اثر سیلیسیم بر واکنش توت‌فرنگی به بیکربنات سدیم در محیط آبکشت

مجید اسماعیلی زاده*، بتول عبداللهی، سید حسین میردهقان و حمیدرضا روستا
گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان
* نویسنده مسئول: esmaeilizadeh@vru.ac.ir

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سیلیسیم بر ویژگی‌های رشدی توت‌فرنگی در شرایط تنش بیکربنات سدیم، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور شامل ۳ سطح اسیدسیلیسیک (۰، ۱، ۲ میلی‌مولار) و ۴ سطح بیکربنات سدیم (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ میلی‌مولار) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام گرفت. سیستم کشت به‌صورت آبکشت در بستر حاوی۳۰ درصد پرلایت و ۷۰ درصد کوکوپیت بود. نتایج نشان داد که بیکربنات سدیم موجب کاهش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی، نسبت F_v/F_m، میزان کلروفیل و محتوای آب نسبی برگ شد اما کاربرد سیلیسیم هم در تیمار شاهد و هم در تیمارهای بیکربنات سدیم پارامترهای ذکر شده را افزایش داد.

کلمات کلیدی: **اسیدسیلیسیک، پاروس، کلروفیل، محتوای آب نسبی**

مقدمه

یکی از پارامترهای مهم در تعیین کیفیت آب آبیاری میزان حضور یون بیکربنات در آن است. حضور این یون در آب آبیاری در عرصه کشاورزی و به‌ویژه باغبانی آثار نامطلوبی بر رشد گیاه دارد. در آزمایشی که بر روی گیاه کاهو انجام شد رشد اندام هوایی شدیداً تحت تأثیر بیکربنات کاهش یافت (Roosta, 2010). در بررسی اثر سیلیکات پتاسیم بر رشد خیار در شرایط هیدروپونیک، افزایش سیلیسیم، برگ‌های تیره زیادتری را ایجاد کرده، ظرفیت فتوسنتز را افزایش داده و موجب افزایش وزن‌تر و میزان کلروفیل گردید(Lee et al., 2010). در پژوهشی روی کاهوی پیچ گلخانه‌ای افزایش سیلیسیم باعث کاهش پرولین، نشت الکترولیت، میزان قندهای محلول و همچنین افزایش محتوای آب نسبی برگ گردید (Peyvast et al., 2009). هدف از این تحقیق مطالعه تأثیر کاربرد سیلیسیم بر گیاه توت‌فرنگی تحت شرایط تنش بیکربنات سدیم بود.

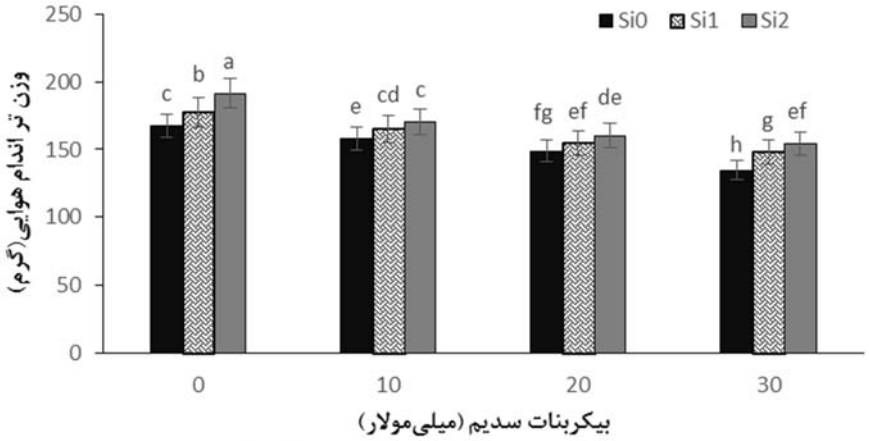
مواد و روش‌ها

پژوهش به‌صورت گلخانه‌ای و در سیستم کشت بدون خاک اجرا شد. رقم توت‌فرنگی مورد استفاده پاروس بود. بستر کاشت مورد استفاده ترکیبی از ۳۰ درصد پرلایت و ۷۰ درصد کوکوپیت بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ سطح اسیدسیلیسیک (۰، ۱، ۲ میلی‌مولار) و ۴ سطح بیکربنات سدیم (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ میلی‌مولار) و پنج تکرار انجام شد. محلول غذایی مورد استفاده هوگلند تغییر یافته بود. اعمال تیمار اسیدسیلیسیک پس از گذشت حدود یک ماه از شروع رشد بوته‌ها و اعمال تنش بیکربنات سدیم نیز چهار روز بعد از اعمال تیمار اسیدسیلیسیک آغاز شد. مدت تیمار ۲ ماه بود. در پایان دوره اندازه‌گیری صفات انجام شد. وزن تر اندام هوایی پس از برداشت بوته‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ قبل از روش ترنر(Turner, 1981) استفاده شد. میزان کلروفیل کل با استفاده از روش پوررا (Porra, 2002) با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ و عصاره‌گیری با استون اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل(Fv/Fm) از دستگاه فلوریمتر (Hansatech LTD Pocket PEA, UK) استفاده گردید به این صورت که از هر گلدان دو تا چهار برگ بالغ انتخاب و در گیره‌های مخصوص جهت

ایجاد شرایط تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت و پس از این مدت، میزان پارامتر فلورسانس کلروفیل F_v/F_m ثبت گردید.

نتایج و بحث

برهمکنش بیکربنات سدیم و اسید سیلیسیک بر وزن تر اندام هوایی معنی‌دار بود. تیمارهای بی‌کربنات رشد اندام هوایی را کاهش و اسیدسیلیسیک آن را افزایش داد. بالاترین میزان رشد در تیمار ۲ میلی‌مولار سیلیسیم در شرایط شاهد دیده شد. اسیدسیلیسیک در غلظت ۳۰ میلی‌مولار بیکربنات سدیم در مقایسه با تیمار بدون اسید سیلیسیک به‌طور معنی‌داری وزن تر اندام هوایی را افزایش داد. وزن تر اندام هوایی با کاربرد ۲ میلی‌مولار اسیدسیلیسیک در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار بیکربنات سدیم هم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۱). یون‌های کربنات و بیکربنات که به‌عنوان عامل قلیائیت شناخته می‌شوند باعث افزایش پی اچ آب آبیاری می‌شوند و در نهایت رشد گیاه را با غیر قابل حل کردن ریزمغذی‌ها کاهش می‌دهند (Valdez- Aquilar, 2004). رشد گیاهان در پی اچ بالا به‌طور غیرمستقیم هم توسط اختلالات تغذیه‌ای و هم توسط سمیت بیکربنات محدود می‌شود (Kopittke and Menzies, 2004). مکانیسم یون سیلیسیم در مقاومت گیاهان در شرایط تنش ممکن است به دلیل کاهش تحرک فلزات سنگین و یا مضر نظیر سدیم باشد و یا ممکن است سبب افزایش جذب عناصر غذایی نظیر آهن، روی و منگنز باشد که نقش مؤثری در فرایند فتوسنتز داشته باشند از طرف دیگر سیلیسیم با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و کاهش رادیکال‌های آزاد سبب افزایش تحمل گیاهان به شرایط تنش می‌گردد (Liang et al., 2007). با افزودن سیلیسیم به محلول غذایی در شرایط تنش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی جو افزایش یافت (Liang., 1999).

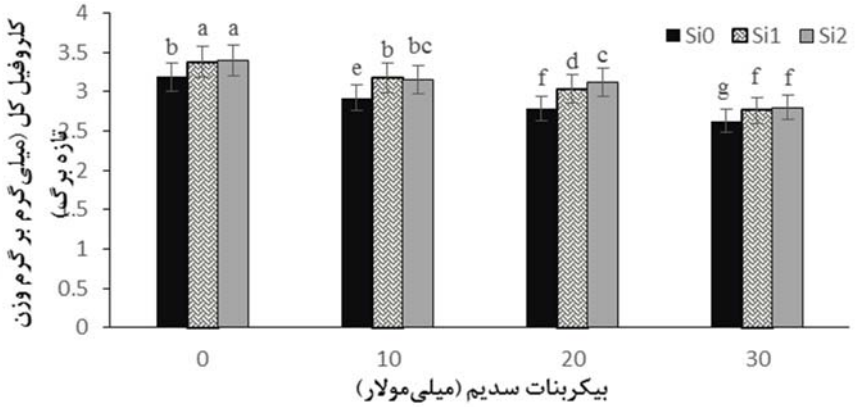


شکل ۱- اثر برهمکنش بیکربنات سدیم و اسید سیلیسیک بر وزن تر اندام هوایی توت‌فرنگی رقم پاروس
غلظت‌های مختلف اسید سیلیسیک (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار)
ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارد

نتایج حاصل از واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش بیکربنات سدیم و اسیدسیلیسیک بر میزان کلروفیل معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار ۲ میلی‌مولار اسیدسیلیسیک در شرایط شاهد مشاهده گردید و کمترین میزان کلروفیل کل در گیاهانی که در شرایط ۳۰ میلی‌مولار بیکربنات و بدون تیمار اسیدسیلیسیک قرار داشتند بدست آمد. با افزایش غلظت بیکربنات سدیم مقدار کلروفیل روند کاهشی را داشت و کاربرد اسیدسیلیسیک اثر بیکربنات سدیم را بر مقدار کلروفیل بهبود بخشید (شکل۲).

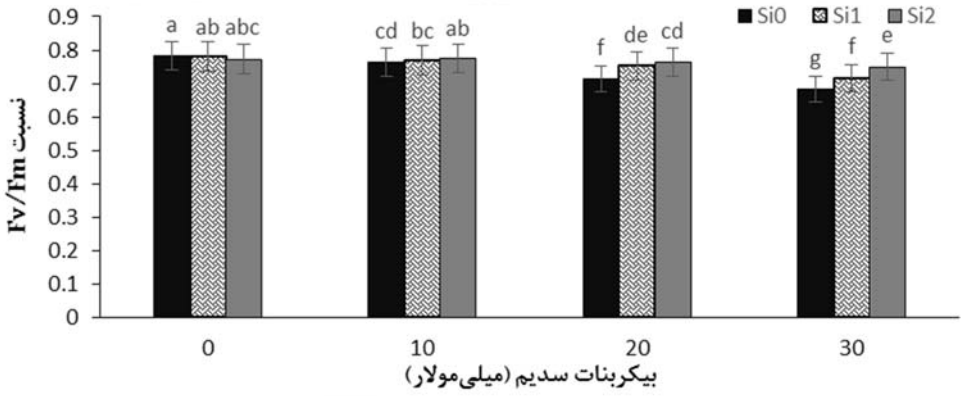
کاهش میزان کلروفیل تحت تیمار بیکربنات سدیم می‌تواند به علت: تجزیه کلروفیل در اثر آنزیم کلروفیلاز (Deng et al., 2010)، رسوب عنصر منیزیم در pH بالا (Shi and Zhao, 1997) و کمبود آهن (De La Guardia and

Alcantara, 2002) باشد. کاربرد سیلیسیم سبب افزایش معنی‌داری در مقدار کلروفیل گوجه‌فرنگی در شرایط تنش گردید که دلیل افزایش و یا حفظ مقدار کلروفیل را در شرایط تنش به خاطر نقش سیلیسیم در افزایش فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانت و کاهش مقدار رادیکال‌های آزاد در شرایط تنش نسبت دادند (Al-Aghabary et al., 2004).



شکل ۲- اثر برهمکنش بیکربنات سدیم و اسید سیلیسیک بر مقدار کلروفیل کل توت‌فرنگی رقم پاروس
غلظت‌های مختلف اسید سیلیسیک (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار)
ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارد.

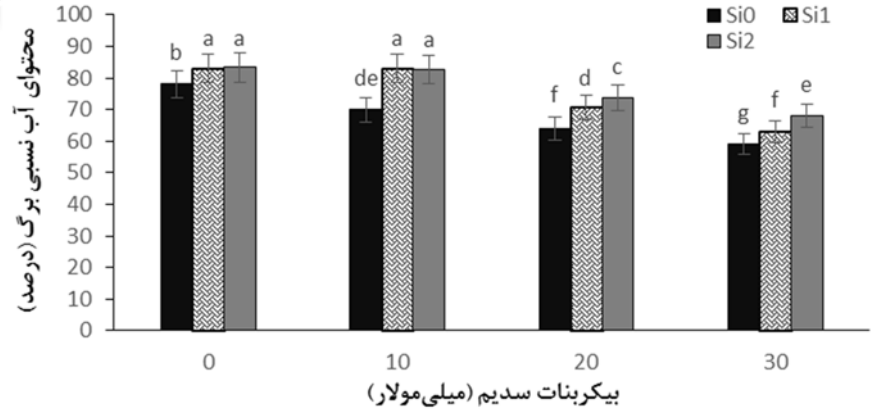
با افزایش غلظت بیکربنات سدیم نسبت فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و کاربرد اسیدسیلیسیک نسبت فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر را در شرایط تنش بی‌کربنات سدیم افزایش داد ولی در شرایط بدون تنش بی‌کربنات اسیدسیلیسیک اثر معنی‌داری نداشت(شکل۳). کاهش میزان F_v/F_m تحت شرایط تنش بیکربنات روی گیاهان فلفل دلمه(Rzakhani, 2015) گزارش شده است. کاربرد سیلیسیم باعث کاهش تراکم رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش شوری شده و باعث افزایش کارایی فتوسیستم II و جذب اکسیژن می‌شود و بدین ترتیب به افزایش ترکیب کلروفیل و فعالیت فتوسنتز کمک خواهد نمود و در نتیجه باعث افزایش نسبت F_v/F_m خواهد شد (Christie et al., 1996).



شکل ۳- اثر برهمکنش بیکربنات سدیم و اسید سیلیسیک بر نسبت F_v/F_m توت‌فرنگی رقم پاروس
غلظت‌های مختلف اسید سیلیسیک (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار)
ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارد

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای آب نسبی برگ نشان داد که اثرات ساده بیکربنات سدیم و اسیدسیلیسیک و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای آب نسبی برگ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد بیکربنات سدیم سبب کاهش معنی‌دار در محتوای آب نسبی برگ توت‌فرنگی گردید. همچنین نتایج مقایسه

میانگین بین تیمارهای مربوط به کاربرد اسیدسیلیسیک بیانگر آن می‌باشد که با افزایش غلظت اسیدسیلیسیک محتوای آب نسبی برگ نیز در شرایط تنش و غیر تنش افزایش پیدا کرد به‌طوری‌که بیشترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ به ترتیب در تیمار ۲ میلی‌مولار اسیدسیلیسیک در شرایط شاهد و ۰ میلی‌مولار اسیدسیلیسیک در شرایط ۳۰ میلی‌مولار بیکربنات مشاهده گردید(شکل ۴). محتوای آب نسبی برگ یکی از مهم‌ترین معیارهای بررسی واکنش گیاهان به تنش است (Jain and Chattopadhyay, 2010). تنش بیکربنات باعث ایجاد اختلالات تغذیه‌ی (Kopittke and menzies, 2004) ، کاهش رشد ریشه و توسعه گیاه و سلول می‌شود که در اثر کاهش جذب آب رخ می‌دهد(Pearce et al 1999; Yang et al., 2008). بهبود محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش با کاربرد اسید سیلیسیک ممکن است به دلیل نقش سیلیسیم در افزایش رشد ریشه و در نتیجه جذب آب و مواد غذایی بیشتر در شرایط تنش باشد (Wang and Naser, 1994).



شکل ۴-اثر برهمکنش بیکربنات سدیم و اسید سیلیسیک بر محتوای آب نسبی برگ توت‌فرنگی رقم پاروس
غلظت‌های مختلف اسید سیلیسیک (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار)
ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارد

منابع

Al-Aghabary, K., Zhu, Z. and Shi, Q. H. 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and anti oxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. Journal of Plant Nutrition, 27: 2101-2115.

Christie, P. J., Alfenito, M. R. and Walbot, V. 1994. Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. Planta, 194: 541-549.

De la Guardia, M. D. and Alcantara, E. 2002. Bicarbonate and low iron level increase root to total plant weight ratio in olive and peach rootstock. Journal of Plant Nutrition, 25: 1021-1032.

Deng, C. N., Zhang, G. X., Pan, X. L. and Zhao, K. Y. 2010. Chlorophyll fluorescence and gas exchange responses of maize seedlings to saline-alkaline stress. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(1): 49-58.

Kopittke, P.M. and Menzies, N.W., 2004. Effect of Mn deficiency and legume inoculation on rhizosphere pH in highly alkaline soils. *Plant and soil*, *262*(1-2), pp.13-21.

Lee, S. K., Sohn, E. Y. and Hamayun, M. 2010. Effect of silicon on growth and salinity strees of soybean plant growth under hydroponic system. Agroforest Syst, 80: 333-340.

Liang, Y. C., 1999. Effects of silicon on enzyme activity and sodium , potassium and calcium concentration in barely under salt stress. Plant Physiol 29: 217-224.

Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y.G. and Christie, P., 2007. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environmental pollution*, *147*(2), pp.422-428.

Peyvast, G.H., Zare, M.R. and Samizadeh, H. 2008. Effect of silicon on nutrient content and nitrate in lettuce. Journl of Iran Horticultural cience, 39(1): 1-8. (in Persion).

Rezakhani, D. 2015. Effect of Fe-EDDHA and nano Fe-chelate on two peper varieties in alkaline conditions. M. Sc. Thesis. College of Agriculture, Vali-E-Asr university. (in Persion).

Roosta, H. R. 2010. Interaction between water alkalinity and nutrient solution pH on the vegetative growth, chlorophyll fluorescence and leaf Mg, Fe, Mn and Zn concentrations in lettuce. Journal of Plant Nutrition, 34: 717-731.

Turnur, N. C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, 58:339-366.

Valdez-Aguilar, L. A. 2004. Effect of alkalinity in irrigation water on selected greenhouse crops. Ph.D dissertation, Major Subject: Horticulture, Submitted to the office of graduate studies of Texas A&M University.

Study the Effect of Silicon on the Response of Strawberry to Alkalinity in Hydroponic Culture

M. Esmaeilizadeh*, B. Abdollahi, S.H. Mirdehghan, H.R. Roosta
Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-E-Asr University, Rafsanjan, Iran
*Corresponding Author: esmaeilizadeh@vru.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of silicon on the vegetative growth characteristics of strawberry under sodium bicarbonate stress conditions, an experiment was done as factorial with two factors, included 3 levels of silicic acid (0, 1 and 2 mM) and 4 levels of sodium bicarbonate (0, 10, 20 and 30mM), in 5 replications in compeletely randomize design. Soiless culture system used with a combined 30% perlite and 70 % cocopeat. Results showed that sodium bicarbonate reduced fresh weight of shoot, F_v/F_m, total chlorophyll, and RWC, but applications of silicon increased mentioned parameters in both control and sodium bicarbonate treatments.

Key words: **Chlorophyll, Paros, RWC, Silicic acid**