نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۲ / شماره ٤/ ۱۳۹۷
Archive of SID
DOI:http://dx.doi.org/10.22092/JWRA.2019.118530

تأثیر شوری و بور آب آبیاری بر رشد و میزان جذب عناصر غذایی کم مصرف در خرفه (*Portulaca Oleracea L.*)

سعیده مرادی، احمد گلچین، سید ابراهیم سپهر و مصیب وفایی[۱]*

دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

s.moradi072@gmail.com

استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

agolchin2011@yahoo.com

دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.

e.sepehr@urmia.ac.ir

دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

Vafaee.mosayeb67@gmail.com

چکیده

با افزایش جمعیت جهان و نیاز بیشتر به غذا، بهره‌برداری از زمین‌های شور برای تولید محصول امری اجتناب ناپذیر است. خرفه گیاهی است یکساله و علفی که به خوبی در خاک‌های شور رشد می‌کند. بور از عناصر ضروری برای گیاهان است که ممکن است تا غلظت های مسموم کننده در خاک‌های شور وجود داشته باشد، اما نیاز گیاهان به آن اندک است. به منظور بررسی تأثیر شوری و میزان بور آب آبیاری بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی کم مصرف در بخش هوایی گیاه خرفه، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت سطح شوری (۰/۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر)، پنج سطح بور (صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ میلی گرم در لیتر) و سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان دادکه بیشترین مقدار وزن خشک بخش هوایی (۱/۲۹ گرم) و ریشه (۰/۲۴ گرم) ، غلظت مس بخش هوایی (۲۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و ارتفاع بوته (۳۱/۱۶ سانتی‌متر) از شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و سطح بور صفر میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. بیشترین غلظت عنصر آهن (۹۳/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمارهای آبیاری شده با آب دارای شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر و ۰/۵ میلی‌گرم بور در لیتر بدست آمد. بیشترین غلظت روی (۶۴/۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بخش هوایی در گیاهان آبیاری شده با آب دارای شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم بور در لیتر اندازه گیری شد. بیشترین غلظت منگنز (۹۸/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار آب آبیاری با شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم بور در لیتر بدست آمد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که برای حصول عملکرد های بالا در گیاه خرفه، شوری آب آبیاری نباید از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر تجاوز کند و میزان بور آن باید کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر باشد.

واژه‌های کلیدی: غلظت آهن، بوریک اسید، کلرید سدیم، عملکرد خرفه، منگنز

۱- آدرس نویسنده مسئول: گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

*- دریافت: دی ۱۳۹٦ و پذیرش: آذر ۱۳۹۷

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شوری منابع خاک و آب عمدتاً در مناطق خشک و خشک و نیمه خشک از مشکلات اصلی می باشد که اثرات نامطلوبی بر فعالیت های کشاورزی دارد. افزایش شوری آب آبیاری تأثیر منفی بر خصوصیات رشد گیاهان مختلف دارد و به شور شدن زمین‌های قابل کشت منجر می‌گرد؛ که این موضوع تهدید بزرگی برای تولیدات محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (مونس و تستر، ۲۰۰۸). شوری با افزایش فشار اسمزی، عدم تعادل بین عناصر غذایی و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌هایی چون سدیم و کلر و سمیت برخی عناصر ویژه، رشد گیاه را محدود میکند (پلجاکف مایر و همکاران، ۱۹۹٤). با افزایش شوری، عملکرد ماده خشک، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، سطح برگ، ارتفاع بوته و مقدار تعرق کاهش می‌یابد شوری همچنین موجب کاهش جذب فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم بوسیله ریشه و نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در اندام‌های هوایی می شود به علاوه شوری سبب افزایش جذب سدیم و کلر بوسیله ساقه و ریشه می‌شود (ایلاهی و همکاران، ۱۹۹٤). گیاهان شورزی (هالوفیت) گیاهانی هستند که تحمل بیشتری نسبت به شرایط شوری (۲۰۰ میلی مول سدیم کلرید) دارند (هاسیگاوا و همکاران، ۲۰۰۰). خرفه با نام علمی *Portulaca Oleracea* گیاهی است 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. خرفه به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین سبزیجات مورد استفاده انسان و همچنین به‌عنوان یک گیاه داروئی برای درمان تومورهای التهابی و علاوه بر این به‌عنوان یکی از منابع برای تولید رنگ آبی پیشنهاد شده است (امارا آلوالا و همکاران، ۱۹۹۱). کافی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که خرفه نسبت به سبزیجات دیگر تحمل بیشتری به شوری دارد و در شوری‌های متوسط می‌تواند عملکرد بهتری نسبت به سبزیجات دیگر داشته باشد. علم مد و همکاران (۲۰۱۵) پس از بررسی تحمل گونه‌های مختلف خرفه به شوری گزارش کردند که مقدار فتوسنتز و کلروفیل با افزایش شوری خاک به ١٦ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. بور از عناصر کم مصرف در گیاهان عالی است و دامنه سمیت و کمبود آن بسیار به هم نزدیک است (گوپتا و همکاران، ۱۹۸۵). با وجود این‌که عنصر بور به مقدار کم برای اکثر گیاهان مورد نیاز است ولی وجود آن برای رشد همه گیاهان ضروری است. بور در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، تشکیل جوانه های برگ و گل، متابولیسم هیدروکربن‌ها و انتقال آن‌ها و انتقال کلسیم، متابولیسم چربی در گیاه و غیره نقش مستقیم دارد (بلیوینس و لوکاسزوسکی، ۱۹۹۸). ارسلان و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که بر روی اثر سمیت بور بر رشد گوجه فرنگی انجام دادند گزارش کردند 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. طاریق و موت (۲۰۰٦) در تحقیقی با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف بور بر غلظت عناصر کم مصرف در گیاه ترب نشان دادند که با افزایش سطوح بور از صفر تا پنج میلی‌گرم در لیتر غلظت عناصر بور، آهن، مس و روی برگ افزایش معنی‌داری یافت. جاستن و کوتسچرا (۱۹۹۰) در مطالعه‌ای نشان دادند 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. با توجه به گسترش زمین‌های شور در ایران و اهمیت بور به عنوان عنصری مهم در تغذیه گیاهان، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم و بور آب آبیاری بر شاخص‌های رشد و غلظت عناصر غذایی کم مصرف در گیاه خرفه بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی برهمکنش شوری ناشی از نمک کلرید سدیم و بور آب آبیاری بر شاخص‌های رشد و غلظت عناصر غذایی کم مصرف گیاه خرفه یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳۵ تیمار و سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای به اجرا درآمد. برای این منظور از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک‌های تحت کشت اطراف دانشگاه زنجان به صورت مرکب نمونه خاک تهیه و جهت اعمال تیمارهای آزمایشی به گلخانه منتقل گردید. نتایج تجزیه خاک مورد مطالعه در جدول ۱ گزارش شده است.

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

نیتروژن کل (٪)	فسفر	پتاسیم	بور قابل جذب	بافت خاک	EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی (٪)	آهک کل (٪)	pH
	میلی گرم بر کیلوگرم							
۰/۱۶	۱۷/۹۱	۳۶۰	۰/۵	لومی	۰/۹	۱/۶۳	۲۶	۷/۹۵

تیمارهای آزمایشی شامل هفت سطح شوری از نمک کلرید سدیم (۰/۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دسی-زیمنس بر متر) و پنج سطح بور از منبع اسید بوریک (صفر ، ۰/۵، ۱، ۲ و ٤ میلی‌گرم بر لیتر) بودند. پس از هوا خشک شدن و آماده‌سازی خاک، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن از جمله قابلیت هدایت الکتریکی (کارتر و گریگوریج، ۱۹۹۰)، واکنش خاک (مسلیان، ۱۹۸۲)، بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و باودر، ۱۹۷۹)، درصد کربنات کلسیم معادل با روش کلسیمتری (لوپرت و سوارز، ۱۹۹٦)، میزان کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک (۱۹۳٤) میزان نیتروژن کل به روش برمنر و ملونسی (۱۹۸۲)، فسفر خاک به روش اولسن (۱۹۸۲) و پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (هلمک و و اسپارک، ۱۹۹٦) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و پس از آن از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند و سپس به جعبه‌های پلاستیکی ۲۰ کیلوگرمی با مساحت ۸۰۰ سانتی متر مربع و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری اضافه شدند. بذرهای گیاه خرفه داخل جعبه خاک کشت شدند. گلدان‌ها به‌مدت چهار ماه از اوایل خرداد تا اواخر شهریور ماه ۱۳۹۳ در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در طول دوره رشد گیاه، عملیات داشت شامل آبیاری و دفع علف‌های هرز و افزودن کود اوره طی سه مرحله ۲۵، ٤۵ و ٦۵ روز پس از کاشت به میزان یک گرم در لیتر برای جلوگیری از کمبود عنصر نیتروژن انجام شد.

همچنین ۲۰ روز پس از کاشت و 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. به منظور آبیاری پس از کاشت ابتدا و تا قبل از سبز شدن جوانه‌ها هر روز آبیاری انجام می‌گرفت و پس از سبز شدن بذرها به طور منظم و هفته ای دو بار تا رسیدن به حد ظرفیت مزرعه (FC) آبیاری شدند. برای تهیه تیمارهای آزمایشی از دو نوع نمک آزمایشگاهی سدیم کلرید ($NaCl$) و اسید بوریک ($H_3BO_3.\ 2\ H_2O$) استفاده شد. به منظور 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، ٦/۰۸۰، ۹/۲۸، ۱۲/٤۸، ۱۵/٦۸ گرم نمک سدیم کلراید بطور جداگانه در یک لیتر آب معمولی حل شد. همچنین به منظور تهیه سطوح بور شاهد، ۰/۵، ۱، ۲، ٤ میلی گرم در لیتر به ترتیب صفر، ٤/۵٤، ۹/۰۹، ۱۸/۱۸، ۳٦/۳٦ میلی‌گرم اسید بوریک بطور جداگانه در یک لیتر آب معمولی حل شد. سپس به میزان یکسان و به طور یکنواخت به داخل جعبه‌ها اضافه گردیدند. به منظور آبیاری ابتدا توزین گلدان‌ها در هر بار آبیاری، انجام می‌گرفت و میزان آب از دست رفته تا رسیدن گلدان‌ها به رطوبت ظرفیت مزرعه به گلدان‌ها اضافه می شد. علاوه بر این مقدار آب، معادل ۲۵ درصد آب مصرفی بصورت مازاد و برای شستشوی نمک‌های باقی مانده در خاک اضافه می‌گردید

www.SID.ir

بطوری‌که آب خارج شده از ته گلدان‌ها باعث شستشوی املاح شود. برداشت خرفه چهار ماه پس از کاشت انجام شد. در زمان برداشت شاخص‌های رشد از قبیل ارتفاع بوته، وزن خشک بخش هوایی و وزن خشک ریشه اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های گیاهی پس از آسیاب شدن و گذراندن مرحله هضم تر توسط اسیدنیتریک، اسیدکلریریک و آب اکسیژنه عصاره‌گیری شدند (وسترما، ۱۹۹۰). مقدار عناصر کم مصرف آهن، روی، مس و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (فران و همکاران، ۱۹۸۷). برای محاسبه آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ و همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد برای مقایسه میانگین داده‌ها و از نرم افزار Excel برای مرتب کردن داده‌ها و رسم نمودار استفاده گردید.

نتایج و بحث

شاخص‌های رشد گیاه

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر شوری و بور و بر هم کنش آن‌ها بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد افزایش میزان شوری آب آبیاری به بیش از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ارتفاع بوته گیاه شد (جدول ۳). نتایج اثر اصلی بور نشان داد افزایش میزان بور آب آبیاری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته شد (جدول ٤). مقایسه میانگین بر هم کنش بور و شوری نشان داد کاربرد آب آبیاری حاوی بور (از صفر تا ٤ میلی‌گرم بور بر لیتر) سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته شد. در تیمار شاهد (عدم استفاده از بور) با افزایش کاربرد کلرید سدیم ارتفاع بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش کاربرد بور آب آبیاری ارتفاع بوته کاهش یافت. بیشترین ارتفاع بوته از شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین ارتفاع آن از شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و چهار میلی‌گرم بور در لیتر آب آبیاری بدست آمد (جدول ۵). فرانکوئیس (۱۹۹٤) اظهار نمود که غلظت‌های بالا (شش دسی زیمنس بر متر) نمک، ارتفاع گیاه کلزا را تا ۵۰٪ کاهش داد که دلیل کاهش ارتفاع گیاه در سطوح بالای شوری ناشی از افزایش فشار اسمزی محلول خاک و در نتیجه کاهش جذب آب و عناصر لازم برای رشد از جمله نیتروژن می‌باشد. صالحی (۲۰۰٤) اثر کاهشی تنش شوری بر کاهش ارتفاع گیاه گندم را گزارش کردند. از عوامل اصلی تعیین کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، مصرف زیاد بور به دلیل ایجاد مسمومیت، غلظت عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و به تبع آن ارتفاع گیاه خرفه را کاهش داد. با کاهش غلظت نیتروژن پارانشیم و اسکلرانشیم ساخته نشده و در نتیجه گیاه خاصیت ارتجاعی خود را از دست می‌دهد و در اثر کاهش این خاصیت، طول رگبرگ‌ها و قطر برگ‌ها افزایش یافته و بر تعداد روزنه‌ها افزوده می‌شود و در نهایت ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد. پتروسن و مسگریگور (۱۹٦٦) گزارش کردند که با کاربرد بور عملکرد ذرت و در نتیجه ارتفاع ذرت کاهش یافت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های رشد گیاه خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع بوته	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه
سطوح کلرید سدیم	۶	۱۲۰/۷۳۱**	۰/۳۲۰**	۰/۰۱۱**
سطوح بور	۴	۱۵۰/۷۵۴**	۰/۷۰۵**	۰/۰۴۲**
کلرید سدیم × بور	۲۴	۱۰/۷۵۶**	۰/۰۹۹**	۰/۰۰۱**
خطا	۷۰	۱/۱۸۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
ضریب تغییرات	–	۵/۶۶	۱۲/۹	۱۰/۹۶

*و** به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشند و ns معنی‌دار نمی‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح شوری بر شاخص های رشد گیاه خرفه

سطوح شوری	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن خشک بخش هوایی (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)
۰/۵	۲۲/۲۵a	۰/۴۵۶a	۰/۱۰۷b
۲/۵	۲۲/۲۶a	۰/۴۷۷a	۰/۱۱۴a
۵	۱۸/۸۱b	۰/۲۱۷b	۰/۰۹۷c
۱۰	۱۸/۵۴bc	۰/۱۸۹c	۰/۰۸۵d
۱۵	۱۸/۰۲bc	۰/۱۷۷c	۰/۰۶۴e
۲۰	۱۷/۸۳c	۰/۱۴۹d	۰/۰۴۶f
۲۵	۱۶/۴۸d	۰/۱۳d	۰/۰۴۴f

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح بور بر اجزای عملکرد گیاه خرفه

سطوح بور	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن خشک بخش هوایی (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)
۰	۲۳/۳۷a	۰/۵۸۲a	۰/۱۵۲a
۰/۵	۱۸/۸۴b	۰/۲۱۴b	۰/۰۷۷b
۱	۱۸/۵۳bc	۰/۱۷c	۰/۰۷۶b
۲	۱۷/۸۶cd	۰/۱۶c	۰/۰۶۳c
۴	۱۷/۳۸d	۰/۱۵۷c	۰/۰۲۹۹d

وزن خشک بخش هوایی و ریشه

اثر شوری و بور و بر هم کنش آن‌ها بر وزن خشک ریشه و وزن خشک بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵ به ۲/۵ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش وزن خشک بخش هوایی و وزن خشک ریشه گیاه خرفه شد ولی افزایش بیشتر آن سبب کاهش معنی‌دار این صفات شد (جدول ۳). با افزایش میزان بور آب آبیاری وزن خشک بخش هوایی گیاه و وزن خشک ریشه کاهش معنی-دار یافت (جدول ٤). نتایج بر هم کنش سطوح مختلف شوری و بور آب آبیاری بر وزن خشک بخش هوایی گیاه و وزن خشک ریشه نشان داد کاربرد آب آبیاری حاوی بور (از صفر تا چهار میلی‌گرم بور بر لیتر) سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی و ریشه شد. در تیمار شاهد (عدم استفاده از بور) با افزایش کاربرد آب آبیاری حاوی کلرید سدیم (۰/۵ تا ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) وزن خشک بخش هوایی و ریشه کاهش یافت. بیشترین وزن خشک بخش هوایی و وزن خشک ریشه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی‌گرم بر لیتر بور آب آبیاری و کمترین وزن آن‌ها از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و چهار میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۵). کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه و وزن خشک ریشه در اثر شوری به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش طول مدت فعال فتوسنتزی برگ و کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای از ریشه به اندام هوایی می‌باشد. سطح اندام‌های فتوسنتز کننده در اثر تنش شوری بر اثر مرگ تعدادی از برگ‌ها بسیار کاهش می‌یابد و راندمان فتوسنتز برگ‌های باقی مانده نیز زیاد نمی‌باشد. از طرفی انتقال کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی از ریشه به اندام هوایی در شرایط شوری نسبت به شرایط طبیعی کمتر است، در نتیجه بیوماس تولید شده در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد (دمیر کایا و همکاران، ۲۰۰٦). دلیل کاهش بیوماس بخش هوایی و ریشه با کاربرد بور سمیت این عنصر می‌باشد. برخی محققان گزارش کردند که مسمومیت بور در نتیجه‌ی کاهش تبخیر و تعرق، عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (بنگال و شاهین، ۲۰۰۲). غلظت بالای بور با جلوگیری از انبساط دیواره سلولی و رشد ریشه و نیز کاهش شدید سطح برگ و به تبع آن ظرفیت فتوسنتز، می‌تواند باعث کاهش رشد کلی گیاه شود (چاتزیساویدیس و همکاران، ۲۰۰۸). یکی

www.SID.ir

از علایم بارز سمیت بور ممانعت از رشد طولی ریشه می‌باشد، چرا که این عنصر از مهم‌ترین اجزاء تشکیل دهنده دیواره سلولی اولیه بوده و مقادیر بیش ازحد آن باعث اختلال در فرآیند ساخت دیواره سلولی می شود و باعث کاهش وزن گیاه می‌شود (اردیک و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۵- مقایسه میانگین بر هم کنش شوری و بور بر اجزای عملکرد گیاه خرفه

سطوح بر	سطوح شوری	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن خشک بخش هوایی (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	آهن	روی	مس	منگنز
					میلی گرم در کیلو گرم			
	۰/۵	۳۱/۱۶ a	۱/۲۹ a	۰/۲۴ a	۴۸/۱ jk	۳۲/۱۳ o	۲۹/۱ a	۵۱/۶ rq
	۲/۵	۲۷/۰۸ b	۱/۱۷۵ b	۰/۱۹۶ b	۵۳/۲ gh	۳۶/۲ mn	۱۹/۱ b	۶۷/۴ h-k
	۵	۲۱/۹۵ d	۰/۴۳۶ d	۰/۱۹۳ b	۵۳/۰۸ gh	۴۵/۶۳ ij	۱۱/۴ g	۸۰/۵ cd
۰	۱۰	۲۱/۴۳ de	۰/۳۶۳ e	۰/۱۵۳ c	۶۳/۶۵ bc	۵۸/۱۳ bc	۹/۳۱ ij	۶۹/۳۶g-j
	۱۵	۲۱/۲۸ de	۰/۳۴۳ e	۰/۱۳۵ d	۶۰/۱۳ c-e	۴۹/۷ f-h	۸/۷۰ jk	۶۱/۶ l-n
	۲۰	۲۰/۹۸ d-f	۰/۲۵ gh	۰/۰۷۳ hi	۵۹/۵ de	۳۴/۱ no	۸/۱۶ j-l	۵۳/۲۶pq
	۲۵	۱۹/۶۶ e-h	۰/۲۱۶ g-j	۰/۰۷۳ hi	۵۷/۸۰ ef	۲۴/۹ p	۷/۷۰ k-m	۴۴/۱۶ s
	۰/۵	۲۱/۹ d	۰/۲۳ g-i	۰/۰۷۳ hi	۴۷/۱ k	۳۶/۶ mn	۱۴/۴ e	۷۳/۷۳ e-g
	۲/۵	۱۹/۱f-i	۰/۵۵۳ c	۰/۱۳۶ d	۶۱/۴۵ b-d	۵۰/۸ e-g	۱۹/۹۵ b	۷۴/۵۶ e-g
	۵	۱۸/۴۶ h-j	۰/۱۵۶ j-m	۰/۱۰۳ ef	۶۴/۶۳ b	۴۶/۶ hi	۱۵/۷۵ d	۷۷/۴۵ d-f
۰/۵	۱۰	۱۸/۴۳h-j	۰/۱۵۵ j-m	۰/۰۹۳ fg	۹۳/۶۵ a	۴۴/۰۳ ij	۸/۲۶ j-l	۶۴/۴۳ i-m
	۱۵	۱۸/۴۳ h-j	۰/۱۵۶ j-m	۰/۰۵۸ i-l	۶۳/۱۳ bc	۴۳/۵ i-k	۵/۷۵ no	۶۳/۶۱ k-m
	۲۰	۱۸/۴۳ h-j	۰/۱۴ k-l	۰/۰۳۶ n-p	۵۲/۷ gh	۳۹/۳۶ ml	۴/۹۳ op	۶۰/۷ m-o
	۲۵	۱۷/۱۳i-m	۰/۱۱ m	۰/۰۴ m-p	۴۱/۷۳ ml	۳۵/۵ n	۱/۶ s	۴۶/۶ rs
	۰/۵	۲۰/۷d-g	۰/۲ h-k	۰/۰۸۷ gh	۵/۴۶ gh	۵۰/۵ e-g	۱۷/۳ c	۶۸/۲۶ h-k
	۲/۵	۲۵/۲۸ c	۰/۲۷۶ fg	۰/۱۱ e	۵۴/۰۵ gh	۵۲/۷ d-f	۱۳/۸ c	۷۹/۱ de
	۵	۱۸/۵ h-j	۰/۱۴ k-m	۰/۰۸۳ gh	۵۵/۶ fg	۶۴/۲۶ a	۱۲/۷۳ f	۸۵/۴۱ c
۱	۱۰	۱۷/۶۳h-m	۰/۱۲۶ lm	۰/۰۸ gh	۶۰/۵۵ c-e	۴۶/۶ hi	۸/۳ j-l	۶۹/۹ g-i
	۱۵	۱۶/۰۶l-n	۰/۱۲۶ lm	۰/۰۷ h-j	۴۶/۸ k	۴۵/۵ ij	۷/۶۶ k-m	۶۶/۷۸ i-l
	۲۰	۱۵/۹۱ l-n	۰/۱۱۶ lm	۰/۰۶ i-l	۴۳/۴۳ l	۳۴/۰۶ no	۶/۷ mn	۵۹/۱ m-o
	۲۵	۱۵/۶۱ mn	۰/۱۱۳ m	۰/۰۵ j-m	۴۱/۸ ml	۳۱/۷ o	۳/۹۳ pq	۴۶/۵ rs
	۰/۵	۱۷/۷۱h-l	۰/۲۴ g-i	۰/۰۷۴ h	۴۳/۱۵ l	۵۹/۳۶ b	۱۴/۳ e	۹۸/۲۳ a
	۲/۵	۱۸/۶۱hi	۰/۲ h-k	۰/۰۸۶ gh	۵۰/۹۵ i-h	۶۴/۱ a	۱۲/۷ f	۹۱/۴۶ b
	۵	۱۸/۷۸ g-i	۰/۲ h-k	۰/۰۷۲ hi	۵۱/۸۵ hi	۵۵/۷ cd	۱۲/۴۵ f	۵۶/۰۳ o-q
۲	۱۰	۱۸/۷۱ g-i	۰/۱۶۶ j-m	۰/۰۷ h-j	۶۰/۸۵ c-e	۴۹/۳۶ gh	۹/۹۵ hi	۶۴/۱ j-m
	۱۵	۱۸/۷۰ g-i	۰/۱۴۳ k-m	۰/۰۵۳ k-m	۵۰/۶ h-j	۴۵/۵ ij	۷/۱۳ lm	۶۳/۳ k-m
	۲۰	۱۸/۱۵ h-k	۰/۱۳۳ lm	۰/۰۴۳ m-o	۴۹/۰۵ i-k	۴۲/۷۳ jk	۵/۸۳ no	۵۵/۷۵ o-q
	۲۵	۱۴/۳۸ n	۰/۱۱ m	۰/۰۳۹ m-p	۴۷/۰۶ k	۳۱/۰۳ o	۲/۷۶ r	۴۶/۴ rs
	۰/۵	۲۰/۷۸ d-f	۰/۳۲۳ fe	۰/۰۵ k-n	۲۹/۶ o	۵۸/۸۳ bc	۱۰/۵ gh	۹۵/۱۶ ab
	۲/۵	۲۱/۲۳ de	۰/۱۸ i-l	۰/۰۴ m-p	۳۸/۰ n	۵۳/۲۵ de	۹/۹ hi	۸۴/۹ c
	۵	۳۳/۱۶ k-m	۰/۱۵۳ j-m	۰/۰۳۱ o-q	۵۳/۱۵ gh	۵۶/۶ bc	۹/۸۵ hi	۷۵/۷۵ d-f
۴	۱۰	۱۶/۴۸ j-m	۰/۱۳۶ k-m	۰/۰۲۸ o-q	۶۳/۲ bc	۳۹/۱ ml	۸/۸ i-k	۷۲/۷ f-h
	۱۵	۱۵/۶۳ mn	۰/۱۶۶ lm	۰/۰۲۵ pq	۵۷/۴ ef	۴۰/۸ kl	۴/۶۳ p	۶۷/۴۵ h-k
	۲۰	۱۵/۶۵ mn	۰/۱۰۸ m	۰/۰۱۸ q	۵۱/۱ h-j	۲۷/۴۵ p	۴/۰۳ pq	۵۷/۱۱ n-p
	۲۵	۱۵/۶ mn	۰/۱۰۳ m	۰/۰۱۵۶ q	۳۹/۳ mn	۳۰/۷۵ o	۳/۳ rq	۳۸/۲۵ t

حروف مشابه هر ستون به صورت جداگانه نشانگر عدم تفاوت در سطح پنج درصد می‌باشد.

غلظت عناصر کم مصرف در بخش هوایی گیاه

آهن

اثر شوری و بور و بر هم کنش آن‌ها بر غلظت آهن بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار بود (جدول ٦). افزایش شوری آب آبیاری تا میزان ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن در بخش هوایی گیاه و افزایش بیشتر شوری تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش معنی‌دار غلظت آهن در بخش هوایی گیاه شد (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین اثر بور بر روی غلظت آهن بخش هوایی نشان داد که غلظت آهن با افزایش میزان بور آب آبیاری از صفر به ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بطور معنی‌داری افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر آن بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین بر هم کنش شوری و بور نشان داد افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن در بخش هوایی گیاه شد. در تیمار شاهد (صفر میلی‌گرم بر لیتر بور) با کاربرد شوری از ۰/۵ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر غلظت آهن در بخش هوایی ۳۲/۳۲ درصد افزایش ولی با افزایش شوری از ۱۰ تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر مقدار آهن در بخش هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش میزان بور آب آبیاری در ابتدا (از صفر تا یک میلی‌گرم در لیتر) غلظت آهن افزایش و با افزایش بیشتر آن (از یک تا چهار میلی‌گرم بر لیتر) غلظت آهن کاهش یافت. در شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر با افزایش بور از صفر به یک میلی‌گرم در لیتر میزان آهن ۱۳/۲۲ درصد افزایش یافت. ولی با افزایش بور از یک تا چهار میلی‌گرم بر لیتر میزان آهن در بخش هوایی کاهش یافت. بیشترین غلظت عنصر آهن در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و چهار میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۵). درسطوح پایین شوری، فراهمی فلز آهن به دلیل تشکیل کمپلکس محلول این فلز با کلرید در خاک و یا به دلیل افزایش قدرت یونی بر اثر شوری و در نتیجه افزایش حلالیت فازهای جامد کنترل کننده فعالیت فلزات در خاک‌ها افزایش یافته است و به همین دلیل غلظت آن در گیاه افزایش یافته است، اما در سطوح بالای شوری وجود مقادیر بالای یون سدیم در خاک و توانایی رقابت آن با سایر کاتیون‌ها (از جمله آهن) سبب کاهش جذب آن توسط گیاه شده است مقادیر زیاد کلرید سدیم در محیط می‌تواند جذب آهن را تحت تأثیر قرار داده و کمبود یا سمیت آهن را تشدید کند (یوسفی و همکاران، ۲۰۰۷). بور در فرایندهای فیزیولوژیکی که انتقال و جذب عناصر روی، آهن و منگنز را کنترل می‌کنند دخالت دارد (داوی و کانان، ۱۹۸۱). ننووا (۲۰۰۸) با انجام یک آزمایش آبکشت، گزارش کرد که کمبود آهن و تیمار شوری، جذب و غلظت آهن در ریشه و شاخساره نخود را کاهش داد. مس و همکاران (۱۹۷۲) گزارش کردند که غلظت عنصر آهن، در بخش هوایی گیاهان گوجه فرنگی، سویا و کدو با افزایش میزان سدیم کلراید افزایش یافت که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر غلظت عناصر کم مصرف بخش هوایی گیاه خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		آهن	روی	مس	منگنز
سطوح کلرید سدیم	۶	۹۶۸/۶۶**	۱۰۴۹/۷۵**	۳۷۰/۸۰**	۲۳۵/۵۶**
سطوح بور	۴	۵۹۱/۸۲**	۲۸۹/۴۷**	۱۰۰/۲۵**	۲۴۴/۸۴**
کلرید سدیم × بور	۲۴	۱۵۹/۸۶**	۱۶۵/۱۰**	۲۵/۷۲**	۲۷۴/۸۶**
خطا	۷۰	۳/۵۴	۳/۳۳۲	۰/۴۱۲	۹/۱
ضریب تغییرات	–	۳/۵۴	۴/۱۰۳	۶/۴۰	۴/۵۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح شوری بر غظلت عناصر کم مصرف گیاه خرفه

سطوح شوری	آهن	روی	منگنز	مس
۰/۵	۴۴/۲۸d	۴۷/۴۹c	۷۷/۴a	۱۷/۱۲a
۲/۵	۵۱/۳c	۵۱/۴b	۷۹/۴۹a	۱۵/۰۹b
۵	۵۵/۶۶b	۵۳/۷۶a	۷۵/۰۳b	۱۲/۴۴c
۱۰	۶۸/۳۸a	۴۷/۴۵c	۶۸/۱c	۸/۹۳d
۱۵	۵۵/۶۱b	۴۵d	۶۴/۵۵d	۶/۷۷e
۲۰	۵۱/۱۶c	۳۵/۵۴e	۵۷/۲۰e	۵/۹۳f
۲۵	۴۵/۵۴d	۳۰/۷۸f	۴۴/۳۸f	۳/۸۶g

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح بور بر بر غظلت عناصر کم مصرف گیاه خرفه

سطوح بور	آهن	روی	منگنز	مس
۰	۵۶/۴۹b	۴۰/۱۱e	۶۱/۱۳d	۱۳/۳۵a
۰/۵	۶۰/۶۳a	۴۲/۳۴d	۶۵/۸۷c	۱۰/۱b
۱	۵۰/۸۱c	۴۶/۴۸b	۶۷/۸۶b	۱۰/۰۶b
۲	۵۰/۵۰c	۴۹/۶۹a	۶۷/۸۹b	۹/۳۰c
۴	۴۷/۳۹d	۴۳/۸۳c	۷۰/۲a	۷/۲۹d

روی

اثر شوری و بور و بر هم کنش آن‌ها بر غلظت روی بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٦). افزایش شوری آب آبیاری تا میزان پنج دسی زیمنس بر متر سبب افزایش معنی‌دار غلظت روی در بخش هوایی گیاه شد ولی افزایش بیشتر آن سبب کاهش معنی‌دار غلظت آن گردید (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین اثر بور بر روی غلظت روی در بخش هوایی گیاه خرفه نشان دادکه با افزایش میزان بور آب آبیاری تا غلظت دو میلی‌گرم بر لیتر غلظت روی به طور معنی‌داری افزایش و سپس به مقدار زیادی کاهش یافت (جدول ۸). نتایج بر هم کنش شوری و بور نتایج نشان داد در تیمار شاهد (صفر میلی گرم بر لیتر بور) با افزایش شوری از ۰/۵ به ۱۰ دسی-زیمنس بر متر غلظت روی ۸۰/۹۲ درصد افزایش ولی با افزایش بیشتر شوری از ۱۰ تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر غلظت روی در بخش هوایی کاهش یافت. کاربرد بور در ابتدا (از صفر تا دو میلی‌گرم بر لیتر) باعث افزایش غظلت روی در بخش هوایی گیاه شد ولی پس از آن (از ۲ تا ٤ میلی‌گرم بر لیتر) غلظت روی در بخش هوایی کاهش یافت. در تیمار شوری ۰/۵ کاربرد بور به اندازه دو میلی‌گرم بر لیتر غظلت روی را ۸٤/۷۸ درصد افزایش داد. بیشترین غلظت عنصر روی در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر و چهار میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۵).

در سطوح پایین شوری، فراهمی فلز روی به دلیل تشکیل کمپلکس محلول این فلز با کلرید در خاک و یا به دلیل افزایش قدرت یونی بر اثر شوری و در نتیجه افزایش حلالیت فازهای جامد کنترل کننده افزایش یافته است و به همین دلیل غلظت آن در گیاه افزایش یافته است، اما در سطوح بالای شوری وجود مقادیر بالای یون سدیم در خاک و توانایی رقابت آن با سایر کاتیون‌ها (از جمله روی) سبب کاهش جذب آن توسط گیاه شده است (اسمولدر و مسلاوگلین، ۱۹۹٦). دوران زوآزو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تحت تنش شوری، غلظت روی در ساقه و ریشه انبه کاهش یافت. مس و همکاران (۱۹۷۲) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند این محققین دریاقتند که که غلظت عنصر روی، در بخش هوایی گیاهان گوجه فرنگی، سویا و کدو با افزایش میزان سدیم کلراید افزایش یافت. نتایج این مطالعه درستی این ادعا را به درستی ثابت میکند. لامبین و باتیز (۱۹۸۲) دریافتند که با افزایش سطوح

www.SID.ir

Archive of SID

بور تا غلظت دو میلی‌گرم بر لیتر جذب روی در گیاهان یونجه و سویا افزایش یافت؛ که با نتایج این مطالعه هماهنگی دارد. در گیاه گوجه فرنگی مقادیر بالای بور مصرفی تأثیر سینرژیستی بر جذب عناصر غذایی داشت (کارپنا ارتز و کارپنا رویز، ۱۹۸۷).

مس

اثر شوری و بور و بر هم کنش آن‌ها بر غلظت مس بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٦). نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری غلظت مس در بخش هوایی گیاه بطور معنی-داری کاهش پیدا کرد. (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی بور بر روی جذب مس نشان داد که با افزایش میزان بور آب آبیاری بطور معنی‌داری کاهش یافت. (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات بر هم کنش شوری و بور نشان داد با افزایش شوری و بور غلظت مس در بخش هوایی گیاه کاهش یافت. بیشترین غلظت عنصر مس 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 ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۵). علت کاهش جذب عناصر کم مصرف از جمله مس در شرایط شور می‌تواند ناشی از جذب بیشتر عناصری مانند سدیم، منیزیم و کلسیم باشد (الفولی و همکارن، ۲۰۰۱). والمیز و آلریچ (۱۹۷۱) گزارش کردند که با افزایش سطح بور در محلول غذایی مجموع کل کاتیون‌ها و آنیون‌ها در برگ‌های گیاه نیشکر کاهش یافت که نشان می‌دهد مقادیر زیاد بور سبب کاهش مقدار کاتیون‌ها و آنیون‌ها می-شود که این امر احتمالا به دلیل اثر رقت می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان داده است که غلظت مس در برگ و شاخساره ذرت کشت شده در خاک (راهمن و همکاران، ۱۹۹۳) و محلول غذایی (ایزو و همکاران، ۱۹۹۱) با افزایش شوری کاهش یافت که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. برخی از پژوهشگران گزارش کردند که تأثیر منفی سطوح بالای بور به دلیل اثرات سمی این عنصر بر سلول‌های ریشه بوده که باعث ایجاد اختلال در فرآیند جذب عناصر غذایی می‌شود (تریق و همکاران، ۲۰۰٦).

منگنز

اثر شوری و بور و بر هم کنش آن‌ها بر غلظت منگنز بخش هوایی گیاه خرفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٦). افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵ به ۲/۵ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش غلظت عنصر منگنز در بخش هوایی گیاه شد ولی افزایش بیشتر آن سبب کاهش معنی‌دار آن شد (جدول ۷). با افزایش میزان بور آب آبیاری غلظت منگنز بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات بر هم کنش شوری و بور نشان داد در ابتدا با افزایش شوری (از ۰/۵ تا پنج دسی‌زیمنس بر متر) غلظت منگنز در بخش هوایی افزایش و پس از آن (از شوری ۰/۵ تا ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) غلظت منگنز در بخش هوایی کاهش یافت. در تیمار شاهد (صفر میلی‌گرم بر لیتر بور) با افزایش شوری از ۰/۵ با پنج دسی‌زیمنس بر متر غلظت روی ٥٦ درصد در بخش هوایی گیاه افزایش یافت. در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری با افزایش غظلت بور از صفر به دو میلی‌گرم بر لیتر غلظت منگنز در بخش هوایی ۹۰/۳٦ درصد افزایش داد. بیشترین غلظت عنصر منگنز در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و چهار میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۵). مس و همکاران (۱۹۷۲) گزارش کردند که غلظت عنصر منگنز، در بخش هوایی گیاهان گوجه فرنگی و سویا با افزایش میزان سدیم کلراید افزایش ولی در بخش هوایی گیاه کدو کاهش یافت. با افزایش میزان بور آب آبیاری غلظت منگنز بطور معنی‌داری افزایش یافت بیشترین غلظت این عنصر در بخش هوایی گیاه از غلظت چهار میلی گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن

www.SID.ir

Archive of SID

از تیمار شاهد حاصل شد (شکل ۸). مقایسه میانگین اثرات بر هم کنششوری و بور نشان داد که بیشترین غلظت عنصر منگنز در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری و کمترین غلظت آن از تیمار دارای شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ٤ میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد (جدول ۳). نتایج مطالعات الفولی و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که با افزایش سطوح شوری، تقریباً تمام عناصر غذایی کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) در بافت‌های مختلف گندم و باقلا کاهش یافتند. لومبین و باتیز (۱۹۸۲) گزارش کردند که با افزایش سطوح بور جذب منگنز در گیاهان یونجه و سویا افزایش یافت که علت آن سمیت بور در گیاه می‌باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج اثر اصلی شوری در این مطالعه گیاه خرفه در شرایط گلخانه‌ای تا شوری آب ۲/۵ دسی زیمنس بر متر بیشترین عملکرد را دارد. وجود بور در آب آبیاری منجر به مسمومیت گیاه خرفه و کاهش وزن تر و خشک بخش بخش هوایی، ارتفاع گیاه و همچنین کاهش غلظت عناصر غذایی منیزیم و مس در بخش هوایی گیاه خرفه شد. با افزایش سطح بور آب آبیاری غلظت منگنز و بور در بخش هوایی گیاه افزایش یافت. بیشترین مقدار وزن خشک بخش هوایی و ریشه و ارتفاع بوته از شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و سطح بور صفر میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. بیشترین غلظت عنصر آهن در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر و ۰/۵ میلی-گرم در لیتر بور آب آبیاری بیشترین غلظت عنصر روی در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری، بیشترین غلظت عنصر مس در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و صفر میلی-گرم در لیتر بور آب آبیاری و بیشترین غلظت عنصر منگنز در بخش هوایی گیاه خرفه از تیمار دارای شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و دو میلی‌گرم در لیتر بور آب آبیاری بدست آمد. 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 به طوری که در تیمارهای صفر میلی‌گرم بر لیتر بور با غلظت‌های متفاوت کلرید سدیم گیاه عملکرد بهتری نسبت به کاربرد همزمان بور و کلرید سدیم داشت.

فهرست منابع

1. Alam, M., Juraimi, A. S., Rafii, M. Y., and Abdul Hamid, A. 2015. Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of Purslane (Portulaca oleracea L.) accessions. BioMed research international: 2015.
2. Ardic, M., Sekmen, A. H., Turkan, I., Tokur, S. and Ozdemir, F. 2009. The effects of boron toxicity on root antioxidant systems of twe chickpea cultivars. Plant and Soil. 314: 99-108.
3. 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.
4. Blevins, D. G., & Lukaszewski, K. M. 1998. Boron in plant structure and function. Annual review of plant biology, 49(1), 481-500.
5. Bremner J. M., and Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen total. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties,595-624.
6. Carpena-Artes, O. and Carpena-Ruiz, R. O. 1987. Effect of boron in tomato plant. Leaf evaluation. Agrochimica. 31: 391-400.
7. Carter M.R., and Gregorich E.G. 2008. Soil Sampling and Methods Analysis. 2nd Edition. Canadian Society of Soil Science Publisher, pp. 823
8. Chatzissavvidis, C., Therios, I., Antonopoulou, C. and Dimassi, K. 2008. Effect of high boron concentration and scion-rootstock combination on growth and nutritional status of

www.SID.ir

Archive of SID

olive plant. Journal of Plant Nutrition. 31: 638-658.
9. Dave, I. C. and Kannan, S. 1981. Influence of boron deficiency on micronutrients absorption by phaseolus vulgaris and protein contents in Cotyledons. Acta physiologiae plantarum. 3: 27-32.
10. 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.
11. Duran Zuazo, V. H., A. Martinez-Raya, J. Aguilar Ruiz and D. Franco Tarifa. 2005. Impact of salinity on macroand micro- nutrient uptake in mango (Mangifera indica L. cv. Osteen) with different rootstocks. Spanish J. Agric. Res. 2(1): 121-133.
12. El-Fouly, M., Z. M. Mobarak and Z. A. Salama. 2001. Micronutrient spray as a tool to increase tolerance of faba bean and wheat plants to salinity. Proc. of XIV Intl. Plant Nutrition Colloquium, 28 July- 4 Aug., 2001, Hanover, Germany, pp. 422-423.
13. 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.
14. Ferran, J., A. Bonvalet and E. Casassas. 1987. New masking agents in the azomethine-H method for boron determination in plant tissues. Agrochimica 32:171.
15. Francois, L. E. 1994. The moment of frost injury. European Journal of Agronomy. 86: 233.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Helmke P.H., and Spark D.L. 1996. Potassium, P 551-574. In: D.L. Sparks and A.L. Page (Eds.), Methods of Soil Analysis. SSSA, Inc. ASA, Inc. Madison, WI.
20. Izzo, R., F. Navari- Izzo and M. F. Quartacci. 1991. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. J. Plant Nutr. 14: 687-699.
21. Kafi, M., and Rahimi, Z. 2011. Effect of salinity and silicon on root characteristics, growth, water status, proline content and ion accumulation of purslane (Portulaca oleracea L.). Soil Science and Plant Nutrition. 57(2): 341-347.
22. Loeppert R.H., and Suarez D.L. 1996. Carbonate and Gypsum, P 437-474. In: D.L. Sparks et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis. SSSA, Inc. ASA, Inc. Madison, WI.
23. Lombin, G. L. and Bates, T. E. 1982. Comparative responses of peanuts, alfalfa and soybeans to varying rate of boron and manganese on two calcareous Ontario soils. Canada Journal Soil. 62: 1-Valmis J., and Ulrich A. 1971. Boron nutrition in the growth and sugar content of sugar beets. American Journal. Sugarbeet Technol, 16: 428-439.
24. Maas, E. V. and Garber, M. J. 1972. Influence of Salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plant. Agronomy Journal. 64: 793-795.
25. McLean E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, 199-224.
26. Munns and Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.
27. Nenova, V. 2008. Growth and mineral content ratios of pea plants under different salinity levels and iron supply. J .Plant Physiol. 34 (3-4): 189-202.
28. Olsen S.R., and Sommers L.E. 1982. Phosphorus, P 539-579. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of soil analysis. Part 2. Chemical microbiological properties. American Society of Agronomy. Inc. Soil Science of America. Inc. Madison. Wisconsin. USA.
29. 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.

www.SID.ir

Archive of SID

30. Peterson, J. R., & MacGregor, J. M. (1966). Boron fertilization of corn in Minnesota. Agronomy Journal, 58(2), 141-142.
31. 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.
32. Rahman, S., G. F. Vance and L. C. Munn. 1993. Salinity induces effects on the nutrient status of soil, corn leaves and kernels. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 2251-2269.
33. Salehi, M. 2004. The effect of increase of CO2 and salinity, aridity and Nitrogen stresses on some of physiological and morphological of spring wheat. Agriculture faculty of Ferdowsi University.
34. 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.
35. Smolders, E., and Mclaughlin, M. J. 1996. Effect of Cl on Cd uptake by swiss chard in nutrient solution. Plant and Soil. 179: 57-94.
36. 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.
37. 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
38. Westerma R.E.L. 1990. Soil testing and plant analysis. SSSA. Madison Wisconsin, USA.
39. Yousfi, S., M. Wissal, H. Mahmoudi, C. Abdelly and M. Gharsalli. 2007. Effect of salt on physiological responses of barley to iron deficiency. J. Plant Physiol. Biochem. 45: 309-314.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Salinity and Boron Content of Irrigation Water on Growth and Micronutrient Concentrations of Purslane Plant

S .Moradi, A .Gholchin, S. E Sepehr, and M .Vafaee [1] [*]

Former M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.
s.moradi072@gmail.com
Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.
agolchin2011@yahoo.com
Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
e.sepehr@urmia.ac.ir
Former M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.
Vafaee.mosayeb67@gmail.com

Abstract

The effects of salinity and boron content of irrigation water on growth and micronutrient concentrations of purslane plant were studied. The growing population of the world and increasing demand for food has led to the unavoidable utilization of saline soils for crop production. Purslane is an annual herbaceous plant that grows well in saline soils. Boron (B) is an essential element for plants and may exist in toxic concentrations in saline soils, but the plants require it in small amount. To evaluate the effects of salinity and B levels of irrigation water on the yield and micronutrient concentrations of purslane plant, a factorial experiment with a completely randomized design in three replications and 35 treatments was conducted in greenhouse condition. The irrigation water had the salinity levels of 0.5, 2.5, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 and 25.0 dS/m and boron contents were 0, 0.5, 0, 1, 2, and 4 mg/liter. The results showed that the highest dry weight for aerial parts (1.29 gr) and root (0.24 gr) and the highest plant height (31.16 cm) and concentration of copper (29.1 mg. kg^{-1}) in aerial parts were measured for the treatments irrigated by water with the salinity level of 0.5 dS/m and boron level of 0 mg/L. The highest concentration of iron (93.65 mg. kg^{-1}) in aerial parts was measured for the plants irrigated by water with the salinity level of 10 dS/m and boron concentration of 0.5 mg/L. The highest concentration of zinc (64.26 mg. kg-1) in aerial parts was measured for the treatments irrigated by water with the salinity level of 2.5 dS/m and boron level of 2 mg/L. The highest concentration of manganese (98.26 mg. kg^{-1}) in aerial parts was obtained from the treatments irrigated by water with the salinity level of 0.5 dS/m and boron level of 2 mg/L. In general, the results of this study indicate that for obtaining high yields of purslane plant, the salinity level of irrigation water should not be higher than 2.5 dS/m and the boron level should be less than 0.5 mg/L.

Keywords: Boric acid; Sodium chloride; Iron; Manganese; Purslane yield

1 -Corresponding author: Department of Soil Science, College of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran
* - Received: January 2018 and Accepted: November 2018

www.SID.ir