نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۲۰۸-۲۰۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 2, Summer 2016, P. 201-208
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم در کاهش اثرات مضر شوری در گیاه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.)

امیرهوشنگ جلالی[۱] - پیمان جعفری[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۲

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، مقابله با تنش شوری و اثرات مضر آن ضروری به نظر می‌رسد. به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفناج در شرایط تنش شوری، پژوهشی در سال ۱۳۹۱ با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده و طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام شد. شوری آب آبیاری در سه سطح شاهد (۲ دسی‌زیمنس بر متر)، آب چاه (۴ دسی‌زیمنس بر متر) و آب چاه (۸ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان کرت‌های اصلی و دو سطح استفاده از کود پتاسیم شامل شاهد و محلول‌پاشی اکسید پتاسیم محلول در آب (۲/۵ میلی‌لیتر در هر لیتر) به عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد عملکرد تیمار محلول‌پاشی پتاسیم و شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر معادل ۳۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. افت عملکرد در تیمار محلول‌پاشی پتاسیم و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و همچنین تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و بدون محلول‌پاشی پتاسیم به ترتیب برابر با ۲۰/۲ و ۳۸ درصد بود. تعداد بوته در متر مربع در سه تیمار شوری ۲، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۴۰، ۳۸/۱ و ۲۹/۱ بوته در متر مربع بود. محلول‌پاشی پتاسیم در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، درصد ماده خشک برگ را ۱۲/۷ درصد بهبود بخشید. با توجه به نتایج بدست آمده، در شرایط تنش شوری، محلول‌پاشی پتاسیم می‌تواند به عنوان یک عامل تعدیل کننده شوری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تعدیل کننده شوری، درصد ماده خشک، سدیم، طول برگ، عرض برگ

مقدمه

اسفناج ازجمله سبزیجات برگی مهم فصل سرد محسوب شده و با وجود این که منبع غذایی کم کالری به حساب می‌آید دارای مقادیر قابل توجهی از عناصر معدنی مثل آهن، و ویتامین‌های A و C است (۷). منشأ اولیه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.) ایران است (۳). عملکرد این گیاه با توجه به شرایط محیطی و نوع رقم استفاده شده را از ۱۸/۶ تا ۴۴/۸ تن در هکتار گزارش شده و امکان کشت آن هم در پاییز و هم در اوایل بهار وجود دارد (۱۶).

اگرچه اسفناج در برخی منابع جزو گیاهان نسبتاً حساس به شوری آب آبیاری، و با آستانه تحمل دو دسی زیمنس بر متر شناخته می‌شود (۴) اما در بسیاری مناطق با شوری‌های چهار دسی زیمنس بر متر بدون هیچ کاهش عملکردی کشت می‌شود (۲۱). تحمل تنش شوری در این گیاه به تجمع اسیدهای آمینه و گلایسین بتائین و در نتیجه تنظیم اسمزی نسبت داده می‌شود (۲۶). بر اساس گزارش دانشگاه یوتا آستانه تحمل شوری خاک برای این گیاه ۳/۸ دسی زیمنس بر متر بوده و کاهش ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصدی عملکرد در شوری‌های ۵/۵، هفت و هشت دسی زیمنس بر متر نیز گزارش شده است (۲).

تأمین پتاسیم کافی در شرایط تنش شوری ضرورتی اثبات شده است به طوری که به موازات افزایش شوری مقدار پتاسیم اندام‌های هوایی و مقدار این عنصر در واحد وزن خشک بسیاری از گیاهان کاهش می‌یابد (۱۷). هرچند در گیاهانی مثل لوبیا با افزایش مقدار شوری و یون‌های سدیم، غلظت پتاسیم در شیره سلولی برگ‌ها نیز افزایش یافته است (۶). به هر حال با توجه به مقدار زیادتر پتاسیم در برگ‌های اسفناج نسبت به سایر سبزیجات، در شرایط تنش شوری استفاده از کودهای پتاسیم بیشتر از شرایط بدون تنش نیاز بوده و تنش شوری از میزان پتاسیم اندام‌های گیاهی می‌کاهد (۲۲). در شرایط تنش شوری، محلول‌پاشی پتاسیم در اسفناج با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم از ۱/۶۱ به ۲/۷۲ باعث تعدیل اثرات مضر شوری شد (۱۱). محلول‌پاشی پتاسیم با ممانعت از انتقال یون‌های پتاسیم از ریشه به اندام‌های هوایی باعث تداوم فتوسنتز و کاهش اثرات شوری می‌گردد (۵). با توجه به این که جذب پتاسیم از برگ‌ها، بستگی

۱ و ۲- استادیار و مربی پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: Peimanjafare@yahoo.com)

زیادی به نوع ترکیب استفاده شده دارد، ممکن است تأثیر ترکیبات مختلف در تعدیل اثرات تنش شوری متفاوت باشد و افزون بر این، نوع گیاه (داشتن برگ‌های با ترکیبات مومی، طول دوره رشد و سطح برگ) نیز در این زمینه حائز اهمیت است (۱۸). در پژوهشی که به منظور بررسی تاثیر کود پتاسیم در شرایط شوری آب (۶/۳ دسی زیمنس بر متر) و شوری خاک (۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد مصرف کود پتاسیم در مقادیر دو و سه برابر نسبت به شرایط معمول (بدون تنش شوری)، به ترتیب موجب ۲۴/۸ و ۱۸/۵ درصد افزایش عملکرد دردو رقم چارلستون گری و شوگر بیبی هندوانه شد (۱۳). در گیاه آفتابگردان که به ترتیب در معرض شرایط تنش شوری خاک وآب معادل ۷/۶ و ۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر قرارگرفت، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با کاهش جذب سدیم، تحمل به شوری افزایش و حداکثر عملکرد معادل ۳۶۳۸ کیلوگرم بدست آمد(۲۰).

با توجه به افزایش تهدید شوری آب و خاک در مناطق مختلف کشور، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و همچنین نقش تعدیل کنندگی محلول پاشی کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفناج بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد اصفهان واقع در ۲۵ کیلومتری شرق اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیای ۳۱ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۴۵ متر اجرا گردید. بر اساس آمار ۲۰ ساله هواشناسی این ایستگاه، متوسط بارندگی و دمای سالیانه این ایستگاه به ترتیب برابر ۱۱۰ میلی متر و ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. برخی ویژگی‌های آب و خاک محل آزمایش در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. این پژوهش در قالب آزمایش کرت های خرد شده و طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد و تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از شوری آب آبیاری در سه سطح شاهد (۰/۱۰ ±۲ دسی‌زیمنس بر متر) و آب چاه با شوری‌های (۰/۱۳ ±۴) و (۰/۱۵ ±۸) دسی‌زیمنس بر متر که کرت‌های اصلی و دو سطح استفاده از کود پتاسیم شامل شاهد و محلول‌پاشی اکسید پتاسیم محلول در آب (۲/۵ میلی‌لیتر در هر لیتر) ساخت اسپانیا، کرت‌های فرعی را تشکیل دادند. بذر اسفناج استفاده شده در این پژوهش رقم ورامین ۸۸ بود که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. هنگام آماده‌سازی زمین بر اساس آزمون خاک ۷۰ کیلوگرم فسفر خالص به صورت سوپر فسفات تریبل، ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم خالص به صورت سولفات پتاسیم و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به صورت اوره به خاک اضافه شد. ۴۰ کیلوگرم نیتروژن دیگر در مرحله سه تا چهار برگی به صورت سرک مصرف شد. محلول‌پاشی پتاسیم در دو مرحله پنج و ۱۰ برگی اسفناج و در ساعات اولیه صبح انجام شد.

بذر اسفناج در دو طرف پشته هایی به عرض ۵۰ سانتی متر (فاصله بین بوته ها ۱۰ سانتی متر) کشت شد (تراکم ۴۰ بوته در متر مربع). هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها نیم متر بود و بین تکرارها نیز یک متر در نظر گرفته شد. کشت اسفناج در کلیه کرت‌های آزمایشی در تاریخ هجدهم شهریور انجام و برداشت آن در تاریخ بیست و پنجم آبان صورت گرفت. در طول دوره رشد، آبیاری بر اساس کاهش ۵۰ درصد رطوبت از عمق نفوذ ریشه انجام شد. این کار با نمونه‌گیری از خاک کرت‌های آزمایشی در پای بوته‌ها و به روش وزنی انجام گردید (وزن نمونه خاک در حالت از دست دادن ۵۰ درصد رطوبت در مقایسه با حالت مرطوب). در طول دوره رشد کلیه مراقبت‌های زراعی لازم شامل کنترل دستی علف‌های هرز و بازدید کرت‌های آزمایشی و اطمینان از عاری بودن از آفات و بیماری‌ها صورت گرفت. در طی فصل رشد عملکرد، درصد سبز شدن بر اساس ظهور ۵۰ درصد گیاهچه‌ها در هر کرت، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ (در مرحله توسعه کامل برگ و قبل از برداشت محصول) یادداشت‌برداری شد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی آب چاه و آب کانال استفاده شده در آزمایش

Table 1- The chemical characteristics of water wells and water channels, used in the experiments

آب چاه (Water Well)							
شوری Salinity ($dS\ m^{-1}$)	pH	میلی اکی والان در لیتر ($meq\ l^{-1}$)					SAR
		$Ca2^{+}+Mg2^{+}$	SO_4^{2-}	Cl^{-}	HCO^{3-}	Na^{+}	
5	7.80	4.10	58.00	28.00	26.00	65.00	17.00
8	7.4	26.00	33.00	71.00	6.5	75.00	-
آب کانال Water Channel							
2	7.2	2	8.6	29.5	2.2	27	

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Soil physical and chemical characteristics

ویژگی Characteristic	مقدار Amount
بافت Texture	لومی Loam
شن Sand (%)	11
سیلت Silt (%)	40
رس Clay (%)	48
هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	3.5
اسیدیته pH	7.9
مواد آلی Organic mater (%)	0.3
فسفر P ($mg\ kg^{-1}$)	12.6
پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$)	228
نیتروژن (٪)	0.075

جهت برآورد عملکرد پس از حذف دو فاصله نیم متری از دوطرف خطوط وسط هر کرت، بوته‌های دو خط (سطحی معادل ۲ متر مربع) برداشت و جهت برآورد سایر صفات مورد نظر تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و یادداشت‌برداری صفات صورت گرفت. برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک بوته، هشت بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS (۲۲) انجام و میانگین‌ها با روش دانکن (پنج درصد) مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف نشان داده که تأثیر شوری آب آبیاری بر صفات عملکرد، تعداد برگ و درصد سبز شدن در سطح یک درصد و بر صفات طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ و درصد ماده خشک در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار است. تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم به جز بر عملکرد و درصد ماده خشک بر سایر صفات آزمایشی تأثیر معنی‌دار نداشت. تأثیر برهمکنش تیمار شوری و محلول‌پاشی بر درصد ماده خشک در سطح یک درصد و بر بقیه صفات آزمایشی (به جز درصد سبز شدن) در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). تأثیر برهمکنش تیمارهای شوری و محلول‌پاشی بر عملکرد اسفناج در شکل ۱ نشان داده شده است. عملکرد اسفناج در تیمار محلول‌پاشی پتاسیم و شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر (S1K1) معادل ۳۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار شاهد (S0K0) تفاوت معنی‌داری نداشت. عملکرد در تیمار محلول‌پاشی پتاسیم و شوری هشت دسی زیمنس بر متر (S2K1) برابر با ۳۰۰۶۳ کیلوگرم در هکتار بود که ۲۰/۲ درصد کمتر از تیمار شاهد بود اما افت عملکرد در تیمار شوری هشت دسی زیمنس بر متر و بدون محلول پاشی پتاسیم (S2K0) معادل ۳۸ درصد بود.

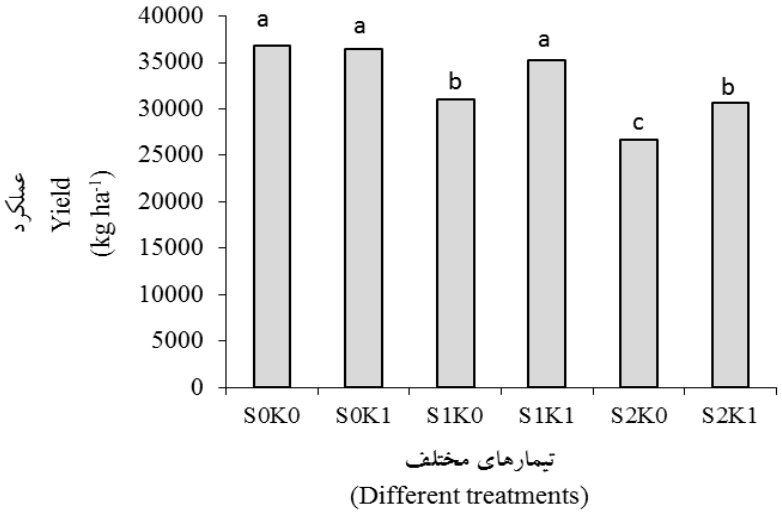
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ، درصد ماده خشک و درصد سبز شدن گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

Table 3- Analysis of variance for yield, number of leaves, leaf length, leaf width, petiole length, dry matter content and the emergence percentage of spinach (Varamin 88 cultivar)

منابع تغییر Source of Variation	میانگین مربعات Means of squares							
	درجه آزادی Df	عملکرد Yield	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دم برگ Petiole length	ماده خشک Dry matter	سبز شدن Emergence
تکرار Replication	3	54.19 $^{n's}$	6.27*	12.90 ^{ns}	13.86 ^{ns}	18.10 $^{n's}$	13.10 $^{n's}$	$^{n's}$76.34
شوری آب Water salinity	2	506.0**	86.17**	2010*	214.10*	712.01*	25.10*	**340.4
خطا Error	6	203	9.08	1008	91.10	209	11.20	72.5
محلول پاشی پتاسیم application K	1	202.10*	3.30 $^{n's}$	203 $^{n's}$	105.01 $^{n's}$	103.13 $^{n's}$	67.01**	41.5 $^{n's}$
شوری × محلول پاشی K×Salinity	2	634.2*	7.71*	1855*	181.54*	169*	89.05**	62.1 $^{n's}$
خطا Error	6	163	5.98	1598	121.19	149.28	23.50	122.01
ضریب تغییرات CV (%)		16.31	15	17.20	18.05	14.04	19.09	20.14

* و** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at %5 , %1 level of probability, respectively. ns = not significant

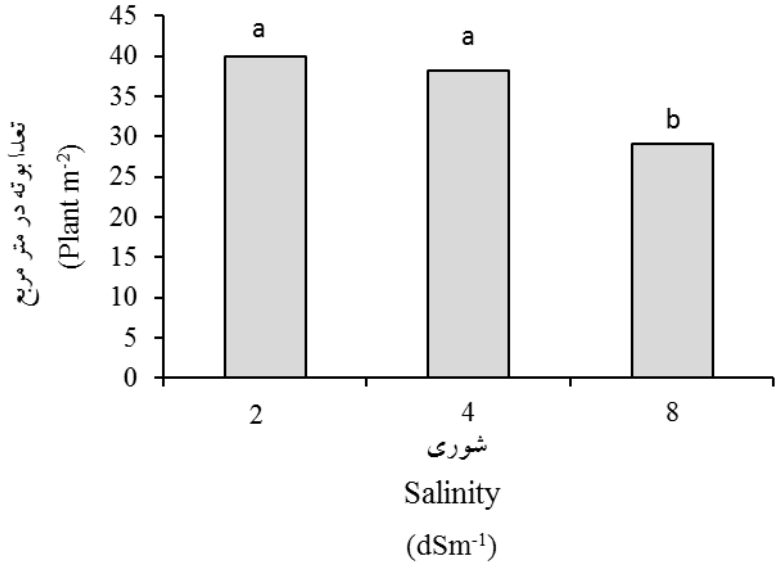


شکل ۱- تأثیر برهمکنش شوری × محلول پاشی پتاسیم بر عملکرد گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

S0، S1 و S2 به ترتیب تیمارهای شاهد (شوری دو دسی زیمنس بر متر) و شوری‌های چهار و هشت دسی زیمنس بر متر و K0 و K1 به ترتیب تیمارهای شاهد و محلول پاشی پتاسیم

Figure 1- The interaction effect of salinity×foliar potassium application on spinach (Varamin 88 cultivar) yield
S1 and S2 are control (salinity 2 dS m^{-1}) 4 and 8 dS m^{-1} treatments respectively, and K0 and K1 are control and foliar potassium application, respectively

صرف نظر از محلول‌پاشی پتاسیم، شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد (دو دسی‌زیمنس بر متر) ۱۹ درصد کاهش عملکرد داشت. نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از پژوهش آماچر (۲) که آستانه تحمل اسفناج را ۳/۸ دسی زیمنس بر متر تعیین نموده مطابقت داشت اما بر خلاف پژوهش‌هایی است که این آستانه را کمتر (۴) و یا بیشتر می‌دانند (۱۹). تأثیر تعدیل کنندگی شوری با کاربرد پتاسیم در اسفناج، در پژوهش‌های شانون و گریو (۲۴) و کایا و همکاران (۱۴) نیز مورد تاکید قرار گرفته و بر همین اساس عنوان شده بی نظمی‌های تغذیه‌ای ناشی از افزایش شوری را می‌توان با افزایش کود پتاسیم جبران کرد (۱۲). در شرایط تنش شوری، متابولیت‌های سمی سدیم می‌توانند برای محل‌هایی که پتاسیم در سطح سلولی اشغال می کند، رقابت نمایند. در چنین شرایطی سطوح بالای سدیم، یا نسبت بالای سدیم به پتاسیم می‌تواند باعث تخریب واکنش های مختلف آنزیمی در سیتوپلاسم گردد و به همین دلیل برخی از پژوهشگران معتقدند که بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم در برخی از گونه‌های گیاهی اهمیت بیشتری نسبت به پایین نگه داشتن غلظت سدیم دارد (۸). البته باید به یاد داشت بخشی از افت عملکرد ناشی از شوری به ویژه در سطوح بالاتر از چهار دسی زیمنس بر متر به دلیل کاهش درصد سبز شدن بذور است و محلول‌پاشی پتاسیم تأثیری بر این جزء ندارد (شکل ۲). تعداد بوته در متر مربع در سه تیمار شوری دو، چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۴۰، ۳۸/۱ و ۲۹/۱ بوته در متر مربع بود.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر تعداد بوته گیاه در متر مربع در گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)
Figure 2- The effect of salinity different levels on the number of plants per square meter in Spinach (Varamin 88 cultivar)

تعداد برگ اسفناج در تیمارهای مختلف دامنه ای از ۱۱/۴ تا ۱۶/۷ عدد داشت (جدول ۴). در هر دو تیمار شوری چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر، محلول پاشی پتاسیم موجب افزایش معنی‌دار تعداد برگ به ترتیب معادل ۱۵/۳ و ۲۸/۹ درصد شد. تعداد برگ در ارقام مختلف اسفناج قبل از گل‌دهی دامنه ای از ۱۲ تا ۲۳ برگ است (۳). نتایج حاصل از تحقیقی نشان داد که نیاز به پتاسیم برگ‌های اسفناج رشد یافته در محلول ۲۵۰ میلی مول نمک طعام در محیط آب کشت دو برابر بیشتر از اسفناج در شرایط بدون تنش شوری است (۱۱). در شرایط تنش شوری برگ‌ها به سرعت پیر شده و تعداد کمتری از برگ‌ها تا مرحله نهایی رشد باقی می‌مانند. بنابراین برخی از پژوهشگران افزایش تعداد برگ ناشی از محلول‌پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری را به تاخیر در فرآیند پیری برگ مرتبط می‌دانند (۱۴).

در هر دو تیمار شوری چهار و هشت دسی زیمنس بر متر، طول برگ به طور مثبت تحت تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم قرار گرفت اما عرض برگ در تیمار شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر (بر خلاف شوری هشت دسی زیمنس بر متر) تحت تأثیر محلول پاشی پتاسیم قرار نگرفت (جدول ۴). طول برگ در تیمارهای شوری چهار و هشت دسی زیمنس بر متر و محلول پاشی پتاسیم به ترتیب برابر با ۱۴/۵ و ۱۳/۷ سانتی‌متر بود که نسبت به تیمارهای بدون محلول‌پاشی به

ترتیب ۱۶ و ۱۳ درصد افزایش داشت. توانایی گیاهان برای حفظ نسبت پتاسیم به سدیم درون سلولی برگ در یک حد مشخص، برای تحمل به شوری یک ضرورت محسوب می‌شود (۲۷). در حقیقت محلول پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری با افزایش غلظت این عنصر در اندام‌ها، نوعی خو گرفتن به تنش محسوب شده و سازوکارهای ترمیم کننده خسارت های وارد شده در شرایط تنش را فعال می‌سازد (۱). از سوی دیگر کاهش فتوسنتز سلول‌های برگ اسفناج به دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای و اختلال در باز و بسته شدن سلول‌های روزنه‌ی برگ است که پتاسیم نقش مهمی در تنظیم فعالیت‌های آن‌ها ایفا می‌نماید (۹).

جدول ٤- تأثیر برهمکنش تیمارهای شوری × محلول پاشی پتاسیم بر صفات تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ و درصد ماده خشک در گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

Table 4- The interaction effect of salinity × potassium application on the number of leaves, leaf length, leaf width, petiole length and dry matter percentage in Spinach (Varamin 88 cultivar)

شوری Salinity ($dS\ m^{-1}$)	مصرف پتاسیم K application	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول دم برگ Petiole length (cm)	ماده خشک Dry matter (%)
2	شاهد (Control)	16.0a	13.5a	7.5a	10.7a	11.1a
	مصرف پتاسیم (K application)	16.7a	13.0a	7.7a	10.8a	10.9a
4	شاهد (Control)	14.4b	12.5b	8.1a	9.4b	11.2a
	مصرف پتاسیم (K application)	16.6a	14.5a	7.7a	9.0b	11.1a
8	شاهد (Control)	11.4b	12.2a	6.3b	8.2.b	10.2b
	مصرف پتاسیم (K application)	14.7a	13.7b	7.5a	10.5a	11.5a

در هر سطح شوری اعداد با حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

In each salinity levels, the numbers in each column with the same letters are not statistically different according to Duncan's multiple rang test

طول دم برگ در شوری چهار دسی زیمنس بر متر به طور معنی‌دار تحت تأثیر محلول پاشی پتاسیم قرار نگرفت در حالی که در شوری هشت دسی زیمنس بر متر محلول‌پاشی پتاسیم منجر به افزایش ۲۸ درصدی طول دم برگ شد (جدول ۴). اگرچه صفت طویل و برافراشته بودن طول دم برگ در برداشت مکانیزه صفتی مطلوب محسوب می‌شود اما در برخی موارد به دلیل مدیریت ضعیف استفاده از کودهای نیتروژن دار و استعداد بالای این اندام برای جذب نیترات (شش برابر پهنک برگ) طویل بودن دم برگ صفت مناسبی نیست (۲۳).

تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم بر درصد ماده خشک فقط در شوری هشت دسی زیمنس بر متر از نظر آماری معنی‌دار بود. و دو تیمار شاهد و شوری چهار دسی زیمنس بر متر از این نظر تفاوتی نداشتند (مقایسه ۱۱/۵ و ۱۰/۲ درصد) (جدول ۴). با توجه به این که پتاسیم فراوان‌ترین کاتیون تشکیل دهنده اغلب گیاهان محسوب می‌شود (معمولاً بیش از ۱۰ درصد از وزن خشک گیاهان) و در مقادیر کمتر از ۱۰ گرم در هر کیلوگرم وزن خشک علائم کمبود آن در اکثر گیاهان ظاهر می‌شود (۱۱)، به نظر می‌رسد که فقط سطوح بالای شوری قادر به ایجاد اختلال جذب پتاسیم بوده و در نتیجه وزن خشک گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و به همین دلیل در گونه‌های متحمل گیاهی در شرایط افزایش شوری جذب انتخابی پتاسیم افزایش می یابد (۲۵). در مطالعه ۶۸ رقم بهاره جو رابطه مثبت و معنی‌دار بین درصد پتاسیم موجود در ماده خشک گیاهان جوان جو و عملکرد دانه مشاهده شد (۱۵).

ضرایب همبستگی فنوتیپیک بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار بین تعداد برگ و طول و عرض برگ (ضرایب همبستگی به ترتیب *۰/۴۳ و *۰/۳۴) بود (جدول ۵). بنابراین وجود تعداد برگ بیشتر به معنی وجود سطح برگ بالاتر و انجام فتوسنتز بیشتر خواهد بود. رابطه مثبت مشابهی بین طول دم برگ و طول و عرض برگ مشاهده شد. با توجه به ضرایب بدست آمده داشتن وزن‌تر بیشتر (عملکرد بالا) مستلزم داشتن تعداد برگ ($r = ۰/۴۳^{*}$)، طول برگ ($r = ۰/۸۴^{**}$) و عرض برگ ($r = ۰/۷۷^{**}$) بیشتر است. در این رابطه نتایج مشابهی توسط افتخاری و همکاران (۱۰) در مورد توده های مختلف اسفناج بومی

ایران مبنی بر رابطه مثبت و معنی دار وزن‌تر بوته با طول و عرض برگ و طول دم برگ اسفناج گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

در یک نتیجه گیری کلی می‌توان گفت، در حالی که کمبود آب شیرین در نواحی خشک و نیمه خشک به چالشی برای آبیاری محصولات زراعی تبدیل شده، توجه به سازوکارهای تعدیل کننده اثرات مضر شوری یکی از رویکردهای پیش رو برای مواجه شدن با این چالش است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد با محلول‌پاشی پتاسیم، حداقل برای محصولاتی که نیاز فراوانی به پتاسیم دارند (مثل اسفناج) می‌توان اثرات مضر شوری را به حداقل کاهش داد. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که در نواحی خشک و نیمه خشک، شرایط تنش شوری معمولاً با تنش خشکی نیز توأم گردیده و بنابراین جذب پتاسیم از طریق ریشه‌ی گیاهان با مشکل مواجه می‌شود.

جدول ۵- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

Table 5- The correlation coefficient of the studied traits in Spinach (Varamin 88 cultivar)

ردیف Row	صفات Characteristics	1	2	3	4	5	6
1	وزن تر Fresh weight	1					
2	طول برگ Leaf weight	0.84**	1				
3	عرض برگ Leaf width	0.77**	0.75**	1			
4	طول دم برگ Petiole length	0.33*	0.38**	0.44*	1		
5	درصد ماده خشک Dry mater percent	-0.17	-0.27	-0.29	-0.15	1	
6	تعداد برگ Leaf number	0.43*	0.34*	0.56*	0.37*	0.05	1

*, ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪

* , ** Significant at 5 and 1% probability level respectively

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان که امکان اجرای این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری نمایند.

منابع

1- Akram M.S. 2006. Influence of exogenously applied K from different sources on Sunflower under salt stress. University of Agric. Faisalabad, Pakistan.56pp.
2- Amacher J.K. 2000. Salinity and plant tolerance. Utah State University Extension. Electric Publishing, 30pp.
3- Asadi, H., and Hasandokht, M.R.2005. Study the genetic variation of genotypes spinach. Journal of Crop Sciences 38:257-265. (in Persian)
4- Ashraf M., and Harris, P.J.C.2004.Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166:3-16.
5- Ashraf M., Athar H.R., Harris P.J.C., and Kwon T.R .2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy 97: 68-82.
6- Cachorro P., Ortiz A., and Cerda, A. 1993. Growth water relations and solute composition of *Phaseoulus vulgaris* L. under saline condition. Plant Science 95:23-29.
7- Citak S., and Sonmez, S. 2010. Effects of conventional and organic fertilization on spinach growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. Scientia Horticulturae 126: 415-420.
8- Cuin T.A., Miller A.J., Laurie S.A., and Leigh, R.A. 2003. Potassium activities in cell compartments of salt-grown barley leaves. Journal of Experimental Botany 54: 657– 661.
9- Delfine S., Alvino A., Zacchini M., and Loreto F. 1998. Consequences of salt stress on conductance to CO2 diffusion, rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. Australian Journal of Plant Physiology 25:395-402.

10- Eftekhari A., Hasandokht M.R., Fatahimoghadam M.R., Kashi. A. 2010. Iranian spinach genetic diversity using morphological traits. Journal of Horticultural Science 41: 89-93. (in Persian)
11- Gratan S.R., Grieve, C.M. 1999. Salinity –mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae 78: 127-157.
12- Gulser F. 2005. Effects of ammonium sulphate and urea on NO3 and NO2 accumulation, nutrient contents and yield criteria in spinach. Scientia Horticulturae 106: 330–340.
13- Jalali A.H. and Jafari P. 2013. Effect of potassium fertilizer on yield of three varieties of watermelons in salinity stress. Journal of Crops Improvement 14:31-41. (in Persian)
14- Kaya C., Higgs D., and Kirnak H. 2001. The effects of higher salinity and supplementary phosphorous and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian Journal of Plant Physiology 27:47-59.
15- Leigh R.A., and Johnston A.E. 1983. Concentrations of potassium in the dry matter and tissue water of field-grown spring barley and their relationships to grain yield. The Journal of Agricultural Science 101:23-31.
16- Maroufi K., Farahani H.A., and Moaveni, P. 2011. Effects of hydro priming on seedling vigor in spinach. Advances in Environmental Biology 5:2224-2227.
17- Marschner P. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London, 889pp.
18- Martino C., Delente S., Pizzuto R., Loreto F., and Fuggi A. 2003. Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. New Phytologist 158:455-463.
19- Mengel K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. Acta Horticulture 594:33-48.
20- Mirzapour M.H., Khoshgoftarmanesh A.H., Mirnia K., Bahrami H., Naeine M.R. 2002. Magnesium and potassium interaction effects on growth and yield of sunflower in saline soil. Journal of Soil and Water 17:1-12. (in Persian)
21- Pasternak D., and De Malach Y. 1994. Crop irrigation with Saline Water. In: Pessarakli, M. (ed), Handbook of plant and crop stress, Marcel Dekker, New York, pp. 599-622.
22- SAS Institute. 2010. SAS user's guide. SAS Inst., Cary, NC.
23- Shahid Umar A., Iqbal E., and Abrol Y.P. 2007. Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits? Current Science 92:355-360.
24- Shannon M.C., and Grieve C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae 78: 5-38.
25- Storey R., and Wyn Jones, R.G.1978. Salt stress and comparative physiology in the Gramineae. 1. Ion relations of two salt- and water-stressed barley cultivars, California Mariout and Arimar. Australian Journal of Plant Physiology 5: 801-816.
26- Zhu J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. Current Opinion in Plant Biology 6: 441–445.