تأثیر عناصر روی و بور بر عملکرد و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه ذرت

Effect of zinc and boron on yield and concentration of nitrogen, phosphorous and potassium in the corn grain

فرشید عارف[۱]

۱- استادیار خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر عناصر روی و بور در غلظت و جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ذرت ،یک آزمایش مزرعه‌ای با پنج سطح روی (۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار روی و محلول‌پاشی روی) و چهار سطح بر (۰، ۴ و ۸ کیلوگرم در هکتار بور و محلول‌پاشی بور)، به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار، در سال ۱۳۸۲ در نی ریز فارس انجام شد و رقم ذرت تحت آزمایش، سینگل کراس ۴۰۱ در نظر گرفته شد. سطوح مختلف روی و بور تأثیری بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه نداشتند، ولی کاربرد تمام سطوح روی و بور، باعث افزایش جذب نیتروژن و پتاسیم در دانه شد. مصرف روی به صورت خاکی، جذب فسفر در دانه را افزایش داد، ولی محلول‌پاشی روی، تأثیری بر آن نداشت. کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی اسید بریک، جذب فسفر در دانه را افزایش داد. کمترین میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه، در سطوح بدون روی و نیز بور مشاهده گردید. وجود مقدار زیاد روی در خاک، کمک به افزایش غلظت و جذب نیتروژن ر دانه در اثر مصرف بور نمود. بنابراین در سطح بالای روی، بین بور و نیتروژن اثر همیاری مشاهده شد. محلول‌پاشی بور ،کمک به افزایش غلظت و جذب نیتروژن در دانه، بر اثر کاربرد روی نمود. مصرف بور در سطوح پایین روی، تأثیری بر غلظت فسفر و پتاسیم در دانه نداشت، ولی در سطح بالای روی، باعث افزایش غلظت فسفر و پتاسیم در دانه شد. مصرف بور در هیچ یک از سطوح روی تأثیری بر جذب پتاسیم در دانه نداشت ولی در سطوح بالای روی، جذب فسفر در دانه را افزایش داد. میزان زیاد روی در خاک، کمک به افزایش غلظت فسفر و پتاسیم و همچنین جذب فسفر بر دانه در اثر مصرف بور نمود.

واژه‌های کلیدی: دانه ذرت، عناصر پرمصرف، روی و بور

www.SID.ir

مقدمه

نیتروژن در ساختار کلروفیل، پروتئین‌ها، تمام آنزیم ها، ترکیبات حد فاصل سوخت و سازی، در ساخت مواد و انتقال انرژی و حتی در ساختمان دی اکسی ریبونوکلئیک اسید نقش دارد. همچنین نخستین عنصر غذایی است که کمبود آن در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک روی می‌دهد. عرضه نیتروژن به مقدار کافی باعث رشد رویشی زیاد و رنگ سبز تیره می‌گردد (۳۱). میزان نیتروژن در اندام های گیاه، بعد از کربن، اکسیژن و هیدروژن ،حداکثر است (۳۱). در صورت کمبود روی، تبدیل نیتروژن به ترکیبات پروتئینی کاهش یافته و اسیدهای آمینه و آمیدها در گیاه تجمع می‌یابند (۲۰). کمبود روی در گیاه ،اثرات کاهشی در میزان RNA و ریبوزوم دارد که در نتیجه ساخت پروتئین کاهش یافته و اسیدهای آمینه آزاد در گیاه تجمع می‌یابند (۱۸). با افزایش روی، جذب و ساخت نیتروژن در گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۱). گوپتا و سینگ (۱۹۸۵) علت افزایش جذب نیتروژن در نتیجه مصرف روی را ناشی از زیاد شدن وزن خشک اندام هوایی دانستند (۱۳). حسین و فیاد (۱۹۹۶) با کاربرد روی و بور به میزان به ترتیب ۶۰ و ۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده نمودند که غلظت نیتروژن در دانه از ۱/۲ درصد در تیمار شاهد به ۲ درصد افزایش یافت (۱۵). گوپتا و سینگ (۱۹۸۵) گزارش نمودند که در اثر مصرف ۲/۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک، جذب نیتروژن در ذرت از ۵۳/۴ میلی‌گرم در شاهد به ۲۰۶/۲ میلی‌گرم در تیمار کود داده شده افزایش یافت (۱۳). تأثیر روی بر افزایش جذب نیتروژن در گیاه توسط محققان زیادی گزارش شده است (۱۳، ۱۹). بور در سوخت و ساز ترکیبات نیتروژن در گیاه نقش دارد و بر اثر کمبود آن ،ترکیبات نیتروژن محلول، مخصوصاً نیترات در گیاه تجمع می‌یابد (۲۰). ناتل و همکاران (۱۹۸۷) مشاهده نمودند که مصرف بور همراه با گوگرد، میزان پروتئین دانه را ۱۵ درصد افزایش داد، ولی ترکیب بور با نیتروژن، میزان پروتئین را کاهش، ولی درصد روغن را افزایش داد (۲۳).

فسفر در ساختمان پروتئین سلول، پروتئین هسته، غشای سلولی و اسیدهای نوکلئیک نقش دارد. همچنین نقش اساسی فسفر در انتقال انرژی در گیاه است (۳۱). فسفر برای رشد،

Archive of SID

www.SID.ir

تقسیم سلولی، رشد ریشه و طویل شدن آن، توسعه میوه و دانه و زودرسی، ضروری است (۳۰). نقش پتاسیم، بیشتر کاتالیزوری است و در فعال سازی آنزیم های مختلف، در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی، ذخیره مواد آلی، در نفوذ پذیری غشا، تنظیم تنفس، حفظ آب و تحمل در برابر آفات و امراض نقش دارد (۳۰). سینگ و همکاران (۱۹۸۶) گزارش نمودند که برای غلبه بر معضل تغذیه ای ناشی از کاربرد کود فسفر، باید کود روی دار به خاک اضافه نمود (۲۸).

روی در ساختمان دیواره سلولی وجود دارد ؛ بنابراین در صورت کاهش آن، انتقال فسفر از سلول های سطحی ریشه به آوند چوبی کنترل نمی‌شود و میزان فسفر در قسمت های هوایی گیاه زیاد می‌شود (۲۰). مارشنر (۱۹۹۵) مشاهده نمود که در شرایط کمبود روی و فراوانی میزان فسفر، جذب فسفر افزایش یافته و ممکن است در درون گیاه با افزایش تجمع فسفر در غلظت بالا سمیت ایجاد شود. کمبود روی از طریق کاهش رشد گیاه، سبب افزایش غلظت فسفر بدون افزایش جذب کل آن می‌شود (۲۰). گراهام و همکاران (۱۹۸۷) گزارش نمودند که کاهش میزان روی در خاک، سبب افزایش غلظت فسفر و پتاسیم در گیاه جو شد(۱۲). کمبود روی می‌تواند باعث افزایش غلظت زیاد فسفر در گیاه تا حد ایجاد سمیت شود و ممکن است علائم سمیت فسفر به کمبود روی نسبت داده شود (۲۴). البته گزارش های زیادی نیز توسط بعضی محققان از برهمکنش مثبت فسفر و روی در گیاهان ارائه شده است (۱۱ و ۱۳). زو (۱۹۹۳) مشاهده نمود که کاربرد روی ،جذب فسفر در دانه ذرت را افزایش داد (۳۴). کریمیان (۱۹۹۵) مشاهده نمود که با افزایش غلظت روی در دانه گندم، غلظت پتاسیم در دانه، کاهش ، ولی غلظت‌های نیتروژن و فسفر در دانه افزایش یافت. این تحقیق در ادامه بیان نمود که کاربرد روی، تأثیری بر غلظت و جذب کل فسفر در ذرت نداشت (۱۷). وانگ و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که ذرت نسبت به فسفر در تمام سطوح روی و نسبت به روی در تمام سطوح بالای فسفر عکس‌العمل نشان می‌دهد (۳۳). در صورت کمبود بور، غلظت فسفر افزایش می‌یابد و نسبت فسفر معدنی به فسفر کل در ساقه و برگ زیاد می‌شود. افزایش فسفر، جذب بور توسط گیاه را کاهش می‌دهد (۳۱). مورگان و مسکاگنی (۱۹۹۱) بیان نمودند که بین فسفر و بور، برهمکنش مثبت وجود دارد؛ به طوری که فسفر زیاد می‌تواند منجر به تجمع بور در گیاهان شود

www.SID.ir

و حتی ممکن است میـزان بـور بـه حـد سـمیت برسد (۲۲).

این تحقیق با هدف کلی بررسی تأثیر کـاربرد روی و بور و برهمکنش آن ها بر غلظت و جـذب عناصـر پـر مـصرف عمـده (نیتـروژن، فـسفر و پتاسیم) در دانه گیاه ذرت به اجرا درآمده اسـت. از طریق بررسی تأثیر این دو عنصر می‌توان علاوه بر افزایش عملکرد، دانه‌های ذرت را که در تغذیه انسان و دام نقش بسیار مهمی دارد، غنی نمود.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۲ در مزرعـه سـنگ سفید روستای جهان آباد نی ریز اجرا شـد. ابتـدا به طور تصادفی از چندین نقطـه، نمونـه بـرداری خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر انجام گردیـد تـا منطقه‌ای که میزان روی و بور قابل جذب آن هـا پایین است، انتخاب شود (کمتر از یک میلی‌گـرم بور کیلـوگرم عـصاره‌گیـری شـده بـا روش هـای DTPA و آب داغ). در اجرای این آزمـایش، ۲۰ تیمار در ۳ تکرار در قالب طرح بلوک های کامـل تصادفی انتخاب شد. ۲۰ تیمارهای این تحقیق از ترکیب ۵ سطح روی (۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلـوگرم در هکتار روی و محلول‌پاشی روی با غلظـت ۰/۵ درصـد) و ۴ سـطح بـور (۰، ۴ و ۸ کیلـوگرم در هکتـار بـور و محلـول‌پاشـی بـور بـا غلظـت ۰/۳ درصد) به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی به طول ۸ متر و عرض ۳ متر بود. فواصل کاشت بذور روی پـشته ۲۰ سـانتی‌متـر و رقم ذرت استفاده شده، سینگل کراس ۴۰۱ بود.

نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیـب از منـابع اوره، سوپر فسفات تریپل و سـولفات پتاسـیم بـه میزان ۴۰۰، ۱۶۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتـار بـه تمام تیمارها افزوده شد. انتخاب میـزان کـود بـر اساس آزمون خاک و در نظر گرفتن حد بحرانـی این عناصر برای ذرت در خاک مـورد نظـر انجـام گرفت. ۵۰ درصد اوره هنگام کاشت و بقیه در دو نوبت، هنگـام رشـد رویـشی و تـشکیل بـلال‌هـا اسـتفاده شـد. روی و بـور بـه ترتیـب از منـابع سولفات روی (محتوی ۲۲ درصـد روی) و اسـید بریک (محتوی ۱۷ درصد بور) به دو روش مصرف خاکی و محلول‌پاشی اسـتفاده شـد کـه مـصرف خاکی در زمان کاشت و محلول‌پاشـی‌هـا نیـز بـا غلظت های ۵ در هزار (۰/۵ درصد) سولفات روی و ۳ در هزار (۰/۳ درصد) اسید بریک در دو نوبت در مراحل رشد رویـشی و بعـد از تـشکیل بـلال انجام شد. در پایان مرحله رشـد ، ابتـدا عملکـرد دانه ذرت در تیمارهای مورد نظر و سپس غلظت

www.SID.ir

عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه اندازه‌گیری شد. جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه از طریق ضرب عملکرد دانه در غلظت عنصر مورد نظر در دانه، محاسبه گردید. تجزیه دانه و آزمون خاک با روش های متداول آزمایشگاهی انجام شد. فسفر خاک به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب از طریق عصاره‌گیری با استات آمونیم، آهن، منگنز، روی و مس قابل جذب در خاک ابتدا با DTPA عصاره‌گیری و سپس با دستگاه جذب اتمی قرائت شد. بور قابل جذب خاک به روش آب داغ، عصاره‌گیری و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری این عناصر به منظور تعیین مقدار آن ها در خاک و اضافه نمودن کودهای محتوی آن ها بر مبنای آزمون خاک انجام شد. از روش هضم تر برای اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه استفاده شد؛ نیتروژن کل به روش میکروکجلدال، فسفر به روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر، اندازه‌گیری شد (۲۹). داده‌های به دست آمده از طریق نرم‌افزار MSTATC و SAS با آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه های خاک قبل از کاشت در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان فسفر، پتاسیم و روی خاک ،پایین‌تر از حد بحرانی، مقدار بور در حد متوسط تا کمبود، ولی مقدار آهن، مس و منگنز خاک بالاتر از حد بحرانی قرار داشت (۲۵). حد بحرانی یک عنصر در خاک به عوامل متعددی از جمله رقم، خصوصیات خاک، مدیریت کشت و ... بستگی دارد. در منطقه مورد نظر ،در مورد حد بحرانی عناصر، تحقیقی انجام نشده است؛ بنابراین خصوصیات خاک با حد بحرانی نقاط مشابه در جهان مقایسه گردید. آگراوالا (۱۹۹۲) حد بحرانی آهن، روی، منگنز و مس در خاک با عصاره‌گیر DTPA را به ترتیب ۲/۵، ۰/۸، ۵/۵ و ۰/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک گزارش نمود (۱). سیمز و همکاران (۱۹۹۱) حد بحرانی آهن، روی، منگنز و مس با روش عصاره‌گیر DTPA و بور با روش آب داغ در خاک را به ترتیب ۵ - ۲/۵، ۲ - ۰/۲، ۵ - ۱، ۰/۱-۲/۵ و ۲-۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بیان کردند (۲۷). حد بحرانی فسفر به روش اولسن در خاک های آهکی توسط کریمیان (۱۹۹۵) ۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمده است (۱۷).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج تجزیه‌های فیزیک وشیمیایی خاک قبل از کاشت در منطقه اجرای آزمایش

Table 1. Table 1.The result of soil examination.

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	pH	EC (ds/m)	O.C. (درصد)	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B
					میلی‌گرم درکیلوگرم خاک						
0-30	لوم تا لوم رسی	8.1	2.33	0.62	116	234	1.8	7.76	0.28	0.5	0.81

عملکرد دانه

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) تحت تأثیر تیمارهای مختلف در جدول ۲ گزارش شده است. کاربرد سطوح مختلف روی بر عملکرد دانه، در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین میانگین عملکرد دانه به میزان ۹۰۰۴/۲ کیلوگرم در هکتار، با کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار روی به دست آمد که نسبت به سطح بدون روی با میزان عملکرد ۷۴۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار، ۲۰/۷۳ درصد افزایش نشان داد، ولی با سایر سطوح روی، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میانگین عملکرد دانه به میزان ۷۴۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار در سطح بدون روی مشاهده شد.

جدول ۲- تأثیر روی و بور بر میزان عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

Table 2. The effect of zinc and boron on the grain yield of corn

سطوح بور (کیلوگرم در هکتار)	سطوح روی (کیلوگرم در هکتار) 0	15	30	45	محلول پاشی ۰/۵ درصد	میانگین
0	6733.3 D	8633.3 ABCD	7583.3 CD	7800 BCD	8800 ABC	7910 B
4	8233.3 BCD	9066.7 ABC	9016.7 ABC	9166.7 ABC	8716.7 ABCD	8840 A
8	73333.3 CD	8650 ABCD	9666.7 AB	8150 BCD	9016.7 ABC	8563.3 AB
محلول‌پاشی	7533.3 CD	8633.3 ABCD	9750 AB	10266.7 A	8400 ABCD	8916.7 A
میانگین	7458.3	8745.8	9004.2	8845.8	8733.3	

*میانگین‌های با حروف مشابه در تمام جداول فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

کاربرد سطوح مختلف بور بر میزان عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین میانگین عملکرد دانه به میزان ۸۹۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار، از طریق محلول‌پاشی بور به دست آمد که نسبت به سطح بدون بور با میزان عملکرد، ۷۹۱۰ کیلوگرم در هکتار، ۱۲/۷۳ درصد افزایش نشان داد، ولی با سطوح ۴ و ۸ کیلوگرم در هکتار بور، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میانگین عملکرد دانه به میزان ۷۹۱۰ کیلوگرم در هکتار در سطح بدون مصرف بور مشاهده شد. تأثیر کاربرد روی و بور بر افزایش عملکرد دانه ذرت توسط محققان زیادی گزارش شده است (۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸). ذرت از گیاهان حساس به کمبود روی است و کاربرد روی می‌تواند در افزایش عملکرد آن مؤثر باشد (۳۱). هکمن و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، عملکرد ذرت از ۸۰۰۰ به ۱۰۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت؛ البته میزان روی در خاک مورد نظر خیلی پایین بود. همچنین وی مشاهده نمود عملکرد ذرت بر اثر کاربرد ۴ کیلوگرم اسیدبریک به ۹۸۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (۱۴).

برهمکنش روی و بور بر میزان عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. در سطوح پایین و محلول‌پاشی روی، کاربرد بور تأثیری بر عملکرد دانه نداشت، ولی در سطوح بالای روی (۳۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار روی)، باعث افزایش عملکرد دانه شد. کاربرد روی در سطح ۴ کیلوگرم در هکتار بور تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نسبت به عدم مصرف روی نداشت، ولی در سایر سطوح بور، موجب افزایش عملکرد دانه شد. در سطح بدون بور، مصرف خاکی روی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت ،ولی محلول‌پاشی روی، باعث افزایش عملکرد دانه از ۶۷۳۳/۳ به ۸۸۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید که نسبت به عدم مصرف روی، ۳۰/۶۹ درصد افزایش نشان داد. احتمالاً عدم مصرف بور، باعث سوء تغذیه و در نتیجه مانع تأثیر مصرف خاکی روی بر افزایش عملکرد شد؛ در حالی که در کاربرد روی به صورت محلول‌پاشی، اثرات برهمکنش منفی روی و بور وجود نداشت و در نتیجه محلول‌پاشی روی، مؤثرتر از کاربرد روی به صورت خاکی بود. فاجریا (۲۰۰۲) در بررسی تأثیر عناصر روی و بور بر ذرت مشاهده نمود که کاربرد توأم روی به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار و بور به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش عملکرد دانه ذرت به میزان ۲۷ درصد گردید. همچنین وی گزارش نمود که مقدار زیاد بور در خاک (۱۰

www.SID.ir

کیلوگرم بـور در هکتـار) نقـش روی در افـزایش عملکرد دانه را بهبود بخشید و همچنـین مقـدار زیاد روی در خاک (۵۵ کیلوگرم روی در هکتـار) از طریق کاهش سمیت بـور، کمـک بـه افـزایش عملکرد دانه نمود (۹). رابسون و پیتمن (۲۰۰۳) نیز بیان نمودند کـه وجـود روی و بـور در خـاک باعث بهبود نقش یکدیگر در افزایش عملکرد دانه گردید؛ البته اگر میـزان روی و بـور از یـک حـد مشخص بیشتر شود ،تأثیر سوء بر نقـش دیگـری بر عملکرد می‌گذارد. این حد، بسته به نوع خاک، شرایط آب و هوایی، نوع گیاه و رقـم و همچنـین مدیریت دارد (۲۶).

کمتـرین عملکـرد دانـه بـه میـزان ۶۷۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار، بر اثر عدم مصرف روی و بـور (تیمار شاهد) مشاهده شد. بالاترین عملکرد دانـه به میزان ۱۰۲۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار، با کـاربرد توأم ۴۵ کیلوگرم در هکتار روی و محلـول‌پاشـی بور به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (عـدم مـصرف روی و بـر) بـا میـزان عملکـرد ۶۷۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار، ۵۲/۴۸ درصد افـزایش نـشان داد. تیمار با بیشترین میزان عملکرد با بسیاری از تیمارها که در جدول ۲ مـشخص اسـت اخـتلاف معنی‌داری نشان نداد؛ بنابراین با توجه به هزینـه کود، روش کوددهی و غیره ،کاربرد ۱۵ کیلـوگرم در هکتـار روی + ۴ کیلـوگرم در هکتـار بـور یـا محلول‌پاشی روی به تنهایی برای افزایش عملکرد دانـه توصـیه مـی‌شـود. ایـن دو تیمـار بـا تیمـار بـالاترین میـزان عملکـرد ،اخـتلاف معنـی داری نداشت، ولی بـا تیمـار شـاهد اخـتلاف معنـی‌دار داشت. بنابراین از نظر اقتصادی برای جلوگیری از کاربرد بیشتر کود، استفاده این دو تیمار توصـیه می‌شود.

غلظت و جذب نیتروژن در دانه

اثر اصلی روی و بور بر غلظت نیتروژن در دانه معنی‌دار نشد، ولـی بـرهمکنش آنهـا بـر غلظـت نیتروژن در دانه، در سطح ۵ درصد معنی‌دار شـد (جدول ۳). مصرف بور به میـزان ۴ کیلـوگرم در هکتـار در سـطح ۴۵ کیلـوگرم در هکتـار روی و کاربرد روی به صورت محلـول‌پاشـی، در سـطح محلول‌پاشی بور ،سبب افزایش غلظـت نیتـروژن در دانه شد؛ یعنی محلـول‌پاشـی بـور، منجـر بـه افزایش غلظت نیتروژن بـر دانـه، در اثـر مـصرف روی مـی‌گـردد. کمتـرین و بیـشترین غلظـت نیتروژن در دانه به میزان ۱/۵ و ۱/۹۹ درصد بـه ترتیب بر اثر کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار روی و محلول‌پاشی توأم روی و بور وجود داشـت. فقـط

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار محلول‌پاشی توأم روی و بور ، موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن در دانه نسبت به تیمار شاهد گردید و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان ندادند. عدم تأثیر روی و بور بر غلظت نیتروژن در دانه توسط گوپتا و پاتالیا (۱۹۹۳) و رابسون و پیتمن (۲۰۰۳) گزارش شده است ،ولی علت عدم این تأثیر را تشخیص ندادند. عدم تأثیر روی و بور، بر غلظت نیتروژن در دانه احتمالاً به علت اثر رقت است؛ به طوری که کاربرد روی و بور ،موجب افزایش عملکرد و در نتیجه کاهش غلظت نیتروژن در دانه گردید (۱۳ و ۲۶). حداقل، حداکثر و میانگین غلظت نیتروژن در دانه ذرت در این آزمایش به ترتیب ۱/۵، ۱/۹۹ و ۱/۷ درصد به دست آمد؛ که این مقادیر بیشتر از تعدادی از تحقیقات انجام شده توسط محققان بر روی غلظت نیتروژن در دانه ذرت است، به طوری که هکمن و همکاران (۲۰۰۳) حداقل، حداکثر و میانگین غلظت نیتروژن در دانه ذرت بر اثر کاربرد روی و بور را به ترتیب ۱/۰۲، ۱/۵ و ۱/۳ درصد گزارش نمودند (۱۴). وجود مقدار زیاد روی در خاک، کمک به افزایش غلظت نیتروژن در دانه بر اثر کاربرد بور نمود ،ولی در مقادیر کم روی در خاک، چنین تأثیری مشاهده نشد. در واقع ،حضور روی در خاک باعث شد که کاربرد بور موجب افزایش غلظت نیتروژن در دانه شود. تأثیر حضور مقدار زیاد روی در خاک بر افزایش غلظت نیتروژن در دانه بر اثر کاربرد بور توسط مارشنر (۱۹۹۵) و فاجریا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش شده است (۹ و ۲۰).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تأثیر روی و بور بر غلظت عناصر (درصد)

Table 3. The effect of Zn and B on nutrient concentration

سطوح بور (کیلوگرم در هکتار)	سطوح روی (کیلوگرم در هکتار)					میانگین
	0	15	30	45	محلول پاشی ۰/۵ درصد	
غلظت نیتروژن در دانه (درصد)						
0	1.62 BCD	1.6 BCD	1.69 BCD	1.5 D	1.75 ABCD	1.63 A
4	1.76 ABCD	1.63 BCD	1.65 BCD	1.8 ABC	1.67 BCD	1.72 A
8	1.84 AB	1.64 BCD	1.81 ABC	1.69 BCD	1.71 BCD	1.74 A
محلول‌پاشی ۰/۳ درصد	1.55 CD	1.66 BCD	1.76 ABCD	1.70 BCD	1.99 A	1.74 A
میانگین	1.69 AB	1.63 B	1.73 AB	1.67 AB	1.78 A	
غلظت فسفر در دانه (درصد)*						
0	0.32 ABCD	0.32 ABCD	0.30 ABCD	0.28 D	0.30 ABCD	0.31 A
4	0.33 ABCD	0.34 ABCD	0.31 ABCD	0.35 ABC	0.32 ABCD	0.33 A
8	0.30 ABCD	0.33 ABCD	0.36 A	0.31 ABCD	0.29 CD	0.32 A
محلول‌پاشی ۰/۳ درصد	0.28 D	0.35 AB	0.31 ABCD	0.31 ABCD	0.29 BCD	0.31 A
میانگین	0.31 AB	0.34 A	0.32 AB	0.31 AB	0.30 B	
غلظت پتاسیم در دانه (درصد)						
0	0.42 CD	0.45 ABC	0.45 ABC	0.42 CD	0.45 ABC	0.44 A
4	0.46 ABC	0.45 ABC	0.42 CD	0.45 ABC	0.45 ABC	0.45 A
8	0.44 BC	0.50 A	0.44 BC	0.49 AB	0.42 CD	0.46 A
محلول‌پاشی ۰/۳ درصد	0.45 ABC	0.46 ABC	0.46 ABC	0.38 D	0.46 ABC	0.44 A
میانگین	0.44 AB	0.47 A	0.44 AB	0.44 B	0.45 AB	

*میانگین‌های با حروف مشابه در تمام جداول فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تأثیر روی و بور بر جذب عناصر (کیلوگرم درهکتار)

Table 4. The effect of Zn and B on nutrient uptake

سطوح بور (کیلوگرم در هکتار)	سطوح روی (کیلوگرم در هکتار) 0	15	30	45	محلول پاشی ۰/۵ درصد	میانگین
غلظت نیتروژن در دانه (درصد)						
0	108.83 B	138.69 AB	128.51 AB	115.65 B	153.68 AB	129.07 B
4	145.20 AB	148.07 AB	148.37 AB	165.99 A	146.28 AB	150.78 A
8	133.50 AB	142.45 AB	174.90 A	138.09 AB	153.84 AB	148.56 A
محلول‌پاشی ۰/۳ درصد	116.43 B	144.08 AB	171.90 A	174.53 A	169.38 A	155.26 A
میانگین	125.99 B	143.32 AB	155.92 A	148.57 A	155.79 A	
میزان جذب پتاسیم در دانه (کیلوگرم در هکتار)						
0	23.36 D	38.75 ABC	34.38 ABCD	32.94 BCD	39.85 ABC	34.86 B
4	37.62 ABCD	40.80 ABC	38.22 ABCD	41.62 ABC	39.23 ABC	39.50 A
8	31.96 CD	43.49 A	42.47 AB	39.76 ABC	37.59 ABCD	39.06 A
محلول‌پاشی ۰/۳ درصد	34.15 BCD	39.65 ABC	44.82 A	39.34 ABC	38.74 ABC	39.34 A
میانگین	33.02 B	40.67 A	39.97 A	38.42 A	38.85 A	
میزان جذب فسفر در دانه (کیلوگرم در هکتار)						
0	21.58 EF	27.65 ABCDEF	23 CDEF	22.12 DEF	26.40 ABC DEF	24.15 B
4	26.90 ABCDEF	30.70 ABCD	28.01 ABCDEF	32.06 AB	27.99 ABCDEF	29.13 A
8	22.07 DEF	28.24 ABCDEF	34.36 A	25.68 ABCDEF	26.08 ABCDEF	27.28 AB
محلول‌پاشی ۰/۳ درصد	21.36 F	30.56 ABCD	30.25 ABCDE	31.50 ABC	25.50 BCDEF	27.63 A
میانگین	22.98 B	29.29 A	28.90 A	27.84 A	26.24 AB	

*میانگین‌های با حروف مشابه در تمام جداول فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

اثر اصلی روی و بور بر مقدار جذب نیتروژن در دانه (کیلوگرم در هکتار) در سطح ۵ درصد معنـی‌دار شـد (جدول ۴). کمترین و بیشترین جذب نیتروژن در دانه به میزان ۱۲۵/۹۹ و ۱۵۵/۹۲ کیلوگرم در هکتـار، بـه ترتیب در سطوح بدون روی و ۳۰ کیلوگرم در هکتـار روی مشاهده شد. مصرف بور در تمام مقـادیر ، باعـث افزایش جذب نیتروژن در دانه نسبت به سـطح بـدون بور شد؛ کمترین و بیشترین جذب نیتروژن در دانه به ترتیب در سطوح بدون بور و محلول پاشی بـور وجـود داشـت. هکمـن و همکـاران (۲۰۰۳) میـزان جـذب نیتروژن در دانه در میزان عملکرد ۱۱ تن در هکتار را ۱۲۰/۸ کیلوگرم در هکتـار گـزارش نمودنـد (۱۴). در حالی که در این تحقیق، میانگین جـذب نیتـروژن در دانه در میزان عملکرد ۸۵۵۷ کیلـوگرم در هکتـار بـه طور متوسط ۱۴۵/۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمـد. بنابراین، هم غلظت و هم جـذب نیتـروژن در دانـه در ایـن تحقیـق، نـسبت بـه تحقیقـات مـشابه در سـطح بـالاتری اسـت. تأثیرگـذاری روی و بـور بـر جـذب نیتروژن در دانه، نسبت به غلظت نیتروژن در دانه بـه علت تأثیر روی و بور بـر افـزایش عملکـرد اسـت؛ بـه طوری که کاربرد روی و بـور هـر دو موجـب افـزایش عملکرد دانه و در نتیجـه افـزایش جـذب نیتـروژن در دانه شدند.

اثر متقابل روی و بور بر میزان جـذب نیتـروژن در دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. طبـق جـدول ۴، مقـدار جـذب نیتـروژن در بـالاترین سـطح روی، هنگامی که از ۴ کیلوگرم کاربرد بور به صـورت خـاک مصرف و یا محلول‌پاشی بور استفاده شـد، نـسبت بـه کاربرد ۴۵ کیلوگرم روی در هکتار، به طور معنی‌داری بیـشتر گردیـد، ولـی در سـطوح پـایین‌تـر روی و در تیمارهای دیگر، اختلاف معنی‌داری با تیمار یاد شـده وجود نداشت. بنابراین وجود مقدار زیاد روی در خاک نقش ، بور در افزایش جذب نیتروژن در دانه را بهبـود بخشید. وجود مقدار زیاد روی در خاک ، بر کمک بـه نقش بور در افزایش جذب نیتروژن در دانه، عملکرد را نیز افزایش داد. تـأثیر روی بـر افـزایش نقـش بـور در افـزایش عملکـرد و جـذب نیتـروژن در دانـه توسـط میکلسن (۲۰۰۰) بیان شده است. بـه طـوری کـه وی در بررسی نقش روی و بور در ذرت مشاهده نمود کـه در حضور مقدار زیاد روی در خاک، کاربرد بـور تـأثیر بهتری بر عملکـرد و جـذب نیتـروژن در دانـه داشـت (۲۱).

مـصرف روی در سـطح محلـول‌پاشـی بـور، سـبب افزایش جذب نیتـروژن در دانـه شـد ، ولـی در سـایر سطوح بور، تأثیر معنی‌داری بر جذب نیتروژن نداشت. کمترین جذب نیتـروژن در دانـه بـه میـزان ۱۰۸/۸۳ کیلوگرم در هکتـار، بـر اثـر عـدم مـصرف روی و بـور

Archive of SID

www.SID.ir

(تیمار شاهد) مشاهده شد. بیشترین جذب نیتروژن در دانه به مقدار ۱۷۴/۹ کیلوگرم در هکتار، با کاربرد توأم ۸ کیلوگرم در هکتار بور و ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد، ۶۰/۷۱ درصد افزایش نشان داد. بنابراین کاربرد بور به صورت خاک مصرف ، نقشی در بهبود تأثیر روی بر جذب نیتروژن در دانه نداشت، ولی محلول‌پاشی بور، نقش روی در افزایش عملکرد و جذب نیتروژن در دانه را بهبود بخشید. احتمالاً یکی از دلایل عدم تأثیر مصرف بور به صورت خاکی بر نقش روی در افزایش جذب نیتروژن در دانه، شرایط خاک های آهکی منطقه مورد نظر است که باعث ته نشین شدن بور در خاک می شود؛ همچنین در سطح محلول‌پاشی بور نیز کاربرد روی، تأثیر بهتری بر عملکرد نشان داد ،ولی در سطوح کاربرد بور به صورت خاک مصرف، نقش روی در افزایش عملکرد کمتر گردید. بیگل (۲۰۰۲) بیان نمود که چنانچه بور به صورت محلول‌پاشی استفاده شود، باعث بهبود نقش روی در افزایش عملکرد و جذب نیتروژن در دانه می‌گردد؛ البته چنانچه غلظت محلول‌پاشی بور بیشتر از حد مجاز شود، باعث بروز اثر سمیت و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد (۴).

غلظت و جذب فسفر در دانه

در این آزمایش ،تأثیر روی و بور، بر غلظت فسفر در دانه معنی‌دار نشد ، ولی برهمکنش روی و بور بر جذب فسفر در دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جداول ۳ و ۴). کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار بور در سطح بالای روی، باعث افزایش غلظت فسفر در دانه شد ، ولی در سایر سطوح روی، مصرف بور تأثیری بر غلظت فسفر در دانه نداشت. در سطح محلول‌پاشی بور، فقط کاربرد ۱۵ کیلوگرم در هکتار روی ، غلظت فسفر در دانه را از ۰/۲۸ به ۰/۳۵ درصد افزایش داد (۲۵ درصد افزایش)؛ ولی در سایر سطوح بور، مصرف روی تأثیری بر غلظت فسفر در دانه نداشت. هیچ یک از تیمارها تأثیر معنی‌داری بر غلظت فسفر در دانه نسبت به تیمار شاهد نشان ندادند. وجود مقدار زیاد روی در خاک، مانند غلظت نیتروژن در دانه ، کمک به بهبود نقش بور بر افزایش غلظت فسفر در دانه نمود؛ در حالی که در حضور مقدار کم روی در خاک، چنین تأثیری مشاهده نشد. بین روی و فسفر، برهمکنش منفی گزارش شده است (۹، ۱۱، ۱۲) ولی حضور بور در این آزمایش ، نقش منفی روی را از بین برد. مارشنر (۱۹۹۵) گزارش نمود که کاربرد مقدار زیاد روی توأم با بور در خاک، منجر به افزایش غلظت فسفر در دانه می‌شود (۲۰). همچنین تأثیر کاربرد بور

Archive of SID

www.SID.ir

بر افزایش غلظت فسفر در دانه، در حضور مقدار زیاد روی توسط فاجریا (۲۰۰۲) و کاک ماک و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده شده است (۵ و ۹). وان و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که وجود مقدار زیاد روی در خاک، موجب کاهش جذب فسفر در دانه شد، ولی هنگامی که علاوه بر روی، بور نیز استفاده گردید. جذب فسفر افزایش یافت (۳۲). حداقل، حداکثر و میانگین غلظت فسفر در دانه به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۳۶ و ۰/۳۲ درصد مشاهده گردید، غلظت فسفر در دانه ذرت در این تحقیق، کمتر از مقادیر گزارش شده توسط سایر محققان است. به طوری که هکمن و همکاران (۲۰۰۳) حداقل، حداکثر و میانگین غلظت فسفر در دانه بر اثر کاربرد روی و بور را به ترتیب ۰/۳۱، ۰/۶۲ و ۰/۴۷ درصد گزارش نمودند (۱۴). یکی از دلایل کاهش غلظت فسفر در دانه، آهکی بودن خاک است که باعث رسوب فسفر و در نتیجه،کاهش میزان جذب توسط ریشه گیاه می‌شود. سالانه فقط در حدود ۲۰ درصد از کود فسفره توسط گیاه جذب می‌شود و مابقی به صورت رسوب در خاک باقی می‌ماند (۷). همچنین شرایط مختلف آب و هوایی نیز بر میزان جذب فسفر در دانه تأثیرگذارند (۱۴). یکی دیگر از دلایل کم بودن غلظت فسفر در دانه، پایین بودن مقدار فسفر خاک در منطقه مورد نظر است. حد مطلوب فسفر در خاک توسط باتگن و آلی (۲۰۰۵) ۳۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک معرفی شده است؛ در حالی که در منطقه انجام آزمایش، مقدار فسفر خاک ، پایین‌تر از حد مورد نظر بوده و در نتیجه ، میزان جذب فسفر توسط گیاه کاهش یافته است (۳).

اثر اصلی روی و بور بر جذب فسفر در دانه (کیلوگرم در هکتار) در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). کاربرد خاک مصرف روی در تمام مقادیر، باعث افزایش جذب فسفر در دانه نسبت به سطح بدون روی گردید و کمترین میانگین جذب فسفر در دانه به میزان ۲۲/۹۸ کیلوگرم در هکتار، در سطح بدون روی مشاهده شد. کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی بور، باعث افزایش جذب فسفر در دانه نسبت به سطح بدون بور شد. کمترین و بیشترین جذب فسفر در دانه به میزان ۲۴/۱۵ و ۲۹/۱۳ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب در سطوح بدون بور و ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدبریک مشاهده شد. بیکن و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده نموده‌اند که وجود مقدار زیاد روی در خاک ممکن است باعث جذب مقدار زیاد فسفر در دانه و همچنین افزایش عملکرد شود (۲). بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق ، میانگین جذب فسفر در دانه ۲۳/۸۳ کیلوگرم در هکتار بوده که کمتر از مقدار جذب مشاهده شده توسط تعدادی از محققان است. هکمن و همکاران (۲۰۰۳) میزان جذب فسفر

www.SID.ir

در دانه ذرت بر اثر کاربرد روی و بور در میزان عملکرد ۱۱ تن با هکتار را ۳۶/۷ کیلوگرم در هکتار بیان نمودند (۱۴).

برهمکنش روی و بور بر جذب فسفر در دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. وجود مقدار زیاد روی در خاک، کمک به افزایش جذب فسفر بر دانه در اثر کاربرد بور نمود. مصرف بور در سطوح بالای روی (۳۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار روی) باعث افزایش جذب فسفر در دانه شد، ولی در سطوح پایین (۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار روی) و نیز محلول‌پاشی روی، تأثیری بر جذب فسفر در دانه نداشت. احتمالا مقدار زیاد روی در خاک، سمیت بور در خاک را کاهش داده و در نتیجه ، موجب افزایش جذب فسفر در دانه و همچنین عملکرد دانه گردید. چنین نتیجه‌ای توسط برخی از محققان گزارش شده است. دانیل و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که در مقادیر کم روی در خاک، کاربرد بور باعث کاهش عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گردید، ولی در حضور مقدار زیاد روی در خاک، عملکرد دانه و همچنین جذب فسفر و پتاسیم افزایش یافت. آن ها چنین تأثیری را ناشی از تأثیر روی بر کاهش سمیت بور دانستند (۸). به طور مشابه، وجود مقدار زیاد بور در خاک، باعث افزایش عملکرد و همچنین جذب فسفر در دانه بر اثر کاربرد روی شد؛ به طوری که کاربرد روی در سطوح پایین بور (۰ و ۴ کیلوگرم در هکتار بور) تأثیر معنی‌داری بر میزان جذب فسفر در دانه نداشت ، ولی در سطح بالا (۸ کیلوگرم در هکتار بر) و محلول‌پاشی بور، باعث افزایش جذب فسفر در دانه شد. تأثیر مطلوب بور بر افزایش عملکرد و همچنین جذب فسفر و پتاسیم در دانه توسط کامپرات (۲۰۰۰) گزارش شده است. وی تأثیر بور بر بهبود نقش روی در افزایش عملکرد و جذب فسفر را ناشی از کاهش ترکیبات نامحلول فسفر و روی بیان نمود (۱۶). فیکسن (۲۰۰۲) نیز گزارش نمود که وجود مقدار زیاد روی در خاک، باعث بهبود نقش بور بر عملکرد و جذب تعدادی از عناصر از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم گردید. وجود مقدار زیاد بور در خاک نیز نقش روی بر عملکرد و جذب این عناصر را بهبود بخشید. وی بیان نمود که مقدار زیاد بور در خاک از طریق کم نمودن ترکیبات نامحلول یا کم محلول فسفر و روی ، باعث افزایش جذب فسفر می‌شود، مقدار زیاد روی در خاک نیز باعث کاهش سمیت بور در خاک می‌گردد (۱۰).

بیشترین جذب فسفر در دانه به میزان ۳۴/۳۶ کیلوگرم در هکتار، بر اثر کاربرد توأم ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی و ۸ کیلوگرم در هکتار بور به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد با میزان جذب ۲۱/۵۸ کیلوگرم در هکتار، ۵۹/۲۲ درصد افزایش نشان داد.

www.SID.ir

غلظت و جذب پتاسیم در دانه

در این آزمایش،تأثیر روی و بور بر غلظت پتاسیم در دانه معنی‌دار نشد ، ولی برهمکنش روی و بور بر غلظت پتاسیم در دانه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). مصرف بور به میزان ۸ کیلوگرم در هکتار بور در سطح بالای روی، غلظت پتاسیم در دانه را از ۰/۴۲ به ۰/۴۹ درصد افزایش داد (۱۶/۶۶ درصد افزایش)؛ ولی در سایر سطوح روی، مصرف بور تأثیری بر غلظت پتاسیم نشان نداد. مصرف روی به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار روی در سطح بالای بور، باعث ایجاد بیشترین غلظت پتاسیم در دانه به میزان ۰/۵ درصد شد که نسبت به تیمار شاهد، ۱۹/۰۵ درصد افزایش نشان داد. مانند غلظت نیتروژن در دانه، عدم تأثیر روی و بور بر غلظت پتاسیم در دانه به علت اثر رقت است؛ به طوری که کاربرد روی و بور، موجب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه رقیق شدن غلظت پتاسیم در دانه گردید (اثر رقت، یعنی با افزایش عملکرد، مقدار عنصر زیاد می‌شود، ولی غلظت آن کاهش می‌یابد یا رقیق می‌شود). همچنین مانند غلظت نیتروژن و پتاسیم در دانه، وجود مقدار زیاد روی در خاک، نقش بور بر افزایش غلظت پتاسیم در دانه را بهبود بخشید. وجود مقدار زیاد بور در خاک نیز کمک به افزایش غلظت پتاسیم در دانه بر اثر کاربرد روی نمود. تأثیر مقدار زیاد روی بر بهبود نقش بور در افزایش غلظت پتاسیم در دانه و همچنین تأثیر مقدار زیاد بور بر بهبود نقش روی بر افزایش غلظت پتاسیم در دانه به وسیله سایر پژوهشگران از جمله کامپرات (۲۰۰۰)، فیکسن (۲۰۰۲) و دانیل و همکاران (۲۰۰۳) گزارش شده است (۸، ۱۰، ۱۶).

تأثیر روی و بور بر جذب پتاسیم در دانه (کیلوگرم در هکتار) معنی‌دار شد (جدول ۴). کاربرد تمام سطوح روی، باعث افزایش جذب پتاسیم در دانه نسبت به سطح بدون روی شد. کمترین میانگین جذب پتاسیم در دانه به میزان ۳۳/۰۲ کیلوگرم در هکتار، در سطح بدون روی مشاهده شد. کاربرد بور نیز در تمام مقادیر جذب پتاسیم در دانه را افزایش داد. کمترین میانگین جذب پتاسیم در دانه به میزان ۳۴/۸۶ کیلوگرم در هکتار، در سطح بدون بور وجود داشت. چون کاربرد روی و بور عملکرد دانه را افزایش داد، جذب پتاسیم در دانه افزایش یافت ؛ در حالی که غلظت پتاسیم در دانه به علت اثر رقت ،کاهش یافت. هکمن و همکاران (۲۰۰۳) حداقل، حداکثر و میانگین غلظت پتاسیم در دانه ذرت بر اثر کاربرد روی و بور را به ترتیب ۰/۳۱، ۰/۶۲ و ۰/۴۸ درصد گزارش نمودند که این مقادیر کمتر از غلظت‌های مشاهده شده در این آزمایش است. همچنین وی میزان جذب پتاسیم در دانه بر اثر کاربرد روی و بور در میزان عملکرد ۱۱

www.SID.ir

تن در هکتار را ۴۴/۷ کیلوگرم در هکتار بیان نمود (۱۴)که بالاتر از میانگین جذب پتاسیم در دانه در این تحقیق، یعنی میزان ۳۸/۲ است (۱۴).

برهکنش روی و بور بر جذب پتاسیم در دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. وجود مقدار زیاد روی در خاک تأثیری بر بهبود نقش بور در افزایش جذب پتاسیم در دانه نداشت ولی وجود مقدار زیاد بور در خاک کمک به افزایش غلظت و جذب پتاسیم در دانه در اثر کاربرد روی نمود. مصرف ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی در سطح ۸ کیلوگرم در هکتار بور، باعث افزایش معنی‌دار میزان جذب پتاسیم در دانه از ۳۱/۹۶ به ترتیب به ۴۳/۴۹ و ۴۲/۴۷ کیلوگرم در هکتار شد. کمترین جذب پتاسیم در دانه به میزان ۲۸/۳۶ کیلوگرم در هکتار، در اثر عدم مصرف روی و بور (تیمار شاهد) مشاهده شد.

بنابراین وجود مقدار زیاد روی در خاک، کمک به افزایش عملکرد و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین جذب نیتروژن و فسفر در دانه نمود؛ یعنی در سطح بالای روی، بین بور با نیتروژن، فسفر و پتاسیم اثر همیاری (برهمکنش مثبت) مشاهده گردید. همچنین در سطح بالای بور بین روی با فسفر و پتاسیم برهمکنش مثبت مشاهده گردید؛ به طوری که وجود مقدار زیاد بور در خاک، نقش روی در افزایش عملکرد و غلظت فسفر و پتاسیم در دانه را بهبود بخشد. در نتیجه توصیه می‌گردد به منظور افزایش عملکرد و همچنین افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه، روی و بور با هم استفاده شود و از کاربرد آنها به تنهایی خودداری شود. البته مقدار بهینه روی و بور برای هر محصول در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک را باید به دست آورد.

منابع مورد استفاده

1. Agrawala, H. P. 1992. Assessing the micronutrient requirement of winter wheat. Commun. Soil Soc. Plant Anal. 23: 2555 – 2568.
2. Bacon, S.C., L.E. Lanyon, and R. M. Schlander. 2002. Plant nutrient flow in the managed pathways of an intensive dairy farm. Agron. J. 82:755–761.

Archive of SID

www.SID.ir

3. Baethgen, W. E., and M. M. Alley. 2005. Optimizing soil and fertilizer nitrogen use by intensively managed winter wheat II. Critical levels and optimum rates of nitrogen fertilizer. Agron. J. 81: 120–125.
4. Beegle, D.B. 2002. Soil fertility management. p. 30. *In* E. Martz (ed.) The Penn State agronomy guides 2002. Penn State Univ., College of Agric. Sci., University Park, PA.
5. Cakmak, I., B. Torun, B. Erenoglu, L. Ozturk, and M. Kalayci. 2001. A. Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. Euphytica, Amsterdam, v. 100, p. 349-357, 1998.
6. Charles, J.T., R. R. Simard, and B.C. Joern. 2002. Phosphorus loss in agricultural drainage: Historical perspective and current research. J. Environ. Qual. 27:277–293.
7. Christensen, N. W., and T. L. Jackson. 1981. Potential for phosphorus toxicity in zinc – stressed corn and potato. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 904 - 909.
8. Daniel, T.C., A. N. Sharpley, and J. L. Lemunyon. 2003. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview. J. Environ. Qual. 27:251–257.
9. Fageria, N. K. 2002. Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. Pesq. agropec. Bras. Brasília, v. 37, n. 12, p. 1765-1772
10. Fixen, P.E. 2002. Soil test levels in North America. Better Crops Plant Food 86(2):12–15.
11. Fornasieri, F. O., E. L. Coutinbo, V. M. Vieira, and L. B. Lemos. 1994. Response of popcorn *(Zea mays L.)* to phosphorus and zinc fertilizer. Jaboticabal, 22: 205 - 215 [Field crop Abs.22: 4574(1996)].
12. 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

Archive of SID
www.SID.ir

nutrients in barley. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 652 - 657.

13. Gupta, V. K., and B. Singh. 1985. Residual effect of zinc and magnesium on maize crop. J. Indian Soc. Soil Sci. 33: 204 - 207.
14. Heckman, J. R., J. T. Sims, D. B. Beegle, F. J. Coale, S. J. Herbert, T. W. Bruulsema, and W. J. Bamka. 2003. Nutrient Removal by Corn Grain Harvest. Agron. J. 95:587–591.
15. Hussien, E. A. A., and M. N. Faiyad. 1996. The combined effect of poudrette, Zn and cobalt on corn growth and nutrients uptake in Alluvial soil Egyptian. J. Soil Sci., 36: 47 - 58.
16. Kamprath, E. R. 2000. Changes in phosphate availability of Ultisols with long-term cropping. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 30:909– 919.
17. Karimian, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorus on zinc nutrition of corn in a calcareous soil. J. Plant Nutr. 18: 2261 - 2271.
18. Kitagishi, K., M. Obta, and T. Koudo. 1987. Effect of zinc deficiency on 80s ribosome content of meristematic tissues of rice plant. Soil Sci. Plant Nutr. 33: 423 - 429.
19. Latife, K. 1983. Effect of zinc sulphate and methods of application on growth yield and quality of maize variety. Agric. J. Res. 21: 47 - 51.
20. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London. pp. 301 - 306.
21. Mikkelsen, R.L. 2000. Nutrient management for organic farming: A case study. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 29:88–92.
22. Morghan, J. T., and H. J. Mascagni. 1991. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicity's. pp. 317 - 325. In: J. J. Mortvedt, et al. (eds.). Micronutrient in Agriculture. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
23. Nuttal, W. F., H. Ukainetz, J. W. B. Stewart, and D. T. Spurr.

Archive of SID
www.SID.ir

1987. The effect of nitrogen, sulphur and boron on yield and quality of rapeseed. Can. J. Soil Sci. 67: 545 - 559.

24. Parker, R., J. J. Agnilera, and D. N. Thamson. 1992. Zinc phosphorus interactions in two cultivars of tomato *(Lycopersicon eseulentum L.)* grown in chelator buffered nutrient solutions. Plant Soil, 143: 163 - 177.
25. Rashid, A., E. Rafique, and N. Bughio. 1994. Diagnosing boron deficiency in rapeseed and mustard by plant analysis and soil TESTING. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 25 (17 - 18): 2883 - 2897.
26. Robson, A. D., J. B. Pitman. 2003. Interactions between nutrients in higher plants. In: A. R. Lauchli, L. Bleleski (Ed.). Inorganic plant nutrition. New York: Springer, 1983. p. 147-180. (Encyclopedia of Plant Physiology, 1).
27. Sims, J. T., and O. V. Johnson. 1991. Micronutrient soil test. P. 427-472. In: Mortvedt et al. (ed.) Micronutrient in Agriculture, Soil Sci. Soc. Am. Madison,WI.
28. Singh, J. P., R. E. Waramanos, and W. B. Stewart. 1986. Phosphorus-Induced zinc deficiency in wheat on residual phosphorus plants. Agron. J. 78: 668-675.
29. Soil and Plant Analysis Council, Inc. 2000. Soil analysis Handbook of Reference Methods, CRC press, Boca Raton, pp
30. Tandon, H. L. S. 1990. Fertilizer recommendation for oilseed crops: A guide book. Fertilizer Development and Consultation, New Delhi, India
31. Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. B. Beaton. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. Macmillan Pub. Co, New York.
32. Vaughn, B., K.A. Barbarick, D.G. Westfall, and P.L. Chapman. 2001. Tissue nitrogen levels for dryland hard red winter wheat. Agron. Tissue nitrogen levels for dry land hard red winter wheat. Agron. J. 82:561–565.

Archive of SID

www.SID.ir

33. Wang, H., T. Zhang, Y. Clen, and F. Shaan. 1990. Study on interaction between P and Zn and their influences on the growth of maize seedling in calcareous soil. Acta - Pedologica - Sinica. 27: 241 - 249.

34. Zou, D. 1993. Optimal mixture ratio of trace elements to be applied by foliage spraying method to winter wheat – summer corn in rotation in saline soil region and its yield increasing effect. Turang Tongbao. 24 (3): 132-134.

Archive of SID

www.SID.ir