

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

پروانه محقق<sup>۱</sup>، مهران شیروانی<sup>۲</sup> و سمیه قاسمی<sup>۱</sup>

(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 ژنتیپ خیار (*Cucumis sativus L.*) شامل دامینوس جی ار سی و سوپر دامینوس 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

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 سیلیسیم 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 پهنانی برگ، افزایش استحکام برگ‌ها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ باشد که از این

یکی از 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٪ درصد

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

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 الیوت و اشنایدر (۴) استفاده شد. بدین ترتیب که ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه 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 دی‌یونیزه 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

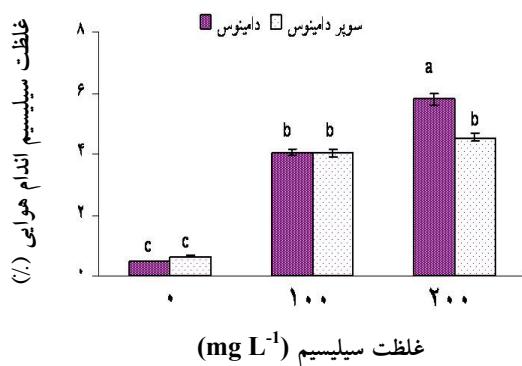
### جدول ۱. ترکیب محلول غذایی محیط آبکشت برای گیاه خیار

عناصر کم مصرف	عنصر پر مصرف
۵۰μM KCl	۱mM KNO <sub>3</sub>
۵۰μM FeEDTA	۱mM Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
۲۵μM H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	۱mM MgSO <sub>4</sub>
۲μM ZnSO <sub>4</sub>	۱mM NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
۲μM MnSO <sub>4</sub>	
۰/۵μM CuSO <sub>4</sub>	
۰/۵μM H <sub>2</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>4</sub>	

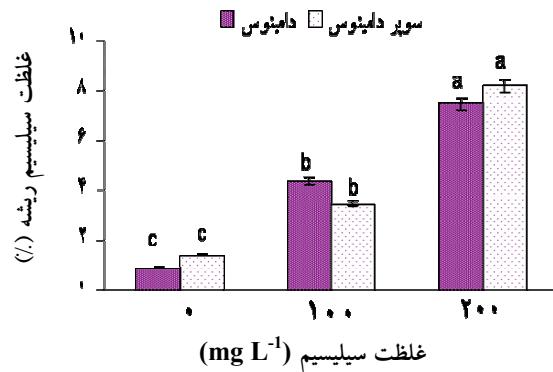
طریق توانایی گیاه برای استفاده مؤثرتر از نور را بالا می‌برد. همچنین کاربرد سیلیسیم محلول جهت تولید غلظت‌های بالاتر آنزیم ریبولوز بیوفسفات کربوکسیلاز در برگ لازم است (۲). این آنزیم سوخت و ساز دی‌اکسیدکربن را تنظیم کرده و در نتیجه کارایی ثابت دی‌اکسیدکربن توسط گیاهان را افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به بهبود فتوسنتز در گیاه می‌شود (۲). به دلیل اینکه غالب 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

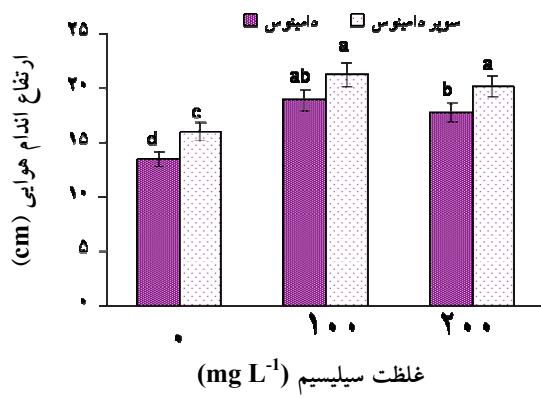
این آزمایش گلخانه‌ای در محیط آبکشت در مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش را دو رقم خیار (دامینوس و سوپردامینوس) و سیلیسیم در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از منبع سیلیکات سدیم تشکیل می‌دادند. بذور خیار پس از ضدغونی توسط هیپوکلرید سدیم ۰/۵ درصد و شستشو با آب مقطمر، در گلدان‌های پلاستیکی حاوی ماسه کوارتزی شسته شده، کاشته و روزانه توسط آب مقطمر و محلول غذایی استاندارد جانسون به نسبت یک به یک آبیاری شدند (جدول ۱). سی روز پس از جوانه زنی، برداشت گیاه انجام شد.



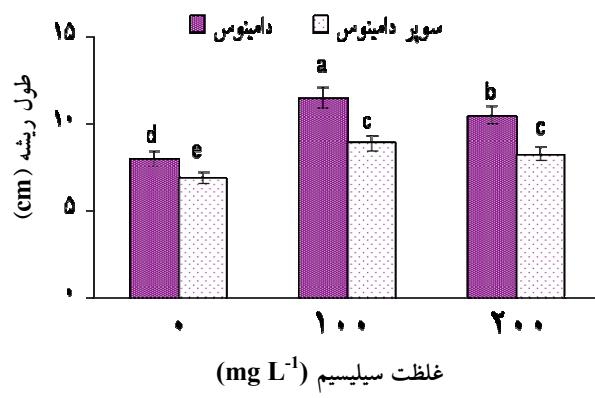
شکل ۲. اثر متقابل رقم و تغذیه سیلیسیم بر غلوظت سیلیسیم اندام هوایی خیار



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



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



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

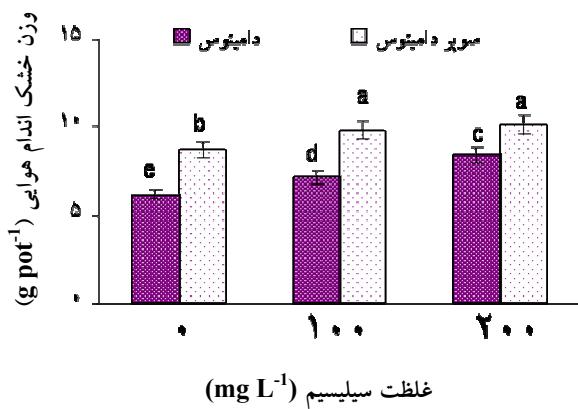
و ۶). رقم دامینوس در مقایسه با سوپر دامینوس دارای وزن خشک ریشه بیشتر ولی عملکرد وزن خشک اندام هوایی کمتری بود.

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

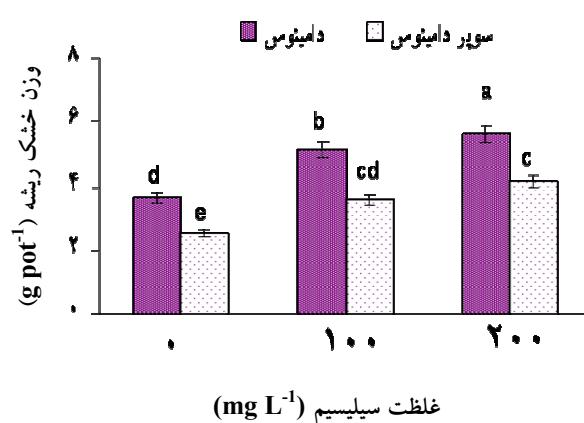
لیتر سیلیسیم بود (شکل ۳). سان و همکاران (۹) نشان دادند که تغذیه بهینه سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب کننده عناصر افزایش می‌یابد (۹).

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 میلی گرم 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



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



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

جدول ۳. افزایش وزن خشک اندام هوایی خیار (بر حسب) در صد در تیمارهای حاوی سیلیسیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون سیلیسیم)

	غذای سیلیسیم (mg L⁻¹)	دامینوس	سوپر دامینوس
۰	۴۱/۱	۴۱/۶	۱۰۰
۲۰۰	۵۵/۴	۵۴	

معنی داری افزایش یافت. اما بین مقدار ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر سیلیسیم اختلاف معنی داری از لحاظ عملکرد مشاهده نشد. شریف و بلانجر (۳) دریافتند که کاربرد حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر سیلیسیم به طور قابل ملاحظه ای عملکرد خیار را افزایش داد.

### نتیجه گیری

اضافه کردن سیلیسیم به محلول های غذایی سبب افزایش غلظت این عنصر در ریشه و شاخص ارتفاع شاخه ای خیار شد و به همین نسبت وزن خشک ریشه و شاخص ارتفاع شاخه ای ارتفاع شاخه ای و طول ریشه به طور معنی داری افزایش یافت. در مورد بیشتر و پژوهشگران موردن مطالعه، تفاوت معنی داری بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر سیلیسیم مشاهده نشد. بر اساس نتایج این تحقیق و پژوهش های مشابه به نظر می رسد بتوان از غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سیلیسیم در محلول های غذایی برای بهبود

جدول ۲. افزایش وزن خشک ریشه خیار (بر حسب) در صد در تیمارهای حاوی سیلیسیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون سیلیسیم)

	غذای سیلیسیم (mg L⁻¹)	دامینوس	سوپر دامینوس
۰	۱۳/۲	۱۶/۱	۱۰۰
۲۰۰	۱۸/۴	۳۶/۳	۲۰۰

سیلیسیم به ترتیب برابر ۲۷/۳ و ۵۹/۷ در صد بود. وشیدا و همکاران (۱۰) گزارش کردند طی ۲۰ روز تیمار بوته های خیار با سیلیسیم، وزن خشک ریشه بین ۲۱ تا ۵۴ در صد 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 برگ ها در جذب نور و افزایش ظرفیت فتوستتری گیاه می باشد. نتایج بسیاری از تحقیقات نیز حاکی از تأثیر مثبت کاربرد سیلیسیم بر عملکرد گیاه می باشد. منزیس و بلانجر (۶) با بررسی اثر کوددهی سیلیسیم بر کاهش بیماری های خیار گلخانه ای نشان دادند که افزایش کود سیلیسیم از طریق کاهش بیماری ها باعث افزایش عملکرد خیار گردید.

اثر متقابل رقم در سیلیسیم بر عملکرد نیز معنی دار شد (شکل های ۵ و ۶). با افزایش مقدار سیلیسیم از سطح صفر تا ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سیلیسیم، عملکرد در هر دو رقم به طور

محصول، دوره رشد طولانی‌تری مدنظر قرار گیرد و تأثیر تغذیه برگی سیلیسیم نیز بر خیار مورد بررسی قرار گیرد.

رشد و عملکرد خیار استفاده کرد. برای پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود برای مشاهده بهتر تأثیر سیلیسیم بر کیفیت

#### منابع مورد استفاده

۱. خوشگفتار منش، 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 mildew 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.