ارزیابی مورفوفیزیولوژیکی چمن شبدری تحت تاثیر کاربرد سیلیس در شرایط تنش شوری

مائده فتح الهی[۱]، مسعود ارغوانی*[۲]، سید نجم‌الدین مرتضوی[۳]، میترا اعلائی[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

[۲]استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

[۳]دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: *Arghavani@znu.ac.ir*

چکیده

در اکثر نقاط ایران به دلیل شوری آب‌وخاک، مشکلات بسیاری درزمینه ی احداث و مدیریت گیاهان پوششی وجود دارد. سیلیس می‌تواند با تغییر در ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه سبب بهبود تحمل به تنش در گیاهان شود. این پژوهش گلخانه‌ای به‌منظور بررسی پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن شبدری (*Dichondra repenes* L.) به شوری و کاربرد سیلیس در گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان انجام شد. تیمارهای شوری (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی مولار کلرید سدیم) و سیلیس (صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ میلی مولار سیلیکات سدیم) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اعمال شدند. تنش شوری رشد ریشه و شاخساره، محتوی نسبی آب برگ، میزان پتاسیم و کلروفیل برگ‌ها را کاهش داد، درصورتی‌که میزان پرولین، نشت یونی و سدیم برگ‌ها با افزایش میزان نمک در محلول غذایی افزایش یافت. کاربرد سیلیس در تمامی صفات اثرات منفی تنش شوری را بهبود بخشید. در شرایط بدون تنش تیمار سیلیس سبب بالا رفتن میزان پرولین و کم شدن نشت یونی برگ‌ها شد و در سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. تیمار ۱/۵ میلی‌مولار سیلیکات سدیم در اکثر صفات به‌ویژه در شرایط تنش ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم اثر بهتری نسبت به تیمار ۰/۷۵ داشت و جهت افزایش تحمل به شوری چمن شبدری توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: پتاسیم، رشد شاخساره، سیلیکات سدیم، کلرید سدیم، نشت یونی.

مقدمه

گیاهان پوششی یکی از اجزا اصلی و ضروری اغلب پارک‌ها و تفرجگاه‌ها به شمار می‌آیند و در طراحی و زیباسازی شهری، نقش اساسی ایفا می‌کنند. دایکوندار بانام علمی (*Dichondra repens* L.) از خانواده پیچک‌سانان (Convolvulaceae)، بومی منطقه استرالیا و گیاهی پوششی علفی چندساله است که عموماً به‌عنوان شبدر زینتی شناخته می‌شود. این گیاه دارای برگ‌های کوچک و قلبی شکل است. شوری آب‌وخاک از بزرگ‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود، به‌طوری‌که در حدود ۲۰٪ کل زمین‌های زیر کشت دنیا و۵۰٪ زمین‌های آبیاری شده با مشکلات شوری مواجه هستند. حدود ۶/۸ میلیون هکتار از خاک‌های ایران نیز مبتلابه درجات مختلف شوری هستند. در این مناطق میزان نمک‌های حاصل از کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به همراه آنیون‌های کلراید، سولفات، کربنات و بیکربنات بالاست که البته عمده‌ترین آنها کلرید سدیم می‌باشد. افزون بر این، آب کافی نیز برای آبشویی نمک‌ها وجود ندارد (Momeni, 2010). از طرفی با افزایش نیاز به آب شرب، دولت‌ها مجبور می‌شوند استفاده از آب شیرین را در آبیاری فضای سبز شهری محدود کنند. بنابراین یکی از مشکلات کنونی و آینده نگهداری گیاهان پوششی، چگونگی کشت آن در زمین‌های شور و استفاده از آب‌های شور و بازیافتی برای آبیاری می‌باشد. گزینش گونه و ارقام مقاوم مهم‌ترین راه مقابله با شوری است، بااین‌حال گاهی در انتخاب ارقام محدودیت وجود دارد و باید در جستجوی روش‌های دیگر بود که در این میان انتخاب راهکارهای صحیح مدیریتی می‌تواند گره‌گشا باشد. یکی از روش‌های کاهش اثرات زیان‌بار تنش شوری استفاده از روش‌های صحیح تغذیه معدنی گیاهان است که نقش قابل‌ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد دارند. در همین ارتباط، نقش برخی عناصر نظیر سیلیکون موردتوجه برخی متخصصین تغذیه گیاهی قرارگرفته است.

سیلیس (Si) بعد از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر روی زمین است، هرچند که در اکثر گیاهان، عنصر ضروری رشد محسوب نمی‌شود بااین‌حال مشاهده‌شده که می‌تواند در گیاهان به طرق مختلف سبب افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی شود، ازجمله افزایش فعالیت

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بهبود شرایط فتوسنتز و کاهش از دست دادن آب در اثر تغذیه گیاه با سیلیس در شرایط تنش شوری (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۵)، افزایش محتوی کلروفیل و پرولین برگ‌ها و درنتیجه افزایش معنی‌دار عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی (عسکرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸) و همچنین بالا بردن ذخیره کربوهیدرات، رنگ‌دانه‌ها و حفظ رشد مطلوب گیاه تحت تاثیر تنش عناصر سنگین (داوودی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین باهدف بررسی امکان افزایش تحمل به شوری گیاه چمن شبدری، پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی این گیاه تحت تاثیر کاربرد سیلیس در شرایط شوری ناشی از کلرید سدیم موردمطالعه قرار گرفت.

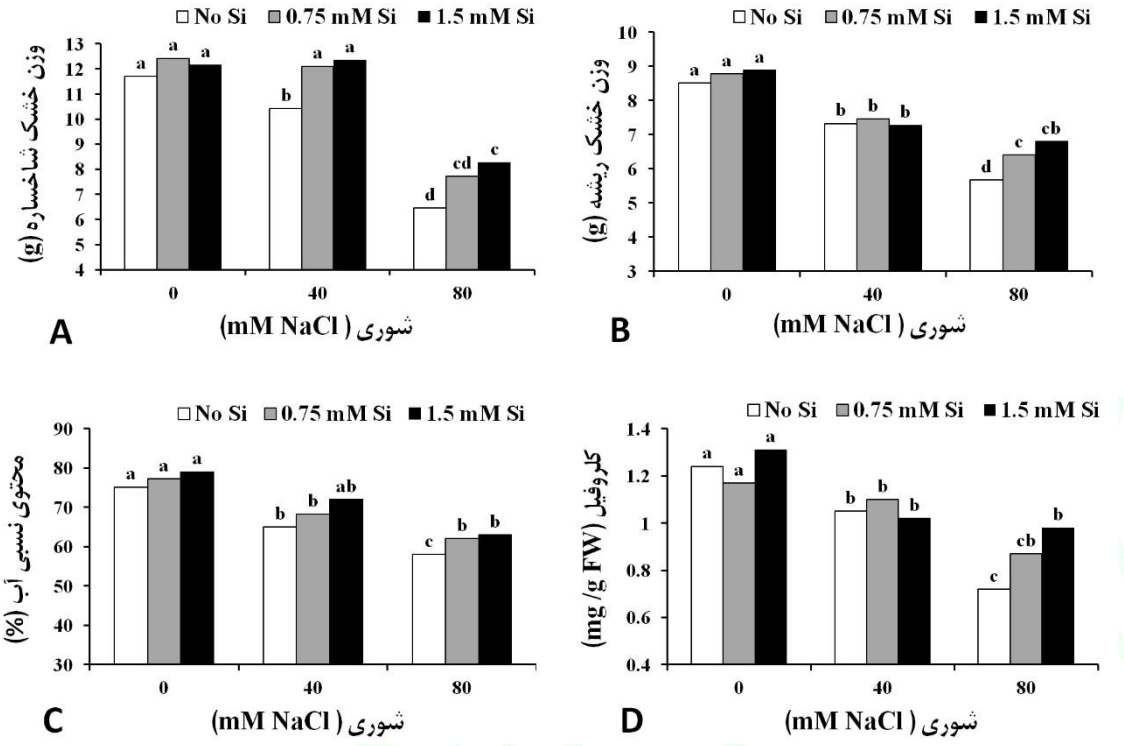
مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شوری در ۳ سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی مولارکلرید سدیم) و سیلیکات سدیم در ۳ سطح (صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ میلی مولار) بودند که درمجموع ۳۶ واحد آزمایشی را تشکیل دادند. بذرهای چمن شبدری در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۱۹ سانتی‌متر با بستر کاشت مخلوط ماسه و پرلایت کشت‌شده و به مدت ۴ ماه در گلخانه نگهداری شدند، سپس تیمارها به مدت ۶ هفته اعمال گردید. تیمارهای نمک و سیلیس در محلول‌های غذایی (نیمه غلظت هوگلند) اعمال شدند. در انتهای آزمایش صفات: میزان رشد شاخساره و ریشه (پس از خارج کردن گیاهان از گلدان ریشه‌ها جداشده و پس از شستشو و جدا شدن ذرات بستر کاشت، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک‌شده و وزن خشک آنها محاسبه شد)، محتوی نسبی آب برگ‌ها، میزان کلروفیل، پرولین، نشت یونی، میزان عناصر سدیم و پتاسیم برگ‌ها اندازه‌گیری شد (Chapman and Pratt, 1982).

نتایج و بحث

تنش شوری موجب کاهش وزن خشک شاخساره و ریشه شد. به‌طوری‌که با افزایش تنش شوری از صفر به ۸۰ میلی‌مولار، وزن خشک‌ریشه و شاخساره به ترتیب ۳۳ و ۴۵ درصد کاهش یافت. الگوی مشابهی در رابطه با میزان کلروفیل و محتوی نسبی آب برگ مشاهده شد و کمترین محتوی نسبی آب برگ (۶۳ درصد) و پایین‌ترین میزان کلروفیل (۰/۹۸ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در تیمار بدون سیلیس و تنش شدید شوری به دست آمد. کاربرد سیلیس در شرایط بدون تنش تغییر معنی‌داری در هیچ‌یک از چهار صفت ذکرشده ایجاد نکرد. ولی در شرایط تنش شوری گیاهان تیمار شده با سیلیس شرایط بهتری داشتند. بین تیمارهای ۰/۷۵ و ۱/۵ میلی‌مولار سیلیکات سدیم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).

تنش شوری با تاثیر منفی بر توازن عناصر گیاه باعث کاهش جذب عناصر و همچنین کاهش فتوسنتز می‌شود. همچنین با ایجاد تنش اسمزی حاصل از غلظت بالای نمک جذب آب و محتوی نسبی آب برگ‌ها را کاهش می‌دهد. در شرایط تنش شوری، افزون بر تجمع یون‌های سدیم و کلر، افزایش حساسیت برگ به اتیلن، تخریب کلروفیل و کاهش عناصر اثرگذار مانند نیتروژن، منیزیم، آهن و منگنز هم اتفاق می‌افتد که بر مقدار کلروفیل اثر می‌گذارد که نتیجه آن کاهش رشد شاخساره و ریشه است (Garcia-Sanchez and Syvertsen, 2009). سیلیس با کاهش تعرق گیاه و یا رسوب در زیر سلول‌های اپیدرم برگ و ساقه باعث کاهش اتلاف آب از کوتیکول می‌شود. درنتیجه باعث حفظ و نگهداری آب در سلول و افزایش فشار تورژسانس می‌شود و باعث افزایش سطح برگ گیاه می‌شود. رسوب کریستال‌های سیلیکات در سلول‌های اپیدرمی مانعی را برای کاهش آب از کوتیکول‌ها ایجاد می‌کند. افزایش رشد شاخساره و ریشه گیاه در حضور سیلیس می‌تواند از طریق بهبود توانایی مکانیکی ساقه و برگ‌ها در جذب نور و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه باشد (Hellal *et al.*, 2012). همسو با یافته‌های این تحقیق، در آزمایشی که روی گیاه رازیانه در شرایط تنش خشکی انجام شد کاربرد سیلیس با بهبود شرایط فتوسنتزی گیاه محتوی قند محلول برگ‌ها را افزایش داد که می‌تواند شرایط رشد گیاه را در مقابله با تنش بهبود بخشد (پوریحیی آبادی و اصغری پور، ۱۳۹۵).

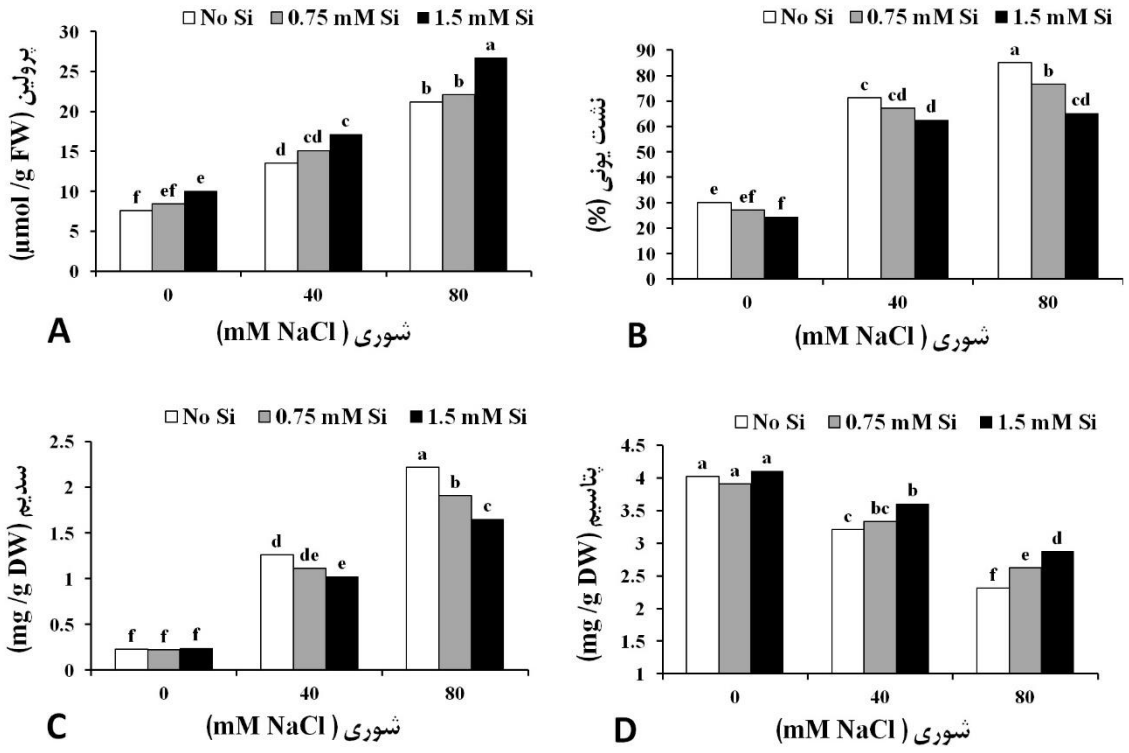


شکل ۱. اثر متقابل شوری و کاربرد سیلیس (Si) بر وزن خشک شاخساره (A)، وزن خشک‌ریشه (B)، محتوی نسبی آب (C) و کلروفیل برگ‌ها (D) در چمن شبدری. میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده‌شده است تنش شوری سبب افزایش میزان پرولین، سدیم و نشت یونی برگ‌های چمن شبدری گردید. ولی پتاسیم برگ‌ها با افزایش غلظت نمک در محلول غذایی گیاهان کاهش یافت. کاربرد سیلیس موجب افزایش پرولین و محتوی پتاسیم برگ‌ها در شرایط تنش شد ولی سدیم و نشت یونی را کاهش داد. در شوری ۴۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری بین دو سطح سیلیس دیده نشد ولی تحت تنش ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، تیمار ۱/۵ میلی‌مولار سیلیکات سدیم سبب افزایش معنی‌دار پرولین و پتاسیم و کاهش نشت یونی و سدیم برگ‌ها گردید.

در شرایط تنش، پرولین علاوه بر نقش اسمولیتی و آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به‌عنوان ذخیره کربن و نیتروژن برای مقابله با تنش مفید باشد. سیلیس می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث القای ژن‌های مسیر بیوسنتز پرولین شود و یا فعالیت آنزیم‌های مسیر بیوسنتز آنرا افزایش دهد (پوریحیی آبادی و اصغری پور، ۱۳۹۵). مشابه پژوهش حاضر، در گیاهان ریحان نیز کاربرد سیلیس سبب افزایش محتوی پرولین برگ‌ها شد (داوودی و همکاران، ۱۳۹۷). یکی از راه‌های آسیب گیاهان از تنش شوری به وجود آمدن تنش اکسیداتیو است که در آن سمیت سدیم سبب افزایش تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن (ROS) می‌شود که بسیار اکسیدکننده هستند و به بخش‌های مختلف سلول ازجمله غشای سلولی آسیب می‌زنند و موجب افزایش نشت یونی از سلول می‌شوند. سیلیس با افزایش فعالیت H^+-ATPase غشای پلاسمایی سبب افزایش جذب و انتقال پتاسیم و کاهش جذب و انتقال سدیم از ریشه به بخش هوایی در شرایط شوری می‌شود (Liang *et al.*, 2006). در مطالعات دیگر نیز کاهش سدیم و افزایش پتاسیم برگ‌ها در گیاهان تیمار شده با سیلیس گزارش‌شده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۵). از طرفی سیلیس می‌تواند در افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز و تشدید بیان ژن‌های مسئول پاسخ به تنش نقش داشته باشد و باعث کاهش آسیب‌های ناشی از فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن گردد (حیدری و حداد، ۱۳۹۴). بنابراین سیلیس می‌تواند ازیک‌طرف با کاهش سدیم و افزایش پتاسیم

برگ‌ها و از طرف دیگر با افزایش تجمع آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی خسارات ناشی از تنش شوری را به غشاهای سلولی کاهش دهد.



شکل ۲. اثر متقابل شوری و کاربرد سیلیس (Si) بر میزان پرولین (A)، نشت یونی (B)، سدیم (C) و پتاسیم برگ‌ها (D) در چمن شبدری. میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

درمجموع نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد سیلیس می‌تواند از طریق کاهش تجمع سدیم و افزایش پتاسیم در برگ‌ها، افزایش پرولین و کمک به حفظ کلروفیل، تحمل به شوری چمن شوری را افزایش دهد و این نتیجه با افزایش رشد و کاهش خسارت به غشاهای سلولی قابل‌مشاهده است. با توجه به اینکه با افزایش غلظت کاربرد سیلیس تا حدودی نتایج بهتری حاصل شد پیشنهاد می‌شود که غلظت‌های بالاتر این ماده در سطوح مختلف شوری موردمطالعه قرار گیرد.

منابع

حیدری، ر.، حداد، ر. ۱۳۹۴. نقش سیلیکون در فعالیت مولکولی ژن‌های ضد اکسنده جو تحت تنش خشکی. زیست‌فناوری گیاهان زراعی. ۵(۹): ۷۱-۶۵.

داوودی، م.، اسماعیل پور، ب.، فاطمی، ح.، ملکی لجایر، ح. ۱۳۹۷. تأثیر تغذیه سیلیکون بر تخفیف اثرات زیانبار تنش نیکل در گیاه ریحان *Osimum basilicum* L. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۷(۲۴): ۳۷-۲۵.

عزیزی، م.، عبدل زاده، ا.، مهربان جوبنی، پ. و صادقی پور، ح. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر سیلیس بر بهبود تحمل به تنش شوری کلرید سدیم در یونجه یک‌ساله (*Medicago scutellata* L.). پژوهشهای زراعی ایران. ۱۴(۱): ۱۴۳-۱۳۳.

عسکرنژاد، م.، سودائی زاده، ح.، مصلح آرانی، ا.، یزدانی بیوکی، ر. و ماوندی، پ. ۱۳۹۸. اثر سیلیکون بر افزایش تحمل به خشکی گیاه دارویی استویا (*Stevia rebaudiana* Bertoni) تحت تنش رطوبتی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۲(۳): ۸۶۳-۸۴۷.

موسی پوریحیی آبادی، ح.، اصغری پور، م. ۱۳۹۵. اثرات تنش خشکی و بر همکنش آن با سیلیکون بر سامانه آنتی اکسیدان و میزان پراکسیداسیون لیپیدی رازیانه (*Foeniculum vulgar*). فرآیند و کارکرد گیاهی. ۵(۱۶): ۸۵-۷۱.

Momeni, A. 2010. The geographic distribution of soil salinity levels in Iran. Iranian Journal of Soil Research, 24: 203-215.

Garcia-Sanchez, F., Syvertsen, J. P. 2009. Substrate type and salinity affect growth allocation, tissue ion concentration, and physiological responses of Carrizo citrange seedlings. HortScience, 44(5): 1432-1437.

Hellal, F.A., Abdelhamid, M.T., Basha, S.D., Zewainy, R.M. 2012. Alleviation of the adverse effects of soil salinity stress by foliar application of silicon on Faba bean (Vica faba L.). Journal of Applied Sciences Research, 8 (8): 4428-4433.

Chapman, H.D., Pratt, P.F. 1982. Methods of Plant Analysis, I. Methods of Analysis for Soils, Plants and Water. Chapman Publishers, Riverside, CA, 382p.

Liang, Y.C., Zhang, W.H., Chen, Q., Liu, Y.L., Ding, R.X. 2006. Effect of exogenous silicon (Si) on H+-ATPase activity, phospholipids and fluidity of plasma membrane in leaves of salt-stressed barley (Hordeum vulgare L.). Environmental and Experimental Botany. 57: 212-219.

Morphophysiologycal evaluation of *Dichondra* as affected by silicon treatment under salinity stress conditions

[1]Graduated M.Sc. Student, Department of Horticultural sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
[2]Assistant Professor, Department of Horticultural sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[3]Associate Professor, Department of Horticultural sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[*]*Corresponding author: Arghavani@znu.ac.ir*

Abstract

In most parts of Iran due to water and soil salinity, there are lots of difficulties in establishment and management of covering plants. Silicon can improve stress tolerance by making changes in plants physiological and morphological characteristics. This greenhouse experiment was conducted in order to investigate morphological and physiological responses of *Dichondra repens* L. to salinity stress and silicon application in horticultural science department at the University of Zanjan. Salinity levels (0, 40 and 80 mM NaCl) and Silicon (0, 0.75 and 1.5 mM Sodium silicate) were applied in a factorial experiment based on completely randomized design with four replications. Salt stress reduced root and shoot growth, leaf relative water, potassium and chlorophyll content, whereas leaves proline, electrolyte leakage and sodium content increased with increasing salt concentration in nutrient solution. Silicon application ameliorates adverse effects of salinity in all factors. In non-stress condition, silicon treatment led to a rise in leaves proline and decline in electrolyte leakage but had no significant effect on other traits. In most factors, application of Sodium silicate at 1.5 mM showed better results than 0.75 mM especially under 80 mM NaCl and recommended for increasing salinity tolerance in Dichondra.

Keywords: Electrolyte leakage, Potassium, Shoot growth, Sodium chloride, Sodium silicate.