بررسی تحمل شوری در لیموی آب شیراز (*Citrus aurantifolia* Swing.) و تأثیر پوترسین و نوع کاربردش بر کاهش رشد ناشی از شوری

ساسان راستگو[1*]، فاطمه اسدی[2]، و محمد هدایت[1]

۱ - استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه خلیج فارس (بوشهر)، برازجان ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه خلیج فارس، برازجان
* نویسنده مسئول: rastgoo@pgu.ac.ir

چکیده

مرکبات از عمده‌ترین و مهم‌ترین محصولات مناطق نیمه گرمسیر خشک و نیمه خشک جهان در معرض تنش‌های غیر زنده متعدد از جمله شوری می‌باشند که رشد و تولید محصول را در عمده آنها به میزان چشمگیری کاهش می‌دهد. پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان اثر شوری بر رشد دانهال‌های لیموی آب شیراز و نقش پوترسین در کاهش خسارت آن اجرا شد. شوری با آب آبیاری حاوی ۱۵، ۳۰ و ۶۰ میلی مول کلرید سدیم، همراه با تیمار شاهد، و پوترسین در سطوح صفر (شاهد)، ۱ و ۲ میلی مولار به دو روش محلول‌پاشی برگی و یا اضافه کردن محلول آن به خاک اعمال شد. نتایج نشان داد که شوری در سطوح ۳۰ و۶۰ میلی مولار ارتفاع دانهال، طول رشد جدید، وزن تر شاخساره و وزن خشک ریشه، و از سطح ۱۵ میلی مولار تعداد شاخساره نورسته را به طور معنی‌داری نسبت به شوری شاهد کاهش می‌دهد. اثر مستقل پوترسین فقط بر تعداد شاخساره نورسته معنی‌دار شد. نوع کاربرد پوترسین در مقادیر صفات اثر معنی‌دار نداشت. اثر متقابل غلظت پوترسین و نوع کاربردش بر وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار بود. در مجموع، شوری با هدایت الکتریکی ۴ دسی زیمنس بر متر و بیشتر باعث افت معنی‌دار رشد دانهال‌های این گونه شد و پوترسین در غلظت‌های استفاده شده اثر بخشی محدودی را در کاهش اثرات زیانبار شوری به نمایش گذاشت.

کلمات کلیدی : لیموی آب شیراز، شوری، پوترسین، صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک

مقدمه

امروزه شوری خاک و آب یکی از موانع و محدودیت‌های استفاده از این منابع در تولید بهینه محصولات کشاورزی است. به‌طورکلی خاک شور به خاکی گفته می‌شود که هدایت الکتریکی عصاره اشباع آن در منطقه ریشه از ۴ دسی زیمنس بر متر (تقریباً معادل ۴۰ میلی مولار کلرید سدیم) تجاوز نماید و دارای ۱۵٪ سدیم قابل تبادل باشد. عملکرد بیشتر محصولات در این میزان هدایت الکتریکی کاهش می یابد اگر چه بسیاری از محصولات در هدایت الکتریکی‌های پایین‌تر کاهش عملکرد را نشان می‌دهند (Shrivastava and Kumar, 2015). اثرات منفی شوری بر رشد گیاه نتیجه‌ی پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک، تغییراتی در جذب عناصر غذایی و اثرات خاص یون‌های سدیم و کلر است. شدت این اثرات منفی بستگی به غلظت نمک و شرایط رشدی دارد (Namrudi et al., 2014).

درختان مرکبات به عنوان گونه‌های حساس به شوری شناخته می‌شوند و همانند بسیاری از گونه‌های میوه‌ای چوبی می‌توانند یون‌های کلر، سدیم یا هر دو را تا سطوح سمّی در بافت‌های گیاهی تجمع دهند (Bar et al., 1996; Levy and Lifshitz, 1999).

پلی آمین‌ها، پلی کاتیونهای با وزن مولکولی کم هستند که در همه موجودات زنده یافت می شوند، با گستره‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه مرتبط بوده و برای رشد و نمو حیاتی هستند. پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین بیشتر پلی آمین‌های سلول را تشکیل می‌دهند (Kaur-Sawhney et al., 2003). تنش مقدار پلی آمین‌ها را در گیاهان گوناگون تغییر می‌دهد. محتوای پلی آمین‌ها در گیاه همچنین بسته به چندین عامل نظیر گونه گیاهی، تحمل یا حساسیت تنش و مدت تنش تغییر می‌کند (Sadak et al., 2012).

گزارش Bar و همکاران (1996) بیان می‌کند که آبیاری با آب حاوی کلر زیاد در گونه حساس به شوری سیترنج ترویر باعث افزایش محتوای پوترسین در برگها شد. کاربرد پوترسین توانست بسیاری از صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی دانهال‌های پایه حساس به شوری *Citrus karna* Raf. را تحت شرایط تنش شوری بهبود بخشد (Sharma et al., 2011). در گزارش دیگری از میان سه پلی آمین اصلی، پوترسین در خنثی کردن اثرات منفی شوری مؤثرتر از اسپرمیدین و اسپرمین مشاهده شد (Tang and Newton, 2005). هدف از انجام این پژوهش بررسی سطح تحمل شوری کلرید سدیم توسط گونه لیمو ترش (لیموی آب شیراز) و ارزیابی اثر کاربرد پوترسین برون‌زاد در کاهش اثرات منفی شوری در این گونه از طریق اندازه‌گیری برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک رشد بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، دانهال‌های یک‌ساله لیموی‌آب شیراز کاشته شده در ماسه در کیسه‌های کاشت پنج لیتری از خزانه به گلخانه‌ای شیشه‌ای با دمای متوسط $^{\circ}C$ ۲±۲۶ و رطوبت نسبی ۷۰٪ منتقل و نگه‌داری شدند. ۱۵ روز زمان سازگار شدن با محیط گلخانه به آنها داده شد. در این مدت با آب لوله با هدایت الکتریکی (EC) ۱/۳۵دسی‌زیمنس بر متر ($ds\ m^{-1}$) آبیاری و در روز پانزدهم با محلول غذایی $g\ L^{-1}$ ۲ کود کامل نوتریکس تغذیه شدند و این کار هر ۱۰ روز یک بار تا پایان آزمایش تکرار شد. در روز شانزدهم، دانهال‌ها به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر طوری هرس شدند که دو شاخه اصلی برای هر دانهال باقی ماند.

محلول‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار (mM) شوری با استفاده از نمک کلرید سدیم در آبی با EC برابر $ds\ m^{-1}$ ۱/۳۵ (محلول شاهد شوری) تهیه شدند. چهل روز پس از هرس، تیمارهای شوری و پوترسین اعمال شدند. غلظت شوری به تدریج و در طی سه مرحله افزایش داده شد. مرحله اول، به استثنای دانهال‌های شاهد، محلول mM ۱۵ برای همه دانهال‌ها داده شد. مرحله دوم محلول mM ۱۵ به دانهال‌های این تیمار و محلول mM ۳۰ به دانهال‌های تیمارهای ۳۰ و ۶۰ میلی مولار، و مرحله سوم به دانهال‌های هر تیمار محلول‌های شوری خاص خود داده شد. در هر بار اعمال شوری، میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول مربوطه به هر دانهال داده شد. محلول‌های ۱ و ۲ میلی مولار پوترسین نیز با استفاده از پودر پوترسین در آب مقطر تهیه شدند. از آب مقطر به عنوان محلول شاهد پوترسین استفاده شد. این محلول‌ها به دو روش محلول‌پاشی برگی و یا کاربرد خاکی به میزان ۵۰ میلی‌لیتر برای هر دانهال یک ساعت پس از اعمال تیمار شوری استفاده شدند.

حدود ۶۰ روز پس از شروع اعمال تیمارهای آزمایشی، برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک اندازه‌گیری شدند. ارتفاع دانهال از طوقه تا انتهای بلندترین شاخه اندازه‌گیری شد. طول رشد جدید از تفاضل ارتفاع دانهال از مقدار ثابت ۶۰ سانتی‌متر محاسبه شد. تعداد شاخساره‌های نورسته طی دوره اعمال تیمار نیز برای هر دانهال شمارش شد. وزن تر شاخساره و ریشه پس از قطع شاخساره از محل طوقه، و وزن خشک شاخساره و ریشه پس از قرار دادن نمونه‌های تر آنها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای $^{\circ}C$ ۷۰ با ترازوی دقیق آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها برای تعیین معنی‌داری اثرات مستقل و متقابل وآزمون مقایسه میانگین دانکن برای تعیین میزان معنی‌داری میانگین تیمارها در صفات بررسی شده با استفاده از نرم افزار آماری DSAASTAT نسخه۱/۰۲۲ انجام شد.

نتایج

آزمایشی به منظور بررسی سطح تحمل شوری توسط لیمو ترش (لیمو آب شیراز) و میزان تأثیر کاربرد پوترسین بر ارتقای تحمل شوری و کاهش خسارت آن بر رشد رویشی انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات اندازه‌گیری شده (ارائه نشده) نشان داد که شوری به تنهایی همه صفات، به استثنای وزن خشک شاخساره و وزن تر ریشه، را به طور معنی‌داری تحت تأثیر

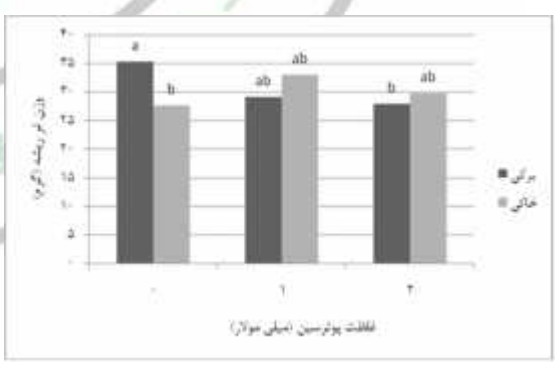
قرار داد. اثر مستقل پوترسین تنها بر صفت تعداد شاخساره نورسته معنی‌دار بود در حالی که اثر مستقل نوع کاربرد پوترسین بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین سطوح شوری (جدول ۱) آشکار ساخت که ارتفاع دانهال و یا طول رشد جدید دانهال‌ها از شوری معادل EC برابر $4\ ds\ m^{-1}$ به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد در حالی‌که توان گیاه در تولید شاخه‌های جدید از سطح شوری معادل EC برابر $2/7\ ds\ m^{-1}$ افت معنی‌داری را نشان می‌دهد. در مقایسه با تولید متوسط ۶/۳ شاخه بر دانهال در شوری شاهد ($1/35\ ds\ m^{-1}$)، این افت بترتیب برای شوری‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم معادل ۲۰، ۳۵ و ۵۵ درصد بود. مقایسه میانگین سطوح مختلف پوترسین بر تعداد شاخساره نورسته نشان داد که کمترین مقدار مربوط به سطح ۱ میلی مولار با ۳/۱ شاخساره و بیشترین مقدار، به ترتیب، ۴/۵ و ۴/۲ شاخساره مربوط به سطوح ۲ و صفر میلی مولار بود. از میان اثرات متقابل دوتایی، تنها اثر متقابل پوترسین و نوع کاربردش بر وزن تر و خشک ریشه از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در سطوح ۱ و ۲ میلی مولار پوترسین بهبود محسوس ولی غیر معنی‌داری در کاربرد خاکی پوترسین نسبت به محلولپاشی آن مشاهده شد (شکل ۱) که می‌تواند به جذب بیشتر آن توسط ریشه در روش کاربرد خاکی نسبت داده شود. در خصوص وزن خشک ریشه هم روند مشابهی مشاهده شد (شکل ۲).

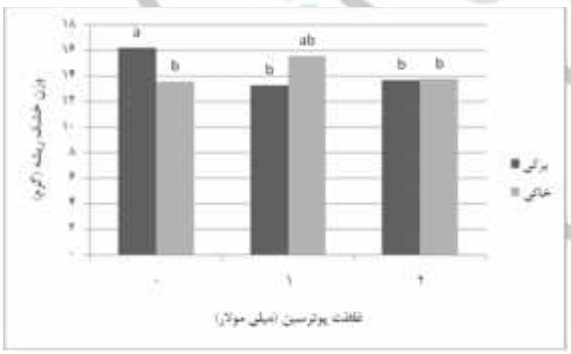
جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر مستقل شوری کلرید سدیم بر صفات اندازه‌گیری شده لیموی آب شیراز

تیمار شوری کلریدسدیم (میلی مولار)	هدایت الکتریکی محلول (dsm^{-1})	ارتفاع دانهال (cm)	طول رشد جدید (cm)	تعداد شاخساره نورسته	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک شاخساره (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
شاهد	۱/۳۵	۸۰/۴۶^{a}	۲۰/۴۶^{a}	۶/۳^{a}	۶۰/۲۷^{a}	۲۷/۳۰^{a}	۴۰/۸۰^{a}	۱۹/۶۶^{a}
۱۵	۲/۷۲	۷۷/۷۵^{ab}	۱۷/۷۵^{ab}	۴/۹^{b}	۵۴/۷۴^{ab}	۲۳/۸۳^{a}	۳۸/۸۰^{a}	۱۷/۸۹^{ab}
۳۰	۴/۰۹	۷۵/۸۸^{b}	۱۵/۸۸^{b}	۴/۱^{b}	۵۲/۲۹^{b}	۲۵/۷۴^{a}	۳۵/۲۷^{a}	۱۷/۵۶^{b}
۶۰	۶/۸۳	۷۴/۲۵^{b}	۱۴/۲۵^{b}	۲/۹^{c}	۵۰/۱۱^{b}	۲۶/۵۵^{a}	۳۷/۷۸^{a}	۱۶/۷۵^{b}

اعداد با حرف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی باشند.



شکل ۱- اثر متقابل پوترسین و نوع کاربرد آن بر وزن تر ریشه



شکل ۲- اثر متقابل پوترسین و نوع کاربرد آن بر وزن خشک ریشه

در گزارش پژوهشی، کاهش رشد دانهال‌های یکساله در حساس‌ترین ژنوتیپ از میان چند پایه مرکبات از شوری آب $2/7\ ds\ m^{-1}$ و در متحمل‌ترین ژنوتیپ از $5/27\ ds\ m^{-1}$ شروع شد (Levy and Lifshitz, 1999). تنش شوری عمدتاً توسط سمیت سدیم و عدم توازن‌های اسمزی و یونی ایجاد می‌شود. سمیت سدیمی علت اصلی تنش شوری است. بسیاری از محققان گزارش نمودند که

پلی‌آمین‌ها آسیب شوری را از طریق محدود کردن ورود یون Na^+ با افزایش دادن جذب انتخابی K^+ برای حفظ تعادل نسبت [K^+]/[Na^+] و در نتیجه تعدیل کردن زیان یون Na^+ تحت شرایط تنش شوری، کاهش می‌دهند (Fariduddin et al., 2013).

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آستانه شروع خسارت معنی‌دار ناشی از شوری در لیمو آب شیراز $4\ ds\ m^{-1}$ می باشد و پوترسین نیز در سطح ۲ میلی مولار تا حدودی اثرات مثبتی بر صفات اندازه‌گیری شده به نمایش می‌گذارد. به نظر می‌رسد افزایش غلظت پوترسین به بیش از ۲ میلی مولار می‌تواند تأثیر قویتری در خنثی کردن اثرات منفی شوری بر رشد این گونه بگذارد.

منابع

1. Bar, Y., Apelbaum, A., Kafkafi, U. and Goren, R., 1996. Polyamines in Chloride-stressed *Citrus* Plants: Alleviation of Stress by Nitrate Supplementation via Irrigation Water. J. Amer. Soc. Hort. Sci.,121:507–513.
2. Fariduddin, Q., Varshney, P., Yusuf, M. and Ahmad, A., 2013. Polyamines: potent modulators of plant responses to stress. J Plant Interactions, 8(1):1-16.
3. Kaur-Sawhney, R., Tiburcio, A.F., Altabella, T. and Galston, A.W., 2003. Polyamines in plants: An overview. Journal of Cell and Molecular Biology 2: 1-12.
4. Levy, Y. and Lifshitz, J., 1999.The Response of Several *Citrus* Genotypes to High-salinity Irrigation Water. HORTSCI., 34(5): 878–881.
5. Namrudi, M., Sarani, M., Raoofi, M.M. and Hashemi, M., 2014. The effect of salinity stress on proline content, photosystem II and germination in crop plants. Intl. J. Farm Alli Sci., 3 (9): 998-1001.
6. Sadak, M. Sh., El-Monem, A., El-Bassiouny, A.A., and Badr, N.M., 2012. Physiological response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to exogenous arginine and putrescine treatments under salinity Stress. J Appl. Sci. Res., 8(10): 4943-4957.
7. Sharma, D.K., Dubey, A.K., Srivastav, M., Singh, A.K., Sairam, R. K., et al., 2011. Effect of Putrescine and Paclobutrazol on Growth, Physiochemical Parameters, and Nutrient Acquisition of Salt-sensitive Citrus Rootstock Karna khatta (*Citrus karna* Raf.) under NaCl Stress. J Plant Growth Regul., 30:301–311.
8. Shrivastava, P. and Kumar, R., 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi J Biol. Sci., 22: 123-131.
9. Tang, W., Newton, R.J., 2005. Polyamines reduce salt-induced oxidative damage by increasing the activities of antioxidant enzymes and decreasing lipid peroxidation in Virginia pine. Plant Growth Regul. 46:31-43.

Investigation of salinity tolerance by lime (*Citrus aurantifolia* Swing.) and effect of putrescine and its application method on salinity-induced growth reduction

S. Rastgoo[1]*, F. Asadi[2], M. Hadayat[1]

1- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Persian Gulf University (Bushehr), Borazjan
2- Former MSc Student of Horticultural Sciences, Persian Gulf University (Bushehr), Borazjan

***** Corresponding author: rastgoo@pgu.ac.ir

Abstract

Citrus trees, of the most important fruit crops of arid and semi-arid sub-tropics, are subjected to several abiotic stresses including salinity, which reduces growth and crop production in majority of them considerably. The present study was carried out with the objective of investigating salinity effect on growth of lime seedlings and the role of putrescine in reducing its damage. Salinity was applied through irrigation water containing 15, 30 and 60 mili mols of sodium chloride, along with the control, and putrescine (Put) at 0, 1 and 2 mM either by foliar spraying or by adding to soil. Salinity at 30 and 60 mM decreased seedling height, new growth length, shoot fresh weight and root dry weight, and from 15 mM number of new shoots compared to the control. Effect of Put individually was significant only for number of new shoots. There was no significant effect for method of Put application. Interaction effect of Put concentration with its method of application was meaningful in terms of root fresh and dry weight. In general, the salinity equivalent to and above 4 ds m^{-1} electrical conductivity caused significant decrease in seedling growth of this species and Put at the concentrations used here exhibited partial effectiveness in reducing detrimental effects of salinity.

Key words: Lime, Citrus aurantifolia, salinity, putrescine, morphological traits, physiological traits