# تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم و میزان بور آب آبیاری بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در گیاه خرفه

سعیده مرادی[۱*]، احمد گلچین[۲]، ابراهیم سپهر[۳]، مصیب وفایی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۴)

**چکیده**

امروزه با افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به مواد غذایی بهره‌برداری از زمین‌های شور که بخش زیادی از مناطق خشک و نیمه خشک را در برگرفته است، امری اجتناب ناپذیر است. خرفه گیاهی است هالوفیت، یکساله و علفی که به خوبی در خاک‌های شور رشد می‌کند. با توجه به وسعت زمین‌های شور در ایران، گیاه خرفه این پتانسیل را دارد که به‌عنوان یک گیاه دارویی، سبزی و حتی علوفه مورد کشت قرار گیرد. به‌منظور بررسی تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم و میزان بور آب آبیاری بر جذب عناصر غذایی گیاه خرفه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳۵ تیمار و سه تکرار به‌صورت گلخانه‌ای اجرا گردید. سطوح شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری شامل ۰/۵ (شاهد)، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵،۲۰ و ۲۵ دسی زیمنس بر متر و سطوح بور شامل صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱، ۲و ۴ میلی‌گرم در لیتر بودند. نتایج نشان داد با افزایش میزان شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری تا ۲/۵ دسی زیمنس بر متر، وزن تر و خشک و همچنین غلظت عناصر کلسیم، منیزیم در بخش هوایی گیاه خرفه افزایش یافت ولی افزایش میزان شوری به بیش از این حد سبب کاهش این صفات شد. غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم در بخش هوایی گیاه با افزایش شوری ناشی کلرید سدیم کاهش یافت. با افزایش سطوح بور وزن تر و خشک بخش هوایی و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بخش هوایی گیاه خرفه کاهش، ولی غلظت عنصر فسفر افزایش یافت. با توجه به نتایج این مطالعه کشت گیاه خرفه در مناطقی که شوری نسبتاً بالا و بور آن کم باشد توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** بور، خرفه، عناصر پرمصرف، عملکرد کلرید سدیم

مرادی س.، گلچین ا.، سپهر ا.، و وفایی م. ۱۳۹۷. تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم و میزان بور آب آبیاری بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در گیاه خرفه. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۶ شماره ۴، ص: ۹۷-۱۰۸.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان (مکاتبه کننده)

۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۳- دانشیارگروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

* پست الکترونیک: s.moradi072@gmail.com

**مقدمه**

خاک از مهم‌ترین منابع پایدار در تولید مواد غذایی مورد نیاز بشر است. امروزه شوری خاک‌ها یکی از عوامل عمده محیطی است که تولید محصولات زراعی را کاهش می‌دهد (Serrano *et al.*, 1998). بالغ بر ۸ میلیون هکتار از زمین‌های جهان (Munns, 2005) و حدود ۱۵ درصد از کل اراضی زراعی کشور تحت تأثیر شوری قرار دارند که در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند (Khan & Golzar, 2003). در حال حاضر شوری خاک‌های کشاورزی افزایش یافته و آب شیرین قابل دسترس به‌علت بهره‌برداری بیش از حد و اتلاف آن محدود شده است (Khan & Veber, 2006). شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌هایی چون سدیم و کلر جوانه‌زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Poljakoff-mayber *et al.*, 1994). دامنه تحمل گیاهان نسبت به شوری متفاوت است و انتخاب گیاه برای کشت در زمین‌های شور باید از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد (Khan & Golzar, 2003). گیاهان هالوفیت گیاهانی هستند که تحمل بیشتری نسبت به شرایط شوری دارند. شرایط شوری برای رشد هالوفیت‌ها اجباری نیست بلکه این گیاهان در محیط‌های شور نسبت به سایر گیاهان دارای یک برتری رقابتی هستند که حتی بعضی از این گیاهان قادر به رشد در دریاها مرداب‌های شور و صحراهای شور هم هستند(Hasegawa *et al.*, 2000). خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* گیاهی است $C_4$، هالوفیت که به سهولت در خاک‌های شور رشد می‌کند. خرفه یک ساله و خودرو بوده و ازدیاد آن از طریق بذر می‌باشد. بذرهای این گیاه سیاه و ریز می‌باشند و هر گل پس از گرده افشانی مقدار زیادی بذر تولید می‌کند. به‌طور کلی دو زیر گونه از خرفه در دنیا شناخته شده است یکی از آن‌ها زیر گونه *oleracea* بوده که فرم خوابیده داشته و یکی از مشهورترین علف‌های هرز دنیا است (Munns *et al.*, 1998). خرفه به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین سبزیجات مورد استفاده انسان و همچنین به‌عنوان یک گیاه داروئی برای درمان تومورهای التهابی و علاوه بر این به‌عنوان منبع برای تولید رنگ آبی پیشنهاد شده است (Omara-alwala *et al.*, 1991). بور از عناصر ضروری در گیاهان آوندی است و کمبود آن باعث صدمه به فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی می‌شود. نقش آن مرتبط با متابولیسم فنل، جذب نیترات، سنتز دیواره سلولی، پایداری غشاء (Cristobal *et al.*, 2008) جوانه‌زنی و رشد لوله گرده، تقسیم میوز و تولید دانه در گیاهان است (Castro & Sotomayor 1997). با وجود این‌که عنصر بور به مقدار کم برای اکثر گیاهان مورد نیاز است ولی وجود آن برای رشد همه گیاهان ضروری است این عنصر تنها در جلبک‌ها و قارچ‌ها وجود ندارد بعضی از گیاهان مانند گندم، جو، ذرت و شبدر نیاز کمی به بور دارند (Gupta, 1991). حد کفایت و حد مسمومیت این عنصر به هم نزدیک بوده و کمبود آن به سرعت باعث کاهش و توقف رشد می‌گردد و در همان حال، غلظت بالای آن نیز می‌تواند باعث مسمومیت و کاهش رشد گیاه گردد (Ben-Gal & Shani, 2002). در مطالعه‌ای که بر روی اثر سمیت بور بر رشد گوجه فرنگی انجام شد، نتایج نشان داد که با افزایش سطوح بور از صفر تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر، آب آبیاری وزن خشک گیاه گوجه فرنگی و فلفل افزایش یافت، در حالی که در سطوح بالا (۵ و ۵۰ میلیگرم بور در لیتر) علائم سمیت این عنصر ظاهر شد (Eraslan *et al.*, 2007). در تحقیقی با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف بور بر غلظت عناصر کم مصرف در گیاه ترب مشخص شد که با افزایش سطوح بور از صفر تا ۵ میلی‌گرم در لیتر غلظت عناصر بور، آهن، مس و روی برگ افزایش معنی‌داری یافت (Tariq & Mott, 2006). در مطالعه‌ای نشان داده شد که کاربرد بور در کشت آفتابگردان تعداد ریشه‌ها را افزایش داد، بنابراین توسعه سیستم ریشه منجر به افزایش قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهان در مراحل اولیه رشد می‌گردد (Josten & Kutschera, 1990). با توجه به گسترش‌های زمین‌های شور در ایران و مقاومت گیاه خرفه به شوری و اهمیت بور به‌عنوان عنصری مهم در تغذیه گیاهان، هدف از این تحقیق تأثیر کلرید سدیم و بور آب آبیاری بر رشد و عملکرد و جذب عناصر غذایی در گیاه خرفه می‌باشد و ضرورت این تحقیق با توجه افزایش زمین‌

های شور در ایران و امکان کاشت این گیاه به‌عنوان علوفه می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات متقابل کلرید سدیم و بور آب آبیاری بر وزن تر و خشک و غلظت عناصر غذایی پر مصرف در بخش هوایی گیاه خرفه یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳۵ تیمار و ۳ تکرار و در شرایط گلخانه‌ای به اجرا درآمد. برای این منظور از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک‌های تحت کشت اطراف دانشگاه زنجان به‌صورت مرکب نمونه خاک تهیه و جهت اعمال تیمارهای آزمایشی به گلخانه منتقل گردید. نتایج تجزیه خاک مورد مطالعه درجدول ۱ گزارش شده است.

**جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه**

Table 1. Selected physical and chemical properties of the examined soil

| Soil texture | EC | pH | $CaCO_3$ | OC | TN | B | K | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ($dS\ m^{-1}$) | | | % | | | ($mg\ kg^{-1}$) | |
| Loam | 0.884 | 7.95 | 25.9 | 1.63 | 0.16 | 0.5 | 360 | 17.91 |

تیمارهای آزمایشی ترکیب فاکتوریل ۷ سطح شوری از نمک کلرید سدیم شامل (۰/۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری) و ۵ سطح بور از منبع اسید بوریک شامل (صفر ، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر آب آبیاری) بودند. پس از هوا خشک شدن و آماده سازی خاک، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از جمله قابلیت هدایت الکتریکی (Rhoades *et al.*, 1990)، واکنش خاک (McLean, 1982)، بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee & Bauder, 1979)، درصد کربنات کلسیم معادل با روش کلسیمتری (Loeppert & Suarez, 1996)، میزان کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک (Walkley & Black, 1934)، میزان نیتروژن کل به روش برمنر و ملونسی (Bremner & Mulvaney, 1982)، فسفر خاک به روش اولسن (Olsen & Sommers 1982) و پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (Helmke & Spark, 1996)، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و پس از آن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و سپس به جعبه‌های پلاستیکی ۲۰ کیلوگرمی اضافه شدند. بذرهای گیاه خرفه داخل جعبه خاک کشت شدند برای این منظور از بذر خرفه رقم *Sativa* استفاده گردید. و به‌طور منظم و روزانه تا رسیدن به حد ظرفیت مزرعه (FC) آبیاری شدند. گلدان‌ها به‌مدت ۴ ماه در شرایط گلخانه‌ای در دما و در طول دوره رشد گیاه، عملیات داشت شامل آبیاری و دفع علف‌های هرز و افزودن کود اوره طی ۳ مرحله به میزان ۱ گرم در لیتر برای جلوگیری از کمبود عنصر نیتروژن انجام شد. همچنین پس از رسیدن گیاه خرفه به مرحله چهاربرگی تعداد ۲۰ بوته در هر جعبه انتخاب و بوته‌های ضعیف‌تر تنک و حذف شدند و آبیاری با آب معمولی متوقف شد و تیمارهای کلرید سدیم و بور اعمال گردیدند. برای تهیه تیمارهای آزمایشی از دو نوع نمک آزمایشگاهی سدیم کلرید (NaCl) و اسید بوریک ($H_3BO_3$. $2H_2O$) استفاده شد. به‌منظور تهیه سطوح کلرید سدیم صفر، ۰/۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب صفر، ۱/۲۸۰، ۲/۸۸۰، ۶/۰۸۰، ۹/۲۸، ۱۲/۴۸، ۱۵/۶۸ گرم نمک سدیم کلراید به‌طور جداگانه در یک لیتر آب معمولی حل شد. همچنین به‌منظور تهیه سطوح بور شاهد، ۰/۵، ۱، ۲، ۴ میلی گرم در لیتر به‌ترتیب صفر، ۴/۵۴، ۹/۰۹، ۱۸/۱۸، ۳۶/۳۶ میلی‌گرم اسید بوریک به‌طور جداگانه در یک لیتر آب معمولی حل شد. سپس به میزان یکسان و به‌طور یکنواخت به داخل جعبه‌ها اضافه گردیدند. در هر بار آبیاری آنقدر آب به جعبه ها اضافه می‌گردید که مقداری آب نیز از ته گلدان‌ها به منظور شستشوی املاح باقیمانده در خاک خارج گردد تا شوری گلدان‌ها نسبتا ثابت باقی بماند. برداشت خرفه ۴ ماه پس از کاشت و زمانی که تمامی ساقه‌ها سرحال بودند انجام شد. در زمان برداشت وزن تر بخش هوایی (ساقه و برگ‌ها) و پس از خشک شدن وزن خشک نیز اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های گیاهی پس از آسیاب‌شدن و گذراندن مرحله هضم تر توسط اسیدنیتریک،

اسیدکلریریک و آب اکسیژنه عصاره‌گیری شدند و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، بور و سدیم در عصاره‌های به‌دست آمده اندازه‌گیری شد (Westerma, 1990). برای محاسبه آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ و همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد برای مقایسه میانگین داده‌ها و از نرم افزار Excel برای مرتب کردن داده‌ها و رسم نمودار استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثر متقابل آن‌ها بر روی وزن تر و خشک و غلظت عناصر پرمصرف در بخش هوایی گیاه خرفه در جدول ۲ در جدول نمایش داده شده است.

**جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر وزن تر و خشک و غلظت عناصر بخش هوایی گیاه خرفه**

Table 2. Results from analysis of variance the impact of different treatments on wet and dry weight and element concentration of aerial part of purslane

| Source of variation | df | Mean Squares | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Wet weigh | Dry weight | N | K | Ca | Mg | Na | P | B |
| | | | | | | % | | | | ($mg.kg^{-1}$) |
| Salinity (s) | 6 | $55.169^{**}$ | $0.32^{**}$ | $1.883^{**}$ | $0.115^{**}$ | $4.3^{**}$ | $0.024^{**}$ | $2205.8^{**}$ | $0.066^{**}$ | $391.77^{**}$ |
| Born (B) | 4 | $117.76^{**}$ | $0.705^{**}$ | $0.772^{**}$ | $0.017^{**}$ | $1.825^{**}$ | $0.001^{**}$ | $586.6^{**}$ | $0.004^{**}$ | $1116.69^{**}$ |
| S×B | 24 | $19.064^{**}$ | $0.099^{**}$ | $0.055^{**}$ | $0.002^{**}$ | $0.912^{**}$ | $0.0006^{*}$ | $52.33^{**}$ | $0.002^{*}$ | $39.66^{**}$ |
| Error | 70 | 0.06 | 0.001 | 0.005 | 0.0002 | 0.023 | 0.0002 | 3.93 | 0.0003 | 3.38 |
| CV | - | 8.23 | 12.9 | 4.42 | 5.04 | 8.42 | 9.60 | 4.01 | 11.54 | 3.89 |

### اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر وزن تر و خشک بخش هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن تر و خشک بخش هوایی در گیاه خرفه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاربرد آب آبیاری حاوی بور ( از صفر تا ۴ میلی-گرم بور بر لیتر) سبب کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک بخش هوایی شد. در تیمار شاهد (عدم استفاده از بور) کاربرد آب حاوی کلرید سدیم (۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) سبب افزایش ۳۳/۵۷ درصد در وزن تر و ۹/۷۸ درصدی در وزن خشک بخش هوایی شد ولی با افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار این صفات شد. در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش کاربرد بور آب آبیاری وزن تر و خشک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. حداکثر وزن تر بخش هوایی از تیمار دارای شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین وزن آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۴ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۳). استفاده از بور سبب کاهش رشد گیاهان در خاک‌های شور به‌دلیل خواص اسمزی ناشی از کلرید سدیم می‌شوند. این گیاهان علاوه بر تنش شوری با تنش کم آبی نیز مواجه شده که این عمل سبب کاهش رشد گیاه می‌شود. در مطالعه‌ای که روی گیاه خرفه انجام شد نتایج نشان داد با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم طول بخش هوایی و در نتیجه وزن تر و خشک بخش هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت (Yazici *et al.*, 2007)؛ که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. در تحقیقی که بر روی کلم بروکلی انجام گرفت نتایج نشان داد که مصرف زیاد بور در خاک باعث تجمع زیاد آن در ساقه کلم بروکلی شد که مسموم‌کننده بود و سرعت تجمع مواد در ساقه را کاهش داده و در نهایت منجر به کاهش وزن تر بخش هوایی گیاه گردید (Smith *et al.*, 2010). همچنین در فلفل و گوجه فرنگی با افزایش سطوح بور، وزن تر و خشک کاهش یافت (Eraslan *et al.*, 2007). دلیل این کاهش عملکرد، افزایش تجمع بور در گیاه و ایجاد سمیت برای گیاه ذکر گردید. به‌طورکلی سمیت بور با ایجاد لکه‌های نکروزه روی برگ، که نهایتا به صورت بافت مرده در می‌آیند، باعث کاهش سطح برگ و هم چنین فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Ben-Gal & Shani, 2002).

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت نیتروژن بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثر متقابل آن‌ها بر غلظت نیتروژن بخش هـوایی خرفه در سطح احتمال ۱٪ معنـی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری سبب کاهش معنی‌دار غلظت نیترژن در بخش هوایی گیاه شد. در تیمار شاهد (عدم مصرف بور) با افزایش شوری از ۰/۵ به ۲۵ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ۵۲/۵۲ درصدی در غلظت نیتروژن بخش هوایی شد. با افزایش بور آب آبیاری غلظت نیتروژن در بخش هوایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش کاربرد بور از صفر به ۴ میلی‌گرم در لیتر کاهش ۳۶/۰۵ درصدی در نیتروژن بخش هوایی مشاهده شد (جدول ۳). حداکثر غلظت نیتروژن در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۴ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری به‌دست آمد (جدول۳).

کلرید سدیم موجب کاهش جذب نیتروژن توسط اندام‌های هوایی گیاهان می‌شود که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت (Ilahi *et al.*, 1994). عوامل زیادی در کاهش قابلیت استفاده نیتروژن توسط گیاه در شرایط شور مؤثرند که می‌توان به کاهش جذب نیتروژن در محیط شور به علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک و به دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی و کاهش جذب نیترات در اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط ریشه گیاه اشاره نمود (Kafi *et al.*, 1982). تحقیقات مختلف نشان داد که با افزایش بور در خاک به مقدار بیش از ۰/۵ میلی گرم بر لیتر آب آبیاری، به دلیل تجمع در گیاه و ایجاد مسمومیت، جذب نیتروژن در برگ‌ها کاهش می‌یابد (Eraslan *et al.*, 2007). که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. در مطالعه‌ای با افزایش مقدار بور در خاک غلظت نیتروژن در برگ‌های گیاه گوجه فرنگی کاهش یافت که این امر نشانگر وجود رابطه ضدیت بین این دو عنصر است (Aduayi, 1978).

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت فسفر بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت فسفر در بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنـی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری سبب کاهش معنی‌دار غلظت فسفر در بخش هوایی گیاه شد. در تیمار شاهد (صفر میلی‌گرم بر لیتر بور) با کاربرد شوری از ۰/۵ به ۲/۵ دسی زیمنس بر متر غلظت فسفر در بخش هوایی ۲۵ درصد افزایش ولی با افزایش شوری از ۲/۵ تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر مقدار فسفر بخش هوایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش میزان بور آب آبیاری از صفر تا یک میلی‌گرم غلظت فسفر در ابتدا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی با افزایش بور به بیش از ۱ میلی‌گرم بر لیتر غلظت فسفر کاهش یافت. در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش بور از صفر به یک میلی‌گرم در لیتر میزان فسفر ۶۴/۷۷ درصد افزایش یافت ولی با افزایش بور از ۱ تا ۴ میلی‌گرم بر لیتر میزان فسفر در بخش هوایی کاهش یافت. بیشترین غلظت عنصر فسفر در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و ۱ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج مطالعات نشان داد افزایش یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم شده و از فعالیت آنزیم‌ها کاسته شده و ساختار غشا را بر هم می‌زند (Demir Kaya *et al.*, 2006). بور به‌دلیل افزایش نفوذپذیری پلاسما در سطح ریشه، جذب فسفر را افزایش می‌دهد (Patel & Golakiya, 1986). در تحقیقی نشان داده شد که غلظت بالای بور در کشت بافت سبب افزایش مقدار فسفر در پایه‌های سیب شد که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت (Mouhtaridou, 2004).

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت پتاسیم بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثر متقابل آن‌ها بر غلظت پتاسیم بخش هـوایی خرفه در سطح احتمال ٪۱ معنـی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم آب در تیمارهایی که از بور استفاده شده بود سبب کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم در بخش هوایی گیاه شد. در تیمار شاهد (صفر میلی‌گرم بر لیتر بور) با افزایش کاربرد شوری از ۰/۵ به ۵ دسی زیمنس بر متر غلظت پتاسیم در بخش هوایی گیاه ۲۱/۴۳ درصد افزایش و پس از آن سبب کاهش جذب پتاسیم بود (جدول ۳). با افزایش کاربرد بور غلظت پتاسیم در بخش هوایی کاهش یافت. در همه تیمارهای کلرید سدیم با افزایش کاربرد بور از صفر به ۴ میلی‌گرم بر لیتر غلظت پتاسیم در بخش هوایی کاهش یافت. بیشترین غلظت عنصر پتاسیم در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۴ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۳). در خاک‌های شور، جذب پتاسیم به دلیل غلظت بالای سدیم و رقابت سدیم و پتاسیم در هنگام جذب کاهش می‌یابد (Bohra, & Doerffling, 1993). در بررسی محققان بر روی گیاهان مختلف غلظت پتاسیم به‌صورت معنی‌داری تحت تاثیر شوری کاهش یافت (Othman *et al.*, 2006). سمیت بور با تأثیر بر سلول‌های ریشه باعث اختلال در فرایندهای جذبی می‌شود (Alvarez-Tinaut *et al.*, 1979). در مطالعه‌ای نشان داده شد که با افزایش مقادیر بور در محلول غذایی مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌ها در برگ‌های نیشکر کاهش یافت (Valmis & Ulrich, 1971

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت کلسیم بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثر متقابل آن‌ها بر غلظت کلسیم بخش هـوایی گیاه خرفه در سطح احتمال ٪۱ معنـی‌دار بود (جدول ۲). در تیمار شاهد (صفر میلی‌گرم بر لیتر بور) با افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم از ۰/۵ به ۵ دسی زیمنس بر متر غلظت کلسیم در بخش هوایی ۱/۱۶ برابر افزایش یافت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی بور نشان داد با افزایش میزان بور آب آبیاری از صفر میلی‌گرم در لیتر به ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر غلظت کلسیم افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر میزان بور غلظت آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش بور از صفر به ۱ میلی گرم بر لیتر غلظت کلسیم ۱/۲۰ برابر افزایش یافت. بیشترین غلظت عنصر کلسیم در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۲ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری به‌دست آمد (جدول ۳).

در تحقیقی نشان داد شد که با افزایش سطح شوری غلظت کلسیم در بخش هوایی گیاه عناب کاهش یافت و این کاهش در برگ‌ها شدیدتر از ساقه بود (Mamta *et al.*, 2008). این نتیجه رابطه منفی بین شوری و کلسیم را نشان می‌دهد. درسطوح پایین شوری، فراهمی یون کلسیم به‌دلیل افزایش قدرت یونی بر اثر شوری و در نتیجه افزایش حلالیت فازهای جامد کنترل‌کننده فعالیت این یون در خاک افزایش یافته و به همین دلیل غلظت آن در گیاه نیز افزایش یافته است، اما در سطوح بالای شوری وجود مقادیر بالای یون سدیم در خاک و توانایی رقابت آن با کلسیم سبب کاهش جذب آن توسط گیاه شده است (Janzen & Chang. 1987). سمیت بور با کاهش تعرق در گیاهان همراه بوده و به‌دلیل کاهش انتقال آب از طریق ریشه، جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Tripler *et al.*, 2007). نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده که افزایش میزان بور قابل جذب خاک منجر به کاهش جذب منیزیم و کلسیم در کلم چینی گردید و کاهش غلظت کلسیم، منیزیم و سدیم در انواع کلم‌ها رابطه معنی‌داری با سطوح مصرف بیش تر از ۱/۵ کیلوگرم بور در هکتار داشت (Gupta r *et al.*, 2000). در مطالعه‌ای نشان داده شد با افزایش سطوح بور در خاک غلظت کلسیم و منیزیم در نتیجه‌ی اثر ضدیت در بخش هوایی گیاه کاهش یافت (Singh & Singh, 1983) که با نتایج این مطالعه هماهنگی دارد.

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت منیزیم بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت منیزیم در بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال ۱ ٪ و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنـی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر شوری ناشی از کلرید سدیم نشان داد افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵ به ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر غلظت عنصر منیزیم در بخش هوایی گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی افزایش بیشتر آن سبب کاهش معنی‌دار آن شد. در تیمار شاهد (صفر میلی گرم بر لیتر بور) با افزایش شوری از ۰/۵ به ۲/۵ دسی زیمنس بر متر ۳۴/۴۰ درصدی در غلظت منیزیم بخش هوایی شد (جدول ۳). با افزایش میزان بور آب آبیاری به بیش از ۱ میلی‌گرم در لیتر غلظت منیزیم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین غلظت عنصر منیزیم در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۲ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری به‌دست آمد (جدول ۳). در مطالعه‌ای نشان داده شد که با افزایش سطح کلرید سدیم غلظت منیزیم در ساقه گیاه انبه افزایش یافت ولی غلظت منیزیم در برگ‌ها و ریشه کاهش یافت Zuazo ). (*et al.*, 2004 در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر شوری بر رشد و غلظت عناصر گیاهان صورت گرفت نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری غلظت منیزیم بخش هوایی گیاه عناب کاهش یافت (Mamta *et al.*, 2008). رقابت یونی و سمیت بور از جمله دلایل کاهش غلظت عناصر غذایی در گیاه با افزایش سطوح بور می‌باشد (Singh & Singh, 1983). در مطالعه‌ای نشان داده شد که در غیاب بور غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ‌های تنباکو افزایش و غلظت فسفر و آهن و آلومینیوم کاهش یافت (Steinberg *et al.*, 1995).

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت سدیم بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثر متقابل آن‌ها بر غلظت سدیم بخش هـوایی گیاه خرفه در سطح احتمال ۱ ٪ معنـی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد با افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری غلظت سدیم در بخش هوایی گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. در تیمار شاهد (عدم مصرف بور) با افزایش شوری از ۰/۵ به ۲۵ دسی زیمنس بر متر غلظت سدیم ۲/۰۶ برابر افزایش یافت. با افزایش بور آب آبیاری غلظت سدیم در بخش هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش کاربرد بور از صفر به ۴ میلی‌گرم در لیتر کاهش ۱۹/۰۶ درصدی در سدیم بخش هوایی مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین غلظت عنصر سدیم در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی-گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و ۲ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول۳). یکی از مهم‌ترین اثرات تنش شوری در محیط رشد گیاه به صورت افزایش غلظت سدیم در داخل گیاه بروز می‌نماید. سدیم در محیط خارج از ریشه و همچنین در داخل گیاه بیشترین تغییرات را در تغذیهٔ معدنی گیاه به وجود می‌آورد. پتانسیل اسمزی پائین محلول خاک و غلظت بالای املاح موجود در خاک علی-الخصوص یون‌های سدیم و کلر به‌طور بالقوه برای گیاهان زیان آور می‌باشند (Green Way & Munns, 1998). اوتمن و همکاران (Othman *et al.*, 2006) گزارش نمودند که غلظت یون سدیم در بذر در شرایط شوری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ایلاهی و همکاران (Ilahi *et al.*, 1994) نیز دریافتند که شوری سبب افزایش جذب سدیم و کلر به‌وسیله ریشه و ساقه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

**اثر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور بر غلظت بور بخش هوایی**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی شوری ناشی از کلرید سدیم و بور و اثر متقابل آن‌ها بر غلظت بور بخش هـوایی گیاه خرفه در سطح احتمال ۱ ٪ معنـی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش شوری آب آبیاری تا میزان ۲/۵ دسی زیمنس بر متر، غلظت بور در بخش هوایی گیاه خرفه افزایش یافت ولی افزایش بیشتر شوری آب آبیاری غلظت آن‌را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در تیمار شاهد (عدم

مصرف بور) با افزایش شوری از ۰/۵ به ۲/۵ دسی زیمنس بر متر غلظت بور ۴۸/۶۲ درصد افزایش و با افزایش شوری از ۲/۵ به ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر غلظت بور ۴۰/۶۸ درصد کاهش یافت. نتایج نشان داد با افزایش بور آب آبیاری غلظت بور در بخش هوایی به طور معنی‌داری افزایش یافت در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش کاربرد بور از صفر به ۴ میلی‌گرم در لیتر مقدار بور بخش هوایی ۹۹/۱ درصد افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین غلظت عنصر بور در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و ۴ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری به‌دست آمد (جدول۳). آلپاسلان و گونز (Alpaslan & Gunes, 2001) در بررسی تاثیر متقابل تنش شوری و بور بر رشد، نفوذپذیری غشا و ترکیب عناصر غذایی گوجه فرنگی و خیار گزارش کردند که با افزایش میزان شوری تجمع بور در گیاه گوجه فرنگی کاهش و در خیار افزایش یافت. سینگ و سینگ (Singh & Singh, 1983) نیز دریافتند که با افزایش سطوح بور در خاک، غلظت بور در عدس افزایش یافت که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت.

**جدول ۳- اثرات متقابل بر و شوری بر وزن تر و خشک و غلظت عناصر غذایی بخش هوایی گیاه خرفه**

Table 3. The interactive effects of boron and salinity on wet and dry weight and elemental composting of aerial part of purslane.

| Born Levels | Salinity Levels | Shootfresh weight | Shoot dry weight | N | P | K | Ca | Mg | Na | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | 13.07 b | 1.29 a | 2.79 a | 0.176 ef | 0.280 g-i | 1.70f-j | 0.186 c-e | 35.0 r | 35.66 uv |
| | 2.5 | 18.3 a | 1.175 b | 2.11 a | 0.22 cd | 0.306 c-g | 2.04 de | 0.25 a | 38.66 o-q | 53 f |
| | 5 | 5.17 d | 0.436 d | 1.746 gf | 0.163 e-g | 0.34 a | 3.7 a | 0.163 e-i | 58.0 f-i | 44 k-o |
| 0 | 10 | 3.79 e | 0.363 e | 1.70 g | 0.16 e-g | 0.33 a-c | 2.05 de | 0.14 i-l | 61.33 ef | 43.0 l-p |
| | 15 | 3.78 e | 0.343 e | 1.52 ij | 0.116 h-j | 0.323 a-d | 1.91 d-g | 0.12 l-o | 65.33 cd | 41 o-r |
| | 20 | 3.03 f | 0.25 gh | 1.41 jk | 0.09 j-l | 0.316 a-e | 1.53 i-l | 0.104 n-q | 67.33 bc | 37.33 s-v |
| | 25 | 3.0 f | 0.216 g-j | 1.32 k-m | 0.063 lm | 0.293 e-h | 1.50 j-l | 0.083 qr | 72.0 a | 34.33 v |
| | 0.5 | 7.75 c | 0. 23 g-i | 2.443 b | 0.263 ab | 0.323 a-d | 3.77 a | 0.193 cd | 38.66 o-q | 51.0 gf |
| | 2.5 | 2.57 gh | 0.553 c | 1.88 de | 0.19 de | 0.313 a-e | 2.54 b | 0.22 b | 43.0 mn | 46.0 i-m |
| | 5 | 2.22 h-j | 0.15 j-m | 1.80 e-g | 0.183 e | 0.23 e-i | 2.33 cb | 0.15 g-k | 46.33 m | 43.66 l-o |
| 0.5 | 10 | 1.6 k-n | 0.155 j-m | 1.69 gh | 0.14 g-i | 0.28 g-i | 2.14 cd | 0.143 h-l | 52.0 kl | 41.33 o-r |
| | 15 | 1.41 l-p | 0.156 j-m | 1.57 hi | 0.11 i-k | 0.266 h-j | 1.65 g-k | 0.123 l-o | 55.66 h-j | 39.66 r-s |
| | 20 | 1.31 m-p | 0.14 k-l | 1.40 jk | 0.093 j-l | 0.246 j-l | 1.126 o-q | 0.11 n-p | 58.66 f-i | 38.66 r-u |
| | 25 | 1.106 op | 0.11 m | 1.24 l-n | 0.05 m | 0.21 mn | 1.106 o-q | 0.103 n-q | 66.5 c | 36 t-v |
| | 0.5 | 3.57 e | 0.2 h-k | 2.34 b | 0.29 a | 0.336 ab | 2.33 bc | 0.173 d-g | 35.33 qr | 49 g-i |
| | 2.5 | 2.78 fg | 0.276 fg | 1.96 d | 0.19 de | 0.31 b-f | 3.81 a | 0.196 b-d | 39.33 op | 47.33 h-k |
| | 5 | 1.63 k-m | 0.14 k-m | 1.85 d-f | 0.186 e | 0.306 c-g | 1.66 g-j | 0.163 e-i | 45.0 m | 46.33 i-l |
| 1 | 10 | 1.4 l-p | 0.126 lm | 1.41 jk | 0.176 ef | 0.293 e-h | 1.513 j-l | 0.136 j-m | 49.66 l | 45 j-n |
| | 15 | 1.3 m-p | 0.126 lm | 1.37 kl | 0.166 e-g | 0.27 hi-j | 1.46 j-m | 0.123 l-o | 53.33 jk | 44.0 k-o |
| | 20 | 1.26 m-p | 0.116 lm | 1.36 k-m | 0.146 f-h | 0.24 kl | 1.336 l-p | 0.113 m-p | 55.33 i-k | 42.6 m-p |
| | 25 | 1.10 op | 0.113 m | 1.34 k-m | 0.053 m | 0.213 m | 0.99 q | 0.103 n-q | 59.67 e-h | 41.33 o-r |
| | 0.5 | 2.17 h-j | 0.24 g-i | 1.81 e-g | 0.286 a | 0.336 ab | 2.08 c-e | 0.183 c-f | 21.66 t | 57.33 e |
| | 2.5 | 2.5 h-j | 0.2 h-k | 1.69 gh | 0.236 bc | 0.33 b-c | 1.98 d-f | 0.20 cb | 31.66 s | 52.66 f |
| | 5 | 2.1 ij | 0.2 h-k | 1.51 ij | 0.19 de | 0.28 g-i | 1.84 e-h | 0.15 g-k | 40.66 no | 50.5 f-h |
| 2 | 10 | 1.89 jk | 0.166 j-m | 1.41 jk | 0.143 g-i | 0.263 i-k | 1.613 h-l | 0.136 j-m | 51.83 kl | 48.0 g-j |
| | 15 | 1.6 k-n | 0.143 k-m | 1.36 k-m | 0.136 g-i | 0.24 kl | 1.433j-n | 0.123 l-o | 57.0 h-j | 43.66 l-o |
| | 20 | 1.52 k-o | 0.133 lm | 1.25 l-n | 0.113 j-i | 0.223 ml | 1.173 n-q | 0.11 n-p | 62.33 de | 42.33 n-q |
| | 25 | 1.11 op | 0.11 m | 1.23 mn | 0.062 lm | 0.213 m | 0.653 r | 0.076 r | 70.5 ab | 39.0 q-t |
| | 0.5 | 1.82 j-l | 0.323 fe | 1.787 e-g | 0.263 ab | 0.3 d-g | 1.586 h-l | 0.166 e-h | 28.33 s | 71.0 a |
| | 2.5 | 3.05 f | 0.18 i-l | 1.71 g | 0.233 bc | 0.29 e-i | 1.813 e-i | 0.15 g-k | 31.33 s | 67.0 b |
| | 5 | 1.4 m-p | 0.153 j-m | 1.31 k-n | 0.223 c | 0.283 f-i | 1.67 g-j | 0.16 f-j | 36.66 r-q | 64.0 c |
| 4 | 10 | 1.2 n-p | 0.136 k-m | 1.26 l-mn | 0.163 e-g | 0.25 jk | 1.5 j-l | 0.13 k-n | 43.0 mn | 60.66 d |
| | 15 | 1.15 n-p | 0.166 lm | 1.183 no | 0.11 i-k | 0.22 m-l | 1.36 k-o | 0.12 l-o | 45.66 m | 56.33 e |
| | 20 | 1.07 op | 0.108 m | 1.083 op | 0.092 j-l | 0.203 mn | 1.20 m-q | 0.1 o-r | 52.66 j-l | 51.0 gf |
| | 25 | 1.0 p | 0.103 m | 1.01 p | 0.079 k-m | 0.186 n | 1.06 pq | 0.093 r-q | 59.33 e-g | 48.33 g-j |

حروف مشابه هر ردیف نشانگر عدم تفاوت در سطح ۵ درصد می‌باشد.

Means followed by the same letters in each row are not significantly different (P<0.05)

**نتیجه گیری کلی**

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان گفت گیاه بور در زمین‌های آبیاری شده با آب با شوری ناشی از کلرید سدیم به میزان ۲/۵ دسی زیمنس بر متر بیشترین عملکرد را دارد. افزایش شوری آب آبیاری تا ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش وزن تر و خشک و غلظت عناصر کلسیم و منیزیم در بخش هوایی گیاه شد ولی افزایش شوری به بیشتر ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش این صفات شد. غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بور بخش هوایی گیاه با افزایش شوری به بیش از ۰/۵ دسی زیمنس بر متر کاهش و غلظت سدیم افزایش یافت. وجود بور در آب آبیاری باعث کاهش وزن تر و خشک و کاهش عملکرد گیاه خرفه شد. در تیمارهای کلرید سدیم که همزمان از بور هم استفاده شده بود بور باعث کاهش عملکرد و جذب عناصر غذایی در گیاه خرفه شد. در واقع وجود بور در آب آبیاری اثر منفی کلرید سدیم در رشد گیاه را افزایش می‌دهد به‌طوری‌که در تیمارهای صفر میلی‌گرم بر لیتر بور با غلظت‌های متفاوت کلرید سدیم گیاه رشد و عملکرد بهتری نسبت به کاربرد همزمان بور و کلرید سدیم داشت. وجود بور در آب آبیاری باعث کاهش برخی صفات مورفولوژیکی از جمله وزن تر و خشک اندام هوایی و همچنین کاهش غلظت عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، سدیم و افزایش غلظت فسفر و بور در بخش هوایی گیاه خرفه شد. لذا با توجه با نتایج این آزمایش توصیه می‌شود جهت بهره‌وری در مناطقی که دارای آب شور و میزان بور بسیار کم هستند کاشت گیاه خرفه مورد توجه قرار گیرد.

**Reference**


Aduayi E. A. 1978. Role of boron on growth components and elemental composition of plum tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 9: 1-11.

Alpaslan M., and Gunes A. 2001. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrance permeability and mineral composition of tomato and cucumber plant. *Plant and Soil*, 236: 123-128.

Alvarez M.C., Leal A., Agui I., and Recalde-Martinez L. 1979. Physiological effects of B-Mn interaction in tomato plants. The uptake and translocation of microelements. *Analse de Edafologiay Agrobiologia*, 38: 1013-1029.

Ben-Gal A., and Shani U. 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and Soil*, 247: 211-221.

Bohra, J. S., and Doerffling, K. 1993. Potassium nutrition of rice Varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil Science*. 152: 299-303.

Bremner, J. M., & Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen Total. *In*: Page *et al*., Methods of Soil Analysis. Part 2. *Chemical and Microbiological Properties*,pp. 595-624.

Castro J., and Sotomayor C. 1997. The influence of boron and zinc sprays at bloom time on almond fruit set. *In: II International Symposium on Pistachios and Almonds*, 470: 402-405.

Cristobal J.C., Rodriguez M.B.H., Beato V.M., Rexach J., Gochicoa M.T.N., Maldonado J.M., and Fontes A.G. 2008. The expression of several cell wall- related genes in Arabidopsis roots is down-regulated under boron deficiency. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1): 351-358.

Demir Kaya M., Gamze Okc U., Atak M., and Yakup C. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower. *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.

Eraslan F., Inal A., Gunes A., and Alpaslam M. 2007. Boron toxicity alters nitrate redcoats activity, proline accumulation membrance permeability and mineral constituents of tomato and pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 30:981-994.

Gee G.W., and Bauder J.W. 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measurement parameters. *Soil Science Society of America Journal*, 43(5): 1004-1007.

Green H., and Munns R. 1998. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiologhy*, 81: 149-190.

Gupta U.C. 1991. Boron, molybdenum and selenium status in different plant parts in forage legumes and vegtable crops. *Journal of Plant Nutrition*, 14: 613-621.

Gupta U.C., James Y. W., Cambell C.A., Leyshon A. J., and Nicholaichuk W. 1985. Boron toxicity and deficiency. *Canada Journal Soil*, 65: 381-409.

Hasegawa P.M., Bressan R., Zhu J.K., and Bohnert H.j. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology Plant Molecular Biology*, 51: 463-499.

Helmke P.H., and Spark D.L. 1996. Potassium. *In*: Sparks D.L. and Page A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. *SSSA*, Inc. Madison, WI pp. 551-574..

Ilahi I., Hossain F., and Khan M. 1994. The effect of salinity and macronutrient level on Wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 20: 1169-1182. (In Persian)

Janzen H.H., and Chang C. 1987. Cation nutrition of barley as influenced by soil solution composition in a saline soil. *Canadian Journal Soil Science*, 67: 619-629.

Josten, P. and Kutschera U. 1990. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. *Annals of Botany*, 84: 337-342.

Kafi U., Valores N., and Letery J. 1982. Choloride interaction with nitrate and P nutrition in tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 5: 1369-1385.

Khan M.A., and Gulzar S. 2003. Germination responses of Sporobolus ioclados: A saline desert grass. *Journal of Arid Environments*, 55: 453–464. (In Persian)

Khan M.A., and Weber D.J. 2006. Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants (Tasks for Vegetation Science). Springer, Netherlands, 399p.

Loeppert R.H., and Suarez D.L. 1996. Carbonate and Gypsum. *In*: Sparks D.L. *et al*. (Ed.), Methods of Soil Analysis. *SSSA*, Inc. ASA, Inc. Madison, WI. Pp. 437-474

Mamta J.B, Ashish D.P, Pranali M.B., and Pandey A.N, 2008. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Ziziphus mauitiana* (Rhamnaceae). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16: 383-401.

McLean E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. *In*: Page *et al*., Methods of Soil Analysis. Part 2, *Chemical and Microbiological Properties*, pp. 199-224.

Mouhtaridou G. N., Sotiropoulos T.E., Dimassi K.N., and Therios I.N. 2004. Effects of boron on growth, cholorophyl and mineral contents of shoots of the apple rootstock. *Biologia Plantarum*, 48: 617-619.

Munns R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645-663.

Munns R., Tonnet M.L., shennan C., and Gardner P. 1988. Effect of high external NaCl concentration on ion transport within the shoot of *Lupinus albus.* Ions in phloem sap. *Plant, Cell and Environment*, 11: 283-289.

Olsen S.R., and Sommers L.E. 1982. Phosphorus. *In*: Page A.L., Miller R.H. and Keeney D.R. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. Inc. Soil Science of America. Inc. Madison. Wisconsin. USA. pp. 539-579

Omara-alwala T. R., Mebrahtu T., Prior D.E., and Ezekwe M.O. 1991. Omega-three fatty acids in purslane tissues. *Journal of the American oil chemists Society*, 68: 198-199.

Othman Y., Al-Karaki A.R., and Al-Horani A. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity condition. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2: 11-15.

Patel M.S. and Golakiya B.A. 1986. Effect of calcium carbonate and boron application on yield and nutrient uptake by groundnut. *Journal of the Indian Society of Soil. Science*, 34:815-820.

Poljakoff-Mayber A., Somers G.F., Werker E., and Gallagher J. L. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae): their structure, germination, and salt tolerance. II. Germination and salt tolerance. *American Journal of Botany*, 81:54-59.

Rhoades, J. D., Shouse, P. J., Alves, W. J., Manteghi, N. A., & Lesch, S. M. 1990. Determining soil salinity from soil electrical conductivity using different models and estimates. *Soil Science Society of America Journal*, 54(1):46-54.

Serrano R., Culianz-Macia F.A. and Moreno V. 1998. Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. *Scientia Horticulturae*, 78(1): 261-269.

Singh V. and Singh S. P. 1983. Effect of applied boron on the chemical composition of lentil plants.

*Indian Journal of Soil Science*, 31: 169-170.
Smith T.E., Grattan S. R., Grieve C.M., Poss J.A., and Suarez D. L. 2010. Salinity is influence on boron toxicity in broccoli. *Agriculture Water Management*, 97: 783-791.
Steinberg R.A. 1955. Effect of boron deficiency on nicotine formation in tobacco. *Plant Physiology*, 30: 68-84.
Tariq M., and Mott C.J.B. 2006. Effect of boron supply on the uptake of micronutrients by radish. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 1: 1-8.
Tripler E., BenGal A., and Shani U. 2007. Consequence of salinity and excess boron on growth, evapotranspiration and ion uptake in date palm. *Plant and Soil*, 297: 147-155
Valmis J., and Ulrich A. 1971. Boron nutrition in the growth and sugar content of sugar beets. American Journal. *Sugarbeet Technology*, 16: 428-439.
Walkley A. and Black I.A. 1934. Examination of the degtnjareff method determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 34: 29-38
Westerma R.E.L. 1990. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America Journal. Madison Wisconsin, USA, 784p.
Yazici I., Turkan I., Sekmen A.H., and Demiral T. 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, 61(1): 49-57.
Zuazo V.D., Raya A.M., Ruiz J.A., and Tarifa D.F. 2004. Impact of salinity on macro-and micronutrients uptake in mango (*Mangifera indica* L. cv. Osteen) with different rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2: 121-133.

# The Effect of Sodium Chloride Induced Salinity and Boron of Irrigation Water on Yield and Concentration of Macronutrients in Purslane

**Saeide Moradi[1*], Ahmad Golchin[2], Ebrahim Sepehr[3], Mosayeb Vafaee[4]**

(Received: February 2017 Accepted: July 2017)

## Abstract

With increasing the population of the world and demand for more food, utilization of saline soils, which include a large area of the arid and semiarid regions, is inevitable. Purslane is a halophyte and annual herbaceous plant that grows well in saline soils. According to the extent of saline land in Iran, Purslane has the potential as a medicinal plant, vegetable and forage to be cultivated in saline soil and water resources. To evaluate the effects of salinity and boron (B) levels of irrigation water on growth and nutrient absorption of purslane, a factorial experiment was based on a completely randomized design with 35 treatments and three replications. NaCl induced salinity and B levels of irrigation water were 0.5 (control), 2.5, 5, 10, 15, 20 and 25 dS/m and 0, 0.5, 1, 2 and 4 mg/l, respectively. The results showed that with increasing NaCl induced salinity up to 2.5 dS/m, wet and dry weight and the concentrations of calcium (Ca) and magnesium (Mg) increased in shoot but higher levels of salinity reduced these characteristics. The concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in shoot decreased with increasing NaCl induced salinity. With increasing B levels of irrigation water, wet and dry weight and the concentration of N, P, Ca and Mg were reduced but concentration of P increased in purslane shoot. According to the results of this study, Purslane cultivation is recommended in areas with relatively high salinity (2.5 dS. $m^{-1}$) and B is low.

**Keywords**: Boron, Macronutrients, Purslane, Sodium Chloride, Yield

Moradi S., Golchin G., Sepehr S. and Vafaee M. 2019. The Effect of Sodium Chloride Induced Salinity and Boron of Irrigation Water on Yield and Concentration of Macronutrients in Purslane. *Applied Soil Research*, 6(4): 97-108.

1- Graduate MSc, Department of Soil Science, Zanjan University, Iran
2- Professor, Department of Soil Science Zanjan University
3- Associate Professor Department of Soil Science, Urmia University
4- Graduate MSc, Department of Soil Science, Zanjan University, Iran
* Corresponding Author Email: S.moradi072@gmail.com