Archive of SID

تأثیر سولفات روی بر مقاومت به سمیت بور در ذرت

سید ماشاالله حسینی، منوچهر مفتون، نجفعلی کریمیان، عبدالمجید رونقی و یحیی امام[۱]*

چکیده

سمیت بور به علت کاربرد آبهای نسبتاً شور از عوامل حدود کننده رشد ذرت (Zea mays L.) در قسمتهای جنوبی ایران است. در سالهای اخیر استفاده از عناصر غذایی مانند روی برای مقابله با تنشها ازجمله سمیت بور پیشنهاد شده است. در این پژوهش تأثیر سولفات روی بر مقاومت ذرت به سمیت بور مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در گلخانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با سه سطح روی (۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک به صورت سولفات روی) و هفت سطح بور (۲/۰،۵، ۵، ۱۰، ۲۰، ٤۰ و۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک به صورت اسیدبوریک) با سه تکرار در یک خاک آهکی انجام شد. کاربرد بور سبب کاهش ارتفاع و وزن خشک قسمت هوایی گیاه گردید. همچنین در سطوح پایین سبب افزایش و در سطوح بالا موجب کاهش جذب و درصد بازیابی ظاهری این عنصر توسط گیاه شد. مصرف بور غلظت بور در گیاه را افزایش داد و در سطوح کم و متوسط غلظت و جذب روی را افزایش ولی در سطوح بالا باعث کاهش غلظت و جذب روی شد. کاربرد روی باعث افزایش ارتفاع گیاه، غلظت و جذب روی، تحمل گیاه نسبت به سطوح نسبتاً بالای بور گردید، ولی غلظت بور در گیاه را کاهش داد و باعث تغییر در جذب بور شد. نتایج نشان می‌دهند که کاربرد سولفات روی در خاکهای با بور نسبتاً زیاد قادر به کاهش اثرات سوء سمیت بور و در نتیجه افزایش عملکرد ذرت می‌باشد.

واژه های کلیدی: روی، بور، سمیت، ذرت، تغذیه گیاه

مقدمه

ذرت از مهمترین گیاهان زراعی و بعد از گندم و برنج سومین غله مهم دنیاست. عملکرد دانه ذرت از سایر غلات دانه‌ای بیشتر و موارد مصرف آن بصورت تغذیه مستقیم انسان، استخراج نشاسته، چربی، الکل و خوراک دام و طیور می‌باشد. بور از عناصر غذایی کم مصرف است و کمبود آن سبب کاهش رشد، عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی می‌گردد. با این حال گستره مورد نیاز آن برای گیاهان بسیار محدود است و کاربرد کمی بیشتر از حد مورد نیاز آن، سبب سمیت این عنصر در گیاه می‌شود .سمیت بور ممکن است به دلیل کاربرد لجن فاضلاب و پساب صنعتی با غلظت زیاد بور، مصرف زیاد کودهای بور دار، و در مناطق خشک و نیمه خشک به علت شوری خاک و یا آب آبیاری پدید آید.

بطور کلی غلات نسبت به مقادیر متوسط و زیاد بور حساس هستند. کمبود و سمیت بور زمانی پدید می‌آید که غلظت بور اندازه‌گیری شده با آب داغ به ترتیب کمتر از یک و بیش از پنج میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد (Sims و Johnson، ۱۹۹۱). Gupta (۱۹۷۹) و Adriano (۱۹۸٦) معتقدند که حد کمبود بور در برگ بالغ تعدادی از گیاهان کمتر از ۱۵ و دامنه کفایت آن بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد.

این در حالی است که Kataba و Pendias (۱۹۸٤) غلظت بور در برگ بالغ گونه‌های مختلف گیاهی در حد کمبود، کفایت و سمیت را به ترتیب ۳۰-۵، ۵۰-۱۰ و۲۰۰ -۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند. با کاربرد بور غلظت این عنصر در برگ ذرت افزایش اما عملکرد دانه ذرت کاهش یافت (Peterson و MacGregor، ۱۹٦٦). آنان مشاهده کردند که با کاربرد بور رشد رویشی ذرت افزایش یافت. مصرف بور سبب افزایش وزن خشک ذرت شیرین گردید (Temesagdie و Takano، ۱۹۹۲). Fuhering (۱۹٦٦) برهمکنش روی و بور با تراکم گیاهی را بررسی و

۱- به ترتیب دانشجوی دکتری سابق و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، استادان و دانشیار بخش خاکشناسی، استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

* - وصول: ۸۲/۱۰/۲٤ و تصویب:۸۳/۳/۹

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده کرد که در تراکم گیاهی کم، مصرف مقادیر زیاد بور و روی باعث کاهش عملکرد ذرت شد ولی در تراکم گیاهی بالا عملکرد را افزایش داد.

همچنین غلظت بور در گیاه با کاربرد این عنصر بطور معنی داری افزایش و بویژه در حاشیه برگها تجمع یافت. کاربرد بور باعث افزایش غلظت بور در برگ بلالی[1] ذرت شد. حد بحرانی بور در برگهای ذرت از ٤ تا ١٠٠ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است، ولی این دامنه وسیع احتمالا به دلیل اختلاف در هیبریدها و رقم ها، تراکم گیاهی، روش نمونه‌گیری و اختلافات محیطی است (Fuhering، ١٩٦٦). Touchton و Boswell (١٩٧٥) مشاهده کردند که در خاک با بور نسبتاً کم کاربرد بور غلظت این عنصر در بافت گیاهی ذرت را افزایش داد. Ortli و Kohl (١٩٦١) غلظت بور در برگهای سبز و نکروزه ذرت را به ترتیب ٣٦٠-٧٩٠ و ١٢٢٠- ١٢٨٦٠ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند. El-Sheikh و همکاران (١٩٧١) حد بحرانی بور در برگ بلالی ذرت در شرایط گلخانه را ١٠٠ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آوردند. Berger و همکاران (١٩٧٥) نشان دادند که کاربرد بور در محلول غذایی باعث افزایش عملکرد ذرت شد و حد بحرانی کمبود بور در برگهای بالایی ذرت را ١١ تا ١٣ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین کردند. در حالی که Prasad و Byrne (١٩٧٥) گزارش کردند که مصرف بور بر عملکرد ذرت تاثیر معنی‌داری نداشت و نشانه‌های سمیت در غلظت ٥٣ میلی‌گرم بور در کیلوگرم ماده خشک ذرت نمایان شد.

راههای پیشنهادی برای مقابله با سمیت بور شامل آبشویی خاک و استفاده از ارقام مقاوم است،که روش اول بسیار گران و پر هزینه است و استفاده از رقم‌های مقاوم هنوز مراحل ابتدایی و اولیه خود را سپری می‌نماید. استفاده از برخی عناصر غذایی مانند روی نیز برای مقابله با تنشها از جمله سمیت بور مورد توجه محققان قرارگرفته است.

Graham و همکاران (١٩٨٧) تأثیر کمبود روی بر انباشتگی بور در جو را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که غلظت و جذب کل بور با کاربرد روی کاهش یافت. آنان نشان دادند که نشانه‌های سمیت بور ابتدا در گیاهان بدون تیمار روی بروز می‌کند. این اثر روی بر جذب بور، حتی هنگامی که روی مصرفی تأثیری بر وزن خشک و یا تازه گیاه نداشته و یا زمانی که غلظت روی در گیاه شاهد بالاتر از حد کفایت بود، مشاهده گردید. Greval و همکاران (١٩٩٨) برهمکنش روی و بور را در کلزا بررسی کرده و نشان دادند که کمبود روی باعث افزایش غلظت و جذب بور در برگهای گیاه می شود.

Singh و همکاران (١٩٩٠) گزارش کردند که کاربرد بور باعث افزایش غلظت و جذب این عنصر در گندم شده است و این افزایش در غیاب روی بیشتر بوده است .آنان همچنین برهمکنش معنی‌داری بین بور و روی بر غلظت و جذب کل بور در گندم مشاهده کردند. در غیاب بور، افزایش روی با کاهش غلظت و جذب کل بور همراه بود هر چند این تغییر معنی‌دار نبوده است. معذالک با اضافه کردن بور، افزایش غلظت و جذب کل با کاربرد روی، کاهش معنی‌داری را نشان داد و این کاهش معلول اثر رقت نبود. آنان نتیجه گرفتند که روی با ایجاد یک نقش حفاظتی در سطح خارجی یا در غشاء سلولی ریشه با تنش ناشی از سمیت بور مقابله می‌کند. Swietlik (١٩٩٥) بر همکنش بین روی و بور در نارنج را بررسی کرد و نشان داد که مصرف زیاد بور (٢٠٠ میکرو مول در لیتر محلول غذایی) توأم با سطح کم روی (٢١ میکرو مول در لیتر محلول غذایی)، رشد قسمتهای هوایی و سطح برگ را کاهش داد و باعث مسمومیت بور در گیاه شد. معذالک چنین تأثیر سوء در سطح بالاتر روی (٦٩ میکرو مول در لیتر محلول غذایی) و یا تغذیه برگی روی مشاهده نگردید یا کمتر مشهود بود. نقش حفاظتی روی وقتی که غلظت بور در محلول غذایی بیش از حد بالا رفت ناپدید شد و مقدار زیادی بور در گیاه تجمع یافت (Graham و همکاران، ١٩٨٧).

در قسمتهای جنوبی ایران، بخش اعظم خاکهای زیر کشت ذرت آهکی بوده و کمبود روی در چنین خاکهایی گزارش شده است (Darjeh و همکاران،١٩٩١). همچنین در برخی از آبهای آبیاری نظیر رودخانه قره آقاج در مسیر شیراز- جهرم و رودخانه هلیل رود و برخی از چاههای آبیاری استانهای شور کشور مقدار بور نسبتاً زیاد گزارش شده است (ملکوتی و طهرانی، ١٣٧٩). لذا احتمال بروز سمیت بور به علت کاربرد آبهای نسبتاً شور در بخش مهمی از اراضی زیرکشت این گیاه وجود دارد. بدیهی است بررسی و مطالعه راههایی که بتوان مقاومت نسبی این گیاه را به تنش ناشی از مسمومیت بور افزایش داد، با توجه به اهمیت اقتصادی آن، از اولویت ویژه‌ای برخوردار است .هدفهای پژوهش حاضرعبارت بودند از: ١ - ارزیابی اثر کاربرد سولفات روی بر افزایش مقاومت نسبی ذرت به تنش ناشی از سمیت بور، و ٢ - مطالعه اثر سطوح مختلف بور و روی بر رشد ذرت.

مواد و روشها

خاک کافی از افق سطحی سری رامجردی واقع در ایستگاه زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

1-Ear leaf

www.SID.ir

Archive of SID

جمع‌آوری گردید. این خاک جزء خاکهای قهوه‌ای (Brown Soils) بوده و مترادف آن در تاکسونومی خاک fine mixed mesic Fluventic Haploxerepts می‌باشد (صلحی،۱۳٦۷). پس از خشک کردن خاک در هوا و گذراندن از الک دو میلی‌متری، بعضی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). آزمایش در گلخانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک به صورت سولفات روی) و هفت سطح بور (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰، ٤۰ و ۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک به صورت اسید بوریک) با سه تکرار انجام گرفت. نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز و مس به ترتیب به مقدار ۱۰۰، ۲۵، ۵، ۵ و ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به ترتیب از اوره، منوکلسیم فسفات Fe EDDHA، سولفات منگنز و سولفات مس به تمام گلدانها بطور یکنواخت اضافه شد. نصف نیتروژن و تمام عناصر غذایی دیگر بصورت پیش کشت؛ و باقی مانده نیتروژن در هفته چهارم بصورت سرک و به شکل محلول اضافه گردید. تعداد ٦ عدد بذر ذرت (رقم ۷۰٤) در هر گلدان کاشته شد. ده روز پس از سبز شدن، گیاهان تنک شده بنحوی که سه بوته ذرت در هر گلدان نگهداری شد. در طول آزمایش، گلدانها توزین و رطوبت خاک تا حد ظرفیت مزرعه با اضافه کردن آب مقطر حفظ شد. پس از دو ماه گیاهان از محل طوقه برداشت و پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک و وزن خشک اندام هوایی تعیین گردید. یک گرم ماده خشک اندام هوایی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به خاکستر تبدیل و سپس بوسیله اسیدکلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد. غلظت روی بوسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. در ضمن غلظت بور در بافتهای گیاهی با استفاده از آزومتین اچ و روش توضیح داده شده توسط Bingham (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع گیاه، غلظت و مقدار جذب کل روی و بور در اندام هوایی به عنوان پاسخهای گیاهی در نظر گرفته شد. همچنین درصد بازیافت ظاهری[1] بور با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصدبازیافت‌ظاهری} = \frac{\text{عنصر جذب شده از تیمار کود نخورده} - \text{عنصر جذب شده از تیمار کود خورده}}{\text{عنصر غذایی اضافه شده}} \times ۱۰۰$$

داده‌های بدست آمده با استفاده از برنامه MSTATC با آزمون F و نیز معادله‌های رگرسیون تحلیل آماری شد. نمودارهای مربوطه با استفاده از برنامه Excel رسم و نتایج تفسیر و توصیه های لازم ارائه گردید.

1- Apparent recovery

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

رابطه بین ارتفاع گیاه و مقدار بور و روی مصرفی در شکل ۱ ارائه گردیده است. مصرف روی باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید. بلندترین گیاهان با میانگین ارتفاع ٤۸/۵ سانتی‌متر در تیمار ۱۰ میلی‌گرم روی و بدون مصرف بور و کوتاهترین آنها در تیمار ۸۰ میلی‌گرم بور و بدون مصرف روی با میانگین ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر مشاهده گردید. در سطح صفر و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک با افزایش مقدار بور ارتفاع گیاه بطور خطی کاهش یافت. در حضور ۵ میلی‌گرم روی رابطه مقدار بور مصرفی و ارتفاع گیاه به صورت منحنی که به خوبی با یک معادله درجه دوم توجیه می‌شد بطوری که با کاربرد بور تا سطح ٤۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روندی افزایشی ولی با مصرف مقدار بیشتر بور روندی کاهشی در ارتفاع گیاه مشاهده شد. واکنش مثبت گیاهان نسبت به کاربرد روی در خاکهای آهکی و در حضور مصرف کود های حاوی بور توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Darjeh و همکاران ۱۹۹۱ و Graham و همکاران ۱۹۸۷).

ماده خشک

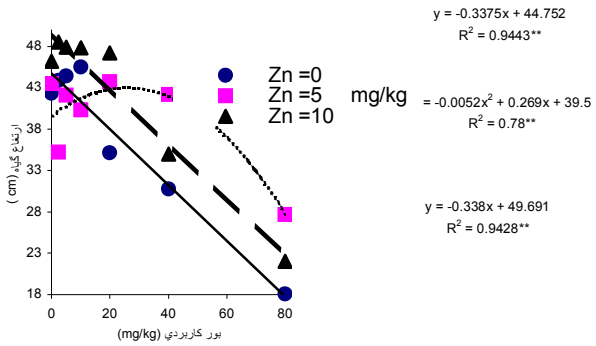
تأثیرمصرف بور و روی بر وزن خشک قسمت هوایی ذرت در شکل ۲ نشان داده شده است. مصرف بور تا سطح ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک نداشت ولی در سطوح بالاتر باعث مشاهده روند کاهشی در تولید ماده خشک گردید که محتملاً به دلیل اثر سوء سمیت بور بر رشد گیاه می‌باشد. در سطح صفر بور تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف روی دیده نشد. در سطوح ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک نیز تفاوت معنی‌داری بین سطوح روی کاربردی و سطح صفر روی دیده نشد. این در حالی است که در حضور مقادیر نسبتاً بالای بور (۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک) کاربرد روی باعث افزایش قابل ملاحظه ماده خشک گردید که بیانگر تأثیر مثبت روی بر کاهش اثر سمیت ناشی از بور می‌باشد. این اثر مثبت روی در سطوح خیلی زیاد بور (٤۰ و ۸۰ میلی‌گرم بور در گیلوگرم خاک) بارز نبود که نشان دهنده این است که در سطوح فوق‌العاده زیاد بور کاربرد روی به تنهایی به منظور کاهش سمیت بور کافی نخواهد بود و روشهای دیگری نیز می‌بایست توآم گردند. Graham و همکاران (۱۹۸۷) در آزمایشی مشابه گزارش کردند وقتی که غلظت بور کاربردی بیش از حد بالا رفت نقش مثبت روی ناپدید شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

ویژگی خاک	مقدار
رس (درصد)	۲۲/۰۰
سیلت (درصد)	٤۲/۰۰
پ هاش در خمیر اشباع	۷/۰۵
قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۰/۵۰
ماده آلی (درصد)	۰/٦۰
ازت کل (درصد)	۰/۰۵٦
کربنات کلسیم معادل (درصد)	٦۵
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول در کیلوگرم خاک)	۱۱/۵
فسفر به روش اولسن (میکروگرم در گرم خاک)	۹/۰۰
پتاسیم قابل استخراج بااستات آمونیوم (میکروگرم در گرم خاک)	۳۹۷
آهن قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	٤/۳۰
مس قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	۲/۰۰
منگنزقابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	٤/۸۰
بور قابل استخراج با آب داغ (میکروگرم در گرم خاک)	۰/۲۲
روی قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	۰/٤۰



شکل ۱- تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر ارتفاع بوته های ذرت

بیشترین ماده خشک تولیدی با مصرف ۵ میلی‌گرم روی در غیاب بور و یا همراه با ۵ میلی‌گرم بور برابر با ۱۸/۷ گرم و کمترین آن از مصرف ۸۰ میلی‌گرم بور و ۱۰ میلی‌گرم روی برابر با ۱/۲ گرم در گلدان حاصل شد.

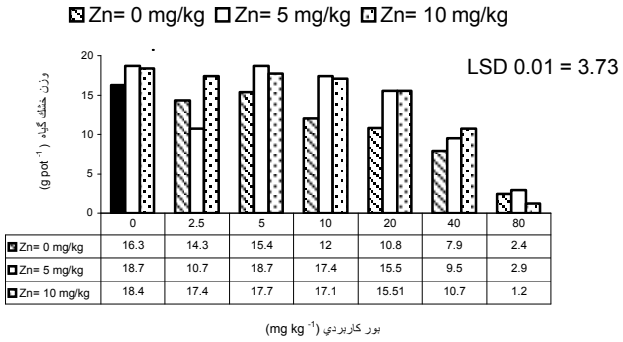
Peterson و MacGregor (۱۹٦٦) گزارش کردند که با کاربرد بور عملکرد ذرت کاهش یافت. Berger و همکاران (۱۹۵۷) مشاهده کردند که با کاربرد بور رشد رویشی ذرت افزایش یافت. مصرف بور با عث افزایش وزن خشک ذرت

www.SID.ir

Archive of SID

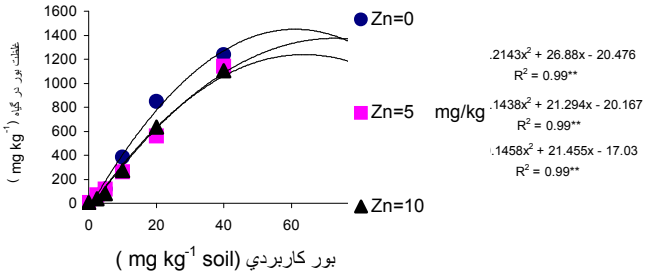
شـــــیرین گردیـــــد (Temesagdie و Takano، ۱۹۹۲). Fuhering (۱۹٦۵) برهمکنش روی و بور با تـراکم گیـاهی را بررسی و مشاهده کرد که در تراکم گیـاهی کـم، مقـادیر زیاد بور و روی باعث کاهش عملکـرد ذرت شـد ولـی در تراکم گیاهی بالا عملکرد را افـزایش داد. Prasad و Byrne (۱۹۷۵) بیان می‌دارند که مصرف بور بر عملکرد ذرت تأثیر معنی‌داری نداشت.

کاهش ماده خشک تولیدی بر اثر کـاربرد بـور در ذرت توسط Mozaffar (۱۹۸۹) و افـزایش آن بـا مـصرف روی توســط Rashid و Fox (۱۹۹۲) و Shukla و Mukhi (۱۹۸۰) و تـأثیر مثبـت روی بـر رشـد ذرت در خاکهـای آهکی جنـوب ایـران بوسـیله Darjeh و همکـاران (۱۹۹۱) گزارش شده است. همچنین تأثیر کـاربرد روی بـر کـاهش سـمیت بـور در گنـدم (Singn و همکـاران، ۱۹۹۰)، جـو (Graham و همکـاران ۱۹۸۷) و نـارنج (Swietlik، ۱۹۹۵) نیز گزارش شده است.



	0	2.5	5	10	20	40	80
Zn= 0 mg/kg	16.3	14.3	15.4	12	10.8	7.9	2.4
Zn= 5 mg/kg	18.7	10.7	18.7	17.4	15.5	9.5	2.9
Zn= 10 mg/kg	18.4	17.4	17.7	17.1	15.51	10.7	1.2

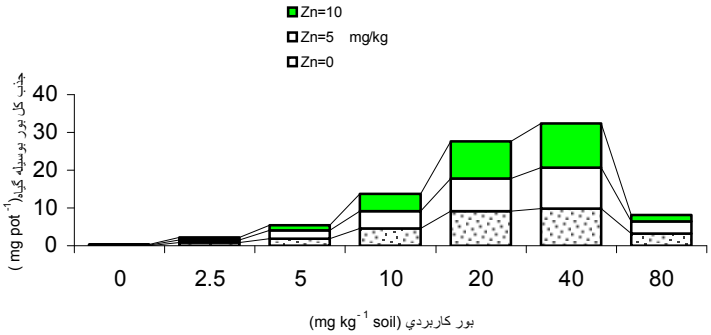
شکل۲- تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر وزن خشک اندام هوایی بوته های ذرت.



شکل ۳ -تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر غلظت بور در اندام هوایی ذرت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤ - تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر جذب بور توسط ذرت .

غلظت و جذب بور

کاربرد بور با عث افزایش معنی‌دار غلظت بور در اندام هوایی ذرت گردید (شکل۳). بیشترین غلظت بور در تیمار ۸۰ میلی‌گرم بور به همراه ۱۰ میلی‌گرم روی و برابر با ۱۳۵۵ و حداقل آن در تیمار شاهد و برابر با ۳/۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده گردید. Oertli و Kohl (۱۹٦۱) غلظت بور در برگهای سبز و نکروزه ذرت ناشی از سمیت بور را به ترتیب ۷۹۰-۳٦۰ و ۱۲۸٦۰- ۱۲۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند.

در آزمایش حاضر کاربرد سطوح مختلف روی، تا سطح ٤۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بور، غلظت بور را بطور معنی‌داری کاهش داد. در سطح خیلی زیاد بور (۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) کاربرد ۱۰ میلی‌گرم روی تأثیر معنی‌داری بر غلظت بور در بافت قسمت هوایی ذرت نداشت. کاربرد بور در تمام سطوح روی ابتدا باعث افزایش جذب بور توسط ذرت شد، اما سطوح بالاتر موجب کاهش گردید که محتملاً افزایش جذب به دلیل تأثیر بور بر غلظت این عنصر در گیاه و کاهش جذب به دلیل اثر بور بر کاهش ماده خشک می‌باشد. اثر روی بر جذب بور در سطوح مختلف بور متفاوت بود. در سطح ۲/۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک، مصرف روی تأثیری بر جذب بور نداشت. در سطح صفر و ٤۰ میلی‌گرم بور کاربرد روی باعث افزایش جذب بور گردید. در سطح ۵ و ۸۰ میلی‌گرم بور بین سطوح روی نیز تفاوت معنی‌دار بود به طوری که کاربرد ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی به ترتیب باعث افزایش و کاهش جذب بور شد. کاهش جذب بور محتملاً به دلیل نقش حفاظتی روی در غشاء سلولی(Cengis و Higgs ۲۰۰۰؛ Singh و همکاران ۱۹۹۰) و در نتیجه جذب کمتر بور توسط ریشه گیاه و نیز تأثیر مقادیر مختلف روی بر میزان ماده خشک تولیدی در سطوح مختلف بور می‌باشد.

رابطه بین غلظت بور در بافت گیاه و عملکرد نسبی ذرت به ترتیب در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک به صورت معادله های زیر بدست آمد:

[1] در سطح صفر روی $Y = -0.05 X + 85 \quad R^2 = 0.87$

[2] در سطح ۵ روی $Y = -0.05 X + 95 \quad R^2 = 0.60$

[3] درسطح ۱۰ روی $= -7 \times 10^{-5} X^2 + 0.0325 X + 94.5 \quad R^2 = 0.97$

که در این روابط Y درصد عملکرد نسبی ماده خشک و X غلظت بور در بافت گیاه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. براساس روابط بالا غلظت بور در بافت گیاهی برای تولید ۵۰ درصد محصول در سطح صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک به ترتیب برابر ۷۰۰، ۹۰۰ و ۱۰٦۲ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. لذا مشاهده می‌شود که کاربرد سولفات روی اثر چشمگیری بر کاهش سمیت بور در ذرت و افزایش تحمل این گیاه به سطوح بالای بور دارد.

Gupta (۱۹۷۹) و Adriano (۱۹۸٦) معتقدند که حد کمبود بور در برگ بالغ تعدادی از گیاهان کمتر از ۱۵ و دامنه کفایت بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. این در حالی است که Kataba و Pendias (۱۹۸٤) غلظت بور در برگ بالغ گونه‌های مختلف گیاهی در حد کمبود، کفایت و سمیت را به ترتیب ۳۰-۵ ، ۵۰-۱۰ و ۲۰۰-۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت گیاهی گزارش کرده‌اند. با کاربرد بور غلظت این عنصر در برگ ذرت افزایش و عملکرد ذرت کاهش یافت (Peterson و MacGregor، ۱۹٦٦). حد بحرانی بور در سطح بهینه روی (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) با استفاده از معادله [2] برابر ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست می آید. El - Sheikh و همکاران (۱۹۷۱) نیز حد بحرانی بور در برگ بلالی ذرت در شرایط گلخانه

www.SID.ir

Archive of SID

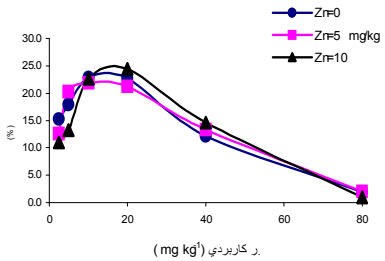
را ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آوردند. حد بحرانی بور در برگهای ذرت از ٤ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است. افزایش غلظت بور در بافت گیاهی با مصرف این عنصر و کاهش آن با کاربرد روی در جو (Graham و همکاران ۱۹۸۷)؛ کلزا (Grewal و همکاران، ۱۹۹۸)؛ گندم (Singh و همکاران، ۱۹۹۰) و نارنج (Swietlik، ۱۹۹۵) نیز گزارش شده است. Singh و همکاران (۱۹۹۰) معتقدند که روی نقشی حفاظتیً در سطح خارجی یا در غشاء سلولی ریشه دارد و بدین طریق با تنش ناشی از سمیت بور مقابله می‌کند. Graham و همکاران (۱۹۸۷) تأثیر کمبود روی بر انباشتگی بور در جو را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که غلظت و جذب کل بور با کاربرد روی کاهش می یابد.

بازیابی ظاهری بور

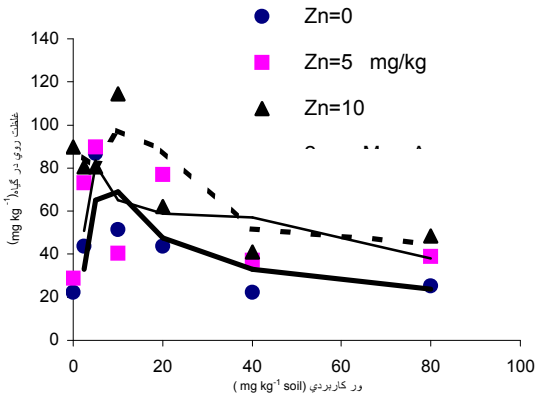
مصرف روی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بازیابی ظاهری بور نداشت (شکل ۵). با کاربرد بور بازیابی ظاهری آن افزایش یافت که محتملاً به علت افزایش جذب این عنصر توسط گیاه می‌باشد. مصرف مقادیر زیاد بور بازیابی ظاهری آن را به شدت کاهش داد. کاهش بازیابی بور در سطح ٤۰ میلی‌گرم، علی‌رغم افزایش جذب کل این عنصر، محتملاً به دلیل بالا بودن مقدار نسبی بور مصرفی و در نتیجه باقی ماندن درصد بالایی از آن در خاک می‌باشد. در سطح ۸۰ میلی‌گرم بور، به دلیل کاهش جذب و نیز افزایش احتمالی باقیمانده بور در خاک، بازیابی ظاهری به شدت کاهش یافت. مقداری از بور مصرف شده، جذب اجزاء خاک می‌شود و بصورت غیر قابل جذب گیاهی در می‌آید، مقداری نیز بصورت قابل استفاده گیاه در خاک باقی می‌ماند (Gupta و همکاران، ۱۹۸۵).

www.SID.ir

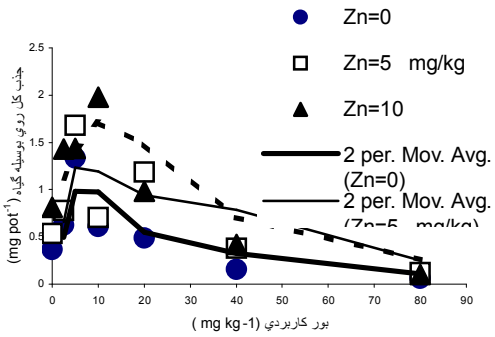
Archive of SID



شکل ۵ – تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر بازیابی ظاهری بور توسط گیاه ذرت



شکل ٦ – تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر غلظت روی در ذرت



شکل ۷ – تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بور و روی بر جذب روی توسط ذرت

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت و جذب روی

مصرف روی باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی در تمام سطوح بور شد (شکل ٦). کاربرد مقادیر کم و متوسط بور غلظت روی در گیاه را افزایش ولی سطوح زیاد و خیلی زیاد بور غلظت روی در گیاه را کاهش داد. کمترین غلظت روی از تیمار شاهد برابر ۲۲/۲۷ و حداکثر آن از تیمار ۱۰ میلی‌گرم روی به همراه ۱۰ میلی‌گرم بور و برابر با ۱۱٤/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد.

جذب کل روی نیز روند مشابهی داشت (شکل ۷). Maftoun و Karimian (۱۹۸۹) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت و جذب روی و مقدار روی مصرفی بدست آوردند. Karimian (۱۹۹۵) مشاهده نمود که مصرف ۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک باعث افزایش معنی‌دار غلظت و جذب روی در ذرت شد. افزایش غلظت و جذب روی توسط ذرت با کاربرد روی در خاکهای آهکی جنوب ایران بوسیله Darjeh و همکاران (۱۹۹۱) و کاهش آن بر اثر کاربرد بور در ذرت توسط Mozaffar (۱۹۸۹) نیز گزارش شده است. اثرات همیاری بور و روی در غلظتهای کم در گیاه خردل (Sinha و همکاران، ۲۰۰۰) نیز گزارش شده است.

نتیجه گیری کلی

غلظت بور یافت شده در بافت گیاهی حاصل از سطوح نسبتاً بالای مصرف بور در حد سمیت بود و موجب کاهش چشمگیر عملکرد ماده خشک ذرت گردید. کاهش عملکرد ماده خشک در غیاب روی شدیدتر بود و با کاربرد روی عملکرد بطور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج نشان می‌دهند که کاربرد سولفات روی می‌تواند حساسیت ذرت به سمیت بور را کاهش دهد. بنابراین در خاکهایی که احتمال سمیت این عنصر وجود دارد، عملکرد ذرت را با مصرف سولفات روی می‌توان افزایش داد. مصرف مقادیر بیش از حد بور باعث کاهش بازیابی بور توسط گیاه شد و قسمت اعظم بور در خاک باقی ماند. که امکان دارد تأثیر سوء بر گیاهان بعدی داشته باشد. قبل از هر گونه توصیه پیشنهاد می‌گردد نتایج این آزمایش در شرایط مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه شیراز برای تأمین وسایل و امکانات، و همچنین از همکاری بخش تحقیقات خاک و آب مرکز فارس صمیمانه قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع

۱. صلحی م. ۱۳٦۷. مطالعه ژنتیکی، مرفولوژیکی، فیزیکو شیمیایی و طبقه‌بندی خاکهای باجگاه، استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد (ام. اس). دانشگاه شیراز.

۲. ملکوتی م. ج. و م. م. طهرانی. ۱۳۷۹. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۹٦ صفحه.

3. Adriano, D. 1971. Phosphorus- iron and phosphorus- zinc relationships in corn (*Zea mays* L.) seedling as affected by mineral nutrition. Agron. J. 63:36-39.
4. Adriano, D. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer- Verlag, New York.
5. Berger, K. C., T. Hiekkienen and E. Zube. 1957. Boron deficiency, a cause of baren stalks and baren ears in corn. Soil Sci. Soc. Am Proc . 21:629-632.
6. Bingham, F. T. 1982. Boron . p. 431-448. In A. L . Page (ed.) Methods of soil analysis. Part 2, Am Soc . Agron., Madison, WI.
7. Cengis, K., and D. Higgs. 2000. Short-term relationships between membrane permeability and growth parameters in three tomato cultivars grown at low and high zinc. J. Plant Nutr. 23 (10): 1373-1383.
8. Darjeh, Z., N. Karimian, M. Maftoun, A. Abtahi, and K. Razmi. 1991. Correlation of five Zn extractants with plant responses on highly calcareous soil of Doroodzan Dam area. Iran Agric. Res 10 : 29-45.
9. El-Sheikh, A. M., A. Ulrich, S. K. Awad, and A. E. Awalf. 1971. Boron tolerance of squash, melon, cucumber and corn. Am Soc. Hort . Sci. J. 96:536-537.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Fuhering, H. D. 1966. Nutrition of corn *(Zea mays* L.) on a calcareous soil: III. Interaction of zinc and boron with plant population and the relationship between grain yield and leaf composition. Soil Sci. Soc. AmProc .30:489-494.
11. Graham, R. D., R. M. Welch, D. L. Grunes, E. E. Cary, and W. A. Norvell .1987. Effect of zinc deficiency on the accumulation of boron and other mineral nutrients in barley. Soil Sci. Soc. Am J. 51: 652-657.
12. Grewal, H. S., R. D. Graham, and J. Stangoulis. 1998. Zinc- boron interaction effects in oilseed rape. J. Plant Nutr. 21 (10): 2231-2243.
13. Gupta, U. C. 1979. Boron nutrition of crops. Adv. Agron. 31: 273-307.
14. Gupta, U. C., Y. M. Jame, C. A. Campbell, A. J. Leyson, and W. Nicholaichuk. 1985. Boron toxicity and deficiency: A review. Can. J. Soil Sci. 65: 381-409.
15. Karimian, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorous on zinc nutrition of corn in a calcareous soil. J. Plant Nutr.18:2261-2271.
16. Kataba- Pendias, A., and H. Pendias. 1984. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
17. Maftoun, M., and N. Karimian.1989. Relative efficiency of two zinc sources for maize (*Zea mays* L.) in two calcareous soils from an arid area of Iran. Agronomie 9:771-775.
18. Mozaffar, A. 1989. Boron effect on mineral nutrients of maize. Agron. J. 81: 285 – 290.
19. Oertli, J. J., and H. C. Kohl .1961. Some considerations about the tolerance of various plant species to excessive supplies of boron. Soil Sci. 92: 243-247.
20. Peterson, R., and J. M. MacGregor.1966. Boron fertilization of corn in Minnesota. Agron. J. 58:141-142.
21. Prasad, M., and E. Byrne.1975. Boron source and lime effects on the yield of three crops grown in peat. Agron. J. 67:553-556.
22. Rashid, A., and R. L. Fox .1992. Evaluating internal zinc requirements of grain crops by seed analysis. Agron .J .84:469-474.
23. Shukla, U C., and A. K. Mukhi.1980. Amelioration role of zinc, potassium and gypsum on maize *(Zea mays* L.) grown under alkali soil conditions. Agron. J. 72:85-88.
24. Sims, J. T., and O. V. Johnson. 1991. Micronutrient soil tests. P. 345-383. In Mortvedt et al. (ed.) Micronutrients in agriculture., Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
25. Singh, J. P., D. J. Dahiya, and R. P. Narwal. 1990. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. Fert. Res. 24 : 105-110.
26. Sinha, P., R. Jain, and C. Chatterjee. 2000. Interactive Effect of Boron and Zinc on Growth and Metabolism of Mustard. Commu. Soil Sci Plant Anal, 31 (1,2): 41-49.
27. Swietlik, D. 1995. Interaction between zinc deficiency and boron toxicity on growth and mineral nutrition of sour orange seedlings. J. Plant Nutr. 18 (6) : 1191-1207.
28. Temesagdie, P., and T. Takano. 1992. Effect of treated seeds with boric acid, GA3, potassium nitrate and zinc sulfate on seedling growth of sweet corn and yard long bean. Kasetsart J. Nat. Sci. 26:34-40.
29. Touchton, J. T., and F. C. Boswell. 1975. Boron application for corn grown on selected Southeastern soils. Agron. J. 67:197-200.

www.SID.ir