# تاثیرمصرف سیلیسیوم بر کاهش سوختگی ناشی از سمیّت بور در برگ نهال های انبه

مریم قریشی [۱*]، یعقوب حسینی [۱]، منوچهر مفتون [۲]
۱- به ترتیب محقق و استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس. ۲- استاد گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات فارس، شیراز.
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی : maryamgh1967@yahoo.com

## چکیده

استان هرمزگان پتانسیل بالایی برای تولیدات کشاورزی بویژه‌میوه‌های گرمسیری همچون انبه دارد؛ اما کاهش کیفیت منابع آب و خاک، استفاده مطلوب‌ازاین پتانسیل‌را به چالش کشانده‌است. به‌منظورارائه‌راهکاری دراین خصوص، از عنصر سیلیسیوم برای کاهش تأثیر سمیّت بور بر رشد دانهال‌های انبه استفاده‌گردید. این پژوهش، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با شش سطح بور(۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک) و چهارسطح سیلیسیوم(۰، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۸۰ میلی‌گرم سیلیسیوم درکیلوگرم خاک) در چهارتکرار بر روی‌دانهال‌های انبه درگلخانه انجام و پس‌از سپری شدن زمان داشت (۳۰ هفته)، دانهال از طوقه قطع و پس‌ازانتقال به‌آزمایشگاه پارامترهای‌رویشی‌وترکیب شیمیایی گیاه تعیین و سپس با کمک نرم افزار آماری(6.1) SAS تجزیه‌های‌آماری‌صورت پذیرفت. نتایج نشان‌دادکه کاربرد بور برهمه پارامترهای رویشی(از جمله: وزن خشک برگ‌وریشه، طول ساقه، میزان خشکیدگی حاشیه برگ و سطح برگ) اندازه‌گیری شده درانبه تاثیری معنی‌داراداشته‌ودراغلب موارد افزایش‌کاربردآن، سبب کاهش پارامترهای‌مذکورگردیده‌است. کاربردسیلیسیوم تاثیری‌معنی‌داربرروی‌وزن اندام‌های‌گیاهی نداشته است، اما نسبت سهم ریشه به‌کل وزن اندام‌های هوایی نهال درسطوح بالای بورافزایش‌داده‌است. بر همکنش بور و سیلیسیوم باعث کاهش سطح برگ گردید اما سطح خشکیده در نهال ها را افزایش داد.

**کلمات کلیدی:** انبه، خشکیدگی برگ، سمیّت بور، کاربرد سیلیسیوم.

## مقدمه

گیاهان برای رشدونمو خودبه عناصرغذایی نیاز دارندکه بیشتر این عناصر از خاک تأمین می شوند.در برخی از کشورها، کاربرد سیلیسیوم به عنوان کوددر حال‌افزایش‌است. سیلیسیوم دومین عنصررایج درخاک‌است، این‌عنصرجز عناصرمفیدبرای گیاهان به شمار می‌آید زیرااستفاده از آن می‌تواند به افزایش عملکرد، بهبود مقاومت گیاه درمقابل بیماریها و آفات و افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌هایی همچون سرما، شوری، خشکسالی و سمیّت فلزات منجرگردد. مکانیسم جذب این عنصر بسته به نوع گیاه، متفاوت‌است، گیاهان خانواده گرامینه سیلیسیوم بیشتری نسبت به سایرگونه‌ها جذب‌می‌کنند. درحالیکه بیشترگیاهان دولپه‌ایی سیلیسیوم را به صورت غیرفعال جذب‌می‌کنند برخی‌ازگیاهان دو لپه‌ای مثل لگومینه ها(legumes) مانع جذب سیلیسیوم می‌شوند. سیلیسیوم جذب شده توسط‌گیاه به‌صورت اسیدسالیسیلیک بدون بار$Si(OH)_4$ ودر نهایت‌به‌صورت‌سیلیسیوم بی شکل( amorphous Silica) و تغییر ناپذیر در گیاه رسوب می کند(Ranganathan et al., 2006) . بهبود تغذیه ای گیاه با کاربرد سیلیسیوم، از طریق تقویت حفاظت گیاه در مقابل بیماری‌ها، حشرات و شرایط نامطلوب دیگر و کمک به ریشه‌زایی وتشکیل میوه نمایانگرمی‌شود (Matichenkov et al., 2001). سیلیسیوم در قسمت‌های هوایی‌گیاه توزیع می‌شود که آن هم به شدت تعرق وابسته‌است. در جریان تعرق در آوند چوبی، اسید سالیسیلیک به برگ‌ها انتقال داده‌می‌شود و درون بافت‌های پیرتر تجمع‌می‌یابد که درون گیاه قابل جابجایی نیست. بیشترسیلیسیوم موجود درگیاه دردیواره‌های سلول ریشه، برگ، ساقه و پوست، جای که امکان تشکیل یک لایه نازک از سیلیکاژل($SiO_2.nH_2O$) وجود دارد، ته نشین می‌شود(Sacala, 2009). در پژوهشی دیگر(Gunes et al., 2007a)، نشان داده‌شد که سیلیسیوم درکنترل عکس‌العمل اسفناج به تنش حاصل از سمیّت بور که به طور معنی‌داری رشد شاخه و ریشه اسفناج را کاهش‌می‌دهد نقش دارد و می‌تواند به عنوان تنظیم‌کننده و افزایش‌دهنده رشد گیاه تحت شرایط تنش بور استفاده شود. همچنین

افزایش در عملکرد سایر گیاهان که تحت تاثیر تنش‌های اکسیداسیونی مختلف از جمله تنش شوری در گوجه فرنگی (Romero-Aranda et al., 2006) و سمیّت منگنز در لوبیا چشم بلبلی(Iwasaki et al., 2002)و تنش‌های خشکی درگندم وسورگوم (Gong et al., 2005; Hattori et al., 2005) اخیرا" گزارش شده‌است. بنابراین نتیجه‌گرفته‌شد که سیلیسیوم ممکن‌است نقش فیزیولوژیکی مهمی در رفع سمیّت بور در درون گیاه بازی‌کند.

## مواد و روش تحقیق

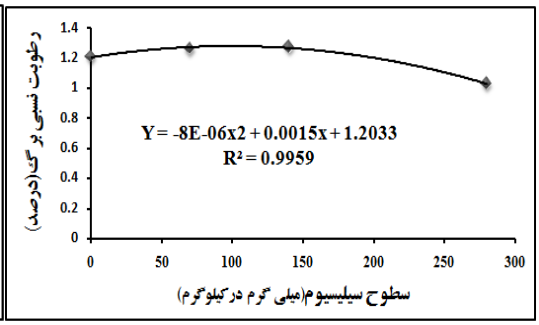
برای انجام این پژوهش خاک مناسب از مناطق مختلف انبه کاری استان هرمزگان انتخاب و سپس تیمارهای سیلیسیوم در چهار سطح و به مقادیر صفر، ۷۰، ۱۴۰ و۲۸۰ میلی‌گرم سیلیسیوم در کیلوگرم خاک از منبع سیلیکات سدیم($Na_2Si_3O_7$) و تیمارهای بور شامل شش سطح بور به مقادیرصفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بور درکیلوگرم خاک به صورت اسید بوریک($H_3BO_3$) اعمال‌گردید(Gunes et al., 2007a,b). آزمایش به صورت فاکتوریل ودرقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار(در مجموع ۹۶ گلدان) انجام‌گرفت، سپس در هر گلدان یک نهال انبه طبق روش مرسوم کاشته شد. دانهال های یک اندازه و هم سن برای کاشت درگلدان انتخاب شدند پس ازگذشت هشت ماه از تاریخ اعمال تیمارهادانهال ها از طوقه قطع و برای پاره‌ای از آزمایشات رویشی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل‌گردید.

## نتایج و بحث

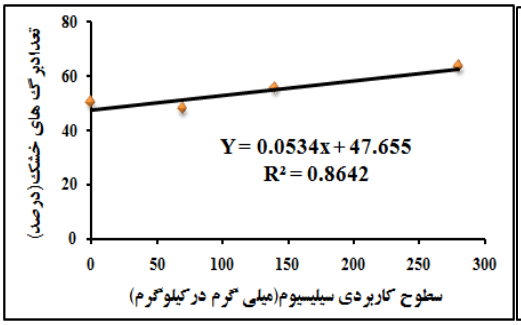
کاربرد بور به مقدار ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ ، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، وزن خشک برگ را به ترتیب ۹، ۱۰، ۴۲، ۶۵، ۶۶ درصد درمقایسه با شاهد کاهش داده‌است که با افزایش کاربرد بور میزان بور تجمع یافته‌دراندام های گیاهی افزایش یافته‌است و میزان غلظت بوردر برگ‌های نهال ها به حدود ۵ برابر در سطح ۵ و ۸/۵ برابر در سطح ۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک رسیده‌است. تجمع زیاد بور سبب از بین‌رفتن غشائ پلاسمایی سلول می‌شود. دلیل این امر افزایش رادیکال آزاد اکسیژن ناشی از زیادی غلظت بور درگیاهان می‌باشد که این امر سبب سوختگی حاشیه و سپس کل برگ می‌شود(Molassiotis et al., 2006). کاربرد سیلیسیوم سبب کاهش میانگین وزن خشک برگ انبه‌گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که با افزایش مقدارکاربرد سیلیسیوم وزن خشک برگ کاهش معنی‌داری را نشان داد. این نتیجه با نتایج پژوهش لیانگ و شن (۱۹۹۴) که گزارش کردند وزن خشک شاخه کلزا با افزایش کاربرد سیلیسیوم کاهش یافته‌است، مطابقت دارد. اما این کاهش طبق آزمون دانکن معنی‌دار نیست ولی‌درسطح کاربردی ۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک با افزایش کاربرد سیلیسیوم میزان وزن خشک برگ نسبت به سطح صفر سیلیسیوم افزایش نشان می‌دهدو بیشترین مقدار افزایش در سطح ۷۰ میلی گرم سیلیسیوم در کیلوگرم خاک به میزان ۳۸/۶ درصد نسبت به زمان عدم کاربرد سیلیسیوم می‌باشد. در پژوهشی (Inal et al., 2009) بر روی جو مشاهده‌کردند که وزن خشک با افزایش سطوح بورکاهش پیدا کرده‌است اگر چه با افزایش سطوح سیلیسیوم وزن خشک تا حدود وزن شاهد افزایش یافته‌است. عدم تشابه نتایج ممکن است به دلیل تفاوت درگیاه مورداستفاده و میزان تمایل آن به جذب بورو سیلیسیوم داشته‌باشد.

یکی از فاکتور های مورد اندازه‌گیری در برگ میزان رطوبت نسبی برگ است. با افزایش سطوح کاربردی بور میزان نسبی آب برگ به ترتیب ۱۳/۱، ۳۲/۴، ۵۱/۸، ۳۶/۹ و ۴۶/۲ درصد کاهش نشان‌داد. در پژوهشی بر روی بادام، اورعی و همکاران (۱۳۸۹) بیان داشتندکه سمیّت بور اثر معنی‌داری برمحتوای‌رطوبت نسبی برگ نداشته، ولی بین پایه ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. کاهش رطوبت نسبی، درنتیجه محدودیت دسترسی به آب جهت فرآیند توسعه سلولی بوده و نشانگرکاهش تورژسانس سلول می باشد(Yildirim et al., 2009). در سطوح مختلف سیلیسیوم میزان آب نسبی برگ با افزایش‌کاربردسیلیسیوم در سطوح۷۰ و ۱۴۰ میلی‌گرم سیلیسیوم در کیلوگرم خاک به ترتیب ۴/۵ و ۵/۴ درصد افزایش نشان داد. ولی در سطح ۲۸۰ میلی‌گرم سیلیسیوم در

کیلوگرم خاک این روند کاهشی گردید. این روند در نمودار (۱) نشان داده شده است. برهمکنش بورو سیلیسیوم بر در صد تعداد برگ‌های خشک تاثیر معنی‌داری ندارد. اما هر دو فاکتور بور و سیلیسیوم برروی درصد خشکیدگی برگ ها به طور مستقل تاثیر معنی‌داری دارند. باّافزایش سطوح کاربردی بورنسبت به شاهد به‌ترتیب ۲/۹، ۵/۸، ۱۱/۸، ۱۴/۳ و ۱۵/۸ برابر به تعداد برگ‌های خشک شده‌است و نشان دهنده کاهش سطح فتوسنتزکننده و زوال نهال‌ها می باشد. مقایسه میانگین های درصدخشکیدگی برگ‌ها نشان‌دادکه‌کاربردسیلیسیوم به مقدار ۲۸۰ میلی‌گرم برکیلوگرم خاک سبب تفاوتی معنی‌دار با تیمار شاهد شده‌است. سطوح دیگر کاربردی با یکدیگرو با شاهداختلاف معنی‌داری را نشان‌نداد ولی سطح‌کاربردی ۱۴۰ میلی‌گرم سیلیسیوم برکیلوگرم خاک نسبت به شاهدافزایشی معادل ۱۰/۴ درصددرسطح خشکیده برگ‌ها را نشان داده‌است، اما کاربرد ۷۰ میلی‌گرم سیلیسیوم برکیلوگرم خاک نسبت‌به شاهدکاهش۴/۵درصدی‌را بدنبال‌داشت. درنمودار(۲) معادله رگرسیونی بین سطوح کاربردی سیلیسیوم ودرصد خشکیدگی در برگ ها را نشان داده است.




**نمودار ۱- تاثیر سطوح سیلیسیوم بر روی رطوبت نسبی در برگ**




**نمودار ۲- رابطه رگرسیونی میان سطوح سیلیسیوم و درصد تعداد برگ های خشک**

میزان درصد سهم ریشه خشک نسبت به کل گیاه خشک مورد بررسی قرارگرفت. در سطوح مختلف بور با افزایش کاربرد در سطوح ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک این روند افزایشی گردید و میزان این افزایش نسبت به شاهد ۱۱/۵ و ۲۱/۴ درصد بوده است افزایش سهم ریشه در سطوح بالای بور نشان می دهد که سمّیت بور به اندام های هوایی گیاه به میزان بیشتری نسبت به ریشه آسیب وارد کرده و باعث خشک شدن آن گردیده است. کاهش وزن خشک در سطوح ۴۰ و ۸۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک در برگ ۶۵/۵ و ۶۵/۸، در اندام هوایی به ۶۵/۶ و ۶۲/۵ و در ریشه ۶۲/۵ و ۵۸/۸ درصد بوده است، این نتایج نشان داد که در سطوح بالای بور به علت تجمع بیشتر بور در اندام هوایی اثرات ناشی از سمّیت درآن بیشتر از ریشه بوده و سبب افزایش سهم ریشه نسبت به کل‌گیاه در این سطوح شده‌است. کاربرد سطوح سیلیسیوم بردرصد سهم‌ریشه نشان‌داد که تا سطح ۱۴۰ میلی‌گرم سیلیسیوم درکیلوگرم خاک روند آن کاهشی‌است ولی در سطح ۲۸۰ میلی‌گرم سیلیسیوم درکیلوگرم خاک یک افزایش ۳/۹ درصدی در سهم ریشه مشاهده‌گردیدکه این هم به علت کاهش ۲۸/۷ درصدی وزن خشک اندام هوایی در سطح ۲۸۰ میلی‌گرم سیلیسیوم در کیلوگرم خاک در مقابل کاهش ۲۷/۷ درصدی وزن خشک ریشه می‌باشد.

## منابع

اورعی، م.، س. ج. طباطبایی، ع. ایمانی، و ا. فلاحی. ۱۳۸۹. اثر متقابل سمّیت بور و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز و غلظت عناصر غذایی درخت بادام. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۰/۲، شماره ۲، صفحه ۴۹- ۶۳.

Gong, H., X. Zhu, K. Chen, S.Wang, and C. Zhang. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Journal of Plant Science. 169: 313-321.
Gunes, A., A. Inal, E. G. Bagci, and D. J. Pilbeam. 2007a. Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic- B toxic soil. Journal of Plant Soil. 290: 103-114.
Gunes, A., A. Inal, E. G. Bagci, S. Coban, and D. J. Pilbeam. 2007b. Silicon mediates changes to some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach *(Spinacia oleracea L.)* grown under B toxicity. Journal of Scientia Horticulturae. 113: 113-119.
Hattori, T., S. Inanaha, H. Araki, P. An, S. Morita, , M. Luxova, and A. Lux. 2005. Application of silicon enhanced tolerance in Sorghum bicolor. Journal of Physiologia Plantarum. 123: 459-466.
Inal, A., D. J. Pilbeam, and A. Gunes. 2009. Silicon increases tolerance to Boron toxicity and reduces oxidative damage in barley. Journal of Plant Nutrition. 32(1): 112-128.
Iwasaki, K., P. Maier, M. Fecht, and W. J. Horst. 2002. Effect of silicon supply on apoplectic manganese concentrations leaves and their relation to manganese tolerance in cowpea*(Vigna unguiculata (L.) Walp.)*. Journal of Plant Soil. 238: 281-288.
Liang, Y., and Z. Shen. 1994**.** Interaction of silicon and boron in oilseed rape plants. Journal of Plant Nutrition. 17(2-3): 415-425.
Matichenkov, V., E. Bocharnikova, and D. Calvert. 2001. Response of citrus to silicon soil amendments. Proceeding of the Florida State Horticultural Society. 114: 94-97.
Molassiotis, A., T. Sotiropoulos, G. Tanou, G. Diamantidis, and I. Therios. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of apple rootstock EM 9 (*Malus domestica Borkh*).journal of Environmental and Experimental Botany. 56: 54-62.
Ranganathan, S., V. Suvarchala, Y. B. R. D. Rajesh, M. Srinivasa Prasad, A. P. Padmakumari, and S. R. Voleti. 2006. Effects of silicon sources on its deposition, chlorophyll content, and disease and pest resistance in rice. Journal of Biology Plant. 50: 713-716.
Romero-Aranda, M. R., O. Jurado, and J. Cuartero. 2006. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. Journal of Plant Physiology. 163:847-855.
Sacala, E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. Journal of Elementology. 14(3): 619-630.
Yildirim, E., H. Karlidag, and M. Turan. 2009. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. Journal of Plant Soil and Environmnt. 55(5): 213-221.

## Effect of silicon application on boron induced leaf necrosis in mango seedlings

**Maryam Ghoreishi[1*], Yaghoob Hossini[1], Manochehr Maftoon[2]**
[1] Department of Soil and Water, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hormozgan, Bandar Abass, Iran.
[2] Department of Agriculture, Fars Science and Research Branch, Islamic Azad University, Shiraz,Iran.
*Corresponding author: maryamgh1967@yahoo.com

**Abstract:**

Since the province has a high potential for the production of tropical fruits, such as mango, but the low quality of soil and water resources optimal use of the potential is challenging. So this research was evaluated mechanism for adjusting the toxicity of boron with silicon application as a moderating element in mango seedlings. Treatments of silicon in the four levels of zero, 70, 140 and 280 milligrams silicon per kilograms of soil from the source $Na_2Si_3O_7$, and treatments of boron included of six levels of boron to the values of zero, 5, 10, 20, 40 and 80 milligrams boron per kilograms of soil from the source $H_3BO_3$ was done. Factorial experiment in randomized complete block design with four replications was performed. After the lapse of time (30 weeks), Seedlings cut off from the crown and then transferred to the laboratory then plant growth parameters and chemical composition was determined and data by the statistical program SAS (6.1) were analyzed**.** The results showed that the application of boron had a significant effect on all the growth parameters (such as**:** Shoot and root dry weight, shoot length, the leaves necrosis and leaf area) of mango were measured. In most cases, increasing its use, these parameters are decreased. The application of silicon has no significant effect on weight of plant organs, but in high levels of boron the root contribution compared to the seedling shoot weight and the dried leaf area of the seedlings had increased**,** but the leaf area was decreased**.**

**Keywords**: boron toxicity, leaf necrosis, mango, silicon application.