

## تأثیر سوپرچاذب و مدیریت تلفیقی کودهای شیمیائی و آلی بر کاهش سمیت بور در نهال نارنج (*Citrus aurantium*)

جواد سرحدی<sup>۱</sup>، صابر حیدری<sup>۱\*</sup>، مهتری شریف<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۴

### چکیده

جنوب استان کرمان با تولید مرکبات در حدود ۵۰۰ هزار تن در سال، رتبه سوم در کشور را دارا می‌باشد. یکی از عوامل محدودکننده تولید در منطقه از نظر کمی و کیفی غلظت برخی عناصر بویژه بور (B) در آب آبیاری است. بررسی اثر کود آلی، سوپرچاذب و کود شیمیایی به همراه کلسیم بر کاهش سمیت بور آب آبیاری بر نهال نارنج بصورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال‌های ۹۶ و ۹۷ انجام گرفت. عوامل شامل کود گاوی در دو سطح (۰ و ۲ درصد وزنی)، سوپرچاذب با سه سطح (۰، ۰/۱، ۰/۲۵ درصد وزنی) و کودهای شیمیایی در سه سطح (شاهد، مصرف متعادل کودهای شیمیایی بدون کلسیم بر اساس آزمون خاک و مصرف متعادل کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک به همراه کلسیم از منبع نیترات کلسیم) بودند. آبیاری به روش قطره‌ای و با آب دارای EC ۸۴۵ میکروزیمنس بر سانتیمتر و غلظت بور ۱/۵۵ میلی‌گرم در لیتر انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثرات ساده و تلفیقی سوپرچاذب، کودهای شیمیایی و آلی بر درصد برگ‌های دارای علائم سمیت بور، غلظت بور در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین غلظت بور در برگ (۱۴۴/۳ mg/kg) در تیمار شاهد با بیشترین تعداد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور (۲۲/۹۷ درصد) و کمترین غلظت پتاسیم، منیزیم، آهن و روی مشاهده شد. تیمار مصرف توأم ۲ درصد ماده آلی + ۰/۲۵ درصد سوپرچاذب + مصرف متعادل کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک (بدون کلسیم) کمترین درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور و کمترین مقدار بور را داشت اما بالاترین درصد افزایش منیزیم (۱۳۶/۴)، پتاسیم (۱۹۷/۴)، آهن (۱۳۹) و روی (۱۲۳) را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. نتایج نشان داد که کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی به همراه سوپرچاذب در خاک‌های با سمیت بور قادر به کاهش اثرات سمیت و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** کود گاوی، مسمومیت بور، عناصر غذایی میکرو، سوپرچاذب

سرحدی ج.، حیدری ص.، شریف م. ۱۴۰۱. تأثیر سوپرچاذب و مدیریت تلفیقی کودهای شیمیائی و آلی بر کاهش سمیت بور در نهال نارنج (*Citrus aurantium*). تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۰، شماره ۲، صفحه: ۵۴-۶۵.

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت

۲- کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت  
\* پست الکترونیک: [s.hevdary@areeo.ac.ir](mailto:s.hevdary@areeo.ac.ir)

## مقدمه

با توجه به توسعه کشاورزی، استفاده کارآمد از منابع محدود آب در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال در بیشتر این مناطق، شوری آب اثرات منفی زیادی بر عملکرد بسیاری از محصولات باغی داشته است (Bañuls & Primo-Millo, 1992). بور (B) از جمله عناصر کم مصرف محسوب می‌شود و کمبود آن در گیاه می‌تواند منجر به کاهش تقسیم سلولی و اختلال در گلدهی گیاه گردد. با این حال، غلظت بالای آن در گیاه می‌تواند منجر به مسمویت شود. مهمترین عامل افزایش بور خاک، وجود مقادیر بالای آن در آب آبیاری است (Reid *et al.*, 2004). مرکبات جزء درختان میوه حساس به سمیت بور تقسیم‌بندی شده و طبق نظر گراتان و همکاران (Grattan *et al.*, 2015) در ارقام مختلف مرکبات نباید از آب آبیاری با بور بالاتر از ۰/۵-۰/۷ میلی‌گرم در لیتر به دلیل بروز علائم سمیت، استفاده شود. تفاوت‌های زیادی در توانایی جذب این عنصر از ریشه و انتقال آنها بین ارقام مختلف مرکبات گزارش شده است (Fernández-Ballester *et al.*, 2003). سوپرچادب‌ها و مواد آلی از جمله اصلاح‌کننده‌هایی می‌باشند که در دهه‌های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران و کشاورزان را به خود معطوف داشته‌اند. پلیمرهای سوپر چادب با افزایش ظرفیت ذخیره آب و افزایش هوادهی در خاک، سبب رشد و نمو بیشتر گیاهان و افزایش عملکرد در شرایط آبیاری معمول و تنش آبی می‌شوند (Langaroodi *et al.*, 2013). استفاده از کودهای آلی (انواع کودهای حیوانی، کودهای سبز، کمپوست و غیره) می‌تواند یکی از روش‌های ممکن برای اصلاح خاک و آب شور یا سدیمی و ایجاد یک اکوسیستم پایدار باشد (Mahmoodabadi & Heydarpour, 2014). با افزایش مصرف کودهای آلی، pH خاک کاهش و کربن آلی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد کودهای آلی جدا از بهبود وضعیت کربن خاک، به دلیل سطح ویژه بالا، مکان مناسبی برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکی، جذب و ذخیره عناصر غذایی فراهم کرده و می‌تواند به عنوان یک اصلاح‌کننده آلی مناسب مورد توجه قرار گیرد. از طرفی ماده آلی در طول تجزیه کلوئیدهای آلی

تولید می‌نماید که با داشتن سطح جذب بالا باعث می‌شوند که عناصر از جمله بور جذب این سطوح شده و از غلظت آن در محلول خاک کاسته گردد (Atiyeh *et al.*, 2000). یکی از مشکلات وجود بور بالا، برهم خوردن تعادل تغذیه ای در گیاهان است. در این شرایط با اضافه نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌توان وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشید (Grattan & Grieve, 1998). رجایی و همکاران (Rajaei *et al.*, 2012) در یک خاک آهکی فقیر از نظر عنصر روی و حاوی مقدار بالای بور، تیمارهای مختلف عنصر روی بر درخت لیمو اعمال کردند. نتایج آنان نشان داد که تغذیه با عنصر روی می‌تواند از سمیت بور در گیاه بکاهد. محصلی (Mohasseli, 2009) با اعمال چهار سطح بور و شش سطح نیتروژن روی دو پایه نارنج و بکرایبی نتیجه گرفت که کاربرد بور در خاک سبب افزایش غلظت این عنصر در برگ‌های هر دو پایه شده و مصرف نیتروژن کاهش غلظت بور در گیاه را فراهم نمود به گونه‌ای که با مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب برای نهال‌های بکرایبی و نارنج، میزان بور به صورت معنی‌داری کاهش یافت. هر دو عنصر بور و کلسیم نقش مهمی در ساختار دیواره سلول بازی می‌کنند و وجود تعادل بین آنها برای رشد طبیعی گیاه، دارای اهمیت زیادی است. کاربرد کلسیم می‌تواند بر میزان جذب و استفاده بور توسط گیاه نیز تاثیرگذار باشد. تنش‌های اکسیداتیو ناشی از سمیت بور را تعدیل کند (Siddiqui *et al.*, 2013). منطقه جیرفت و کهنوج با داشتن بیش از چهل هزار هکتار باغ مرکبات و تولیدی در حدود ۵۰۰ هزار تن در سال، رتبه سوم در کشور را دارا می‌باشد (Sarhadi *et al.*, 2020). یکی از عوامل محدود کننده تولید مرکبات در این منطقه از نظر کمی و کیفی غلظت بعضی از عناصر بویژه بور در آب آبیاری است. مرکبات یکی از گیاهان حساس به غلظت زیاد بور می‌باشند و استفاده مداوم از این آب‌ها در مناطق خشک سبب سمیت بور در گیاهان این مناطق می‌گردد (Nable *et al.*, 1997). علیرغم این که خاک اکثر باغات منطقه از نظر بور محدودیت چندانی ندارد، آب آبیاری بسیاری از باغات از نظر پارامتر مذکور برای رشد و تولید محصول مرکبات محدودیت ایجاد می‌نماید و این مشکل به

به روش استات آمونیوم و عناصر کم مصرف با روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد (Sparks *et al.*, 1996). جدول ۳ نشان می‌دهد که خاک مورد استفاده در پژوهش، حاکی قلیایی و سبک بود که از نظر ماده آلی، فسفر، روی و آهن کمتر از حد بهینه و فاقد محدودیت شوری بود. آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش دارای غلظت بور بیش از آستانه تحمل مرکبات بوده و از نظر دیگر خواص کیفی مانند شوری و اسیدیته، محدودیتی ندارد (جدول ۴). حدود بهینه عناصر مختلف برای عناصر آهن، روی، منگنز، فسفر، پتاسیم به ترتیب ۵، ۳، ۵، ۱۵، ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و برای نیتروژن ۰/۲ درصد در نظر گرفته شد. که از طریق تهیه محلول‌های در بردارنده آنها با غلظتی که طبق نتایج آزمایش خاک برای رسیدن به حد بهینه مرکبات منطقه لازم باشد، در خاک گلدان‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 1394). که با انجام آزمون خاک، مقادیر لازم از هر عنصر به ترتیب از طریق منابع کلات آهن EEDHA (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت آهن خالص)، سولفات روی (۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت روی خالص)، سولفات منگنز (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت منگنز خالص)، پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات (۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت فسفر خالص)، سولفات پتاسیم (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت پتاسیم خالص)، نیترات کلسیم (۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت کلسیم خالص) و اوره به میزان ۱۰۰ گرم در هر گلدان با توجه به مقدار این عناصر در خاک و حدود بهینه این عناصر برای مرکبات طبق نظر اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (۱۳۹۴) و در سه تقسیم در تیمارهای مربوطه مصرف شد. گلدان‌ها با استفاده از آبی که غلظت بور در آن ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بود، آبیاری شدند. قبل از انجام آزمایش و اعمال تیمارها، شوری خاک اندازه‌گیری شد. خاک مورد استفاده در این آزمایش از نظر شوری محدودیتی نداشته و شوری آن ۰/۶۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. برای کوددهی و اعمال تیمارها ابتدا ۲۵ کیلوگرم خاک لازم برای هر گلدان را در کیسه پلاستیکی ریخته سپس محلولهای کودی، سوپر جاذب و کود حیوانی مرتبط با تیمارها به آن اضافه شدند و رطوبت خاک به حد مزرعه

همراه مدیریت ضعیف باغداری سبب کاهش شدید تولید مرکبات شده است (Sarhadi *et al.*, 2020). از آنجا که در جنوب کشور بخش اعظم باغات مرکبات و به خصوص باغات جوان دارای پایه نارنج بوده و این پایه به عنوان پایه مناسب برای بخش‌های دشت و گرمسیری منطقه معرفی شده است، بنابراین بکارگیری هر روش یا ترکیب تیماری در جهت افزایش مقاومت نهال‌های نارنج از اهمیت برخوردار است. با توجه به اهمیت این موضوع در منطقه، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی و سوپر جاذب بر افزایش مقاومت به بور در پایه نارنج در مرکبات انجام گردید.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در فضای آزاد و در باغات شرکت کشت و صنعت جیرفت در منطقه جهاد آباد در عرض جغرافیایی "۲۹° ۴۹' ۲۸° شمالی و طول جغرافیایی "۱۶° ۵۲' ۵۷° شرقی انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار با ۱۸ تیمار و بصورت گلدانی روی نهال نارنج (*Citrus aurantium*) طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام گرفت. در جدول ۱، شماره گذاری و علائم مربوط به تیمارها نشان داده شده است. عامل ماده آلی شامل کود گاوی پوسیده در دو سطح (صفر و دو درصد وزنی)، ماده سوپر جاذب (کوپلیمر اکریلیک اسید اکریلامید با ۶۵ درصد گروه‌های COOH و جرم مولکولی  $7 \times 10^6$  گرم بر مول) با سه سطح (۰، ۰/۱، ۰/۲۵ درصد وزنی) و تغذیه با کود شیمیایی شامل سه سطح عناصر (شاهد، کوددهی با عناصر پرمصرف نیتروژن، پتاسیم، فسفر و و عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز بر اساس نتایج آزمون خاک و سطح سوم کوددهی با عناصر پرمصرف و کم مصرف بر اساس مقدار بهینه به همراه کلسیم از منبع نیترات کلسیم بر اساس آزمون خاک) بودند. کودها طبق روش‌های استاندارد (Peters *et al.*, 2003) از نظر هدایت الکتریکی، pH و مقدار کل عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز، روی و مس مورد تجزیه قرار گرفتند (جدول ۲). بافت خاک به روش پیپت (Gee & Bauder, 1986) و برخی خصوصیات خاک مانند اسیدیته، هدایت الکتریکی (EC)، کربن آلی (OC) به روش اکسایش تر، فسفر به روش اولسن، پتاسیم

و فسفر به روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفوتومتر، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در برگ با دستگاه جذب اتمی اقدام شد. (Grattan *et al.*, 2015). و درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور با شمارش برگ‌های دارای علائم مسمومیت ( برگ‌های دارای علائمی از لکه‌های زرد رنگ تا خشکیدگی در نوک و حاشیه) نسبت به کل برگ‌های نهال هر گلدان به صورت درصد محاسبه شد. داده‌های حاصل با نرم افزار SAS 9.1 تجزیه شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن تنها برای اثرات اصلی و متقابل به صورت مرکب دوساله در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. به منظور آماده سازی داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

رسانده شد و کاملاً در کیسه پلاستیک تکان داده شد تا مواد افزودنی کاملاً با خاک مخلوط و همگن شوند، نهایتاً خاک مربوط به هر تیمار در یک گلدان سفالی ۲۵ لیتری دارای کد مخصوص ریخته شد. در اواخر اسفند داخل هر گلدان یک نهال دو ساله و سالم نارنج مشابه با ارتفاع حدود ۱۰۰ سانتی‌متر کشت و مطابق دور آبیاری باغ محل اجرای پروژه فوق (عرف باغدار)، آبیاری شد، بطوریکه همه گلدان‌ها کمی بیش از حد اشباع خاک آبیاری شدند تا در هر آبیاری حرکت آب ثقلی و آبشویی وجود داشته باشد. در پایان هر سال (پایان آذرماه)، نهال‌ها از روی سطح خاک قطع و هضم نمونه‌های برگ با روش اکسیداسیون تر انجام گرفت. غلظت پتاسیم و سدیم با روش شعله سنجی و با دستگاه فلیم‌فوتومتر

جدول ۱- شماره گذاری و سطوح تیمارهای مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Numbering and levels of treatments used in the study

Factor	Cow manure (OM)		super absorbent (SA)			Fertilizer (F)		
	Weight percentage (w/w)		Weight percentage (w/w)			No fertilizer	macro and micro fertilizers	macro and micro fertilizers and calcium nitrate
Level	0	2	0	0.1	0.25	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>
	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>			

جدول ۲- مشخصات کود دامی مورد استفاده

Table 2. Characteristics of cow manure

	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
			%			mg kg <sup>-1</sup>				
Cow manure	7.8	14.04	1.46	0.96	1.15	2.85	1501	223.53	160.49	57

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

Table 3. Physical and chemical properties of the soil studied

Soil Texture	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	OC	CCE	N	P	K	Fe	Mn	Zn
			%			mg kg <sup>-1</sup>				
S.L	7.92	0.68	0.21	3	0.02	8.53	216	2.54	1.78	0.35

جدول ۴- نتایج تجزیه آب مورد استفاده برای آبیاری

Table 4. Results of water used for irrigation

pH	EC	B	SAR	Cl	Ca+Mg
	dS m <sup>-1</sup>			mg l <sup>-1</sup>	
6.9	0.84	1.55	1.21	7.3	5.91

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب مربوط به اثرات ساده و متقابل سوپر جاذب، کود گاوی و کود شیمیایی بر صفات مورد مطالعه در جدول ۵ نشان داد که اثرات ساده سوپر جاذب، ماده آلی و تغذیه بر درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور، غلظت بور، آهن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، روی و منیزیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش ماده آلی و سوپر جاذب بر غلظت بور، آهن، روی و سدیم در سطح یک درصد و نیز بر درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور و غلظت کلسیم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. مطابق با جدول ۵، برهمکنش ماده آلی و مصرف بهینه عناصر غذایی بر درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور، آهن، کلسیم، فسفر، روی، سدیم و منیزیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سه عاملی ماده آلی، تغذیه با کود شیمیایی و سوپر جاذب بر درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت، غلظت بور، آهن، روی و سدیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال در شاخص‌های مورد آزمایش معنی‌دار نبوده و اختلاف معنی‌داری بین صفات مورد اندازه‌گیری در سال‌های اول و دوم وجود ندارد.

جدول شماره ۶ مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات ساده کود گاوی، سوپر جاذب و تغذیه با کود شیمیایی را بر صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد که در آن با مصرف کود گاوی، سوپر جاذب و تغذیه با کود شیمیایی درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور، غلظت بور و غلظت سدیم به صورت معنی‌داری کاهش و غلظت آهن، کلسیم، روی و منیزیم به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد. نتایج نشان داد که با افزودن کود گاوی به مقدار دو درصد وزنی درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور، غلظت بور و سدیم به ترتیب به میزان ۲۵/۵، ۴۳/۴ و ۱۳/۶ درصد نسبت به تیمار بدون کود گاوی کاهش یافت. همچنین، افزودن کود گاوی سبب افزایش غلظت فسفر، آهن، روی، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب به میزان ۴۷/۷، ۳۸/۴، ۲۹/۵، ۵۱/۸، ۱۳/۹ و ۳۵/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد (c1) شد. کود گاوی در خاک موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و کاهش pH منطقه ریشه و تأمین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه

از جمله فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و منیزیم در گیاه می‌شود. کاهش pH می‌تواند به دلیل تجزیه مواد آلی موجود در کود گاوی باشد که منجر به تولید اسید کربنیک و اسیدهای آلی می‌گردد. ضمن اینکه ماده آلی در حین تجزیه و تبدیل شدن به هوموس، به دلیل افزایش تعداد بار مثبت می‌تواند بخشی از یون‌های منفی از جمله بور را جذب و از محلول خاک خارج نموده و بدین طریق موجب کاهش جذب آن بوسیله گیاه گردد (Goldberg & Suarez, 2012). این اثر ماده آلی نیز از طریق رقیق شدن غلظت بور محلول خاک با افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک بوسیله ماده آلی مضعف می‌گردد. پتاسیم به عنوان کاتیونی که بیشتر تحت تاثیر تمیاز کود آلی بوده است، بیشترین افزایش غلظت در بین سایر کاتیون‌ها را نشان داد که احتمالاً منعکس کننده مقدار بالای پتاسیم محلول در کودهای آلی است (Walker & Bernal, 2005). در تحقیقی نشان داده شد که غلظت بالای بور در کشت بافت سبب افزایش مقدار فسفر در پایه‌های سیب شد. بور به دلیل افزایش نفوذپذیری پالسم در سطح ریشه، جذب فسفر را افزایش می‌دهد (Mouhtaridou et al., 2004). رید و همکاران (Reid et al., 2004) با انجام مطالعه‌ای در زمینه مسمومیت بور در گیاهان دریافتند که آبخشوی خاک، مصرف ماده آلی، مصرف گچ و آهک با کاهش غلظت بور محلول خاک و تغذیه مناسب گیاه با افزایش رشد رویشی اندام هوایی و رقیق شدن غلظت بور در گیاه سبب کاهش مسمومیت بور در گیاه می‌شوند. وان و همکاران (Van et al., 2005) در مطالعه‌ای تثبیت و آزادسازی بور در خاک و کمپوست را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنان نشان داد که تثبیت بور در یک خاک شنی به شدت پایین بود در حالیکه در کمپوست تثبیت بور بسیار بالا بوده و تقریباً ۱۰ برابر یک خاک گلخانه‌ای با بافت متوسط است. آنان بیان داشتند که مکانیسم‌های مختلفی می‌تواند در این تثبیت موثر باشد اما مهمترین عامل می‌تواند تبادل لیگاندی بور در ماده آلی یا کمپوست باشد.

بر طبق جدول ۶ با کاربرد سوپر جاذب به ۰/۱ و ۰/۲۵ درصد، برگ‌های دارای علائم مسمومیت از ۲۰/۵۰ درصد در شاهد به ۱۶/۵۹ و ۱۲/۹۶ درصد کاهش یافت که به ترتیب ۱۹/۱ و ۳۶/۸ درصد کاهش را نشان می‌دهد. همچنین، با کاربرد

Fe و Zn نقش داشته باشد، خصوصا در شرایطی که این عناصر به صورت کود شیمیایی یا حیوانی به خاک افزوده شده‌اند. همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است، با تغییر سطوح تغذیه با مصرف بهینه عناصر غذایی (e2) و مصرف بهینه عناصر غذایی با اضافه نیترات کلسیم (e3) برگهای دارای علائم مسمومیت بور از ۱۸/۲۷ درصد در شاهد (e1) به ۱۷/۳۵ و ۱۴/۴۳ درصد کاهش یافت که به ترتیب ۵ و ۲۱ درصد کاهش را نشان می‌دهد. همچنین مقدار بور موجود در برگ، در تیمارهای e2 و e3 به ترتیب ۲۲/۲ و ۸/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. با افزودن بهینه عناصر غذایی با و بدون نیترات کلسیم به خاک در تیمارهای e2 و e3، غلظت عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی نیز افزایش یافت. رجایی و همکاران (Rajaie et al., 2012) تاثیر غلظت‌های مختلف روی و بور بر رشد و ترکیب عناصر غذایی موجود در اندام هوایی نهال لیمو (*Citrus Aurantifolia L.*) را در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که افزودن روی به خاک اهمیت بالایی در کنترل جذب بور توسط گیاه در شرایط سمیت بور دارد. توران و همکاران (Turan et al., 2009) دریافتند که با کاربرد کلسیم در یک خاک با pH برابر با ۸/۰۸ و مقدار کربنات کلسیم برابر با ۴۶ گرم بر کیلوگرم، سمیت بور در گیاه کاهش می‌یابد. کلسیم استفاده شده باعث افزایش غلظت کلسیم دیواره سلولی می‌شود که این عامل مانع از افزایش غلظت بور در سلول گیاهی و بروز علائم سمیت در گیاه می‌شود.

سوپر جاذب به میزان ۰/۱ و ۰/۲۵ درصد، مقدار بور موجود در برگ‌های گیاه، به ترتیب ۳۴/۶ و ۴۲/۱ درصد نسبت به تیمار بدون سوپر جاذب کاهش را نشان داد. همچنین با کاربرد سوپر جاذب به میزان ۰/۲۵ درصد، افزایش غلظت فسفر، کلسیم، پتاسیم، منیزیم، آهن و روی به ترتیب به میزان ۲۲/۳، ۲۶، ۴۱/۳، ۲۶/۹، ۲۶/۱ و ۱۹/۷ درصد نسبت به تیمار بدون سوپر جاذب افزایش یافت. هیدروژل سوپر جاذب، پلیمری آب دوست و سه بعدی هستند که قابلیت جذب و نگهداری مقدار زیادی آب را دارند. همچنین به دلیل داشتن گروه‌های عاملی مانند CONH<sub>2</sub> و COOH که میتوانند با توجه به قدرت یونی و pH محلول بارهای مثبت یا منفی داشته باشند، قابلیت جذب و نگهداری عناصر موجود در آب را دارند (Qi et al., 2008). باقری و افراسیاب (Bagheri & Afrasiab, 2013) بیان داشتند که سوپر جاذب در خاکهای سبک با افزایش ظرفیت نگهداری آب موجب افزایش آب قابل جذب گیاه و رقیق شدن محلول می‌شوند و از این طریق موجب کاهش فشار اسمزی محلول خاک می‌گردند و این مسئله موجب کاهش اثر تنش شوری بر گیاه می‌شود. ترکاشوند و همکاران (Mohammadi Torkashvand et al., 2016) در تحقیقات خود بیان داشتند که سوپر جاذب نقش مستقیم تغذیه‌ای ندارد، افزایش عملکرد گیاه می‌تواند در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک باشد. افزودن سوپر جاذب سبب بهبود شرایط تهویه و آب قابل دسترس در خاک شده و به صورت غیر مستقیم می‌تواند در افزایش جذب عناصر مورد نیاز گیاه مانند N، P، K،

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرات ساده و متقابل سوپراآبجذب، ماده آلی و تغذیه بر صفات مورد مطالعه

Table 5. Analysis of variance of simple and interaction effects of superabsorbent, organic matter and nutrition on studied traits

S.O. V	df	Mean square								
		Leaves with symptoms	B	Fe	Ca	P	K	Zn	Na	Mg
Year	1	87.58**	1329.82**	1757.71**	4.37**	0.003**	0.21**	149.85**	0.0001	0.039**
Replication	6	7.28	193.43**	545.66**	0.66	0	0.009	53.84**	0.00007	0.007**
Organic Mater (OM)	1	872.63**	43105.48**	30614.26**	11.08**	0.098**	7.20**	1953.29**	0.0002	0.583**
Superabsorbent (SA)	2	664.02**	16505.40**	4757.64**	10.67**	0.008**	1.67**	363.73**	0.0003*	0.117**
Fertilizer (F)	2	190.27**	2711.35**	8143.68**	7.38**	0.007**	0.93**	1078.70**	0.0027**	0.052**
OM×SA	2	11.44*	7634.21**	953.09**	1.51*	0.001	0.19**	38.92**	0.0015**	0.0007
OM×F	2	55.72**	255.17**	4275.54**	1.75*	0.003**	0.11**	29.84**	0.0012**	0.007*
SA×F	4	24.79**	875.60**	907.64**	0.91	0.001	0.25**	80.68**	0.0012**	0.003
OM×SA×F	5	14.12**	2380.29**	760.24**	0.55	0.001	0.20**	44.32**	0.0008**	0.009**
Year× OM	1	0.37	89.39	31.67	0.02	0.00007	0.007	0.07	0.000001	0.001
Year× SA	2	3.39	23.07	8.93	0.10	0.00004	0.003	2.13	0.0000009	0.0001
Year× F	2	0.51	3.73	18.83	0.01	0.00002	0.0003	6.32	0.000007	0.00009
Year× OM×SA	2	0.27	5.53	2.68	0.06	0.00001	0.0003	1.07	0.000007	0.00006
Year× OM×F	2	2.01	0.78	3.20	0.09	0.00002	0.0007	2.88	0.000002	0.0001
Year× SA×F	4	0.13	3.42	1.28	0.05	0.00001	0.0007	0.85	0.000005	0.0001
Year× OM×SA×F	4	0.52	6.69	2.48	0.03	0.000007	0.0003	2.40	0.000004	0.0003
Error	101	2.72	32.38	88.99	0.41	0.001	0.007	6.12	0.00008	0.002

\*\* و \*: به ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

\* and \*\* significant at 5 and 1% probability level respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات ساده ماده آلی، تغذیه و سوپرجاذب بر صفات مورد مطالعه  
Table 6. Simple effects of organic matter, nutrition and superabsorbents on studied traits

Factor	Factor Number	Leaves with symptoms	Ca	P	Mg	K	Na	B	Fe	Zn
			mg kg <sup>-1</sup>							
OM	c1	19.12a	3.86b	0.109b	0.359b	0.854b	0.022a	80.15a	74.72b	24.43b
	c2	14.25b	4.4a	0.161a	0.487a	1.296a	0.019a	45.34b	103.45a	31.63a
SA	d1	20.50a	3.65c	0.121b	0.375c	0.908c	0.020ab	84.32a	78.73c	26.10b
	d2	16.59b	4.14b	0.136a	0.419b	1.035b	0.017b	55.10b	89.29b	26.75b
	d3	12.96c	4.60a	0.148a	0.476a	1.283a	0.022a	48.81c	99.24a	31.25a
F	e1	18.27a	3.70c	0.121b	0.386c	0.919c	0.024a	69.88a	74.27c	22.6c
	e2	17.35b	4.49a	0.146a	0.453a	1.202a	0.025a	54.36b	100.2a	31.83a
	e3	14.43c	4.20b	0.139a	0.432b	1.10b	0.011b	63.99b	92.79b	29.66b

\*\* و \* : به ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

\* and \*\* significant at 5 and 1% probability level respectively

عناصر غذایی به همراه کلسیم و سوپرجاذب به میزان ۰/۲۵ درصد وزنی (c2d3e3)، بهترین اثر را بر کاهش مسمومیت بور داشته است هرچند که این تیمار با تیمار (c2d3e2) در درصد برگ‌های دارای علامت زیادی بور اختلاف معنی‌دای ندارد (شکل ۱). بیشترین مقدار بور در برگ در تیمار شاهد (c1d1e1) و به مقدار ۱۴۴/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و کمترین مقدار آن در تیمار c2d3e2 و به مقدار ۳۴/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که کاهش ۷۵/۹ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین، بالاترین مقدار منیزیم، پتاسیم، آهن و روی در تیمار c2d3e2 (تیمار تلفیقی ناشی از دو درصد وزنی کود گاوی، ۰/۲۵ درصد وزنی سوپرجاذب و مصرف بهینه عناصر غذایی بدون کلسیم به ترتیب در مقادیر ۰/۵۶ و ۱/۶ درصد، ۱۳۹/۲ و ۴۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۳۶/۴، ۱۹۷/۴، ۱۳۹ و ۱۲۳ درصد بیشتر بود. کود دامی با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و ایجاد شرایط مناسب جهت جذب عناصر غذایی (Chaudhry *et al.*, 1999)، مصرف بهینه عناصر غذایی نیز با اثرگذاری مثبت بر جذب پتاسیم، فسفر، کلسیم و عناصر کم مصرف کاهش فعالیت و تجمع بور (Naheed *et al.*, 2008) و سوپرجاذب با بهبود شرایط فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب خصوصاً در خاک‌های شنی و لومی (Bagheri & Afrasiab, 2013)، جذب آنیون‌ها بور در گروه‌های عاملی با بار مثبت (Kiatkamjornwong, 2007) و نیز کاهش اثر تنش کم آبی سبب افزایش عملکرد گیاه شده است. به نظر می‌رسد با توجه

همچنین کایا و همکاران (Kaya *et al.*, 2009) اثر تیمارهای تغذیه با فسفر را در کاهش اثرات سمیت بور در گوجه فرنگی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که در برگ گیاهان تحت تاثیر سمیت بور، سطوح آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، پراکسیداز (POD) و پلی فنل اکسیداز (PPO) افزایش یافت. همچنین در این برگ‌ها غلظت عناصر کلسیم، فسفر و پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد به صورت معنی‌داری کمتر است. استفاده از محلول‌های غذایی حاوی ۰/۵ یا ۱ میلی‌مولار فسفر باعث افزایش غلظت عناصر غذایی در بافت گیاه شد و نشان داد که فسفر می‌تواند اثرات مضر سمیت بور بر رشد و عملکرد میوه در گیاه گوجه فرنگی را کاهش دهد.

تأثیر کاربرد تلفیقی کود دامی، شیمیایی به همراه ماده اصلاحی سوپرجاذب بر درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور و غلظت عناصر غذایی بور، منیزیم، پتاسیم، آهن و روی در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. همانطور که این اشکال نشان می‌دهد، تیمار مرکب از کود گاوی به میزان دو درصد، مصرف بهینه عناصر غذایی بدون کلسیم و سوپرجاذب به میزان ۰/۲۵ درصد وزنی تحت عنوان تیمار (c2d3e2) موجب افزایش معنی‌دار غلظت عناصر منیزیم، پتاسیم، روی و آهن در گیاه و کاهش معنی‌دار غلظت بور در برگ و درصد برگ‌های دارای علائم مسمومیت بور نسبت به تیمار شاهد شده است. البته بعد از تیمار فوق، تیمار مرکب مصرف توأم کود گاوی به میزان دو درصد، مصرف بهینه



مثبتی در کاهش علائم مسمومیت بور در برگ، افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، روی و آهن و کاهش جذب بور داشت. بنابراین با توجه به نکات ذکر شده می‌توان جهت کاهش اثر غلظت بور آب آبیاری بر نهال پایه نارنج در نهالستان‌های منطقه از تیمار مرکب مصرف توام کود گاوی، تغذیه بهینه عناصر غذایی و سوپرجاذب (تیمار c2d3e2) بهره‌مند شد، اگرچه با توجه به نتایج، مصرف کلسیم به صورت کود نیترات کلسیم در منطقه ضرورتی برای کاهش اثرات سمیت بور در آب آبیاری ندارد.

به شرایط خاک از نظر عناصر غذایی و ماده آلی و نیز پایین بودن ظرفیت نگهداری آب خاک به دلیل بافت سبک، مصرف بهینه عناصر غذایی به همراه ماده آلی و سوپرجاذب می‌تواند موجب بهبود وضعیت عناصر غذایی، خواص بیولوژیکی و ظرفیت نگهداری آب خاک شوند که با توجه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر سه فاکتور یاد شده بر بور محلول خاک و آب آبیاری، می‌تواند موجب کاهش مسمومیت بور در گیاه شوند.

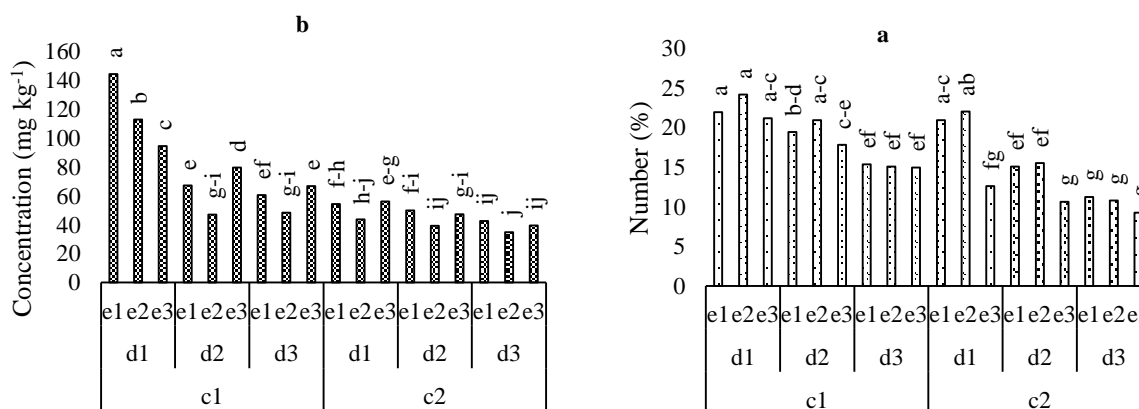
### نتیجه‌گیری کلی

سیستم های کودی به خصوص تلفیق کودهای آلی و شیمیایی و کاربرد مواد اصلاحی مانند سوپرجاذب اثرات



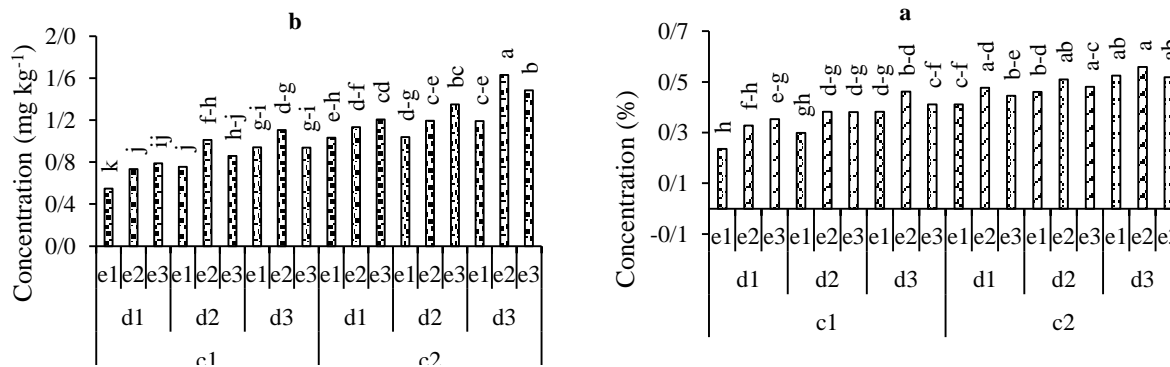
شکل ۱- اثر تیمار تلفیقی کود آلی، تغذیه بهینه عناصر غذایی و سوپر جاذب در کاهش علائم مسمومیت بور. سمت راست تیمار شاهد. سمت چپ تیمار c2e3d2

Figure 1. The effect of combined treatment of organic fertilizer, optimal nutrition and superabsorbent in reducing the symptoms of boron toxicity. The right side of the control treatment. Left side of c2e3d2 treatment



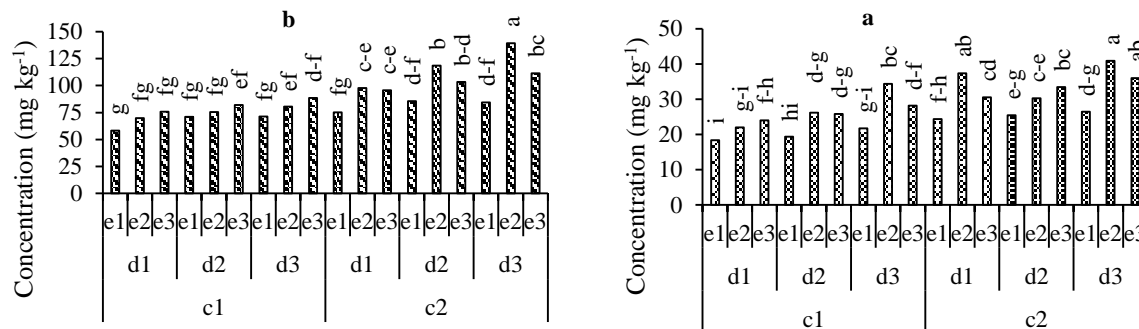
شکل ۲- اثر متقابل ماده آلی، سوپرجاذب و تغذیه با کود شیمیایی بر غلظت الف) درصد برگهای علامتدار، ب) بور. وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح خطای ۵ درصد است. c تیمارهای کود گاوی. d تیمارهای سوپرجاذب. e تیمارهای کود شیمیایی

Figure 2. Interaction of organic matter, superabsorbent and nutrition on the concentration of (a) percentage of leaves with symptoms, (b) boron. Similar letters indicate no significant difference at 5% error level. c: cow manure. d: Super absorbent. e: fertilizer



شکل ۳- اثر متقابل ماده آلی، سوپرجاذب و تغذیه با کود شیمیایی بر غلظت الف) منیزیم، ب) پتاسیم. وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح خطای ۵ درصد است. c تیمارهای کود گاوی. d تیمارهای سوپرجاذب. e تیمارهای کود شیمیایی

Figure 3. Interaction of organic matter, superabsorbent and nutrition on the concentration of a) magnesium, b) potassium. Similar letters indicate no significant difference at 5% error level. c: cow manure. d: Super absorbent. e: fertilizer



شکل ۴- اثر متقابل ماده آلی، سوپرجاذب و تغذیه با کود شیمیایی بر غلظت الف) روی، ب) آهن. وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح خطای ۵ درصد است. c تیمارهای کود گاوی. d تیمارهای سوپرجاذب. e تیمارهای کود شیمیایی

Figure 4. Interaction of organic matter, superabsorbent and nutrition on the concentration of a) zinc, b) iron. Similar letters indicate no significant difference at 5% error level. c: cow manure. d: Super absorbent. e: fertilizer

## References

- Asadi Kangarshahi A., and Akhlaghi Amiri N. 1394. "Advanced and Applied Citrus Nutrition," Agricultural Education Publications, Tehran, Iran, 588p. (In Persian)
- Atiyeh R.M., Domínguez J., Subler S., and Edwards C.A. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*, 44(6): 709-724 .
- Bagheri H., and Afrasiab P. 2013. The effects of superabsorbent, vermicompost and different levels of irrigation water salinity on soil saturated hydraulic conductivity and Porosity and Bulk density. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4(8): 2381-2388. (In Persian)
- Bañuls J., and Primo-Millo E. 1992. Effects of chloride and sodium on gas exchange parameters and water relations of Citrus plants. *Physiologia Plantarum*, 86(1): 115-123 .
- Chaudhry M., Naeem M., and Mushtaq N. 1999. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. *Pakistan Journal of Soil Science*, 1663-68 .
- Fernández-Ballester G., García-Sánchez F., Cerdá A., and Martínez V. 2003. Tolerance of citrus rootstock seedlings to saline stress based on their ability to regulate ion uptake and transport. *Tree Physiology*, 23(4): 265-271 .
- Gee G., and Bauder J. (1986). "Particle-size analysis 1: Soil science society of America," American Society of Agronomy Madison, WI ,

- Goldberg S., and Suarez D.L. 2012. Role of organic matter on boron adsorption-desorption hysteresis of soils. *Soil Science*, 177(7): 417-423 .
- Grattan S., Díaz F., Pedrero F., and Vivaldi G. 2015. Assessing the suitability of saline wastewaters for irrigation of Citrus spp.: Emphasis on boron and specific-ion interactions. *Agricultural Water Management*, 15748-58 .
- Grattan S., and Grieve C. 1998. Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4): 127-157 .
- Kaya C., Tuna A.L., Dikilitas M., Ashraf M., Koskeroglu S., and Guneri M. 2009. Supplementary phosphorus can alleviate boron toxicity in tomato. *Scientia Horticulturae*, 121(3): 284-288 .
- Kiatkamjornwong S. 2007. Superabsorbent polymers and superabsorbent polymer composites. *ScienceAsia*, 33(s1): 39-43 .
- Langaroodi N.B.S., Ashouri M., Dorodian H.R., and Azarpour E. 2013. Study effects of super absorbent application, saline water and irrigation management on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Annals of Biological Research*, 4(1): 160-169 .
- Mahmoodabadi M., and Heydarpour E. 2014. Sequestration of organic carbon influenced by the application of straw residue and farmyard manure in two different soils. *International Agrophysics*, 28(2): 169-176 .
- Mohammadi Torkashvand A., Sedaghat Hoor S., and Jamalpour H. 2016. Effects of some organic matter and an artificial moisture absorbent on soil available water, delay of permanent wilting point and the growth of *lysimachia nummularia* cv. Aurea. *Journal of Water and Soil Science*, 20(75): 87-99. (In Persian)
- Mohasseli V. 2009. Study of different levels of nitrogen in decreasing boron toxicity on citrus seedlings. *Pajouhesh-Va-Sazandegi*, 21(In Agronomy And Horticulture (Special Issue)). (In Persian)
- Mouhtaridou G., Sotiropoulos T., Dimassi K., and Therios I. 2004. Effects of boron on growth, and chlorophyll and mineral contents of shoots of the apple rootstock MM 106 cultured in vitro. *Biologia plantarum*, 48(4): 617-619 .
- Nable R.O., Bañuelos G.S., and Paull J.G. 1997. Boron toxicity. *Plant and soil*, 193(1-2): 181-198 .
- Naheed G., Shahbaz M., Akram N.A., and Ashraf M. 2008. Interactive effect of rooting medium application of phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice (*Oryza sativa* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 40(4): 1601-1608 .
- Peters J., Combs S., Hoskins B., Jarman J., Kovar J., Watson M., Wolf A., and Wolf N. 2003. Recommended Methods of Manure Analysis. University of Wisconsin Cooperative Extension Publishing: Madison, WI .
- Qi X., Liu M., Chen Z., and Zhang F. 2008. Study on the swelling kinetics of superabsorbent using open circuit potential measurement. *European Polymer Journal*, 44(3): 743-754 .
- Rajaie M., Ejraie A.K., Owliaie H.R., and Tavakoli A.R. 2012. Effect of zinc and boron interaction on growth and mineral composition of lemon seedlings in a calcareous soil. *International Journal of Plant Production*, 3(1): 39-50 .
- Reid R.J., Hayes J.E., Post A., Stangoulis J.C.R., and Graham R.D. 2004. A critical analysis of the causes of boron toxicity in plants. *Plant, Cell & Environment*, 27(11): 1405-1414 .
- Sarhadi J., Heidari S., and Sharif M. 2020. The effect of organic, chemical fertilizer and superabsorbant on nutritional status of sure orange rootstock (*Citrus aurantium*). *Horticultural Plants Nutrition*, 2(2): 198-212 .
- Siddiqui M.H., Al-Whaibi M.H., Sakran A.M., Ali H.M., Basalah M.O., Faisal M., Alatar A., and Al-Amri A.A. 2013. Calcium-induced amelioration of boron toxicity in radish. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32(1): 61-71 .
- Sparks D., Page A., Helmke P., Loeppert R., Soltanpour P., Tabatabai M., Johnston C., and Summer M. 1996. Methods of soil analysis, parts 2 and 3 chemical analysis. Soil Science Society of America Inc., Madison.
- Turan M.A., Taban N., and Taban S. 2009. Effect of calcium on the alleviation of boron toxicity and localization of boron and calcium in cell wall of wheat. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2): 99-103 .
- Van T.K., Kang Y., and Sakurai K. 2005. Boron fixation and its release in soils and bark compost. *Soil Science and Plant Nutrition*, 51(1): 69-74 .
- Walker D.J., and Bernal M.P. 2005. Plant mineral nutrition and growth in a saline mediterranean soil amended with organic wastes. *Communications in soil science and plant analysis*, 35(17-18): 2495-2514 .

## The Effect of Superabsorbent and Integrated Management of Chemical and Organic Fertilizers on Reducing Boron Toxicity in Sure Orange Rootstock (*Citrus Aurantium*)

Javad Sarhadi<sup>1</sup>, Saber Heidari<sup>1\*</sup>, Mehri Sharif<sup>2</sup>

(Received: April 2021 Accepted: July 2021)

### Abstract

The southern region of Kerman province with the production of citrus about 500 thousand tons per year, is ranked third in the country. One of the limiting factors of citrus production in this region in terms of quantity and quality is the concentration of some elements, especially boron in irrigation water. The effect of organic fertilizer, superabsorbent and chemical fertilizer with calcium on reducing the boron toxicity of irrigation water on sure orange rootstock in a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications in 1996 and 1997. The factors include cow manure at two levels (0 and 2wt%), superabsorbent with three levels (0, 0.1 and 0.25wt%) and chemical fertilizers at three-level (control, balanced application chemical fertilizers without calcium based on soil test and balanced application of chemical fertilizers with calcium from calcium nitrate source based on soil test). The irrigation was done by drip irrigation with water with EC 845  $\mu\text{s} / \text{cm}$  and boron concentration of 1.55 mg / l. The results showed that the simple and combined effects of superabsorbent, chemical and organic fertilizers on the percentage of leaves with boron toxicity symptoms, boron concentration was significant at the level of one percent. The highest concentration of boron per leaf (144.3 mg / kg) was observed in the control treatment with the highest number of leaves with symptoms of boron toxicity (22.97%) and the lowest concentration of potassium, magnesium, iron and zinc. Combined use of 2% organic matter + 0.25% superabsorbent + balanced use of chemical fertilizers based on soil test (without calcium) had the lowest percentage of leaves with symptoms of boron toxicity and the lowest amount of boron, but the highest percentage of magnesium increase (136.4) Showed potassium (197.4), iron (139) and zinc (123) compared to the control treatment. The results showed that separate and combined application of chemical and organic fertilizers with superabsorbent in soils with boron toxicity can reduce the effects of toxicity and improve plant nutritional conditions.

**Keywords:** Cow manure, Boron toxicity, Micro nutrient, Superabsorbent

Sarhadi J., Heidari S., Sharif M. 2022. The effect of superabsorbent and integrated management of chemical and organic fertilizers on reducing boron toxicity in sure orange rootstock (*citrus aurantium*). *Applied Soil Research*, 10(2): 54-65.

1. Faculty Members of Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft

2. Master of Science, Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft

\* Corresponding Author Email: [s.heydary@areeo.ac.ir](mailto:s.heydary@areeo.ac.ir)