اثر سیلیکون بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی استویا (*Stevia rebaudiana*) تحت تنش رطوبتی

رستم یزدانی بیوکی*[۱]، مرضیه عسکرنژاد[۲]، حمید سودایی زاده[۳] و اصغر مصلح آرانی[۴]
[*۱] استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
[۲] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی
[۳و۴] دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، یزد، ایران
*نویسنده مسئول: yazdani.agroecology@gmail.com

چکیده

هدف از این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف سیلیکون بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه استویا در شرایط تنش خشکی در گلخانه بود. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای موردبررسی شامل سطوح مختلف تنش خشکی در چهار سطح (۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ درصد زراعی) و سیلیکون با سه سطح (۱/۵، ۱، ۰ میلی مولار) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که محتوای کلروفیل با اعمال تنش خشکی کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. کاربرد هر دو غلظت سیلیکون به‌خصوص غلظت یک میلی مولار میزان خسارت حاصل از تنش خشکی بر روی استویا را در مقایسه با عدم استفاده از این ماده به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به‌طورکلی نتایج این تحقیق بیانگر نقش مثبت سیلیکون در کاهش اثرات ناشی از تنش خشکی بود.

***کلمات کلیدی:* تنش خشکی، کلروفیل، میلی مولار**

مقدمه

در بین تنش‌های غیرزنده، خشکی مهم‌ترین مشکل زراعی است که باعث کاهش عملکرد در محصولاتی می‌شود که به‌صورت دائم یا دوره‌ای در معرض آن قرار می‌گیرند (Chandra *et al.*, 2008). با توجه به اثر منفی تنش خشکی بر رشد و عملکرد محصولات زراعی در اکثر نقاط کشور، ضروری است که روش‌های مختلف کاهش اثرات زیان‌آور این تنش بر رشد گونه‌های مختلف زراعی موردبررسی قرار گیرد. سیلیکون ازجمله ترکیباتی است که باعث کاهش زیان‌های ناشی از خشکی می‌شود. بر اساس نتایج پژوهش‌های دانشمندان اثرات این عنصر در شرایط تنش بیشتر به چشم می‌خورد، زیرا سیلیکون توانایی آن را دارد که گیاهان را در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی چندگانه محفوظ نگه دارد. تحقیقات نشان داده است که سیلیکون تنش‌های فیزیکی مانند خشکی را کاهش می‌دهد (Gagoonani *et al.*, 2011; Kim *et al.*, *2011*).

استویا با نام علمی *Stevia rebaudidna* گیاهی بوته‌ای، پایا و چندساله است (Ali *et al.*, 2010). بهترین شرایط محیطی استویا، هوای مرطوب همراه با دمای ۱۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس هست. در طول روز کمتر از ۱۳ ساعت باعث می‌شود استویا به گل رود و درنتیجه عملکرد و میزان مواد قندی آن کاهش یابد. در شرایط ایران، بهترین مناطق دارای شرایط محیطی مناسب برای پرورش استویا، استان‌های گیلان و مازندران هستند (Ramesh *et al.*, 2006).

سیلیکون باعث بهبود فتوسنتز و افزایش محتوای کلروفیل در شرایط تنش می‌گردد (Gong *et al.*, 2006). Torabi *et al.*, 2013 تأثیر سیلیکون بر برخی پارامترهای آناتومیکی و فیزیولوژیکی گیاه گاوزبان دارویی در شرایط هیدروپونیک را موردبررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که گیاهان تحت تیمار ۱/۵ میلی مولار سیلیکون دارای تأثیرات مثبتی بر محتوای کلروفیل کل داشتند. ازآنجایی‌که اکثر گونه‌های دارویی مقاومت نسبی به شرایط کم‌آبی

داشته و کشت این گیاهان راهکاری مناسب جهت بهره‌برداری و افزایش عملکرد در مناطق خشک می‌باشد، لذا بررسی عکس‌العمل آن‌ها نسبت به تنش خشکی از اولویت‌های پژوهشی بخش کشاورزی کشور محسوب می‌گردد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای موردبررسی در این تحقیق شامل تنش خشکی با ۴ سطح (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و غلظت سیلیکون با ۳ سطح (۱/۵، ۱ و ۰ میلی مولار) در نظر گرفته شد. پس از استقرار کامل گیاهان نسبت به اعمال تیمارهای خشکی اقدام گردید. محلول‌پاشی سیلیکون بعد از گذشت ۴۰ روز از اعمال تیمارهای خشکی انجام شده و پس از گذشت یک هفته تکرار گردید. برگ گیاه مورد آزمایش یک هفته بعد از آخرین محلول‌پاشی به آزمایشگاه برده شده و میزان قند محلول (Kochert, 1978)، پرولین (Bates *et al.*, 2006) و محاسبه غلظت کلروفیل برگ با استفاده از روش (Lichtenthaler, 1987) انجام شد. جهت آنالیز داده‌ها از روش تجزیه واریانس دوطرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

اعمال تیمارهای خشکی بر صفاتی نظیر پرولین، قند محلول و کلروفیل b اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته درحالی‌که سایر صفات تأثیر معنی‌داری نشان نداد. اثر محلول‌پاشی سیلیکون نیز بر صفات قند محلول و کلروفیل b در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش خشکی و سیلیکون نیز تنها بر صفت قند محلول در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بر سایر صفات تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

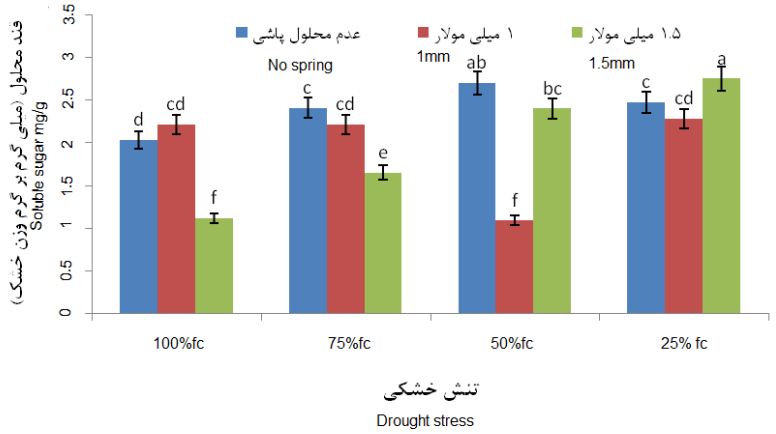
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف آبیاری و محلول‌پاشی سیلیکون بر پرولین، قند محلول، کلروفیل a، کلروفیل b و کروفیل کل در گیاه استویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		پرولین	قند محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تیمارهای خشکی (A)	۲	۰/۰۳**	۰/۷۸**	۵/۱۴^{ns}	۴۴/۴۱**	۹۰/۶۴^{ns}
محلول‌پاشی با سیلیکون (B)	۲	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۷۶۷**	۱۳/۲۰*	۱۱۴/۴۱**	۱۰۷/۵۲^{ns}
اثر متقابل (A×B)	۶	۰/۰۰۳^{ns}	۱/۰۲**	۸/۰۵^{ns}	۱۴/۶۶^{ns}	۲۱/۶۴^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۳/۷۱	۹/۰۸	۴۷/۵۲

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال۰/۰۵، ۰/۰۱ و عدم معنی‌داری.

قند محلول

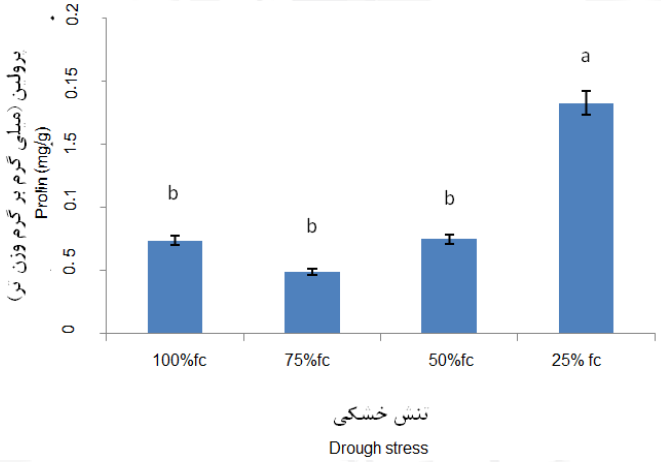
نتایج مطالعه حاضر نشان داد که قند محلول در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی در تیمارهای عدم محلول‌پاشی و سیلیکون ۱ و ۱/۵ میلی مولار افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد FC پیدا کرده است. به‌گونه‌ای که بیشترین میزان قند محلول مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و محلول ۱/۵ میلی مولار سیلیکون است (شکل ۱). ازآنجاکه قندها از اسمولیت‌های سازگار به شمار می‌آیند و تجمع آن‌ها سبب تنظیم اسمزی، حفظ آماس سلولی و پایداری پروتئین‌ها می‌شود لذا افزایش قندهای محلول گیاه نظیر ساکارز، گلوکز و فروکتوز در اثر تنش‌های محیطی به‌ویژه خشکی از راهکارهای تحمل گیاهان به شرایط نامساعد محیطی به‌حساب می‌آید. Yanqiong *et al.*, 2007 در بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در ۴ گونه بوته‌ای به این نتیجه رسیدند که تحت تنش خشکی میزان قند محلول افزایش یافت.



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای مختلف تنش خشکی و سیلیکون بر روی قند محلول استویا (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

پرولین

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تنش خشکی در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی میزان پرولین گیاه استویا به‌طور معنی‌داری نسبت به سه تیمار ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی افزایش ۷۴ درصدی پیدا نموده است (شکل ۲). نتایج تحقیقات متعدد در این زمینه حاکی از تأثیر مثبت تنش خشکی بر میزان پرولین است به‌طوری‌که مقدار پرولین در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال بیشتر است (Abaszadeh *et al.*, 2007). افزایش میزان پرولین در شرایط تنش ممکن است به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز این ماده، کاهش تبدل اکسیداسیونی پرولین به گلوتامات و یا کاهش میزان مصرف پرولین در فرایند ساختن پروتئین‌ها باشد.

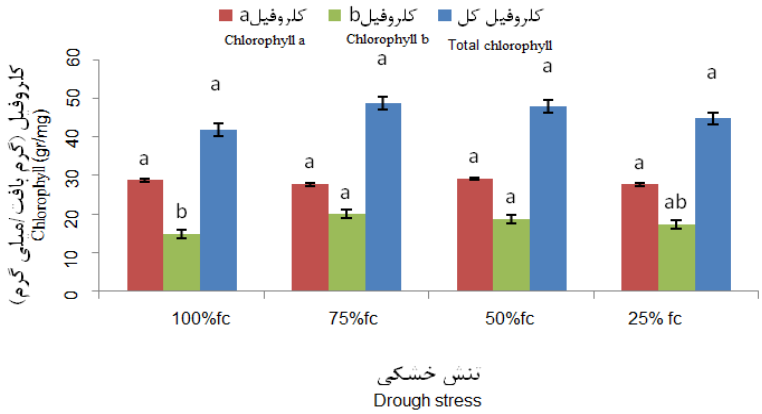


شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر پرولین استویا (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

محتوای کلروفیل

نتایج حاصل از بررسی تیمارهای مختلف تنش خشکی بر محتوای کلروفیل گیاه استویا نشان داد که اثر تنش خشکی بر کلروفیل b معنی‌دار بوده به‌گونه‌ای که بیشترین میزان این صفت در تیمار ۷۵ درصد بدست آمده که با تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری نشان نداده و کمترین میزان نیز در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (شکل ۳). افزایش اندک کلروفیل b در شرایط تنش نشان می‌دهد که در تنش خشکی

رنگدانه‌های کلروفیل تا حدی به کاهش آب مقاوم هستند. Tajamolian *et al.*, 2013 نیز در تحقیقی بر روی گیاه قلم (*Fortuynia bungei*) به نتایج مشابهی دست یافتند.



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر کلروفیلa، کلروفیل b و کلروفیل کل استویا (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

منابع

Abaszadeh, B., Sharifiashorabadi, A., Lebaschi, M.H., Naderi Haji Bagherkandi, M. and Moghadami F. 2007. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(4): 504-513. (In Persian)

Ali, A., Gull I., Nas, S. and Afghan, S. 2010. Biochemical investigation during different stages of in vitro propagation of Stevia rebaudiana. Pakistan Journal of Botany, 42(4): 2827-2837.

Bates, L., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39:205-207.

Chandra Obul Reddy, P., Sairanganayakulu, G., Thippeswamy, M., Sudhakar Reddy, P., Reddy, M. K. and Chinta Sudhakar H. 2008. Identification of stress-induced genes from the drought tolerant semi-arid legume crop horsegram. (Macrotyloma uniflorum (Lam) Verdc) through analysis of subtracted expressed sequence tags. Plant Science, 175: 372-384.

Gagoonani, S., Enteshari, S., Delavar, K. and Behyar, M. 2011. Interactive effects off silicon and aluminum on the malondialdehyde (MDA), Proline, protein and phenolic compounds in Borago officinalis L. Journal of Medicinal Plants Research, 5(24): 5818-5827.

Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S. and Zhang, C. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Plant Science. 169:313-321.

Kim, Y., Khan, AL., Hamayun, M. and Kang, S.M. 2011. Influeence of short-term silicon application on endogenous physiohormonal levels of *Oryza sativa* L. under wounding stress. Biological Trace Element Research Journal, 144:1175-1185.

Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method in: Helebust j. a. and Craig. S. (Ed): Hand book of phycologia and Biochemical Methods, London: Cambridge University Press, pp. 95-97.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids pigments photosynthetic membranes. Methods Enzymol, 148:350-382.

Ramesh, K.V., Singh N.W., and Megeji K. 2006. Cultivation of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): A comprehensive review. Advances in Agronomy Journal, 89: 137-177.

Tajamolian M., Iran Nezhad Parizi M.H., Malekinezhad H., Rad M.H., Sodaei Zadeh H. 2013. MSc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Yazd University. (In Persian)

Torabi F., Majd A., Enteshari, Sh. and Irian, S. 2013. Study of Effect of Silicon on Some Anatomical and Physiological Characteristics of Borage (*Borago officinalis* L.) in Hydroponic Conditions. Journal of Cell and Tissue, 4(3): 275-285.

Yanqiong, L., Xingliang, L., Shaowei, Z., Hong, C., Yongjie, Y., Changlong, M. and Jun, L. 2007. Drought-resistant physiological characteristics of four shrub species in arid valley of Minjiang River, China. Online English edition of the Chinese language journal, 27(3):870-878.

Effect of Silicon on Physiological Characteristics of *Stevia rebaudiana* under Water Stress

Rostam Yazdani Biouki[1*], Marziye Askarnejad[2], Hamid Sodaeizadeh[3], Asghar Mosleh Arani[4]

[1*] Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

[2]MSc of dessert Management, Faculty of Natural Resources, Yazd, Iran

[3] Associate Professor. Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran

[*]*Corresponding Author: yazdani.agroecology@gmail.com*

Abstract

The purpose of this research is to determine the effects of different silicon concentrations, on the physiological characteristics of stevia under drought stress conditions. For this purpose, a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications, was done. The studied factors were the 4 levels of drought stress, including (25, 50, 75, 100 field capacity) and 3 levels of silicon concentration (0, 1, 1.5 millimolar). The results of the experiment showed that chlorophyll, had a significant decrease with the increasing of drought stress ($p<0.01$). Using both of the 2 different concentrations of silicon especially 1 millimolar, decreased the damages of drought stress on stevia when compare to control. Generally, the results of this research represent the positive role of silicon in decreasing the effects caused by drought stress.

***Keywords*: Chlorophyll, Drought stress, milimolar.**