اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری و فسفر بر برخی خصوصیات خاک و گیاه کینوا

سمانه خلیلی، امیر بستانی[1] و محمود باقری

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد؛ khalili_s_6@yahoo.com

دانشیار، گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد؛ bostani@shahed.ac.ir

استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ bagh313@yahoo.com

دریافت: 97/9/27 و پذیرش: 98/4/12

چکیده

یکی از راه‌های استفاده و بهره برداری از آب واراضی شور استفاده از ارقام متحمل به شوری مانند گیاه کینوا است. مدیریت عناصر غذایی مانند فسفر در خاک‌های شور می‌تواند اثرات منفی شوری بر رشد و عملکرد گیاهان را کاهش دهد. به‌منظور بررسی تأثیر سطوح شوری و فسفر بر برخی ویژگی‌های گیاه کینوا در شرایط گلخانه‌ای آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار صورت پذیرفت. تیمارهای آزمایش شامل شوری آب آبیاری در شش سطح: شاهد (0/7)، 3، 6، 9، 12 و 15 دسی زیمنس بر متر و فسفر از طریق اضافه کردن به خاک از منبع سوپر فسفات تریپل در چهار سطح، 0، 50، 100، 200 کیلوگرم در هکتار (معادل 0/01، 0/02 و 0/04 گرم فسفر در گلدان) بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری تا 15 دسی زیمنس بر متر (معادل شوری نهایی عصاره اشباع خاک 30/44 دسی‌زیمس بر متر)، ارتفاع گیاه 18/65% و طول پانیکول 52/4 درصد کاهش، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 218/72 دسی زیمنس بر متر بود و غلظت سدیم در گیاه 18/5 درصد افزایش یافت. با افزایش فسفر به خاک تا سطح 100 کیلوگرم بر هکتار ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد 12/3%، طول پانیکول 8/79% و غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه 12/5 درصد افزایش یافت. نتیجه حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و فسفر بر ارتفاع گیاه نشان داد که در تمام سطوح فسفر، شوری 3 دسی زیمنس بر متر باعث ایجاد بیشترین ارتفاع گیاه شد که در مقایسه با شاهد 15/09 درصد افزایش یافت. افزودن فسفر تا سطح 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار باعث کاهش اثر تنش شوری در گیاه شد اما در 200 کیلوگرم اثرات شوری را تشدید کرد و منجر به تشدید کاهش ارتفاع گیاه و طول پانیکول شد. بیشترین غلظت فسفر در سطح 100 کیلوگرم در هکتار فسفر و شوری 15 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که در مقایسه با شاهد 80/92 درصد افزایش یافت. بر اساس نتایج به دست آمده کینوا می‌تواند انتخاب بسیار مناسبی برای زمین‌های شور و کم بازده باشد.

واژه‌های کلیدی: خاک شور، تنش شوری، مقاوم به شوری، سوپر فسفات تریپل

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

شوری یکی از گسترده‌ترین تهدیدهای جهانی زیست‌محیطی برای تولید محصولات کشاورزی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، آینده تولید محصولات کشاورزی به‌طور فزاینده‌ای به توانایی ما برای رشد گیاهان در زمین‌های شور و حاشیه‌ای با استفاده از آب‌شور بستگی دارد. روش اول جهت تولید محصولات کشاورزی پایدار در زمین‌های شور، دست‌کاری ژنتیکی گیاهان و روش دوم کشت گیاهان شور پسند است (ایزا و همکاران، 2012). پاسخ گیاهان به شوری بسته به نوع و سطح نمک، ژنوتیپ و مرحله رشد گیاه متفاوت است (کویرو و همکاران، 2007). شوری خاک یا آب، علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌کند (لویت، 1980). شوری به دلیل رقابت یون‌های سدیم و کلر با پتاسیم، کلسیم و نیترات باعث عدم تعادل عناصر غذایی می‌شود (گراتن و گرایوس، 1999). تنش شوری رشد گیاه را به خاطر مسمومیت‌زایی یون خاص (مثل سدیم و کلر) و عدم تعادل یونی را کاهش می‌دهد (الوهاب، 2006). افزایش NaCl به افزایش سدیم و کلر و همچنین کاهش فسفر، پتاسیم، کلسیم، نیتروژن و منیزیم در گیاه منجر می‌شود (طباطبایی، نظری، 2007؛ بغالیان و همکاران 2008).

تخمین زده می‌شود در 30-40٪ زمین‌های زراعی در جهان، کمبود فسفر عامل محدود کننده تولیدات کشاورزی است (وانس و همکاران، 2003). این محدودیت در خاک‌های آهکی متأثر از املاح محلول که دارای مقدار بالایی سدیم تبادلی نیز هستند، به علت افزایش pH خاک تشدید می‌گردد (کوادیر و همکاران، 2005) چرا که رشد گیاه در چنین خاک‌هایی به‌طور هم‌زمان تحت تنش شوری و کمبود فسفر قرار دارد (تالبی و همکاران، 2011). بسیاری از خاک‌های ایران نیز آهکی هستند و میزان کربنات کلسیم معادل در این خاک‌ها بعضاً تا بیش از 650 گرم در کیلوگرم خاک نیز گزارش شده است (حیدری و همکاران، 1392). تحقیقات نشان داده است خاک‌های ایران اکثراً با کمبود فسفر مواجه هستند از این رو مصرف کودهای شیمیایی فسفردار در کشور با رشدی روزافزون همراه بوده است.

کینوا[1] با نام علمی *Chenopodium quinoa Willd* گیاهی دولپه‌ای، از خانواده تاج‌خروس[2] و زیر خانواده اسفناج[3] سه کربنه و شور پسند اختیاری است که جزء شبه غلات دسته‌بندی می‌شود (بارگاوا و سریواستاوا، 2013). کینوا گیاهی علفی یک‌ساله با تولید دانه‌هایی باارزش غذایی بالا است (بازیلی، 2015). دانه کینوا منبع عالی از منگنز، آهن و پتاسیم، مس، روی و فسفر است و نیز حاوی ویتامینه‌ای گروه ب ازجمله ریبوفلاوین، تیامین و نیاسین است. کینوا مقدار پروتئین زیادتری نسبت به اکثر غلات داشته و کیفیت پروتئین آن بالاتر و از توازن اسیدآمینه بیشتری برخوردار است (خانکهدانی و همکاران 1392). کینوا دارای یک سیستم بسیار کارآمد برای تنظیم فشار اسمزی برای تنش افزایش ناگهانی NaCl است (هاریادی و همکاران، 2010). کینوا قادر به تکمیل چرخه زندگی خود و تولید بذر حتی در شوری آب دریا می‌باشد (کویرو و همکاران، 2008) کینوا را می‌توان در بسیاری از محیط‌های حاشیه مبتلابه خشک‌سالی و یا تنش شوری که در حال حاضر دارای بهره‌وری بسیار پایین هستند کشت کرد (جاکوبسن، 2002).

فسفر نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و نیاز به فسفر کافی در محیط شور، مربوط به نقش این عنصر در تنظیم تجمع یون‌ها و یا کدبندی یون‌ها در داخل سلول است (گیبسون، 1988). شوری با کاهش رشد ریشه موجب کاهش جذب فسفر توسط گیاه می‌شود. بنابراین افزودن فسفر موجب افزایش جذب فسفر و رشد گیاه می‌شود (خلیلی و همکاران، 1967). با افزایش فسفر، تحمل گیاهی مانند گوجه فرنگی به کلرید سدیم افزایش یافته و غلظت فسفر در گیاه با افزایش شوری، زیاد می‌شود (آواد و همکاران، 1990). این مطالعه به بررسی واکنش گیاه کینوا به سطوح مختلف شوری آب آبیاری و تعیین میزان نیاز عنصر فسفر به عنوان یک عنصر پرمصرف، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی و در 3 تکرار به شرح زیر انجام شد: شش تیمار شوری آب آبیاری شامل: شاهد (آب شرب 0/7 dS/m)، 3، 6، 9، 12 و 15 دسی زیمنس بر متر بود. تنظیم شوری با استفاده از نمک NaCl در آب آبیاری و به کمک هدایت سنج الکتریکی مدل (Jenway,4510) انجام شد. کود سوپر فسفات تریپل در چهار سطح، 0، 50، 100، 200

[1] Quinoa

[2] Amaranthaceae

[3] Chenopodiaceae

Archive of SID

www.SID.ir

کیلوگرم در هکتار (معادل 0/01، 0/02 و 0/04 گرم فسفر منبع سوپر فسفات تریپل در گلدان) و گیاه کینوا رقم گیزاوان بود. این آزمایش در گلخانه مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد اجرا و بذور کینوا از موسسه تحقیقات بذر و نهال کرج تهیه شد. روش کشت به این صورت بود که 6 کیلوگرم خاک هوا خشک عبور کرده از الک 4 میلی‌متری (به همراه اعمال تیمار فسفر) داخل گلدان‌های پلاستیکی با قطر 30 سانتی‌متر ریخته شد. به هر گلدان 0/525 گرم اوره،0/35 گرم سولفات پتاسیم، 10 میلی‌گرم سولفات آهن، 7 میلی‌گرم سولفات مس و 7 میلی‌گرم سولفات روی به‌عنوان منابع تأمین کننده نیتروژن، پتاسیم، آهن، مس و روی قبل از کاشت اضافه شد. گلدان‌ها به رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) رسانیده شده و سه روز بعد از آن نسبت به کاشت بذر اقدام گردید. تعداد 15 عدد بذر در هر گلدان در عمق 2 سانتیمتری خاک کاشته و پس از سبز شدن و استقرار کامل، تعداد بوته‌ها به 7 عدد در هر گلدان تقلیل یافت. به‌منظور حذف اثر حاشیه‌ای روی گلدان‌هایی که در حاشیه قرار داشتند، یک ردیف گلدان خارج از تیمارهای آزمایشی دور تا دور گلدان‌های اصلی با همان شرایط کشت قرار گرفتند. علاوه بر این جهت حذف اثرات محیطی در داخل گلخانه، در طول دوره رشد جای گلدان‌ها دو بار در هفته به‌صورت تصادفی تغییر داده می‌شد. علاوه بر ازت اضافه شده قبل از کشت، معادل 0/087 گرم کود اوره یک‌بار یک ماه پس از کشت و بار دیگر در زمان وارد شدن گیاه به فاز زایشی به‌صورت سرک به خاک گلدان‌ها اضافه شد. گلدان‌ها هر 3-5 روز تا مرحلهٔ استقرار گیاهک‌های کینوامرحله‌ی 4-3 برگی) به‌طور مرتب با آب شرب (EC=0/7dS/m)، آبیاری شدند. پس از این مرحله و تا پایان برداشت (130 روز پس از کشت) آبیاری همراه با تیمار شوری انجام گردید. برای اندازه‌گیری غلظت فسفر در گیاه و خاک به ترتیب عصاره گیاهی به روش هضم خشک (جونز، 2001) و روش اولسن (اولسن و سامرز، 1982) و قرائت فسفر به روش آسکوربیک اصلاح شده (کلارا، 1997) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر صورت پذیرفت. اندازه‌گیری pH گل اشباع و هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع توسط pH متر و EC متر، غلظت سدیم و پتاسیم گیاه به روش فلیم فتومتر (کلارا، 1997)، وزن هزار دانه توسط ترازوی دیجیتالی و طول پانیکول و ارتفاع گیاه با خط کش و کولیس اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و ارزیابی نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. جهت رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

جدول 1 برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را قبل از اعمال تیمارها نشان می‌دهد. همان گونه که مشخص است خاک مطالعه شده دارای بافت و ماده آلی متوسط و شوری نسبتاً بالایی دارد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت	PH	ECe	رس	سیلت	شن	رطوبت اشباع	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	ظرفیت تبادل کاتیونی	روی قابل دسترس	فسفر قابل دسترس
-	-	$Ds\ m^{-1}$				درصد			$Cmol\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	
لوم	8/1	28/12	20	47	33	36/60	1/40	16/30	20/16	0/1	10/25

اثر شوری آب آبیاری و فسفر بر برخی خصوصیات خاک و گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر شوری آب آبیاری و فسفر بر ارتفاع گیاه، طول پانیکول، ECe (هدایت الکتریکی عصاره اشباع)، pH (اسیدیته عصاره اشباع)، غلظت عناصر سدیم و پتاسیم محلول خاک در جدول (2) و نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر شوری آب آبیاری و فسفر بر سدیم گیاه، پتاسیم گیاه، نسبت سدیم به پتاسیم گیاه، فسفر گیاه و وزن هزار دانه در جدول (3) آمده است. نتایج نشان داد بسیاری از پارامترهای مورد بررسی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری آب آبیاری و سوپر فسفات تریپل و اثر متقابل آن‌ها بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر شوری آب آبیاری و فسفر بر ارتفاع گیاه، طول پانیکول، EC،pH، پتاسیم و سدیم محلول خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	طول پانیکول	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ECe	اسیدیته خاک PHe	پتاسیم محلول خاک	سدیم محلول خاک
فسفر	3	419/7**	3/6**	1/24^{ns}	0/19*	88/04^{ns}	6683203**
شوری آب آبیاری	5	266/76**	48/06**	2946/53**	0/44*	2277/9**	264983766**
فسفر و شوری آب آبیاری	15	16/67**	0/23^{ns}	4/15**	0/27**	87/88^{ns}	1328766*
خطا		0/91	0/19	1/21	0/05	54/33	755391
ضریب تغییرات		2/36	6/7	5/39	2/9	13/31	12/86

ns،*و**:به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد

جدول 3- تجزیه واریانس تأثیر شوری و فسفر بر پتاسیم، سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و فسفر در گیاه و وزن هزار دانه

منبع تغییر	درجه آزادی	پتاسیم گیاه	سدیم گیاه	نسبت سدیم به پتاسیم	فسفر گیاه	وزن هزار دانه
فسفر	3	3/33*	16/26*	0/11^{ns}	0/0045*	0/17**
شوری آب آبیاری	5	228/15**	2269/88**	3/44**	0/03645**	2/06**
فسفر و شوری آب آبیاری	15	1/9**	18/44**	0/14**	0/0036**	0/02*
خطا		1/23	5/4	0/043	0/0016	0/01
ضریب تغییرات		13/27	11/55	8/71	23/88	4/42

ns،*و**:به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از مقایسه میانگین برخی خصوصیات خاک و گیاه پس از کاربرد سطوح مختلف شوری آب آبیاری در جدول (4) نشان داده‌شده است. همان‌گونه که مشخص است شوری آب آبیاری، تأثیر معنی‌داری بر EC_e خاک، غلظت سدیم و پتاسیم محلول خاک و گیاه داشت. همان‌گونه که انتظار می‌رفت با افزایش شوری آب آبیاری هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) نیز به‌طور معنی داری افزایش یافت به گونه‌ای که در سطوح شوری آب آبیاری 0/7، 3، 6، 9، 12 و 15 دسی زیمنس بر متر، ECe خاک به ترتیب 9/55، 14/23، 18/75، 23/73، 26/9 و 30/44 دسی زیمنس بر متر به دست آمد. بر این اساس در شوری آب آبیاری 15 دسی زیمنس بر متر، شوری خاک 218/72 درصد نسبت به ECe شاهد افزایش یافت. نتایج نشان داد به استثناء شوری 3 دسی زیمنس بر متر (که ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد 9/27 درصد افزایش یافت) در سایر سطوح با افزایش شوری آب آبیاری ارتفاع گیاه کاهش یافت. مطالعات نشان می-دهد در برخی گیاهان به‌ویژه گیاهان مقاوم به شوری، غلظت‌های پایین سدیم در مقایسه با عدم حضور سدیم می‌تواند سبب تحریک رشد به دلیل اثر آن بر رشد سلول و موازنه آب گیاهان شود(آلشامریو همکاران، 2017 و مظلومی و رونقی، 1389).

آلشامری و همکاران (2017) با بررسی اثر 4 سطح شوری صفر، 75، 150 و 200 میکرومولار بر دو گونه گیاه گوار *(Cyamopsis tetragonoloba L. Taub.)* نتیجه گرفتند که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به سطح شوری 75 میکرومولار بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری تا 15 دسی زیمنس بر متر ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد 18/65 درصد کاهش یافت که با نتایج (ازار و همکاران، 2015، شیدایی و همکاران، 1389، فرهادی و همکاران، 1393، هاریادی و همکاران، 2011 و کویرو و همکاران، 2007) مطابقت دارد. نتایج نشان داد افزایش شوری آب آبیاری علاوه بر افزایش شوری خاک منجر به کاهش pH خاک نسبت به شاهد شد. به نظر می‌رسد این کاهش ناشی از اثر رقت[1] ایجاد شده بر اثر افزایش غلظت و قدرت یونی محلول خاک باشد. با افزایش سطح شوری آب آبیاری غلظت سدیم محلول در خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که در بالاترین سطح شوری آب آبیاری، غلظت سدیم محلول در خاک 180/5 درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. این نتایج با یافته‌های هاریادی و همکاران (2011) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین اثر سطوح شوری آب آبیاری بر پتاسیم محلول خاک نیز نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری مقدار پتاسیم محلول خاک نیز افزایش یافت. بالاترین افزایش مربوط به سطح 15 دسی زیمنس بر متر شوری آب آبیاری بود که در مقایسه با شاهد، میزان پتاسیم محلول 37/56 درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد با افزایش نمک کلرید سدیم از طریق آب آبیاری به خاک، سدیم محلول در خاک افزایش یافته و در نتیجه جایگزین پتاسیم موجود در مکان‌های تبادلی شده و غلظت پتاسیم محلول در خاک افزایش پیدا کرده است. افزایش پتاسیم محلول خاک با افزایش جذب پتاسیم در گیاه همراه بود که با نتایج راوری و همکاران (1394) مطابقت دارد. جکبی (1999) ذکر کرد که تجمع پتاسیم نشان دهنده سازگاری گیاهان به شوری است و گیاهان هالوفیت توانایی بالاتری در جذب پتاسیم دارند. نتایج مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر غلظت سدیم در گیاه نشان داد که با افزایش سطح شوری آب آبیاری، غلظت سدیم در گیاه نیز افزایش یافت به‌طوری‌که در شوری آب آبیاری 15 دسی زیمنس‌بر متر غلظت سدیم در گیاه 210/72 درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. از طرفی نتایج نشان داد نسبت سدیم به پتاسیم در گیاه با افزایش سطوح شوری افزایش یافت که با نتایج (راوری و همکاران، 1394، گارسیا و همکاران، 2012 و کویرو و همکاران، 2007) مطابقت دارد.

غلظت فسفر در گیاه با افزایش شوری آب آبیاری افزایش یافت به نظر می‌رسد افزایش غلظت کلر ناشی از افزایش کلرید سدیم اضافه شده به خاک از طریق آب آبیاری باعث ایجاد اثرات رقابتی بین آنیون کلر با ارتوفسفات‌های اولیه و ثانویه و در نتیجه خروج آن‌ها از مکان‌های جذب (پیوند یافته با کربنات‌ها، ترکیبات آلی و ...) شده است که منجر به افزایش مقدار فسفر قابل دسترس در خاک و در نتیجه افزایش غلظت فسفر در گیاه می‌شود. این نتایج با که با نتیجه تحقیقات (ناوارو و همکاران، 2001؛ لوپسکی و همکاران، 2002) مطابقت دارد. زاهدی و همکاران (1389) با بررسی اثر 3 سطح شوری 0، 30 و 60 میلی مولار بر جذب برخی عناصر غذایی در گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که در سطوح 30 و 60 میلی مولار شوری، غلظت فسفر در گیاه به صورت معنی‌داری (در سطح 5%) افزایش یافت. نتایج نشان داد افزایش شوری باعث کاهش وزن هزار دانه شد به‌طوری‌که در شوری 15 دسی زیمنس بر متر وزن هزار دانه نسبت به شاهد 32/74 درصد کاهش یافت که با نتایج مطالعات (ویت لانگ، 2016، پترسون و مورفی، 2015 و

[1] dilution effect

Archive of SID

www.SID.ir

کویرو و آیزا، 2008) در گیاه کینوا مطابقت دارد. شوری وزن دانه را از طریق کوتاهی دوره پر شدن دانه و تسریع در بلوغ دانه‌ها کاهش می‌دهد (سید شریفی و همکاران، 2014).

نتایج نشان داد که مصرف فسفر به میزان 50 و 100 کیلوگرم (کود سوپر فسفات تریپل) در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب منجر به افزایش 9/12 و 12/3 درصد در ارتفاع گیاه شد. این در حالی است که ارتفاع گیاه با مصرف 200 کیلوگرم بر هکتار سوپر فسفات تریپل در مقایسه با 100 کیلوگرم بر هکتار 12/21 درصد کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های رزاق و همکاران (2017) مطابقت دارد. پژوهشگران بر این باورند که فسفر کافی سبب ازدیاد رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می‌شود. بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از خاک به‌منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر اهمیت فسفر می‌تواند از طریق افزایش رشد ریشه و جذب رطوبت باشد (وزیری کته و همکاران، 1392). همچنین مصرف فسفر به میزان 50 و 100 کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب منجر به افزایش 5/21 و 8/79 درصد در طول پانیکول شد. این در حالی است که طول پانیکول با مصرف 200 کیلوگرم بر هکتار سوپر فسفات تریپل در مقایسه با 100 کیلوگرم بر هکتار 3/41 درصد کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های کایا و همکاران (2001) مطابقت دارد. با افزایش فسفر خاک تغییر معنی‌داری در شوری و pH خاک مشاهده نشد.

همان‌گونه که در جدول 5 مشخص است با افزایش مصرف فسفر به میزان 50 و 100 کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد غلظت فسفر در گیاه 6/25 و 12/5 درصد افزایش یافت. در حالی که غلظت فسفر در گیاه با مصرف 200 کیلوگرم بر هکتار سوپر فسفات تریپل در مقایسه با 100 کیلوگرم بر هکتار 5/88 درصد کاهش یافت که با نتایج مارشنرو همکاران (2007) مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در مصرف 50 کیلوگرم در هکتار فسفر مشاهده شد که در مقایسه با شاهد 3/43 درصد افزایش یافت در حالی که وزن هزار دانه در مصرف 100 و 200 کیلوگرم بر هکتار سوپر فسفات تریپل در مقایسه با شاهد 1/49 و 2 درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد یکی از دلایل عدم پاسخ وزن هزار دانه به کاربرد سطح بالاتر فسفر، تأثیر منفی فسفر بر جذب برخی عناصر غذایی مثل نیتروژن، کلسیم و منیزیم است (مظلومی و رونقی،1390).

نتیجه حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و فسفر بر ارتفاع گیاه (شکل 1) نشان داد که در تمام سطوح فسفر شوری 3 دسی زیمنس بر متر باعث ایجاد بیشترین ارتفاع گیاه شد که در مقایسه با شاهد 15/09 درصد افزایش یافت. همچنین افزودن فسفر تا سطح 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار باعث کاهش اثر شوری شد اما در 200 کیلوگرم اثرات شوری را تشدید کرد و منجر به تشدید کاهش ارتفاع گیاه شد. مطالعات نشان می‌دهد که فسفر کافی باعث ازدیاد رشد گیاه، توسعه و گسترش ریشه می‌شود. بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از خاک به‌منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی افزایش می‌یابد (قولر عطا و همکاران، 1387 و وزیری کته و همکاران، 1392).

همچنین نتیجه حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و فسفر (شکل 2) بر طول پانیکول نشان داد که بیشترین طول پانیکول در سطح 100 کیلوگرم در هکتار فسفر و شوری سطح شاهد مشاهده شد که در مقایسه با عدم مصرف فسفر 8/72 درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد با افزایش سطح فسفر تا 100 کیلوگرم مقاومت گیاه به شوری افزایش و اثرات شوری کاهش پیدا کرد؛ که می‌تواند به علت اثر فسفر بر افزایش توسعه ریشه باشد که باعث افزایش عملکرد در گیاه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4- مقایسه میانگین EC، pH، غلظت سدیم و پتاسیم محلول خاک و غلظت فسفر، سدیم، پتاسیم گیاه و وزن هزار دانه در سطوح مختلف شوری آب آبیاری

شوری آب آبیاری	ارتفاع گیاه	طول پانیکول	وزن هزار دانه	هدایت الکتریکی محلول خاک ECe	pH	سدیم محلول خاک	پتاسیم محلول خاک	غلظت فسفر گیاه	غلظت سدیم گیاه	غلظت پتاسیم گیاه	Na^+/K^+
$dS\ m^{-1}$	cm		gr	$dS\ m^{-1}$	-	$mg\ l^{-1}$		درصد			-
شاهد	40/45^{c}	7/92^{a}	2/23^{a}	9/55^{f}	7/83^{a}	3412^{f}	48/72^{e}	0/14^{c}	9/12^{f}	4/86^{f}	1/89^{d}
3	44/2^{a}	7/2^{b}	2/19^{b}	14/23^{e}	7/73^{b}	5034/40^{e}	50/17de	0/14^{c}	16/01^{e}	7/01^{e}	2/26^{c}
6	41/45^{b}	6/5^{c}	2/14^{c}	18/75^{d}	7/84^{a}	6150^{d}	52/13^{cd}	0/16^{b}	19/45^{d}	8/3^{d}	2/36^{b}
9	40/41^{c}	6/11^{d}	2/07^{d}	22/73^{c}	7/71^{bc}	7490^{c}	54/48^{c}	0/17^{b}	22/96^{c}	9/18^{c}	2/55^{a}
12	38/87^{d}	5/68^{e}	1/92^{e}	26/9^{b}	7/61^{cd}	8906^{b}	59/74^{b}	0/2^{a}	24/85^{b}	9/87^{b}	2/53^{a}
15	37/25^{e}	5/2^{f}	1/68^{e}	30/44^{a}	7/63^{cd}	9571^{a}	67/02^{a}	0/2^{a}	28/35^{a}	10/96^{a}	2/61^{a}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن هست

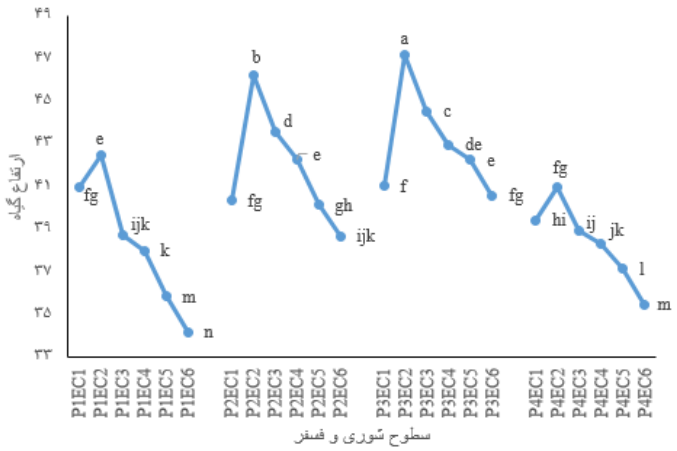
جدول 5- مقایسه میانگین EC، pH، غلظت سدیم و پتاسیم محلول خاک و غلظت فسفر، سدیم، پتاسیم گیاه و وزن هزار دانه در سطوح مختلف فسفر

فسفر	ارتفاع گیاه	ارتفاع پانیکول	شوری خاک (ECe)	pH	فسفر گیاه	وزن هزار دانه
$kg\ ha^{-1}$	Cm		$dS\ m^{-1}$		%	gr
شاهد	38/38^{d}	6/14^{c}	20/25^{a}	7/71^{b}	0/16^{b}	2/04^{b}
50	41/88^{b}	6/46^{b}	20/49^{a}	7/8^{a}	0/17^{ab}	2/11^{a}
100	43/1^{a}	6/68^{a}	20/45^{a}	7/7^{b}	0/18^{a}	2/01^{c}
200	38/41^{c}	6/46^{b}	20/55^{a}	7/68^{b}	0/17^{ab}	2^{c}

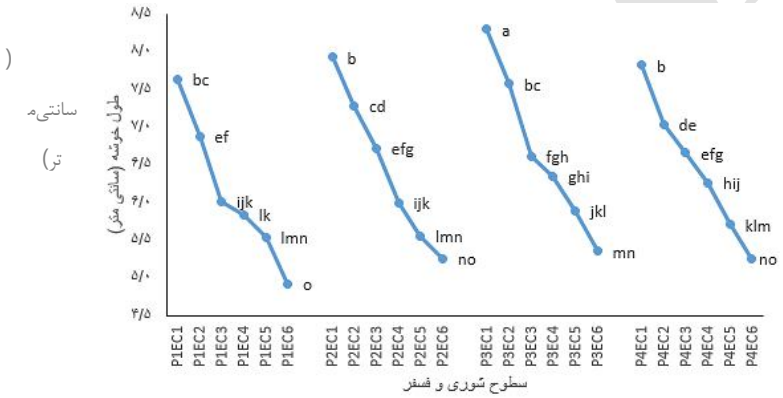
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن هست

Archive of SID

www.SID.ir



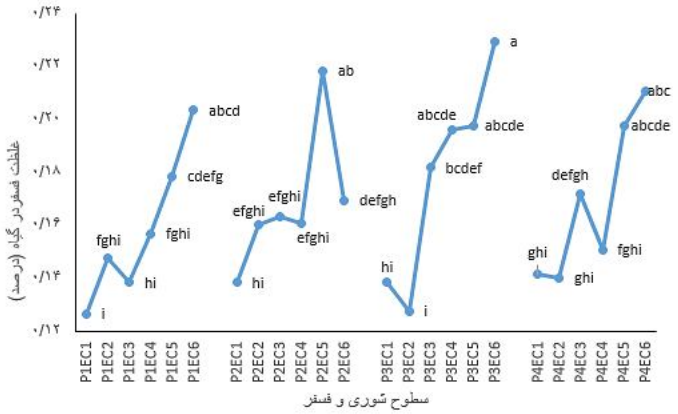
شکل 1- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و مصرف فسفر بر ارتفاع گیاه کینوا



شکل 2- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و مصرف فسفر بر طول پانیکول کینوا

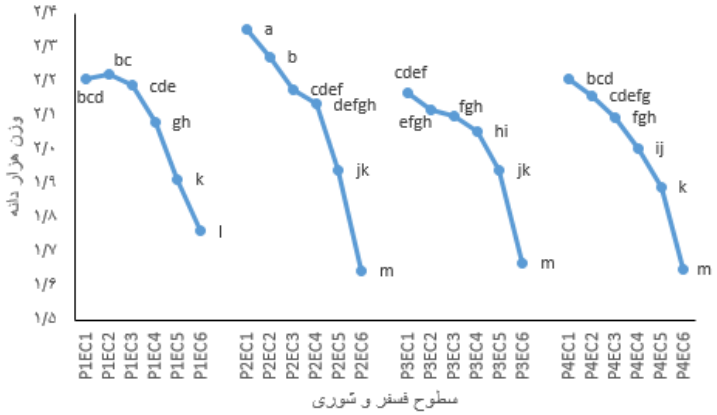
شکل (3) نتیجه حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و فسفر بر غلظت فسفر در گیاه را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد بیشترین غلظت فسفر در سطح 100 کیلوگرم در هکتار فسفر و شوری 15 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که در مقایسه با شاهد 80/92 درصد افزایش یافت. ناهید و همکاران (2008) گزارش کردند که کاربرد فسفر در خاک شور، جذب کلر و سدیم در گیاه برنج را کاهش، اما جذب پتاسیم، کلسیم و فسفر را افزایش داد. سدیم و کلر می‌توانند در گیاه سمیت ایجاد نموده و سبب ایجاد عدم توازن یونی در گیاه شوند. بنابراین کاربرد فسفر جهت کاهش اثرات منفی شوری در گیاه مفید است.

www.SID.ir



شکل 3- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و مصرف فسفر بر غلظت فسفر در گیاه کینوا

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و فسفر بر وزن هزار دانه (شکل 4) نشان داد بیشترین وزن هزار دانه در سطح 50 کیلوگرم در هکتار فسفر و شوری سطح شاهد مشاهده شد که در مقایسه با عدم مصرف فسفر 6/49 درصد افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های توجه و همکاران (1393) مطابقت دارد.



شکل 4- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری و مصرف فسفر بر وزن هزار دانه

نتیجه گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر با افزایش شوری آب آبیاری تا 15 دسی زیمنس بر متر (معادل شوری نهایی عصاره اشباع خاک 30/44 دسی‌زیمس بر متر)، ارتفاع گیاه و طول پانیکول به ترتیب 18/65 و 52/4 درصد کاهش و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و غلظت سدیم در گیاه به ترتیب 218/72 و 18/5 درصد افزایش یافت همچنین با افزایش سطح فسفر به خاک تا سطح 100 کیلوگرم بر هکتار ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد 12/3، طول پانیکول 8/79 و غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه 12/5 درصد افزایش یافت. در تمام سطوح فسفر، شوری 3 دسی زیمنس بر متر باعث ایجاد بیشترین ارتفاع گیاه شد که با توجه به نتایج سایر بررسی‌ها که در گیاهان مقاوم به شوری، غلظت‌های پایین سدیم در مقایسه با عدم حضور سدیم می‌تواند سبب تحریک رشد گیاه شود می‌توان کینوا را در گروه گیاهان مقاوم به شوری قرار داد. افزودن فسفر تا سطح 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار باعث کاهش اثر تنش شوری در گیاه شد در حالی که در 200 کیلوگرم اثرات شوری تشدید شد. بیشترین غلظت فسفر در سطح 100 کیلوگرم در هکتار فسفر و شوری 15 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که در

www.SID.ir

مقایسه با شاهد 80/92 درصد افزایش یافت. بر اساس نتایج به دست آمده کینوا می‌تواند انتخاب بسیار مناسبی برای زمین‌های شور و کم بازده باشد.

فهرست منابع:

1. توجه منصوره، کریمیان نجفعلی، رونقی عبدالمجید، یثربی جعفر، حمیدی رضا و علما ویدا (1393). اثر سطوح فسفر و بور بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه دو رقم کلزا در شرایط کشت گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای/ سال ششم/شماره بیست و چهارم/زمستان 13
2. حیدری، نسیم، ریحانی تبار، عادل، نجفی، نصرت اله و شاهین. (2013). توزیع شکل‌های مختلف فسفر در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی و رابطه آن با برخی ویژگی‌های خاک. تحقیقات آب و خاک ایران، 44(3), 271-279.
3. خانکهدانی حامد حسن زاده، شاکر درگاه غلامعباس، درجانی فائزه 1392 .تعیین بهترین تاریخ کشت گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa*) در نوار ساحلی جنوب ایران، اولین همایش ملی الکترونیکی" مباحث نوین در علوم باغبانی"
4. راوری، سید ذبیح‌الله، دهقانی، نقوی و هرمزد. (2016). ارزیابی تحمل به شوری ارقام گندم نان بر اساس شاخص‌های تحمل مبتنی بر نسبت پتاسیم به سدیم برگ پرچم. تحقیقات غلات، 6(2), 133-144.
5. زاهدی فر مریم، رونقی عبدالمجید، موسوی سیدعلی اکبر و صفرزاده شیرازی صدیقه (1389). تأثیر سطوح شوری و نیتروژن بر رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی گوجه فرنگی تحت شرایط آبکشت. علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای / سال اول / شماره دوم / تابستان 13
6. سید شریفی، رئوف، کمری و نجفی. (2014). تأثیر تنش شوری و تغذیه برگی با نانو اکسید روی بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی جو (*Hordeum vulgare L.*). پژوهش‌های زراعی ایران، 13(2), 399-410
7. شیدایی سامان، زاهدی مرتضی و میرمحمدی میبدی سیدعلی محمد. اثر تنش شوری بر تجمع ماده خشک و الگوی توزیع یونی در پنج ژنوتیپ گلرنگ (. Carthamus tinctorius L).فرهادی حسن، عزیزی مجید و نعمتی سیدحسین. بررسی اثرات تنش شوری بر صفات مرتبط با عملکرد در هشت توده بومی شنبلیله (. Trigonellafoenom-graecum L).
8. قول لرعطا محمود، رییسی گهرویی فائزه و نادیان حبیب اله (1387). اثرات متقابل شوری و فسفر بر رشد، عملکرد و جذب عناصر در شبدر برسیم (. Trifolium alexandrinum L). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 6، شماره 1 سال 1387.
9. مظلومی فرهاد و رونقی عبدالمجید، 1389، اثر شوری و فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم اسفناج، علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای / سال سوم / شماره نهم/ بهار 1391
10. وزیری کته شوری سارا، دانشور ماشااله، سهرابی اکبر و نظریان فیروزآبادی فرهاد 1392. تأثیر مقادیر مختلف فسفر و محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum L.*).به زراعی کشاورزی (مجله کشاورزی پردیس ابوریحان) تابستان 1392 ,دوره 15 ,شماره 2 ;از صفحه 17تا صفحه 30.
11. Alshameri, A., Al-Qurainy, F., Khan, S., Nadeem, M., Gaafar, A. R., Tarroum, M., ... and Ashraf, M. (2017). appraisal of guar [cyamopsis tetragonoloba (l.) taub.] accessions for forage purpose under the typical saudi arabian environmental conditions encompassing high temperature, salinity and drought. *Pak. J. Bot*, *49*(4), 1405-1413.
12. Awad, A. S., D. G. Edwards and L. C. Campell. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci. 30: 123-128.
13. Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M. R., and Mohammadi, A. (2008). Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae*, *116*(4), 437-441.

Archive of SID

www.SID.ir

14. Bazile, D., Bertero, H. D., and Nieto, C. (2015). State of the art report on quinoa around the world in 2013.
15. Eisa. S, Hussin. S, Geissler. N, Koyro. H.W (2012), Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a potential cash crop halophyte, Australian journal of crop science, AJCS 6(2):357-368
16. El-Wahab, A. (2006). The efficiency of using saline and fresh water irrigation as alternating methods of irrigation on the productivity of Foeniculum vulgare Mill subsp. vulgare var. vulgare under North Sinai conditions. *Res J Agr Biol Sci*, *2*(6), 571-7.
17. García Morales, S., Trejo-Téllez, L. I., Gómez Merino, F. C., Caldana, C., Espinosa-Victoria, D., and Herrera Cabrera, B. E. (2012). Growth, photosynthetic activity, and potassium and sodium concentration in rice plants under salt stress. *Acta Scientiarum. Agronomy*, *34*(3), 317-324.
18. Gibson, T. S. 1988. Carbohydrate metabolism and phosphorus salinity interaction in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Soil. 111: 25-35
19. Grattan, S. R., and Grieve, C. M. (1999). Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. *Handbook of plant and crop stress*, *2*, 203-229.
20. Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S. E., and Shabala, S. (2010). Ionic and osmotic relations in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of experimental botany*, *62*(1), 185-193.
21. Jacobsen, S. E., Hollington, P. A., and Hussain, Z. (2002). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), a potential new crop for Pakistan. In *Prospects for Saline Agriculture* (pp. 247-249). Springer Netherlands.
22. Jacoby, B. 1999. Mechanisms involved in salt tolerance of plants. PP. 97-123. *In*: Pessarakli, M. (Ed.),Handbook ofPlant and Crop Stress, Marcel Dekker Inc., New Yor
23. Jones Jr, J. B. (2001). Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC press.
24. Khalil, M. A., F. Amer and M. M. Elgabaly. 1967. A salinity-fertility interaction study on corn and cotton. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 683-686.
25. Kalra, Y. (Ed.). (1997). *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC press
26. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
27. Koyro, H. W., and Eisa, S. S. (2008). Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of Chenopodium quinoa Willd. *Plant and Soil*, *302*(1-2), 79-90.
28. Koyro, Hans-Werner and Eisa,Sayed Said (2007), Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa Willd*, Plant Soil (2008) 302:79–90
29. Levitt, J. (1972). Response of plants to environmental stresses. *Water, radiation, Salt and other stresses*, *2*.
30. Loupassaki, M. H., Chartzoulakis, K. S., Digalaki, N. B., and Androulakis, I. I. (2002). Effects of salt stress on concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and sodium in leaves, shoots, and roots of six olive cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, *25*(11), 2457-2482.
31. Marschner, P., Z. Solaman and Z. Rengel. 2007. Brassica genotype differ in growth, phosphorus uptake andrhizosphere properties under P-limiting condition. Soil Biol. Biochem. 39: 87-99.
32. Naheed, G., M. Shahbaz and N. A. Akram. 2008. Interactive effect of rooting medium application of phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice (*Oryaz Sativa* L.). Pak. J. Bot. 40(4): 1601-1608.

Archive of SID

www.SID.ir

33. Navarro, J. M., Botella, M. A., Cerdá, A., and Martinez, V. (2001). Phosphorus uptake and translocation in salt-stressed melon plants. *Journal of plant physiology*, *158*(3), 375-381.
34. Nguyen Viet Long (2016):effects of salinity stress on growth and yield of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) at flower initiation stages. Vietnam J. Agri. Sci. 2016, Vol. 14, No. 3: 321-327
35. Olsen S, Cole C, Watanabe F, Dean L (1954) Estimationof available phosphorus in soils by extraction withsodium bicarbonate. USDA Circular Nr 939, US Gov.Print. Office, Washington, D.C.
36. Peterson, A., and Murphy, K. (2015). Tolerance of lowland quinoa cultivars to sodium chloride and sodium sulfate salinity. *Crop Science*, *55*(1), 331-338.
37. Qadir M., Noble A.D., Oster J.D., Schubert S., Ghafoor A. (2005). Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic soils. Soil Use and Management 21, 173–180.
38. Razaq, M., Zhang, P., and Shen, H. L. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of Acer mono. *PloS one*, *12*(2), e017132
39. Swift, R. S., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., ... and Sumner, M. E. (1996). Methods of soil analysis: chemical methods. *Methods of soil analysis: Chemical methods*, *5*.
40. Tabatabaie, S. J., and Nazari, J. (2007). Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *31*(4), 245-253.
41. Talbi Zribi, O., Abdelly, C., and Debez, A. (2011). Interactive effects of salinity and phosphorus availability on growth, water relations, nutritional status and photosynthetic activity of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Biology*, *13*(6), 872-880
42. Vance C.P., Uhde-Stone C., Allan D.L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a non-renewable resource. New Phytologist,157, 423–447.
43. Yazar, A., Incekaya, Ç., Sezen, S. M., and Jacobsen, S. E. (2015). Saline water irrigation of quinoa (Chenopodium quinoa) under Mediterranean conditions. *Crop and Pasture Science*, *66*(10), 993-1002.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Different Levels of Irrigation Water Salinity and Phosphorus on Some Properties of Soil and Quinoa Plant

S. Khalili, A. Bastani[1], and M. Bagheri

MSc. Graduate, Department of Soil Science, Shahed University; E-mail: khalili_s_6@yahoo.com
Associate Professor, Department of Soil Science, Shahed University;
E-mail: bostani@shahed.ac.ir
Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: bagh313@yahoo.com)

Received: December, 2018 and Accepted: July, 2019

Abstract

One of the ways to use and exploit saline lands and water is to use salinity resistant cultivars, such as Quinoa plant. Managing nutrients such as phosphorus in saline soils can reduce the negative effects of salinity on plant growth and yield. In order to investigate the effect of irrigation water salinity (EC_W) and phosphorus levels on some of the characteristics of Quinoa plant in greenhouse conditions, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of EC_W at six levels: control (0.7), 3, 6, 9, 12, and 15 dSm^{-1}, and phosphorus was added to the soil from the source of triple superphosphate at four levels, 0, 50, 100, 200 kg per hectare (equivalent to 0, 0.01, 0.02 and 0.04 grams of phosphorus in the pot from source of triple superphosphate). The results showed that with increasing EC_W up to 15 dS m^{-1} (equivalent to EC_e= 30.44 dSm^{-1}), plant height decreased by 18.65% and panicle length by 52.4%. EC_e reached 182.72 dSm^{-1} and sodium concentration in plant increased by 18.5%, compared with the control. Increasing phosphorus application to the soil up to 100 kg/ha increased plant height by 12.3%, panicle length by 8.8%, and phosphorus concentration in plant aerial parts by 12.5%, compared to the control. Comparison of the average interactions between salinity of irrigation water and phosphorus on plant height showed that salinity of 3 dS/m, at all levels of phosphorus, increased the plant height by 15.1%, in comparison with the control. Adding phosphorus up to 100 kg triple-super phosphate per hectare reduced the effect of salinity stress in the plant, but at 200 kg it exacerbated the effects of salinity and led to a sharp decrease in plant height and panicle length. The highest concentration of phosphorus was observed at 100 kg/ha phosphorus and 15 dS/m salinity, which increased by 92.9% compared to the control. Based on the results, quinoa can be a very good choice for saline and low-yielding lands.

Keywords: Soil salinity, Salinity stress, Salt tolerance, Triple-super phosphate

[1]. Corresponding author: Soil Science Department, Faculty of Agricultural, Shahed University, Tehran

Archive of SID

www.SID.ir