مقدمه

یکی ار راهکارهای بهبود امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش جهان، افزایش مقدار تولید در واحد سطح می‌باشد (۱). مهمترین عامل مرتبط با تولید محصول، تغذیه صحیح گیاهان است که نقش قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد دارد. در همین ارتباط، نقش برخی عناصر نظیر سیلیسیم مورد توجه برخی متخصصان تغذیه گیاه قرار گرفته است (۱). سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که بر رشد و سلامت گیاه تأثیر دارد. بسیاری از گیاهان قادر به جذب سیلیسیم بوده و مقدار جذب بر اساس نوع گونه گیاهی بین ۱۰-۰/۱ درصد زیست توده گیاهی متغیر می‌باشد (۳). این عنصر می‌تواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش مقاومت به تنش‌های شوری، خشکی و سمیت فلزات سنگین، افزایش تحریک تولید برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و کاهش حساسیت به بعضی بیماری‌های قارچی در گیاهانی همانند خیار شود (۱). جذب سیلسیم توسط خیار به صورت غیر فعال بوده و با افزایش مقدار سیلیسیم در محیط، غلظت آن در گیاه نیز افزایش می‌یابد (۱). تأثیر سیلیسیم بر عملکرد گیاه ممکن است به دلیل رسوب آن در پهنای برگ، افزایش استحکام برگ‌ها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ باشد که از این

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاک‌شناسی و عضو مرکز پژوهشی کشت بدون خاک

۲. استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mohaghegh2002@gmail.com

**جدول ۱. ترکیب محلول غذایی محیط آبکشت برای گیاه خیار**

| عناصر پر مصرف | عناصر کم مصرف |
|---|---|
| ۱mM $KNO_3$ | ۵۰μM KCl |
| ۱mM $Ca(NO_3)_2$ | ۵۰μM FeEDTA |
| ۱mM $MgSO_4$ | ۲۵μM $H_3BO_3$ |
| ۱mM $NH_4H_2PO_4$ | ۲μM $ZnSO_4$ |
| | ۲μM $MnSO_4$ |
| | ۰/۵μM $CuSO_4$ |
| | ۰/۵μM $H_2Mo_7O_4$ |

طریق توانایی گیاه برای استفاده مؤثرتر از نور را بالا می‌برد. همچنین کاربرد سیلیسیم محلول جهت تولید غلظت‌های بالاتر آنزیم ریبولوز بیوفسفات کربوکسیلاز در برگ لازم است (۲). این آنزیم سوخت و ساز دی‌اکسیدکربن را تنظیم کرده و در نتیجه کارایی تثبیت دی‌اکسیدکربن توسط گیاهان را افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به بهبود فتوسنتز در گیاه می‌شود (۲). به دلیل اینکه اغلب خیارهای گلخانه‌ای در سیستم هیدروپونیک در محلول‌های غذایی فاقد سیلیسیم رشد می‌کنند، این پژوهش با هدف بررسی اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد خیار انجام شد.

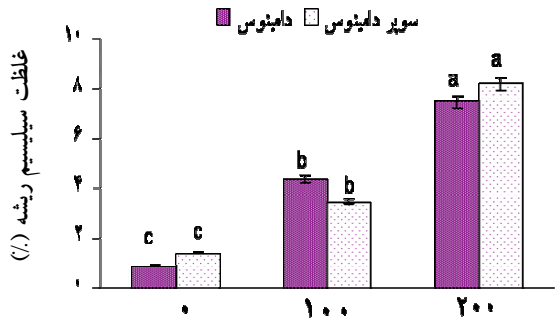
## مواد و روش‌ها

این آزمایش گلخانه‌ای در محیط آبکشت در مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش را دو رقم خیار (دامینوس و سوپردامینوس) و سیلیسیم در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از منبع سیلیکات سدیم تشکیل می‌دادند. بذور خیار پس از ضدعفونی توسط هیپوکلرید سدیم ۰/۵ درصد و شستشو با آب مقطر، در گلدان‌های پلاستیکی حاوی ماسه کوارتزی شسته شده، کاشته و روزانه توسط آب مقطر و محلول غذایی استاندارد جانسون به نسبت یک به یک آبیاری شدند (جدول ۱). سی روز پس از جوانه زنی، برداشت گیاه انجام شد. پس از اندازه‌گیری طول ریشه و ارتفاع اندام هوایی، بخش ریشه از اندام هوایی جدا و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در دستگاه خشک‌کن تهویه‌دار قرار داده شد. سپس وزن خشک ریشه و اندام هوایی نیز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت سیلیسیم در ریشه و اندام هوایی از روش الیوت و اشنایدر (۴) استفاده شد. بدین ترتیب که ۵۰۰ میلی‌گرم از پودر نمونه‌های گیاهی خشک شده با ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۵۰ درصد در لوله‌های پلی‌اتیلنی مخلوط شد و به هر لوله ۴/۵ گرم از سود ۵۰ درصد اضافه شد. سپس نمونه‌ها، به خوبی مخلوط شدند و به مدت ۱ ساعت در فشار ۱۳۸ کیلو پاسکال در اتوکلاو قرار گرفتند. پس از سرد شدن نمونه‌ها، حجم آنها به‌وسیله آب دی یونیزه شده به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت سیلیسیم با استفاده از روش رنگ سنجی مولیبدات توسط دستگاه طیف سنج در طول موج ۸۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۴).

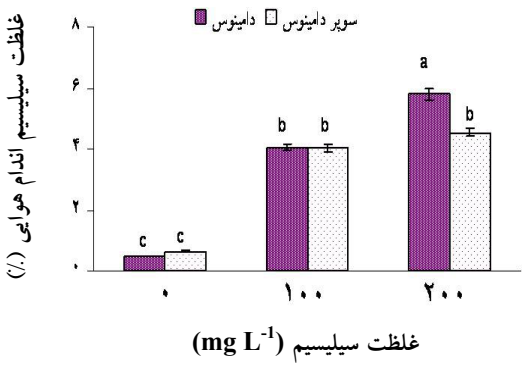
## نتایج

بین ارقام خیار مورد مطالعه از لحاظ غلظت سیلیسیم ریشه و اندام هوایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل‌های ۱ و ۲). با افزایش سطح سیلیسیم، افزایش معنی‌داری در غلظت سیلیسیم ریشه و اندام هوایی مشاهده شد، ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم از نظر غلظت سیلیسیم اندام هوایی وجود نداشت (شکل‌های ۱ و ۲). مایک و تاکاهاشی (۷) نیز نشان دادند در خیارهای گلخانه‌ای که با محلول‌های غذایی حاوی سیلیسیم تغذیه شده بودند، تجمع سیلیسیم در اندام هوایی دست‌کم ۲/۹ درصد بود و با افزایش غلظت این عنصر در محلول‌های غذایی، غلظت آن در خیار افزایش معنی‌داری داشت.

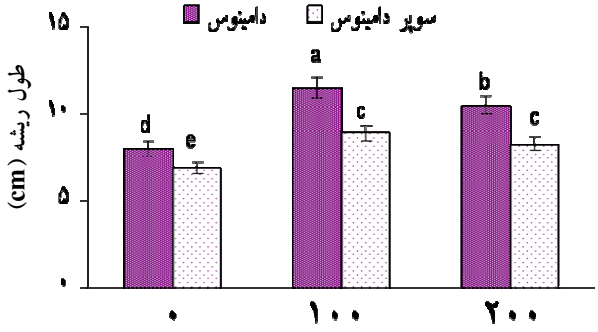
برهمکنش رقم در سیلیسیم بر طول ریشه معنی‌دار شد و طول ریشه در رقم دامینوس بیشتر از رقم سوپردامینوس بود (شکل ۳). در این پژوهش، سیلیسیم سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه در مقایسه با شاهد شد، اگرچه طول ریشه در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم بیشتر از تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم بر



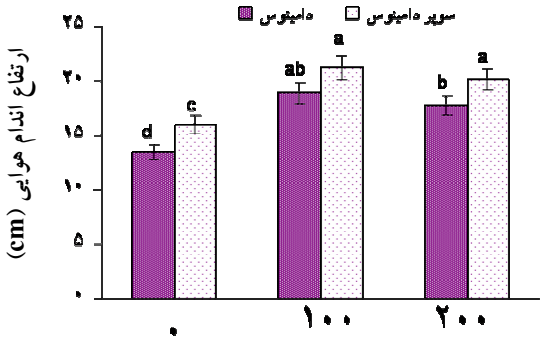

شکل ۱. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم ریشه خیار




شکل ۲. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم اندام هوایی خیار




شکل ۳. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر طول ریشه خیار



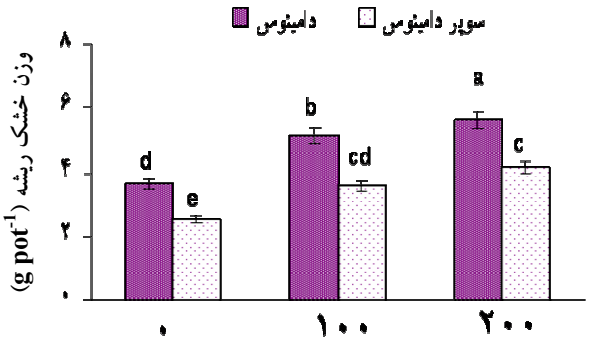

شکل ۴. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر ارتفاع اندام هوایی خیار

لیتر سیلیسیم بود (شکل ۳). سان و همکاران (۹) نشان دادند که تغذیه بهینه سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب کننده عناصر افزایش می‌یابد (۹).

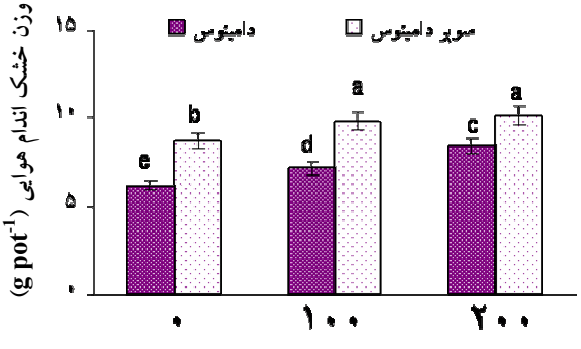
در این آزمایش تفاوت معنی‌داری از لحاظ ارتفاع اندام هوایی بین دو رقم خیار مشاهده نشد (شکل ۴). کاربرد سیلیسیم سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع اندام هوایی شد ولی بین تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴).

بین ارقام خیار مورد مطالعه از نظر وزن خشک ریشه و اندام هوایی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل‌های ۵ و۶). رقم دامینوس در مقایسه با سوپردامینوس دارای وزن خشک ریشه بیشتر ولی عملکرد وزن خشک اندام هوایی کمتری بود.

تفاوت عملکرد ارقام خیار می‌تواند مربوط به اختلافات ژنتیکی و فیزیولوژیک آنها باشد زیرا هر رقم عملکرد خود را از طریق ترکیب مسیرهای فیزیولوژیک کسب می‌کند (۵). طبق نتایج به‌دست آمده، کاربرد سیلیسیم سبب افزایش عملکرد خیار شد (جداول ۲ و ۳). میانگین افزایش عملکرد وزن خشک ریشه و اندام هوایی در گیاهان تیمار شده با ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون سیلیسیم) به ترتیب برابر ۱۴/۶ و ۴۱/۳ درصد و در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر




**شکل ۵. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر وزن خشک ریشه خیار**




**شکل ۶. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر وزن خشک اندام هوایی خیار**

**جدول ۲. افزایش وزن خشک ریشه خیار (برحسب) درصد در تیمارهای حاوی سیلیسیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون سیلیسیم)**

| غلظت سیلیسیم ($mg\ L^{-1}$) | دامینوس | سوپردامینوس |
|---|---|---|
| ۱۰۰ | ۱۶/۱ | ۱۳/۲ |
| ۲۰۰ | ۳۶/۳ | ۱۸/۴ |

**جدول ۳. افزایش وزن خشک اندام هوایی خیار (برحسب) درصد در تیمارهای حاوی سیلیسیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون سیلیسیم)**

| غلظت سیلیسیم ($mg\ L^{-1}$) | دامینوس | سوپردامینوس |
|---|---|---|
| ۱۰۰ | ۴۱/۶ | ۴۱/۱ |
| ۲۰۰ | ۵۵/۴ | ۶۴ |

سیلیسیم به ترتیب برابر ۲۷/۳ و ۵۹/۷ درصد بود. وشیدا و همکاران (۱۰) 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. ساموئلز و همکاران (۸) نیز نشان دادند که افزایش رشد و عملکرد گیاه در حضور سیلیسیم از طریق بهبود توانایی مکانیکی ساقه و برگ‌ها در جذب نور و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌باشد. نتایج بسیاری از تحقیقات نیز حاکی از تأثیر مثبت کاربرد سیلیسیم بر عملکرد گیاه می‌باشد. منزیس و بلانجر (۶) با بررسی اثر کوددهی سیلیسیم بر کاهش بیماری‌های خیار گلخانه‌ای نشان دادند که افزایش کود سیلیسیم از طریق کاهش بیماری‌ها باعث افزایش عملکرد خیار گردید.

اثر متقابل رقم در سیلیسیم بر عملکرد نیز معنی‌دار شد (شکل‌های ۵ و۶). با افزایش مقدار سیلیسیم از سطح صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم، عملکرد در هر دو رقم به طور معنی‌داری افزایش یافت. اما بین مقدار ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد مشاهده نشد. شریف و بلانجر (۳) دریافتند که کاربرد حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد خیار را افزایش داد.

## نتیجه‌گیری

اضافه کردن سیلیسیم به محلول‌های غذایی سبب افزایش غلظت این عنصر در ریشه و شاخساره خیار شد و به همین نسبت وزن خشک ریشه و شاخساره و همچنین ارتفاع شاخساره و طول ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مورد بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم مشاهده نشد. بر اساس نتایج این تحقیق و پژوهش‌های مشابه به نظر می‌رسد بتوان از غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم در محلول‌های غذایی برای بهبود

رشد و عملکرد خیار استفاده کـرد. بـرای پـژوهش‌هـای بعـدی پیشنهاد می‌شود برای مشاهده بهتـر تـأثیر سیلیـسیم بـر کیفیـت محصول، دوره رشد طولانی‌تری مد نظر قرار گیرد و تأثیر تغذیه برگی سیلیسیم نیز بر خیار مورد بررسی قرار گیرد.

## منابع مورد استفاده


۱. خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۶. *مبانی تغذیه گیاهی*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

2. Adtina, M. H. and R. T. Beasford. 1986. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. J. Ann. Bot. 58: 343-351.
3. Cherif, M. and R. R. Belanger. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on Long English Cucumber. J. Plant Dis. 76(10): 1008-1011.
4. Elliot, C. L. and G. H. Snyder. 1991. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. Agric. Food Chem. 39: 1118-1119.
5. Heath, M. C. and M. A. Stumpf. 1986. Untreated and silicon- depleted French bean cells. J. Physiol. Mol. Plant Pathol. 29: 27-39.
6. Menzies, J. G. and R. R. Belanger. 1996. Recent advances in cultural management of diseases of greenhouse crops. J. Plant Pathol. 18: 186-193.
7. Miyake, Y. and E. Takahashi. 1983. Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plant. J. Soil Sci. Plant Nutr. 29: 71-83.
8. Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret and J. G. Menzies. 1993. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: Changes in surface characteristics. J. Ann. Bot. 72: 433-440.
9. Sun, C. W., Y. C. Liang and V. Romheld. 2005. Effects of foliar- and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildow in *cucumis sativus*. J. Plant Pathol. 54: 678-685.
10. Voshida, S., S. A. Nsavero and E. A. Ramirez. 1969. Effect of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant. J. Plant Soil 31: 48-56.