اثر سیلیسیم بر شاخص‌های رشد و عملکرد فلفل دلمه‌ای رقم اکسپرشن تحت تنش کم آبیاری

رحیم برزگر[۱*]، ساجده سبحانی[۲]، عبدالرحمن محمدخانی[۱]، مهدی قبادی نیا[۳]، اعظم امیری[۴]

[۱]عضو هیئت علمی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

[۲]دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد

[۳]عضو هیئت علمی گروه آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

[۴]دانش آموخته دکتری علوم باغبانی دانشگاه اهواز

نویسنده مسئول: barzegar56@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر سیلیسیم و کم آبیاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد فلفل دلمه‌ای، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تکرار در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه شهرکرد در سال ۹۷ انجام گرفت. تیمارها شامل سیلیسیم در سه سطح (۰، ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار) به صورت محلول پاشی و کم آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با افزایش کم آبیاری اغلب شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه شامل وزن تر، خشک و حجم ریشه، قطر ساقه، تعداد میوه، عملکرد میوه نسبت به شاهد کاهش یافت. سیلیسیم باعث افزایش وزن تر، خشک و حجم ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، طول و قطر ساقه، و عملکرد شد.

واژه‌های کلیدی: سیلیسیم، عملکرد، فلفل دلمه، کم آبیاری، محلول پاشی

مقدمه

خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد و ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ایران با متوسط نزولات جوی ۲۴۰ میلی‌متر در سال، طبق تعریف آمبرژه، جزء مناطق خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد. در همین ارتباط، نقش برخی عناصر غذایی نظیر سیلیسیم در کاهش تنش های ایجاد شده و افزایش مقاومت گیاه در برابر خشکی مورد توجه برخی پژوهشگران تغذیه گیاه قرار گرفته است (Gong and Chen, 2012). سیلیسیم می‌تواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول و افزایش تحریک تولید برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدان در گیاهان شود (Cherif *et al*, 1992). کم‌آبیاری راه‌کاری مناسب برای کسب عملکرد قابل قبول و اقتصادی با مصرف حداقل آب می‌باشد در کم‌آبیاری با وجود این که عملکرد در واحد سطح کاهش پیدا می‌کند، کاهش در مقدار آب مصرفی، هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب، موجب کسب سود بیشتر خواهد شد (Yazar *et al*, 2009).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد فلفل دلمه‌ای تحت شرایط کم‌آبیاری، آزمایشی در سال ۹۶-۹۵ در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار انجام شد. محلول‌پاشی سیلیسیم (Si) در سه سطح (۰، ۱/۵ و ۳ میلی مولار) و تیمار کم آبیاری (DI) در سه سطح (۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد آب قابل استفاده گیاه) اجرا گردید. بذرهای فلفل دلمه‌ای رقم اکسپرشن در

اسفند ماه در سینی‌های نشا کشت شده و سپس در اوایل اردیبهشت ماه در مرحله ۶ برگی به بستر اصلی منتقل شد. تا دو هفته پس از انتقال نشا، آبیاری بوته‌ها در حد ظرفیت زراعی و به صورت دستی انجام گرفت و در همین زمان تیمار سیلیسیم اعمال شد. سیلیسیم در ۵ نوبت و به فاصله هر ۲۰ روز یکبار مورد استفاده قرار گرفت. ۷۲ ساعت پس از این تیمار، تیمار کم آبیاری آغاز شد و تا پایان آزمایش ادامه داشت. در انتهای آزمایش نمونه‌های برگ و میوه به آزمایشگاه منتقل و صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع ساقه اصلی، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، حجم ریشه و وزن تر میوه اندازه‌گیری شد.

نتایج

اثر سیلیسیم بر وزن تر و خشک و حجم ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین وزن تر ریشه مربوط به تیمار Si=۱/۵mM و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. وزن تر ریشه در اثر مصرف ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم ۷۴/۸۳ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف سیلیسیم) افزایش یافته است (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه اثر سیلیسیم و کم آبیاری بر شاخص های رشد ریشه.

تیمارها	میانگین مربعات		
سیلیسیم (mmol/lit)	وزن تر ریشه(g)	وزن خشک ریشه (g)	حجم ریشه (cm^3)
۰	۲۲/۸۵^{c}	۷/۷۰^{b}	۱۴/۳۴^{b}
۱/۵	۳۹/۹۵^{a}	۹/۷۹^{a}	۱۹/۳۳^{a}
۳	۳۱/۵۰^{b}	۸/۸۳^{a}	۱۸/۸۰^{a}
کم‌آبیاری (%)			
۱۰۰	۳۳/۲۵^{a}	۹/۱۳^{a}	۲۱/۱۳^{a}
۸۵	۳۱/۴۰^{ab}	۹/۴۵^{a}	۱۷/۲۰^{b}
۷۰	۲۶/۵۸^{b}	۷/۷۸^{b}	۱۴/۲۰^{c}

بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه به ترتیب از تیمارهای ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم و شاهد به دست آمد. حجم ریشه در تیمار ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم ۳۴/۷۹ درصد بیشتر از تیمار شاهد است. اثر متقابل سیلیسیم و کم آبیاری بر هیچ یک از شاخص‌های رشد معنی‌دار نشد.

جدول۲- مقایسه اثر سیلیسیم بر شاخص‌های رشد.

تیمارها	میانگین مربعات					
	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	طول ساقه (cm)	قطر ساقه (mm)	سطح برگ (cm^2)	عملکرد (g/plant)
سیلیسیم (میلی‌مولار)						
۰	۱۳۹/۴۸^{b}	۳۰/۴۹^{b}	۸۳/۵۰^{a}	۱۰/۶۳^{b}	۱۱۱/۴۹^{a}	۴۵۳/۶۰^{a}
۲۵	۱۶۱/۱۲^{a}	۳۵/۰۰^{a}	۸۷/۹۱^{a}	۱۱/۵۷^{a}	۱۱۴/۸۷^{a}	۵۰۷/۹۳^{a}
۵۰	۱۱۲/۷۷^{c}	۲۵/۰۴^{c}	۷۶/۳۷^{b}	۱۰/۷۰^{b}	۱۰۸/۶۹^{a}	۳۴۴/۱۴^{b}
کم آبیاری (درصد)						
۱۰۰	۱۴۷/۱۱^{a}	۳۴/۲۶^{a}	۸۴/۷۱^{a}	۱۱/۵۲^{a}	۱۱۲/۳۳^{a}	۵۳۸/۳۲^{a}
۸۵	۱۳۷/۹۱^{a}	۲۸/۹۱^{b}	۸۴/۹۳^{a}	۱۱/۱۱^{a}	۱۱۵/۵۱^{a}	۴۵۵/۸۷^{b}
۷۰	۱۲۸/۰۶^{a}	۲۷/۳۲^{b}	۸۷/۱۷^{b}	۱۰/۲۷^{b}	۱۰۷/۳۰^{a}	۳۱۱/۴۸^{c}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون طبق آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

اثر تیمار بر شاخص‌های رشد اندام هوایی، تیمار سیلیسیم بر وزن تر و خشک ساقه، قطر و طول ساقه، تعداد میوه قابل فروش و عملکرد اثر معنی‌دار داشت. بیشترین و کمترین وزن تر و خشک ساقه به ترتیب از تیمار ۱/۵ و ۳ میلی مولار سیلیسیم به‌دست آمد. بر اساس این نتایج مصرف ۳ میلی مولار سیلیسیم باعث کاهش وزن تر و خشک ساقه می‌شود. مصرف ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم باعث افزایش ۸/۸ درصدی قطر ساقه نسبت به تیمار شاهد شد؛ درحالی که مصرف ۳ میلی مولار سیلیسیم اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول۲).

تیمار Si=۱/۵mM باعث افزایش طول ساقه نسبت به شاهد شد که این اختلاف معنی‌دار نبود. مصرف ۳ میلی مولار سیلیسیم طول ساقه را نسبت به شاهد کاهش داد. مصرف سیلیسیم باعث کاهش تعداد میوه قابل فروش شده است و بیشترین تعداد میوه قابل فروش مربوط به تیمار شاهد است. عملکرد در اثر مصرف ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت ولی عملکرد در این تیمار به میزان ۱۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در حالی که مصرف ۳ میلی مولار سیلیسیم عملکرد را ۲۴/۱۳ درصد در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد. اثر متقابل سیلیسیم و کم‌آبیاری تنها در دو شاخص وزن تر و قطر ساقه معنی‌دار شد. بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار Si=۳Mm و آبیاری ۱۰۰ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار Si=۳Mm و آبیاری ۷۰ درصد بود. وزن تر ساقه در تیمار ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم و آبیاری ۸۵ درصد بیشترین مقدار و در تیمار ۳ میلی مولار سیلیسیم و آبیاری ۷۰ درصد کمترین مقدار بود.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که تنش کم آبی به طور معنی‌داری باعث کاهش وزن تر و خشک و حجم ریشه فلفل دلمه‌ای شد و مصرف ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم باعث افزایش کلیه صفات رشد ریشه گردید. سان و همکاران نشان دادند که تغذیه مناسب سیلیسیم باعث افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌های خیار می‌شود که در نهایت باعث افزایش جذب عناصر می‌گردد (Sun *et al*. 2005).

نتایج نشان داد که در اثر مصرف سیلیسیم قطر ساقه افزایش پیدا کرده است. سیلیسیم با ایجاد کمپلکس‌های پیچیده در ترکیبات دیواره سلولی سبب استحکام و افزایش اندازه منافذ دیواره و نیز رشد قطری و طولی یاخته‌ها به ویژه آوند چوبی این گیاهان می‌گردد (Liang *et al*. 1996).

وزن تر و خشک ساقه در اثر مصرف سلیسیم افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشته است. پژوهش‌های قبلی نشان داد که سیلیسیم از تخریب ساختار چربی غشای سلول‌های گیاهان برنج رشد یافته در شرایط خشکی و گرما جلوگیری می‌کند و کاربرد سیلیسیم باعث ثبات و جلوگیری از اختلال عمل در غشای سلول‌های گیاهان رشد یافته در شرایط تنش می‌شود (مظفریان و حقیقی، ۱۳۹۳).

نتایج حاکی از وجود رابطه مثبت بین مقادیر کاربرد سیلیسیم و تولید ماده خشک اندام هوایی در شرایط تنش ملایم و شدید می‌باشد. البته این رابطه در سطوح زیادتر سیلیسیم ثابت است و تفا وت بین مقادیر ۲ و ۳ میلی مولار سیلیسیم هم در تنش ملایم و هم شدید ناچیز می‌باشد. به طور کلی، سیلیسیم از طریق جذب و تأثیر بیشتر بر صفات فیزیولوژیک اندازه گیری شده، باعث افزایش غلظت داخلی آن و در نتیجه افزایش پایداری غشای سلول شد. پس در شرایط تنش کمبود آب، از طریق کاهش تخریب غشای سلول و تداوم رشد گیاهی، کاهش کمتری در تولید ماده خشک اندام هوایی گیاه در حضور سیلیسیم اتفاق افتاده است (کرملاچعب و قرینه، ۱۳۹۳).

سیلیسیم با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، کاهش تنش اکسیداتیو و حفاظت از غشاهای کلروپلاستی و سلولی و حفاظت از ماکرومولکول‌هایی نظیر پروتئین‌ها، موجب افزایش مقدار قندهای موجود در گیاهان می‌شود؛ قندها علاوه بر نقش‌های اصلی خود در تنظیم اسمزی نیز به گیاهان کمک می‌کنند (Verma and Dubeyn, 2001).

بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که مصرف ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم باعث افزایش عملکرد فلفل دلمه‌ای می‌شود. گزارش شده که وجود ۱ میلی مولار سیلیسیم در محلول غذایی با افزایش خصوصیات رشد و نموی گیاه، شاخص‌های عملکرد را در گیاه توت‌فرنگی ۵ درصد افزایش می‌دهد (سیدلر فاطمی و همکاران، ۱۳۸۸).اثر مفید سیلیسیم در افزایش عملکرد به تغییرات آناتومیکی به وسیله رسوب سیلیسیم در دیواره سلولی نسبت داده شده است (Ma and Takahashi, 2002)

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به دست آمده از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که اثر سیلیسیم بر برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی فلفل دلمه‌ای اثر مثبت دارد. مصرف ۱/۵ میلی مولار سیلیسیم نسبت به ۳ میلی مولار تاثیر مطلوب‌تری بر صفات اندازه‌گیری شده داشت. بر اساس نتایج مطالعات گذشته اثرات مفید سیلیسیم در شرایط تنش بیشتر مشاهده می‌شود ولی داده‌های حاصل از این آزمایش نشان داد که سیلیسیم در شرایط بهینه محیطی نیز می‌تواند اثرات مفیدی بر رشد گیاه داشته باشد.

منابع

سیدلر فاطمی، ل.، طباطبایی، ج. و فلاحی، ا. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوریی. مجله علوم باغبانی. ۲۳(۱): ۸۸-۹۵.

کرملاچعب، ع. و قرینه، م.ح. ۱۳۹۳. تأثیر کمبود آب قابل دسترس و غلظت سیلیسیم محلول غذایی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و رشد گیاه گندم. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۲۰: ۱۵۳-۱۶۳.

مظفریان، م. و حقیقی، م. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات رویشی، مورفولوژیک و فتوسنتزی گوجه فرنگی در اثر سیلیسیم و نانوسیلیسیم افزوده شده به محلول غذایی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱۹(۵): ۳۷- ۴۷.

Cherif, M., Benhamou, N., Menzies, J.G., Bélanger, R.R.1992. Silicon-induced resistance in cucumber plants against Pythium ultimum. Physiol. Mol. Plant Pathol, 41: 411-425.

Gong, H., Chen, K. 2012. The regulatory role of silicon on water relations, photosynthetic gas exchange, and carboxylation activities of wheat leaves in field drought conditions. Acta Physiologiae Plantarum 34:1589–1594.

Liang, Y. C., Qirong, S., Zhenguo, S. 1996. Effect of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. J. Plant Soil, 209(2): 217-224.

Ma, J.F., Takahashi, E. 2002. Soil, fertilizer and plant silicon research in Japan. Elsevier Science. 275pp.

Sun, C.W., Liang, Y.C., Romheld, V. 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.

Verma, S., Dubeym, R.S. 2001. Effect of cadmium on soluble sugars and enzymes of their etabolism in rice. Biologia Plantarum, 1: 117- 123.

Yazar, A., Gökçel, F., Sezen, M. 2009. Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system, Plant Soil Environment, 55: 494-503.

دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران
رفسنجان، ۱۴ لغایت ۱۷ شهریور ماه ۱۴۰۰

Effect of silicon on growth indices and yield of *Capsicum annuum L. cv.* Expression under deficit irrigation stress

Rahim Barzegar[1], Sajedeh Sobhani [2,] A. Mohammadkhani[1], M. Ghobadinia[3,] A. Amiri[4]
[1]Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Agriculture Faculty, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
[2]MSc. Graduate. Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Shahrekord University, Shahrekord
[3]Assistant Professor, Department of Water Science, Agriculture Faculty, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[4]PhD. Graduate. Department of Horticultural Science, Agriculture Faculty, Chamran University, Ahvaz, Iran
[*]*Corresponding Author: barzegar56@yahoo.com*

Abstract

In order to investigate the effect of silicon under deficit irrigation on growth and yield indices of bell pepper, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with 5 replications in the research greenhouses of Shahrekord University in 2018. Treatments included silicon at three levels (0, 1.5 and 3 mM) as foliar application and deficit irrigation at three levels (100, 85 and 70% of field capacity). The results showed that with increasing lack of irrigation, most of the growth and yield indices of the plant including fresh weight, dry and root volume, stem diameter, fruit number, yield decreased compared to the control. Silicon increased fresh, dry weight and root volume, fresh and dry weight of shoots, stem length and diameter and yield.

***Keywords*: Deficit irrigation, Foliar application, Silicon, Sweet pepper, Yield**