Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 47, No 4, Winter 2017 (669-680)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.42657.458

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص ۶۸۰-۶۶۹)

بررسی تأثیر پوترسین و کلریدسدیم بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک کنار بومی جنوب ایران (*Ziziphus spina-christi* L.)

اختر شکافنده[1*] و شهره تختی[2]
۱ و ۲. دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۹- تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/٤/۲۲)

چکیده

در این پژوهش، تأثیر سطوح مختلف شوری و کاربرد پلی‌آمین پوترسین در غلظت‌های مختلف برای کاهش تأثیر زیانبار کلرید سدیم بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) و فیزیولوژیک کنار بومی جنوب ایران بررسی شد. آزمایش فاکتوریل با سه سطح پوترسین ۰، ۰/۰۱ و ۰/۱ میلی‌مولار و چهار سطح کلرید سدیم ۰، ۳/۲، ٦/٤، ۱۲/۸ گرم نمک در لیتر با چهار تکرار در یک طرح کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری همهٔ شاخص‌های رشد مانند شمار برگ، طول ساقه و ریشه همچنین وزن تازه و خشک برگ و ریشه کاهش یافت و محلول‌پاشی با پوترسین به‌ویژه در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار سبب بهبود وضعیت رشدی گیاه در شرایط شوری شد. شوری سبب افزایش جذب یون سدیم و کلر و کاهش جذب یون پتاسیم شد. کاربرد پوترسین سبب تعدیل جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم شد. شوری همچنین سبب کاهش سبزینه (کلروفیل) و میزان نشاسته و افزایش پرولین و قندهای محلول شد. کاربرد پوترسین سبب کاهش تأثیر زیانبار شوری بر تجزیهٔ سبزینه و همچنین سبب افزایش میزان پرولین قند و نشاسته شد.

واژه‌های کلیدی: **پرولین، تنش شوری، سبزینه، قندهای محلول، نشاسته.**

Effect of putrescine and sodium chloride on morphological and physiological characteristics of wild 'Konar' (*Ziziphus spina-christi* L.)

Akhtar Shekafandeh[1*] and Shohreh Takhti[2]
1, 2. Associate Professor and Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Iran
(Received: Jan. 19, 2014 - Accepted: Jul. 13, 2015)

ABSTRACT

In this research, effect of different levels of salinity and application of different concentration of putrescine were investigated for decreasing harmful effects of salt on morphological and physiological characteristics of wild 'Konar'. A factorial experiment was arranged in a Compelet Randomized Design (CRD) with 4 replications. Treatments were 4 levels of 0, 3.2, 6.4 and 12.8 g/l sodium chloride and 3 levels of 0, 0.01 and 0.1 mM putrescine. The results showed that with increasing salinity, all growth indices such as leaf number, stem length leaf and root fresh and dry weight reduced and spraying application of putrescine especially with 0.1 mM concentration ameliorated seedlings growth in salt condition. Salt stress increased Na^+ and Cl^- uptake and declined K^+ uptake. Foliar Putrescine application reduced and increased Na^+ and K^+ uptake, respectively. Salinity also reduced the amount of chlorophyll and starch, but the amount of proline and soluble sugars were increased. Applied putrescine reduced the damaging effect of salt on chlorophyll degradation and also increased the amount of proline, sugar and starch.

Keywords: Chlorophyll, proline, salt stress, soluble sugars, starch.

* Corresponding author E-mail: shekafan@shirazu.ac.ir Tel: +98 71 36138298, +98 917 302 8319

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در بسیاری از مناطق جهان، شوری خاک به یکی از جدی‌ترین محدودیت‌ها برای رشد گیاهان، تبدیل شده است. این مشکل به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک که ۵۰ درصد زمین‌های کشاورزی آن متأثر از شوری است بیشتر دیده می‌شود (Glenn *et al*., 1996). در بسیاری از گونه‌های گیاهی، شوری خاک به‌عنوان یکی از عامل‌های کاهش رشد و نمو از راه تنش اسمزی، سمیت یونی، مشکلات ناشی از کمبود مواد کانی، اختلال‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در فرآیندهای گیاهی شناخته شده است (Glenn *et al*., 1996; Hasegawa *et al*., 2000). زمین‌های کشاورزی به دلیل آبیاری با آب‌های شور و کم‌توجهی به ویژگی‌های آن‌ها در مدتی کوتاه در معرض شوری قرار گرفته و غیرقابل استفاده می‌شوند. یکی از راهکارها برای رویارویی با این امر، به‌کارگیری گیاهان متحمل به شوری است که ما را در بهره‌وری بهینه از این زمین‌ها کمک می‌کند زیرا که گونه‌های مختلف گیاهی توان متفاوتی را در برابر با شوری از خود نشان می‌دهند (Hasegawa *et al*., 2000).

جنس *Ziziphus* متعلق به تیرهٔ Rhamnaceae است. گونه‌های جنس *Ziziphus* ویژگی‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) چندی دارند که موجب افزایش توانایی آن‌ها برای سازگاری با محیط‌های بیابانی می‌شود. *Z. spina-christi* از بین گونه‌های مختلف این جنس یک درخت میوهٔ چندمنظوره است که در نواحی خشک و نیمه‌خشک آسیا و آفریقا دیده می‌شود. میوه، برگ، پوست و چوب این درخت به‌طور گسترده توسط جمعیت روستایی استفاده می‌شود و میوه‌ها به‌طور عمده به‌صورت خام مصرف می‌شوند (Sudhersan & Hussain, 2003; Saied *et al*., 2008b). پراکنش جغرافیایی گونهٔ *Z. spina-christi* در ایران که به‌نام کنار یا سدر شناخته می‌شود شامل خوزستان، لرستان، فارس، بوشهر، کرمان، هرمزگان و بلوچستان است (Assareh, 2008). با توجه به اقتصادی بودن محصول برداشت‌شده و وجود بازار مصرف مناسب (به‌ویژه در جنوب کشور) برای میوهٔ کنار گونهٔ *Z. mauritiana* با نام Indian jujuba معروف به کنار پاکستانی (در بلوچستان ایران) در سال‌های اخیر سطح زیرکشت این محصول در شهرستان‌های چابهار، نیک شهر، سرباز و حواشی ایرانشهر رو به گسترش است و ۲۵۰ هکتار از اراضی کشاورزی این شهرستان‌ها زیرکشت این کنار قرار دارد که به‌طور عمده از درختان پیوندی استفاده می‌شود (Assad, 1990). در این راستا، رقم‌هایی که میوهٔ مرغوب و عملکرد بالا دارند انتخاب و به پایه‌های گونهٔ بومی پیوند زده می‌شوند تا محصول شایان‌پذیرشی را در زمین‌هایی که برای دیگر انواع محصولات کشاورزی نامناسب است، تولید کنند. اما پژوهش‌های علمی در ارتباط با وضعیت رشدی پایهٔ کنار بومی و میزان تحمل این گونه نسبت به شوری بسیار محدود است.

استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد به‌عنوان یک روش می‌تواند همراه با دیگر روش‌ها، در رشد و توسعهٔ گیاهی و رویارویی با تنش‌های محیطی کارساز باشد (Abbaspour Ashena Abad, 2005). امروزه پلی‌آمین‌ها به‌عنوان یک گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مطرح هستند و به‌عنوان پیام‌آور ثانویه عمل می‌کنند. از بین انواع پلی‌آمین‌ها به‌طورمعمول فراوانی پوترسین در یاختهٔ گیاهی بارز بوده و ممکن است تا ۱/۲درصد وزن خشک گیاهی را تشکیل دهد. به نظر می‌رسد پلی‌آمین‌ها در بسیاری از فرآیندهای یاخته‌ای ازجمله تقسیم یاخته‌ای، جنین‌زائی، به تأخیراندازی پیری برگ‌ها و تنظیم pH یاخته‌ای نقش ایفا کنند (Marschner, 1995; Esna-Ashari & Zokaee Khosroshahi, 2008).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی وضعیت رشدی و تحمل پایهٔ بذری کنار بومی نسبت به تنش شوری (کلرید سدیم) و بررسی امکان افزایش رشد و تحمل به شوری آن با استفاده از پلی‌آمین پوترسین در جهت کوتاه کردن زمان انتقال از خزانه به باغ و افزایش سطح زیر کشت این محصول است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برای انجام این پژوهش از نهال‌های بذری کنار (پایهٔ بومی) یک‌ساله به طول ۴۰-۳۵ سانتی‌متر استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

دانهال‌های بذری کنار از یک نهالستان معتبر در رودان بندرعباس در بهمن‌ماه ۱۳۹۰ خریداری و به گلخانه‌ای با دمای روزانه $28\pm1^{\circ}C$ و نور طبیعی انتقال و به گلدان‌های بدون زهکش ۷ لیتری محتوای مخلوط پرلایت و خاک سترون به نسبت ۱:۱ حجمی انتقال یافتند. دور آبیاری گیاهان بر پایهٔ تعیین ظرفیت مزرعه‌ای و نقطهٔ پژمردگی آمیختهٔ خاکی و با توجه به ضریب آسانی دسترس ۷۰ درصدی کنار، هر سه روز یک‌بار تعیین شد. و هر هفته یک‌بار کود کامل (N:P:K, ۲۰:۲۰:۲۰) ۱/۵ گرم در لیتر شامل بور (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، مولیبدن (۴۰ میلی‌گرم در لیتر)، کلات‌های آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب ۱۰۰۰ ، ۵۰۰ ،۵۰۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر، همراه با آب آبیاری استفاده شد.

اعمال تیمار شوری (کلریدسدیم) بر گیاهان

پس از استقرار نهال‌های بذری به مدت ده ماه، تیمارهای مختلف کلریدسدیم با روش آبیاری به گلدان‌ها اعمال شد. تیمارهای شوری (کلریدسدیم) به غلظت‌های ۰، ۳/۲، ۶/۴ و ۱۲/۸ گرم در لیتر معادل ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ dS/m استفاده شد. برای تهیهٔ محلول نمک از پودر خالص کلریدسدیم ساخت شرکت مرک (Merck) استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از تنش ناگهانی شوری بر گیاهان، میزان‌های مختلف نمک در سه نوبت همراه با آب آبیاری و به گلدان‌ها داده شد.

اعمال تیمار پوترسین بر گیاهان

برای تهیهٔ محلول پوترسین از پودر خالص این ماده (شرکت سیگما) استفاده شد. غلظت‌های ۰، ۰/۰۱ و ۰/۱ میلی‌مولار از محلول پوترسین تهیه و به‌صورت محلول‌پاشی پس از یک ماه از اعمال تیمار شوری روی گیاهان به‌صورت کامل و یکنواخت و تا مرحلهٔ قطره‌ریزان (Run off)، یعنی به اندازه‌ای محلول‌پاشی شود که محلول به‌صورت قطره از سطح برگ آغاز به ریزش کند) صورت گرفت.

اندازه‌گیری شاخص‌های رویشی

شانزده هفته پس از اعمال تیمارها، شمار برگ و ریشه‌های جانبی شمارش شد. طول ساقه، ریشه با خط‌کش و سطح برگ از سطح‌سنج الکترونی (مدل ADC Bio Scientific Ltd. Area Meter AM 200) ساخت کشور تایوان استفاده شد. نمونه‌های تازهٔ برگ، ساقه و ریشه توزین شده و سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت درون آون (مدل Borhan Pouya کشور ایران) با دمای ۸۵ درجهٔ سلسیوس قرار داده شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیولوژیک

نمونه‌های گیاهی در ۵۰۰ درجهٔ سلسیوس به مدت شش ساعت خاکستر شدند. سدیم و پتاسیم پس از فرآیند هضم در محلول ۱ نرمال اسید نیتریک ($HNO3^{-}$) با استفاده از دستگاه شعله‌سنجی اندازه‌گیری شدند. میزان کلر بر پایهٔ روش گرماسنجی (کالریمتری) تغییریافتهٔ موهر (Mathieu & Pieltain, 2003) با استفاده از رابطهٔ زیر تعیین شد.

$$\%Cl = \frac{(ml \times N)AgNO_3 \times 35.5 \times 100}{W \times 1000}$$

N= نرمالیته

W= وزن نمونه

میزان سبزینه

در آغاز سبزینهٔ (کلروفیل) دانهال‌ها با دستگاه سبزینه‌سنج مدل (SPAD-502) ساخت شرکت MINOLTA ژاپن برای هر گیاه در هر تکرار به شمار چهار مرتبه خوانده شد و سپس برگ‌های ده قرائت مختلف که با دستگاه SPAD بیشینه و کمینه میزان سبزینه را نشان دادند برای اندازه‌گیری به روش شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت و میزان سبزینهٔ آن‌ها با روش عصاره‌گیری با استون و با استفاده از رابطهٔ زیر اندازه‌گیری شد.

$$Total\,Chlorophyll(\frac{mg}{g\,F.W.}) = \frac{[20.0(A645)+8.02(A663)]\times V}{1000\times W}$$

A= میزان جذب در طول‌موج مورد نظر

V= حجم نهایی عصاره و استون

W= وزن تازهٔ برگ

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از معادله‌های رگرسیونی و اعداد خوانده‌شده توسط دستگاه، میزان سبزینه در گیاهان مورد آزمایش برآورد شد (Mostofi & Najafi, 2005).

میزان پرولین، با استفاده از نایِن هیدرین و دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتوفتومتر) بر پایهٔ روش Bates *et al.* (1973) و با استفاده از رابطهٔ زیر اندازه‌گیری شد.

$$\mu mol\ Proline/g\ F.W. = \frac{[(\mu g\ Proline/ml\ Toluen)/115.5 \mu g/\mu mol]}{[(g\ Sample)/5]}$$

طرح آزمایش و تجزیهٔ داده‌ها

آزمایش فاکتوریل در قالب یک طرح کامل تصادفی با چهار سطح شوری، سه سطح پلی‌آمین پوترسین و چهار تکرار اجرا شد. تجزیهٔ داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج برهمکنش میزان‌های مختلف نمک و پوترسین بر صفات رویشی نشان داد که با افزایش نمک در محیط کشت، شمار برگ، طول ساقه و ریشه کاهش یافت (جدول ۱). محلول‌پاشی با پوترسین در دو غلظت ۰/۰۱ و ۰/۱ میلی‌مولار سبب افزایش شاخص‌های نام برده، در شرایط بدون کاربرد نمک (شاهد) شد و اثر زیانبار نمک را به‌ویژه در محلول‌پاشی ۰/۱ میلی‌مولار در غلظت‌های مختلف نمک کاهش داد. اثر اصلی محلول‌پاشی پوترسین سبب افزایش معنی‌دار ۵۴، ۲۹ و ۵۱ درصد به ترتیب در شمار برگ، طول ساقه و طول ریشه شد (جدول ۱). در این پژوهش با افزایش شوری، شمار برگ کاهش یافت و غلظت‌های بالای کلریدسدیم باعث ایجاد نشانه‌های خشکیدگی، بافت‌مردگی و ریزش برگ شد.

افزایش شوری در محیط کشت سبب کاهش معنی‌دار وزن تازه و خشک برگ و ریشه در کنار بومی شد (جدول ۲). محلول‌پاشی دانهال‌ها با پوترسین سبب افزایش شاخص‌های نام برده در سطوح مختلف نمک شد و این افزایش در غلظت ۰ نمک (شاهد) معنی‌دار بود. به‌عنوان‌مثال وزن تازه و خشک برگ در محیط بدون نمک به ترتیب ۴/۶ و ۲/۴ گرم بود که با محلول‌پاشی با پوترسین ۰/۱ میلی‌مولار به ۷/۷ و ۴/۶ گرم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

جدول ۱. تأثیر تیمارهای کلریدسدیم و پلی‌آمین پوترسین بر میانگین شمار برگ، طول ساقه و ریشه (سانتی‌متر) در کنار بومی

Table 1. Effects of NaCl and putresine on the average of leaf number, stem and root length (cm) in wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

Na Cl (mg/l)	Putresine (mM)			Mean
	0	0.01	0.1	
	Leaf number			
0	124.3†c	162.0b	168.0a	157.4A
3.2	70.6ef	80.6e	100.3d	83.8B
6.4	40.0h	50.6g	66.0fg	52.2C
12.8	10.0j	18.6ij	24.6hi	17.7D
Mean	61.4C	80.0B	94.4A	
	Stem lenght			
0	67.6bc†	74.6b	99.3a	80.5A
3.2	53.6cdef	62.3bcde	bcd۶۴/۳	60.1B
6.4	47.6efg	50.5def	52.3cdef	50.0C
12.8	33.0g	42.0fg	44.6fg	39.8D
Mean	50.5C	57.2B	65.2A	
	Root lenght			
0	14.6c†	19.3b	25.3a	19.7A
3.2	10.0def	11.3cde	13.0cd	11.4B
6.4	5.6gh	6.6fgh	8.6efg	7.0 C
12.8	3.6h	4.3h	4.6h	4.2D
Mean	8.5C	10.4B	12.9A	

† در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک (حرف‌های کوچک برای برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ برای اثرهای اصلی) ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

† In each subject, Means with the same letter (small letters for interactions and capital letters for main effects) are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تأثیر تیمارهای کلریدسدیم و پلی‌آمین پوترسین بر میانگین میزان وزن تازه و خشک برگ و ریشه (گرم) در کنار بومی
Table 2. Effects of NaCl and putresine on the average rate of leaf and root fresh &dry weight (g) in wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

NaCl (mg/l)	Putresine (mM)			Mean
	0	0.01	0.1	
Leaf fresh weight				
0	4.6bc†	6.3ab	7.7a	6.2A
3.2	2.6cde	3.2cde	3.8cd	3.2B
6.4	1.5e	1.7de	2.2de	1.8C
12.8	1.1e	1.1e	1.3e	1.2D
Mean	2.4B	3.1AB	3.7A	
Leaf dry weight				
0	2.4bc†	3.1ab	4.6a	3.37A
3.2	1.7bcd	1.9bcd	2.1bcd	1.93B
6.4	1.0cd	1.2cd	1.3cd	1.20BC
12.8	0.6d	0.7cd	0.9cd	0.76C
Mean	1.4B	1.7AB	2.2A	
Root fresh weight				
0	6.6bc†	8.5b	10.0a	8.3A
3.2	4.0dc	4.9cd	7.2bc	5.4B
6.4	2.2ef	3.2def	3.6def	3.0C
12.8	1.1f	1.5f	1.8ef	1.5D
Mean	3.5C	4.5B	5.6A	
Root dry weight				
0	4.6ab†	5.2a	6.0a	5.2A
3.2	2.4bcde	2.8bcd	4.0abc	3.0B
6.4	1.1de	1.5de	2.0cde	1.5C
12.8	0.5e	0.63de	0.86de	0.66C
Mean	2.1B	2.5AB	3.2A	

† در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک (حرف‌های کوچک برای برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ برای اثرهای اصلی) ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

† In each subject, Means with the same letter (small letters for interactions and capital letters for main effects) are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

Gupta *et al.* (2002) نیز بیان کردند که تأثیر تیمار شوری شدید (۸۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) بر *Z. spina-christi* باعث آسیب‌های شدیدی در شاخ و برگ (سبزروی و بافت‌مردگی) و ریزش برگ‌ها شده که منجر به کاهش شمار برگ در گیاه می‌شود. برخلاف درختان زیتون (*Olea europaea* L.) تحت تنش شوری که برگ‌های آن‌ها در همهٔ اندازه‌ها و سنین و از همهٔ موقعیت‌ها ریزش داشتند (Therios & Misopolinos, 1988). نهال‌های مورد بررسی کنار تنها برگ‌های پیر خود را به دلیل کاهش ذخایر کربوهیدراتشان از دست دادند (Assareh, 2008). به نظر می‌رسد افزایش شوری باعث محدودیت انتقال آب و مواد غذایی از ریشه به برگ، کاهش میزان نورساخت (فتوسنتز) و در نتیجه کاهش ذخیرهٔ مواد غذایی گیاه کنار (کربوهیدرات‌ها) شده و برگ‌ها آغاز به ریزش کرده و به این صورت، شمار برگ‌ها کاهش می‌یابد.

پوترسین (همانند سایتوکنین) در به تأخیر انداختن پیری برگ و جلوگیری از ریزش برگ مؤثر است. به این صورت که افزایش تنش شوری باعث کاهش انتقال میزان عناصر کانی سودمند مانند پتاسیم از ریشه به برگ می‌شود و غلظت پلی‌آمین پوترسین در بافت‌های جوان برگ افزایش می‌یابد و در این شرایط، پوترسین باعث تقسیم یاخته‌ای شده و با افزایش تقسیم و بسط یاخته‌ای، جوانه و برگ جدید تشکیل می‌شود (Marschner, 1995). بنابراین کاربرد پوترسین می‌تواند به این امر کمک کرده سبب افزایش شمار برگ در محیط بدون نمک و همچنین حفظ برگ در محیط شور شود. این نتیجه با نتایج ارائه‌شده توسط دیگر پژوهشگران مبنی بر اینکه نهال‌های مختلف جوجوبا (*Ziziphus jujuba*) و کنار تحت تیمار شوری شمار برگ‌های کمتری نسبت به تیمار شاهد داشتند همسو است (Gupta *et al.*, 2002; Bhat *et al.*, 2008).

تأثیر تنش کلریدسدیم بر *Z. spina-christi* منجر به رشد دانهال‌های کوتاه‌قد شد. چنین کاهشی در ارتفاع گیاه با افزایش شوری از تأثیر معمولی تجمع

www.SID.ir

Archive of SID

یون‌های سمی در یاخته‌هاست که تأثیر منفی روی تقسیم و بسط یاخته داشته است (Munns, 1993). بیان شده است که برخی از هورمون‌های گیاهی (آبسایزیک اسید) به‌عنوان مشخص‌ترین پیام ریشه‌ای در شیرهٔ آوند چوبی وجود دارد و پس از اعمال تنش میزان آن افزایش می‌یابد (Munns *et al*., 1986). کنترل هورمونی بر تقسیم و تمایز یاخته‌ای و در نتیجه بر طول و شمار انشعاب‌های ریشه اثر می‌گذارد (Rubinigg *et al*., 2004). کاهش رشد ریشه می‌تواند به دلیل کاهش محتوای آب و پتانسیل آب برگ‌ها (کاهش نورساخت)، ساقه‌ها و ریشه‌ها در خاک شور باشد (Taiz & Zeiger, 2006). قندها، سوبستریت‌های اصلی برای تنفس هستند با افزایش شوری، سرعت تنفس ریشه‌ها افزایش می‌یابد. در نتیجه ریشه از مواد کربوهیدراتی ذخیرهٔ گیاه استفاده می‌کند که این سبب تضعیف گیاه شده و سرانجام فعالیت ریشه‌ای مختل شده و کاهش رشد را در پی خواهد داشت.

تأثیر پوترسین در افزایش رشد ممکن است به این دلیل باشد که پوترسین باعث افزایش قابلیت جذب و نگهداری آب بافت‌های ریشه، ساقه و برگ از راه افزایش پتانسیل اسمزی آب درونی این اندام‌ها شده و باعث افزایش وزن تازهٔ گیاه می‌شود (Kafi *et al*., 2009).

تأثیر برهمکنش کلریدسدیم و پوترسین بر میزان سدیم برگ و ریشه

بدون در نظر گرفتن سطح‌های مختلف کلریدسدیم، تأثیر اصلی پوترسین بر میانگین میزان یون سدیم برگ و ریشه معنی‌دار بود به‌طوری‌که میزان یون سدیم برگ و ریشه به ترتیب از ۱۸/۹ و ۳۳/۱ میلی‌گرم برگرم وزن خشک در تیمار شاهد به ۱۵/۷و ۲۹/۸ میلی‌گرم برگرم وزن خشک در اثر محلول‌پاشی ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین کاهش یافت (جدول۳). با افزایش کلریدسدیم، میزان سدیم در برگ و ریشه افزایش یافت و محلول‌پاشی با پوترسین به‌طور معنی‌داری سبب کاهش میانگین یون سدیم در اندام‌های نام برده شد. در همهٔ تیمارها، ریشه میزان سدیم بیشتری نسبت به برگ داشت. بیشترین تجمع یون سدیم در برگ و ریشه به ترتیب ۲۶/۶ و ۳۹/۶ میلی‌گرم برگرم وزن خشک در غلظت بالای نمک یعنی ۱۲/۸گرم در لیتر کلریدسدیم به ۲۰/۶و ۳۶/۶ میلی‌گرم در لیتر در اثر محلول‌پاشی با ۰/۱ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). در زیتون سمیت سدیم اغلب باعث از بین رفتن ریشه‌ها شده و باوجود اینکه یون سدیم به‌آسانی توسط ریشه جذب می‌شود اما بیشتر یون‌های سدیم گرایش دارند تا در ریشه تجمع و با اشباع شدن ظرفیت ریشه، آزادسازی سدیم به ساقه آغاز شده و آنگاه توان تنظیم‌کنندگی ریشه به‌طور شدیدی کاهش می‌یابد (Therios & Misopolinos, 1988). به نظر می‌رسد که درختان کنار نیز همسان درختان زیتون با تجمع بیشتر سدیم در ریشه، انتقال آن را به برگ محدود ساختند که این سازوکار کاهش انتقال سدیم از ریشه به ساقه و برگ نقش مهمی در میزان تحمل به شوری دارد.

پلی‌آمین‌ها نقش کلیدی را به‌عنوان حفاظت‌کننده‌های اسمزی در شرایط تنش اسموتیک ایفا می‌کنند. پلی‌کاتیون‌های مشتق از آنزیم‌ها (حفاظت‌کننده‌های اسمزی) باعث پایداری و حفاظت از غشاهای یاخته‌ای می‌شوند. بیان شده است که تجمع یون Na^+ در طول دورهٔ زمانی طولانی تنش شوری رخ می‌دهد (Besford *et al*., 1993). و پلی‌آمین‌هایی که به‌عنوان پلی‌کاتیون در سیتوپلاسم ایجاد می‌شوند، مسئول حفاظت از موازنهٔ آنیون-کاتیون هستند (Santa-Cruz *et al*., 1997b; Willadino *et al*., 1996).

تأثیر کلریدسدیم و پوترسین بر پتاسیم برگ و ریشه

نتایج برهمکنش کلرید سدیم و پوترسین بر میزان یون پتاسیم در کنار بومی نشان داد میزان پتاسیم برگ بیشتر از پتاسیم ریشه بود. با افزایش شوری در هر سه اندام میزان یون پتاسیم کاهش یافت. در همهٔ سطوح نمک، محلول‌پاشی با ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم در اندام‌های مختلف برگ و ریشه شد (جدول ۴).

نقش پتاسیم در پاسخ به تنش شوری نیز به‌خوبی مستند است که سدیم میزان جذب پتاسیم را کاهش می‌دهد (Schachtman *et al*., 1997; Fox and

www.SID.ir

Archive of SID

(Guerinot, 1998; Sharma *et al*., 2013). کاهش جذب K^+ به‌وسیلهٔ یون Na^+ در گیاهان یک فرآیند رقابتی است. بااین‌حال ممکن است پاسخ گونه‌های مختلف، متفاوت باشد. با انجام پژوهش روی ساقه‌های سیب (Schreiner & Luedders, 1992) و تمشک (Muralitharan *et al*., 1992) مشخص شد که همزمان بااینکه جذب K^+ به‌وسیلهٔ شوری تحت تأثیر قرار می‌گیرد، سطح بیشتری از K^+ برای رشد ساقه‌ها در بافت مورد نیاز است درحالی‌که ممکن است افزایش غلظت Na^+ تا حدی در برگ‌ها به حفظ توان گیاه کمک کند اما Na^+ نمی‌تواند به‌طور کامل با K^+ که به‌ویژه برای ساخت (سنتز) پروتئین و فعال‌سازی آنزیم لازم است، جایگزین شود. پوترسین به‌عنوان یک جزء اساسی در غشاهای یاخته‌ای و همچنین در افزایش نشتی بُر و پتاسیم شناخته شده است (Tiburcio *et al*., 1990).

جدول ۳. تأثیر تیمارهای کلریدسدیم و پوترسین بر میانگین میزان سدیم برگ و ریشه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) کنار وحشی

Table 3. Effects of NaCl and putresine on the average rate of leaf and root Na^+(g) in wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

NaCl (mg/l)	Putresine (mM)			Mean
	0	0.01	0.1	
		Leaf Na^+		
0	14.0fg†	13.6fg	10.3h	12.3D
3.2	17.0de	16.0ef	14.0fg	15.6C
6.4	19.0cd	18.6cde	18.0cde	18.5B
12.8	26.6a	23.3b	20.6bc	23.5A
Mean	18.9A	17.9B	15.7C	
		Root Na^+		
0	26.6g†	23.6h	22.3h	24.2C
3.2	30.3ef	28.6fg	27.3g	28.7BC
6.4	35.6cd	34.3cd	33.0de	34.3B
12.8	39.6a	37.3b	36.6bc	37.8A
Mean	33.1A	31.0B	29.8C	

† در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک (حرف‌های کوچک برای برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ برای اثرهای اصلی) ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

† In each subject, Means with the same letter (small letters for interactions and capital letters for main effects are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

جدول ۴. تأثیر تیمارهای کلریدسدیم و پوترسین بر میانگین میزان پتاسیم برگ و ریشه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) کنار بومی

Table 3. Effects of NaCl and putresine on the average rate of leaf and root K^+ (g) in wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

NaCl (mg/l)	Putresine (mM)			Mean
	0	0.01	0.1	
		Leaf K^+		
0	28.6bc†	30.3ab	33.0a	30.6A
3.2	24.6def	25.3de	27.0cd	25.6B
6.4	21.3gh	22.3fgh	23.0efg	22.2C
12.8	16.0j	18.3ij	20.0hi	18.0D
Mean	22.6B	24.0A	25.7A	
		Root K^+		
0	18.6ab†	21.0a	21.3a	20.3A
3.2	17.0bc	17.0bc	17.6bc	17.2B
6.4	16.0bcd	16.0bcd	16.3bcd	16.1B
12.8	14.0d	15.0cd	15.0cd	14.6C
Mean	16.4B	17.2AB	17.85A	

† در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک (حرف‌های کوچک برای برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ برای اثرهای اصلی) ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

† In each subject, Means with the same letter (small letters for interactions and capital letters for main effects) are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

برهمکنش کلریدسدیم و پوترسین بر میزان کلر برگ و ریشه

بدون در نظر گرفتن سطح‌های مختلف کلریدسدیم، کاربرد پوترسین به‌طور معنی‌داری سبب کاهش میزان کلر برگ و ریشه شد (جدول۵). با افزایش کلریدسدیم، میزان کلر در برگ و ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان تجمع کلر ریشه بیشتر از برگ بود. بیشترین میزان کلر برگ (۷/۲۰ درصد) و ریشه

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۴/۰۶ درصد) مربوط به غلظت ۱۲/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و کمترین آن‌ها در محلول‌پاشی با ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین مشاهده شد (جدول۵).

در زمینهٔ جذب عناصر، یون کلر سریع‌تر از سدیم جذب می‌شود، بنابراین آسیب‌های ناشی از سمیت یون کلر سریع‌تر از سدیم ظاهر می‌شود و شدیدتر است. اگرچه تجمع کلر در واکوئل با افزایش شوری در جهت تنظیم اسمزی یک سازوکار پذیرفته شده است (Bar *et al*., 1997; Feigin *et al*., 1987; Lea-Cox & Syvertsen, 1993). اما یکی از اثرگذاری‌های سوء کلر بر توقف رشد گیاهان در شرایط تنش به علت کاهش جذب آنیون‌هایی مانند نیترات است. که رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Grattan & Grieve 1994).

جدول ۵. تأثیر تیمارهای کلریدسدیم و پوترسین بر میانگین میزان کلر برگ و ریشه (درصد) کنار بومی
Table 3. Effects of NaCl and putresine on the average rate of leaf and root Cl^- (%) in wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

NaCl (mg/l)	Putresine (mM)			Mean
	0	0.01	0.1	
		Leaf Cl^-		
0	3.2cd†	3.0d	2.8d	3.0C
3.2	4.7abcd	4.3abcd	4.1bcd	4.4B
6.4	7.0ab	6.7ab	5.9abc	6.5A
12.8	7.2a	6.8ab	6.2ab	6.7A
Mean	5.5A	5.2B	4.C	
		Root Cl^-		
0	5.9def†	5.1ef	4.3f	5.1C
3.2	8.2bcd	7.5cde	7.0cdef	7.5B
6.4	9.1bc	8.9bcd	8.5bcd	8.8B
12.8	14.0a	10.9b	9.8bc	11.6A
Mean	9.3A	8.1AB	7.4B	

† در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک (حرف‌های کوچک برای برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ برای اثرهای اصلی) ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

† In each subject, means with the same letter (small letters for interactions and capital letters for main effects are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

تأثیر سطح‌های مختلف کلریدسدیم و پوترسین بر میزان قند و نشاسته در برگ

برهمکنش کلریدسدیم و پوترسین بر میانگین قند نشان داد که با افزایش کلریدسدیم در محیط به‌طور معنی‌داری میزان قند افزایش یافت. افزون بر این محلول‌پاشی با ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین سبب افزایش بیشتر و معنی‌دار قند در همهٔ سطح‌ها شد (شکل ۱). بیشترین میزان قند (۳۷/۶ میلی‌گرم برگرم وزن خشک) در ۱۲/۸ گرم در لیتر (۲۰dS/m) کلریدسدیم همراه با کاربرد ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین به دست آمد. برعکس میزان قند، با افزایش کلریدسدیم میزان نشاسته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اگرچه با محلول‌پاشی پوترسین به‌ویژه در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار میزان نشاسته به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد اما به‌طورکلی روند کاهشی خود را حفظ کرد (شکل ۱).

بیان شده است، در آفتابگردان، میزان قندهای محلول با افزایش شوری، افزایش‌یافته و رگه (لاین)های متحمل به نمک نسبت به رگه‌های حساس، قندهای قابل‌حل بیشتری را در خود تجمع می‌دهند (Ashraf & Tufail, 1995).کربوهیدرات‌هایی مانند قندهای گلوکز، فروکتوز و سوکروز در شرایط تنش افزایش می‌یابند که این کربوهیدرات‌ها به‌عنوان حفاظت‌کنندهٔ اسمزی و همچنین در تعدیل اسمزی و ذخایر کربنی نقش دارند (Parida & Das, 2005).

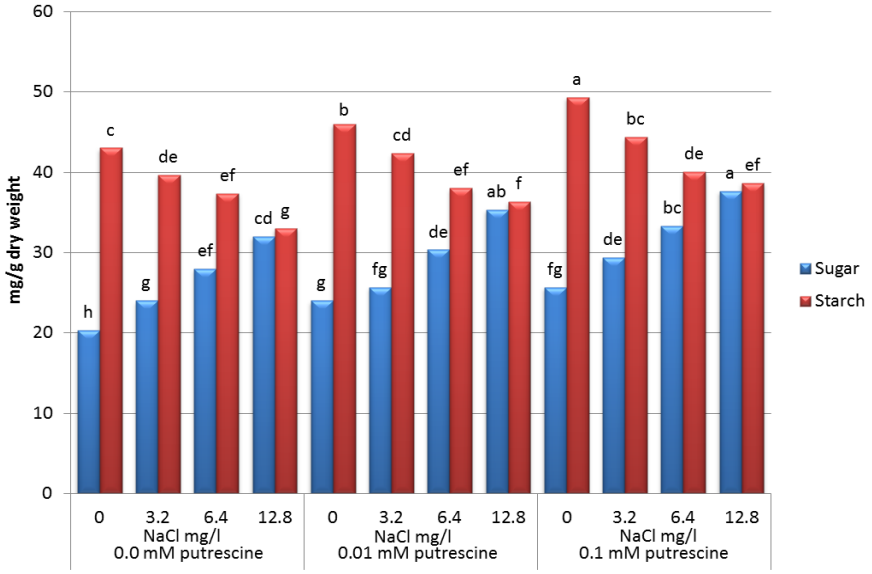
بنابراین به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی با پوترسین در شرایط تنش شوری، باعث افزایش فعالیت آنزیم ATPase غشاء یاخته‌ای، سهولت ورود ساکاروز به آوند آبکشی و افزایش بارگیری ساکاروز در آوند آبکشی شده و در نتیجه میزان قند ساخته‌شده در برگ گیاه را در جهت رویارویی با تنش شوری، افزایش می‌دهد (Marschner, 1995).

در این پژوهش با افزایش غلظت کلریدسدیم، میزان نشاسته کاهش یافت و کاربرد پوترسین باعث افزایش میزان نشاسته شد. گزارش شده است که تری هالوزها

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عنوان اسمولیت و حفاظت‌کننده‌های اسمزی در بسیاری از موجودهای غیر آبزی، تجمع می‌یابند (Crowe *et al.*, 1984). همچنین شوری باعث در هم ریختن ساختار تیلاکوئیدی، کلروپلاست، افزایش در اندازه و شمار پلاستوگلبول‌ها و کاهش میزان نشاسته در اثر تنش کلریدسدیم می‌شود (Hernandez *et al.*, 1995).



شکل ۱. برهمکنش کلریدسدیم و پوترسین بر میزان قند و نشاسته در برگ‌های کنار بومی.

در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

Figure 1. Interaction of NaCl and putrescine on the rate of sugar and starch in the leaves of wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

In each subject, means with the same letter (s) are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

Parida & Das (2005) بیان کردند، نشانه‌های مختلفی در پاسخ به شوری در ساختار کلروپلاستی شماری از گیاهان شامل تورم غشاء تیلاکوئیدی، افزایش اندازهٔ دانه‌های نشاسته‌ای، تراکم کلروپلاستی، غیرطبیعی شدن غشاء و از بین رفتن ساختار تیلاکوئیدی وجود دارد.

تأثیر کلریدسدیم و پوترسین بر میزان سبزینه و پرولین برگ

برهمکنش کلریدسدیم و پوترسین بر میانگین پرولین و سبزینه نشان داد، با افزایش کلریدسدیم میزان پرولین به‌طور معنی‌داری افزایش و میزان سبزینه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. محلول‌پاشی با ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین با حفظ روند افزایشی در سطوح مختلف نمک سبب افزایش بیشتر پرولین شد (شکل ۲). بیشترین میزان سبزینه در محیط بدون نمک و با محلول‌پاشی ۰/۱ میلی‌مولار در لیتر پوترسین به دست آمد که با افزایش شوری این میزان نیز کاهش یافت (شکل ۲).

نشان داده شده است که با افزایش سطح شوری و کاهش پتانسیل اسمزی، میزان سبزینهٔ برگ کاهش می‌یابد. تنش شوری موجب تخریب کلروپلاست و تغییر در شمار و اندازهٔ کلروپلاست و همچنین مختل شدن تبادل‌های یونی به علت افزایش میزان یون کلر در محیط ریشه و یا کاهش جذب منیزیم گشته که این عامل‌ها موجب کاهش میزان ساخت سبزینه می‌شود (Frederic *et al.*, 2010; Sohail *et al.*, 2009).

غلظت زیاد K^+ در استروما برای نگهداری قابلیت نورساخت بهینه در شرایط تنش لازم است. بررسی‌های انجام‌شده نشان دادند که در گیاهان مختلف تحت تنش شوری، پوترسین بر افزایش میزان نورساخت تأثیر مثبت دارد و به نظر می‌رسد این تأثیر به کاهش تخریب سبزینهٔ و افزایش تشکیل و شمار کلروپلاست‌ها مربوط می‌شود (Marschner, 1995).

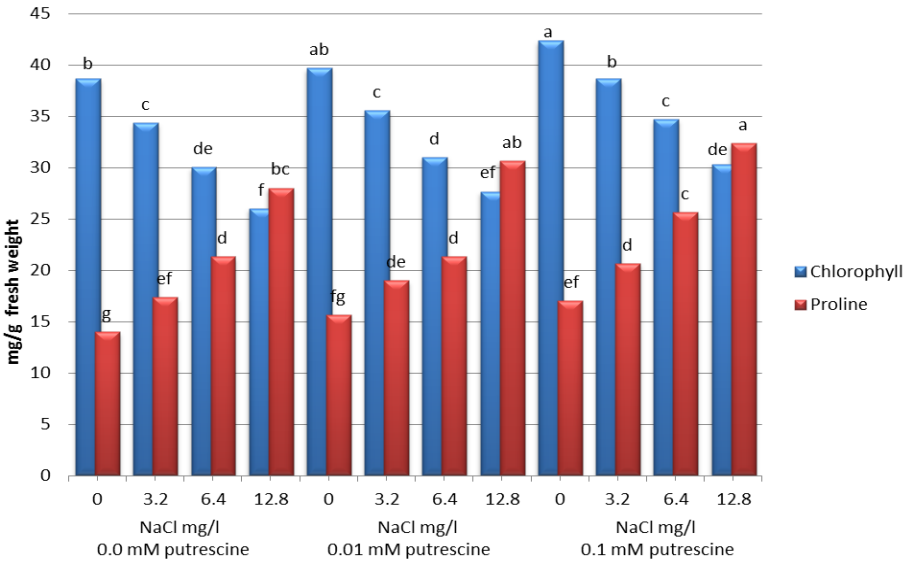
نتایج این پژوهش نشان داد، تنش شوری باعث

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش میزان سبزینه شده و محلول‌پاشی گیاهان کنار تحت تنش شوری با غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۱ میلی‌مولار پوترسین، میزان سبزینه را بهبود می‌بخشد. به نظر می‌رسد که کاهش میزان سبزینه تحت تیمار شوری به دلیل تخریب و تغییر ساختمان کلروپلاست، جلوگیری از ساخت سبزینه و یا تسریع تخریب آن در محیط شور باشد.

پرولین در سیتوپلاسم بدون داشتن هیچ تأثیر تعیین‌کننده‌ای روی فعالیت آنزیم سایتوسولیک تجمع می‌یابد و هنگامی‌که محتوای آب با افزایش شوری کاهش می‌یابد، تنظیم اسموتیکی توسط افزایش غلظت پرولین و یون پتاسیم در بافت‌ها به دست آمده و محتوای پرولین با افزایش شوری خاک افزایش می‌یابد. افزون بر این نقش اصلی پرولین تنها به‌عنوان یک اسمولیت نیست بلکه به یاخته‌ها برای غلبه بر تنش اکسایشی در گیاهان تحت تنش شوری کمک می‌کند (Sohail *et al.*, 2009).



شکل ۲. برهمکنش کلریدسدیم و پوترسین بر میزان سبزینه و پرولین در برگ‌های کنار بومی

در هر عامل میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

Figure 2. Interaction of NaCl and putrescine on the rate of chlorophyll and proline in the leaves of wild Konar (*Ziziphus spina-christi* L.)

In each subject, means with the same letter (s) are not significantly different at $P \leq 0.05$, using Tukey's test.

Aziz *et al.* (1998) نشان دادند در موجودها، باکتری‌ها و گیاهان، ارتباط عمیقی بین افزایش سطح پرولین در یاخته و ظرفیت بقاء در شرایط کمبود آب و افزایش نمک در محیط وجود دارد. در اندام‌های گیاهی در شرایط تنش شوری، کاهش محتوای پوترسین و اسپرمیدین، به‌طور موقت با آغاز تجمع پرولین در ارتباط است. در برابری با این یافته‌ها، کاربرد خارجی پوترسین در غلظت‌های پایین باعث تحریک تجمع پرولین می‌شود.

به نظر می‌رسد در شرایط تنش شوری، با افزایش یون‌های Na^+ و Cl^- در یاخته‌های برگ کنار، گیاه به‌منظور تنظیم اسمزی سیتوپلاسم و اندامک‌های آن (مانند کلروپلاست‌ها)، به تجمع مواد آلی محلول سازگار (مانند پرولین) می‌پردازد که میزان آن به فشار اسمزی شیرهٔ واکوئلی وابسته است. بیان شده که پرولین نقش مهمی در حفاظت سیتوپلاسم در برابر نوسان پتانسیل آب برگ در گیاهان است (Marchener, 1984).

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد، افزایش میزان شوری موجب کاهش شمار برگ، وزن تازه و خشک برگ و ریشه، طول ساقه و ریشه شد و کاربرد پوترسین، تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشدی در همهٔ سطح‌های کلریدسدیم داشت. نشان داده شد که محلول‌پاشی با پوترسین باعث افزایش سبزینه در مقایسه با کنترل شد که این حالت می‌تواند به دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

جلوگیری از تخریب سبزینه یا افزایش تشکیل کلروپلاست باشد. پوترسین بر میزان پرولین گیاهان تحت تنش شوری هم تأثیر مثبت داشت به‌طوری‌که با افزایش غلظت پوترسین در سطح‌های بالای نمک، میزان پرولین افزایش یافت و تحمل گیاه را در مقابل این تنش افزایش داد. به‌طورکلی بر پایهٔ نتایج به‌دست آمده می‌توان استفاده از پلی‌آمین پوترسین به‌عنوان تنظیم‌کنندهٔ رشد و تعدیل‌کنندهٔ اثرگذاری‌های سوء ناشی از تنش شوری را با در نظر گرفتن دیگر شرایط (میزان و هزینهٔ بالای پوترسین) پیشنهاد داد.

REFERENCES

1. Abasspour Ashena Abad, N. (2005). *Effects of plant growth regulators and antitranspirant agents on salt tolerance of barley and bean plants*. M.Sc. thesis, Shiraz University, 162 P. (in Farsi)
2. Assad, M. (2012). Dashteh talahei Bahoo. Retrieved may 20, 2013 from: http://goldenbahoo.blogfa.com.
3. Ashraf, M. & Tufail, M. (1995). Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 174, 351-362.
4. Assareh, M. H. (2008). *Biochracteristics of Konar trees in Iran and introduction of other species of Ziziphus.* Research Institute of Forests and Rangelands. 571 p. (in Farsi)
5. Aziz, A., Martin-Tanguy, J. & Larher, F. (1998). Stress-induced changes in polyamine and tyramine levels can regulate proline accumulation in tomato leaf discs treated with sodium chloride. *Physiologia Plantarum*, 104, 195-202.
6. Bar, Y., Apelbaum, A., Kafkafi, U. & Goren, R. (1997). Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. *Journal of Plant Nutrition*, 20,715-731.
7. Bates, L. S., Waldren, R. P. & Teare, F. D. (1973). Rapid determination of free proline from water stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
8. Besford, R. T., Richardson, C. M., Campos, J. L. & Tiburcio, A. F. (1993). Effect ofpolyamines on stabilization of molecular complexes in thylakoid membranes of osmotically stressed oat leaves. *Planta*, 189, 201-6.
9. Bhat, J. M., Patel, D. A., Bhatti, M. P. & Pandey, A. N. (2008). Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Ziziphus mauritiana* (Rhamnaceae). *Journal of Fruit and Ornamental Plant*, 16, 383-401.
10. Crowe, J. H., Crowe, L. M. & Chapman, D. (1984). Preservation of membranes in anhydrobiotic organisms: the role of trehalose. Science, 223, 701-703.
11. Dubey, R. S. & Singh, A. K. (1999). Salinity induces accumulation of soluble sugars and alters the activity of sugar metabolizing enzymes in rice plants. *Biologia Plantarum*, 42, 233-9.
12. Esna-Ashari, M. & Zokaee Khosroshahi, M. (2008). *Polyamins and Horticultural Science*. Bou-Alisina University. 188 P. (in Farsi).
13. Feigin, A., Rylski, I., Meiri, A. & Shalhevet, J. (1987). Response of melon and tomato plants to chloride-nitrate ratios in saline nutrient solutions. *Journal of Plant Nutrition*, 10, 1787-1794.
14. Fox, T. C. & Guerinot, M. L. (1998). Molecular biology of cation transport in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 669-696.
15. Frederic, V., Romain, C. H., Armel, B., Michele, F., Catherine, M., Fabienne, G. & Emmanelle, A. (2010). *Bay of biscays temperature and salinity climatology:* Bobyclim. Archimer, Ifremers Institutional Repository. pp.567.
16. Glenn, E. P., Pfister, R., Brown, J. J., Thomson, T. L. & O'Leary, J. W. (1996). Na^+ and K^+ accumulation and salt tolerance of *Atriplex canescens* genotypes. *American Journal of Botany*, 83(8), 997-1005.
17. Grattan, S. R. & Grieve, C. M. (1994). Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*. (pp. 203-226). Marcel Dekker, New York.
18. Gupta, N. K., Meena, S. K., Gupta, S. & Khandelwal, S. K. (2002). Gas exchange, membrane permeability and ion uptake in two species of Indian *jujube* differing in salt tolerance; *Photosynthetica*, 40, 535-539.
19. Hasegawa, P. M., Bressen, R. A., Zhu, J. K. & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology*, 51, 463-499.113.
20. Hernandez, J. A., Olmos, E., Corpas, F. J., Sevilla, F. & Del Rio, L. A. (1995). Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Scienc*, 105, 151-167.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Kafi, M., Borzouei, A., Kamandi, A., Masoumi, A. & Nabati, J. (2009). *Physiology of enviromental stresses in plants*. Jahad Daneshgahi Mashhad. 502 p. (in Farsi)
22. Lea-Cox, J. D. & Syvertsen, J. P. (1993). Salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of citrus. *Annal of Botany*, 72, 47-54.
23. Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants.* Academic Press, London p.889.
24. Mostofi, Y. & Najafi, F. (2005). *Laboratory analytical methods in Horticultural Science*. Tehran University publications. 136 p. (in Farsi)
25. Munns, R., Fisher, D. B. & Tonnet, M. L. (1986). Na^+ and Cl^- transport in the phloem from leaves of NaCl-treated barley. *Australian journal of plant physiology*, 13, 757-766.
26. Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell & Environment*, 16, 15-24.
27. Paramonova, N.V., Shevyakova, N.I. & Kuznetsov, V.L.V. (2004). Ultrastructure of chloroplasts and their storage inclusions in the primary leaves of *Mesembryanthemum crystallinum* affected by putrescine and NaCl. *Russian Journal of Plant Physiology*, 1, 99-104.
28. Parida, A. K. & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2, 324-349.
29. Reddy, M. P. & Vora, A. B. (1986). Changes in pigment composition, hill reaction activity and saccharides metabolism in bajra (*Pennisetum typhoides* S & H) leaves under NaCl salinity; *Photosynthetica*, 20, 50-55.
30. Rubinigg, M., Wenisch, J., Elzenga, J. T. M. & Stulen, I. (2004). NaCl salinity affects lateral root development in *Plantago maritima*. *Functional Plant Biology*, 31, 775-780.
31. Saied, A. S., Gebauer, J., Hammer, K. & Buerkert, A. (2008b). *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd.: a multipurpose fruit tree. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55, 929-937.
32. Santa-Cruz, A., Estan, M. T., Rus, A., Bolarin, M. C. & Acosta, M. (1997b). Effects of NaCl and mannitol iso-osmotic stresses on the free polyamine levels in leaf discs of tomato species differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 151, 754-8.
33. Schachtman, D. P., Kumar, R., Schroeder, J. I. & Marsh, E. L. (1997). Molecular and functional characterization of a novel low-affinity cation transporter (LCTI) in higher plants. In: Proceeding of *the Natural Academey Science USA.* 94, 11079-11084.
34. Sharma, L. K., Kaushal, M., Kaur Bali, S. & Choudhary, O. P. (2013). Evaluation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.) as rootstock for salinity tolerance at seedling stage under *in vitro* conditions. *African Journal of Biotechnology*, 12(44), 6267-6275.
35. Sohail, M., Saied, A. S., Gebauer, J. & Buerkert, A. (2009). Effect of NaCl salinity on growth and mineral composition of *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 110(2), 107-114.
36. Sudhersan, C. & Hussain, J. (2003). *In vitro* clonal propagation of a multipurpose tree, *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. *Turkish Journal of Botany*, 27, 167-171.
37. Taiz, L. & Zeiger E. (2006). *Plant physiology* (Fourth Edition). Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, USA 764 p.
38. Tattini, M., Bertoni, P. & Caselli, S. (1992). Genotypic responses of olive plants to sodium chloride. *Journal Plant Nutrition*, 15, 1467-1485.
39. Therios, I.N. & Misopolinos, N.D. (1988). Genotypic response to sodium chloride salinity of four major olive cultivars (*Olea europea* L.). *Plant and Soil*, 106,105-111.
40. Tiburcio, A. F., Kaur-Sawhney, R. & Galston, A. W. (1990). Polyamine metabolism. In: B.J. Miflin, P.J. Lea (Ed.), *The Biochemistry of Plants, Intermediary Nitrogen Fixation*. (pp. 283-325). Academic, New York.
41. Willadino, L., Camara, T., Boget, N., Claparols, Y., Santos, M. & Torne´, J. M. (1996). Polyamine and free amino acid variations in NaCl-treated embryogenic maize callusfrom sensitive and resistant cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 149, 179-185.

www.SID.ir