مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۶، شماره ۴، سال ۱۳۸۴ (۸۸۳-۸۶۹)

تاثیرسطوح مختلف بور و روی و دو منبع روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج

سید ماشاءاله حسینی[۱]، منوچهر مفتون[۲]، نجفعلی کریمیان[۳]، عبدالمجید رونقی[٤] و یحیی امام[٥]
۱، عضو هیات علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اقلید، استان فارس
۲، ۳، ٤، ٥، استادان، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۸/٦

خلاصه

به منظور بررسی اثر بور و دو منبع روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج (*Oryza sativa* L.) در یک خاک آهکی (fine, mixed, mesic,Fluventic Haploxerepts)، آزمایشی در گلخانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت سطح بور (۰، ۲/۵، ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ ،٤۰ و۸۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک به صورت اسید بوریک)، سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک از دو منبع سولفات و اکسید روی) و در سه تکرار بر روی برنج رقم قصرالدشتی انجام گرفت. کاربرد روی باعث افزایش معنی دار تعداد پنجه، عملکرد ماده خشک و نیز غلظت روی، بور و پتاسیم در بافت گیاهی برنج گردید. غلظت فسفر با مصرف روی کاهش قابل توجهای یافت ولی غلظت آهن تحت تاثیر قرار نگرفت. مصرف بور باعث افزایش غلظت بور ، فسفر و پتاسیم در گیاه شد ولی غلظت آهن را کاهش داد. در صورت عدم کاربرد روی، مصرف بور در سطح ۲/۵ میلی گرم باعث افزایش قابل توجه عملکرد ماده خشک گردید. در حضور مقادیر مناسب روی از هر کدام از دو منبع افزایش ماده خشک تا سطح ۵ میلی گرم بور در کیلوگرم ادامه یافت. نتایج همچنین نشان می دهند که کاربرد روی در خاکهای با بور نسبتا زیاد قادر به کاهش اثرات سوء سمیت بور و درنتیجه افزایش عملکرد برنج می باشد.

واژههای کلیدی: روی، بور، سمیت، برنج، ترکیب شیمیایی.

مقدمه

برنج مهمترین گیاه زراعی قاره آسیا و ازجمله در ایران است. قابلیت هضم برنج به مراتب بیشتر از گندم و سایر محصولات غذایی است و از نظر میزان تولید کالری، بر اکثر مواد غذایی مورد مصرف انسان برتری دارد. از طرفی در ایران با توجه به اینکه درآمد کشت برنج نسبت به سایر محصولات بیشتر است کشاورزان در مناطقی که آب کافی در اختیار دارند تمایل زیادی به کشت و پرورش این محصول از خود نشان میدهند.

کمبود روی یکی از معمولترین کمبودهای عناصر غذایی است و به طور جدی سبب کاهش کمیت و کیفیت محصولات زراعی میگردد. عوامل اقلیمی و شرایط خاکی باعث میشوند که فقط کسر کوچکی از روی موجود در خاک برای گیاه قابل استفاده باشد. از جمله این عوامل میتوان به پ هاش[۱]، کربنات کلسیم و درصد رس زیاد اشاره کرد (۱۴). قسمت اعظم خاکهای ایران و تقریباً تمام خاکهای استان فارس آهکی بوده و در نتیجه دارای مقدار قابل توجهی کربنات کلسیم میباشند همچنین پهاش این خاکها بیشتر از ۷ بوده و عمدتاً دارای بافت ریز میباشند بنابراین احتمال کمبود روی در این خاکها زیاد است (۱۴). اختلال در جذب روی در اراضی غرقابی، سدیمی و آهکی بیشتر محسوس است. سوگریو و همکاران (۱۹۹۸) در

1. pH

مکاتبه کننده: ماشاءاله حسینی
e-mail: mhoseini20@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

آزمایشهای مزرعه‌ای مشاهده کردند که عملکرد برنج در نتیجه کاربرد روی زیاد شده است. تیواری و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که بر اثر کاربرد ۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاکی رسی با پ هاش ۷/۶؛ کربنات کلسیم برابر با ۴/۷۵ درصد و روی قابل استخراج با دی تیزون[1] معادل ۰/۷۵ میلی گرم در کیلوگرم، وزن خشک گیاه برنج ۳۰ درصد افزایش نشان داد. سلام و سوبرامانیان (۱۹۸۸) در خاکی با بافت لوم رسی، پ هاش ۸/۲، دارای کمبود روی نشان دادند که مصرف روی تا سطح ۵/۷ کیلوگرم روی در هر هکتار از سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه برنج به میزان ۸ تا ۱۴ درصد گردیده است. ساکال و همکاران (۱۹۹۳) در دو خاک با پ هاش ۸/۷ و ۸/۵؛ روی قابل استخراج با دی تی پ ا ۰/۴۳ و ۰/۶۰ میلی گرم در کیلوگرم و کربنات کلسیم برابر با ۳۶/۵ و ۳۸/۲ درصد نشان دادند که حداکثر عملکرد برنج با مصرف ۲۵ کیلوگرم سولفات روی در هکتار بدست می آید. رانجیتا و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که مصرف ۵۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک، باعث افزایش کلروفیل، عملکرد دانه و وزن خشک برنج شد، اما سطوح بالاتر، کاهش این پارامترهای رشد را به همراه داشته است. فان و همکاران (۱۹۹۹) محلولپاشی شاخ و برگی برنج با محلول ۰/۰۲ درصد بوراکس در مرحله گلدهی و ۰/۱ تا ۰/۳ درصد سولفات روی در مرحله پنجه زنی را برای خاکهای دارای کمبود توصیه می کنند. حقیقت نیا (۱۳۷۵) با مطالعه تاثیر روی در ۳۷ نمونه خاک از نقاط مختلف استان فارس نشان داد که افزودن ۵ میکروگرم روی در گرم خاک با افزایش معنی دار وزن خشک برنج همراه شده است. زلفی باوریانی (۱۳۷۷) گزارش کرد که تاثیر روی بر وزن خشک اندام هوایی برنج به سطوح نیتروژن بستگی دارد، بطوری که در غیاب نیتروژن، کاربرد روی تاثیر معنی داری بر رشد گیاه نداشت، حال آن که در سطوح بالای نیتروژن، مصرف روی سبب افزایش معنی دار وزن خشک برنج گردیده است. کودهای حاوی روی توسط تعداد زیادی از پژوهشگران بکار رفته است ولی نتایج بدست آمده به دلیل اختلاف در روشهای مطالعه و نیز فقدان شرایط محیطی مشابه، یکسان نبوده است. در یک آزمایش در شرایط مزرعه که توسط سینگ و همکاران (۱۹۸۳) در دو نوع خاک آهکی در بیهار هندوستان انجام شد مقایسه ای بین منابع مختلف روی شامل مصرف خاکی پنج کیلوگرم در هکتار سولفات روی و پوشش بذر با اکسید روی (۲/۵ درصد) با گیاه برنج صورت گرفت و مشخص شد که عملکرد دانه و غلظت روی در تیمار سولفات روی بیشتر است. ریهم و همکاران (۱۹۸۰) در یک آزمایش مزرعه ای در سه خاک با میانگین روی قابل استخراج با دی تی پی ا برابر ۰/۴۴ میلی گرم در کیلوگرم، با گیاه ذرت گزارش کردند که منابع مختلف روی هیچ مزیتی نسبت به یکدیگر نداشتند. جیوردانو و مورتوت (۱۹۷۳) اثر منابع مختلف روی ازجمله سولفات و اکسید روی بر گیاه برنج را در خاکی با پ هاش ۷/۵؛ بافت لوم رسی شنی و روی قابل استخراج با اسید کلریدریک یکدهم نرمال معادل ۲/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بررسی و مشاهده کردند که منابع مختلف روی به یک اندازه در افزایش ماده خشک تولیدی برنج موثرند. سدبری و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که اکسید روی عملکرد برنج را بیش از سولفات روی افزایش داد ولی این تفاوت معنی دار نبود. سینگ و سینگ (۱۹۸۰) بیان کردند که در مقایسه با شرایط غیر غرقابی، امکان بیشتری برای حل شدن املاح روی همچون اکسید روی در شرایط غرقابی وجود دارد. آنان همچنین گزارش کردند که میانگین ماده خشک تولیدی برنج در مرحله پنجه دهی، حاصل از کاربرد ۵ و ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک از منابع سولفات و اکسید روی به ترتیب ۰/۸۹ گرم و ۰/۸۳ گرم در گلدان و میانگین غلظت روی به ترتیب برابر ۵۱/۶۲ و ۵۰/۳۹ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی بود. این تفاوتها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار بودند.

بور یکی دیگر از عناصر غذایی کم مصرف است و کمبود آن سبب کاهش رشد، عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی می گردد. کمبود بور به علت کشتهای فشرده، پ هاش بالای خاک و کمبود ماده آلی بروز می کند. با این حال گستره مورد نیاز آن برای گیاهان بسیار کم است و کاربرد کمی بیشتر از حد مورد نیاز، باعث سمیت این عنصردر گیاه می شود. سمیت بور ممکن است به دلیل کاربرد لجن فاضلاب و پساب صنعتی حاوی بور زیاد، مصرف زیاد کودهای بور دار، و در مناطق خشک و نیمه خشک، به علت شوری خاک و یا آب آبیاری پدید آید. راههای پیشنهادی برای مقابله با سمیت بور شامل آبشویی خاک و

1. Dithizone extractable - Zn

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از رقمهای مقاوم است (۲۲). روش اول بسیار گران و پر هزینه بوده و استفاده از رقمهای مقاوم هنوز در مراحل ابتدایی و اولیه است. در سالهای اخیر استفاده از برخی عناصر غذایی از جمله روی برای مقابله با تنشها از جمله سمیت بور پیشنهاد شده است (۲۵، ۶۱)، هر چند که اطلاعات موجود در مورد همکنش روی - بور در گیاهان بسیار کم می باشد (۵۹).

گراهام و همکاران (۱۹۸۷) تاثیر کمبود روی بر سمیت بور در جو را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که سمیت بور ابتدا در گیاهان بدون تیمار روی بروز می کند. این اثر روی، حتی هنگامی که روی مصرفی تاثیری بر وزن خشک و یا تازه گیاه نداشته و یا زمانی که غلظت روی در گیاه شاهد بالاتر از حد کفایت بود، نیز دیده شد. گروال و همکاران (۱۹۹۸) برهمکنش روی و بور را در کلزا بررسی کرده و نشان دادند که کمبود روی باعث افزایش مسمومیت بور در این گیاه می شود.

سئیتلیک (۱۹۹۵) بر همکنش بین روی و بور در نارنج را بررسی کرد و نشان داد که مصرف زیاد بور (۲۰۰میکرو مول در لیتر محلول غذایی) توأم با سطح کم روی (۲۱ میکرو مول در لیتر محلول غذایی)، رشد قسمتهای هوایی را کاهش داد و باعث مسمومیت بور در گیاه شد. هر چند چنین تاثیر سوء در سطح بالاتر روی (۶۹ میکرو مول در لیتر محلول غذایی) و یا تغذیه برگی روی مشاهده نگردید یا کمتر مشهود بود. نقش حفاظتی روی بر سمیت بور وقتی که غلظت بور در محلول غذایی بیش از حد بالا رفت ناپدید شد (۱۲).

پنمپروما و یوان (۱۹۶۶) گزارش کردند که وجود ۸۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم ماده خشک گیاه سمی، ولی ۲۶ تا ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عادی است. سینگ و همکاران(۱۹۹۹) پس از یک مطالعه ۱۰ ساله در خاکهای مالی سول گزارش کردند که از جمله عوامل مسؤل کاهش عملکرد برنج، کمبود روی و بور می باشد. یو و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که وزن خشک اندام هوایی برنج با اضافه کردن بور به خاک زیاد شده است و اظهار داشتند کمبود بور زمانی اتفاق می افتد که غلظت بور در برگ پرچم کمتراز ۷/۳میلی گرم در کیلوگرم باشد. وانگ و همکاران (۱۹۹۹) ملاحظه کردند که کاربرد بور تا ۶/۶ کیلو گرم در هکتار در تناوب کلزا - برنج - برنج اثر سوئی بر عملکرد دانه برنج نداشته است، لوکارد و همکاران (۱۹۷۲) مقادیر بور کمتر از ۳۸ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاه بر نج را کم، مقدار ۵۱-۳۸ را معمولی و مقادیر بیش از ۵۱ را سمی می‌دانند.

در قسمتهای جنوبی ایران بخش اعظم خاکهای زیر کشت برنج؛ آهکی بوده و کمبود روی در چنین خاکهایی گزارش شده است (۸، ۱۴). از طرفی غرقابی کردن خاک به منظور کشت برنج خود به کاهش قابلیت استفاده روی کمک می کند (۲۷). همچنین احتمال بروز سمیت بور به علت کاربرد آبهای نسبتا 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 ویژه ای برخوردار است. هدفهای پژوهش حاضرعبارت بودند از:

۱ - بررسی تاثیر منابع مختلف روی و سطوح بور بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج.

۲- ارزیابی اثر کاربرد روی بر افزایش مقاومت نسبی برنج به تنش ناشی از سمیت بور.

مواد و روش‌ها

خاک کافی از افق سطحی سری رامجردی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز جمع آوری گردید. رده بندی این خاک در سیستم تاکسونومی خاک fine, mixed, mesic,Fluventic Haploxerepts می باشد (۴). پس از خشک کردن خاک در هوا و گذراندن از الک دو میلی متری، بعضی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن از جمله روی و آهن قابل استخراج با دی تی پی ا[1] (۳۲)، بور قابل استخراج با آب داغ (۹)، پ هاش در خمیراشباع با پ هاش سنج الکتریکی (۴۴)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی (۴۴، ۴۵)، ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن با فروس آمونیوم سولفات (۶۶)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (۷)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جایگزینی با استات سدیم (۱۳)، فسفر قابل استفاده به

1. DTPA

Archive of SID

www.SID.ir

روش اولسن و همکاران (۳۷)، پتاسیم عصاره گیری شده با استات آمونیوم (۲۹) و تجزیه مکانیکی خاک به روش هیدرومتر (۱۱) تعیین گردید. برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش در گلخانه به صورت فاکتوریل درقالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک)، دو منبع روی(سولفات و اکسید روی)، هفت سطح بور (۰ ، ۲/۵ ،۵ ، ۱۰ ، ۲۰ ، ۴۰و۸۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک به صورت اسید بوریک) در سه تکرار انجام گرفت. نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز و مس به ترتیب به مقدار ۱۰۰ ، ۲۵ ، ۵ ، ۵ و ۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک به ترتیب از اوره ، منوکلسیم فسفات ، سکسترین آهن ۱۳۸[1]، سولفات منگنز و سولفات مس به تمام گلدانها بطور یکنواخت اضافه شد. نصف نیتروژن وتمام عناصر غذایی دیگر بصورت پیش کشت، و نصف نیتروژن در هفته چهارم بصورت سرک و به شکل محلول اضافه گردید. تعداد ۱۵ عدد بذر برنج (رقم قصرالدشتی) در هر گلدان (حاوی ۵ کیلوگرم خاک) کاشته شد. دو هفته پس از سبز شدن، گیاهان تنک شدند و چهار بوته در هر گلدان نگهداری شد. در طول آزمایش ، گلدانها غرقاب شده بنحوی که ارتفاع آب آزاد در سطح خاک در حدود ۳/۵ سانتی متر بود. در هفته هشتم با قطع گیاه از محل طوقه (نزدیک سطح خاک)، برداشت انجام شد و پس از شستشو با آب مقطر، نمونه ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد، خشک و وزن خشک اندام هوایی تعیین گردید. نمونه های گیاهی بوسیله آسیاب برقی پودر گردیدند. غلظت بور در بافت گیاهی با استفاده از آزومتین اچ و روش توضیح داده شده توسط بینگام (۱۰) اندازه گیری شد. به منظور تعیین غلظت سایر عناصر، یک گرم ماده خشک اندام هوایی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد خاکستر شد و سپس پنج میلی لیتر اسید کلریدریک دو نرمال به آن افزوده گردید. سپس نمونه حل شده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد، و حجم محلول صاف شده با آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. فسفر به روش مورفی و رایلی (۱۹۶۲)، پتاسیم با استفاده از دستگاه شعله سنجی و روی و آهن با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید.

وزن خشک اندام هوایی گیاه، تعداد پنجه، غلظت عناصر یاد شده در اندام هوایی و همچنین عملکرد نسبی ماده خشک به عنوان پاسخهای گیاهی در نظر گرفته شد. داده های بدست آمده بوسیله برنامه MSTATC تحلیل آماری، نمودارهای مربوطه با برنامه اکسل[2] رسم، نتایج تفسیر و توصیه های لازم ارائه گردید.

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

ویژگی خاک	مقدار
رس (درصد)	۲۲
سیلت (درصد)	۴۲
پ هاش در خمیر اشباع	۷/۵
قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۰/۵
ماده آلی (درصد)	۰/۶
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۳۵
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول در کیلو گرم خاک)	۱۱/۵
فسفر به روش اولسن (میکروگرم در گرم خاک)	۹
پتاسیم قابل استخراج بااستات آمونیوم (میکروگرم در گرم خاک)	۳۹۷
آهن قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	۴/۳
مس قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	۲
منگنز قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	۴/۸
بور قابل استخراج با آب داغ (میکروگرم در گرم خاک)	۰/۲۲
روی قابل استخراج با دی تی پی ا (میکروگرم در گرم خاک)	۰/۴۰

نتایج و بحث

خلاصه تجزیه آماری رشد و ترکیب شیمیایی گیاه در جدول ۲ ارائه شده است.

تعداد پنجه

تاثیر روی بر تعداد پنجه های برنج بسته به سطوح بور و منابع مختلف روی متفاوت بود. در غیاب بور، مصرف مقادیر مختلف روی از هر دو منبع تعداد پنجه های برنج را افزایش داد (شکل ۱). بطوری که مصرف ۵ و ۱۰ میلی گرم روی میانگین تعداد پنجه ها را از ۳/۸ در شاهد به ترتیب به ۸/۵ و ۷/۸ برای

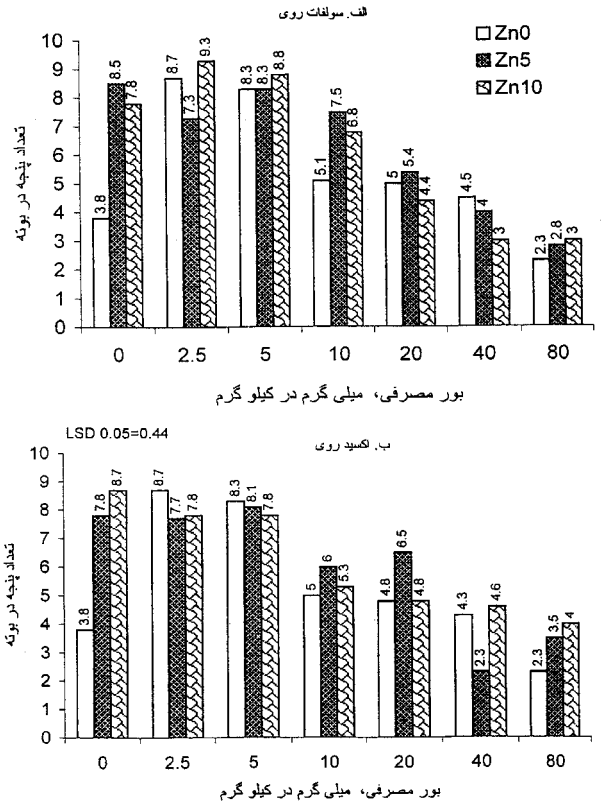
1 . FeEDDHA

2. Excel

Archive of SID

www.SID.ir

سولفات روی (شکل ۱ الف) و ۷/۸ و ۸/۷ در هر بوته برای اکسید روی (شکل ۱ ب) افزایش داد.



شکل ۱- تأثیر همکنش مقدار بور، مقدار و منبع روی بر تعداد پنجه‌های برنج

در حضور ۲/۵ تا ۲۰ میلی گرم بور، مصرف ۵ و ۱۰ میلی گرمروی از هر دو منبع باعث افزایش تعداد پنجه‌ها نسبت به شاهد گردید. در سطح ۴۰ میلی گرم بور، کاربرد ۵ میلی گرم روی از سولفات روی تاثیری بر تعداد پنجه ها نداشت ولی مصرف مقدار بیشتر روی از این منبع تعداد پنجه ها را نسبت به شاهد کاهش داد. در حالی که مصرف ۵ میلی گرم روی از اکسید روی تعداد پنجه ها را کاهش داد، کاربرد ۱۰ میلی‌گرم روی از این منبع باعث افزایش آن شد. تفاوت های مشاهده شده ممکن است به دلیل اختلاف در میزان حلالیت منابع روی باشد. در سطح ۸۰ میلی گرم بور گرچه سولفات روی بطور قابل توجهی تعداد پنجه ها را افزایش داد ولی نسبت به شاهد کاهش چشمگیری نشان داد. کاربرد اکسید روی در سطح ۸۰ میلی گرم بور تعداد پنجه ها را تا سطح شاهد افزایش و بدین ترتیب اثر سوء سمیت بور بر تعداد پنجه ها را کاهش داد. در غیاب روی مصرف بور تا سطح ۴۰ میلی گرم بور باعث افزایش پنجه ها شد ولی کاربرد مقدار بیشتر بور تعداد پنجه ها را کاهش داد. کمترین تعداد پنجه در غیاب روی و از تیمار ۸۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک با میانگین ۲/۳ و حداکثر تعداد پنجه برابر ۹/۳ در هر بوته از تیمار ۲/۵ میلی گرم بور و ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی حاصل شد. گانگوار (۱۹۸۸) با انجام یک آزمایش گلخانه‌ای در خاک با کمبود روی ملاحظه کرد که مصرف ۵ تا ۲۰میلی گرم روی در کیلوگرم خاک باعث افزایش پنجه زنی در برنج شده است. تحقیقات بابی کر (۸) نشان داد که پنجه زنی در برنج تحت تاثیر روی قرار دارد. اثرات متفاوت منابع مختلف روی بر برنج و تاثیرکمبود بور بر کاهش تعداد پنجه های تولیدی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (۱۹، ۲۸).

جدول ۲- خلاصه تجزیه آماری وزن خشک، تعداد پنجه و غلظت روی، بور، پتاسیم، فسفر، آهن، منگنز و مس در برنج

منبع تغییر	وزن خشک	تعداد پنجه	غلظت روی	غلظت بور	غلظت پتاسیم	غلظت فسفر	غلظت آهن
بور	***	**	***	***	***	***	***
منبع روی	ns	***	ns	ns	ns	ns	*
بور × منبع روی	***	***	***	ns	ns	ns	ns
مقدار روی	***	***	***	**	***	***	ns
بور× مقدار روی	***	***	**	ns	***	ns	ns
منبع روی × مقدار روی	***	*	**	*	ns	ns	ns
بور × منبع روی × مقدار روی	***	***	***	ns	ns	ns	ns

*، **و*** : به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ و ns : غیر معنی دار است.

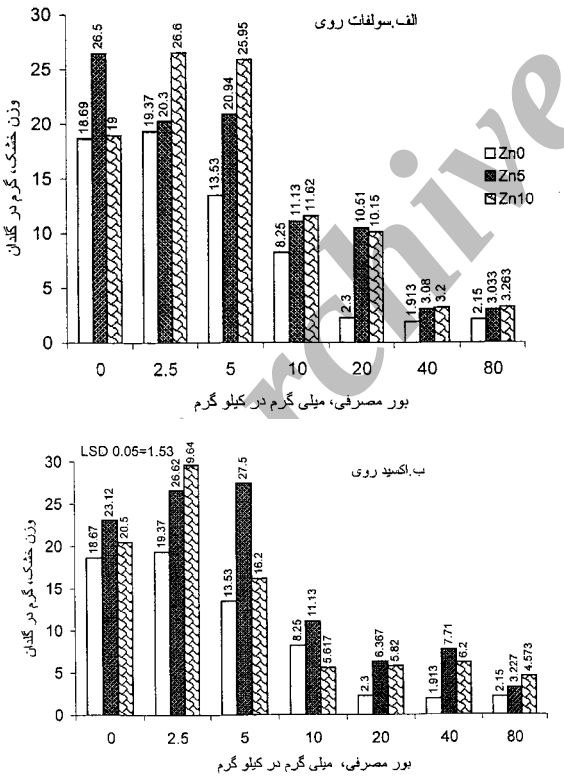
Archive of SID

www.SID.ir

ماده خشک

بدون مصرف بور؛ کاربرد روی باعث افزایش قابل توجه ماده خشک گردید (شکل ۲). بطوری که مصرف ۵ و ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک عملکرد ماده خشک را از ۱۸/۲ گرم به ترتیب به ۲۶/۵ و ۱۹ گرم در گلدان برای سولفات روی (شکل ۲ الف) و ۲۳/۱ و ۲۰/۵ گرم در گلدان برای اکسید روی (شکل ۲ ب) رسانید. تاثیر مثبت روی بر افزایش عملکرد ماده خشک در غیاب بور بیانگر این است که مقدار روی قابل استفاده در خاک مورد آزمایش برای رشد برنج کافی نبوده است. بدون مصرف روی کاربرد ۲/۵ میلی‌گرم بور باعث ۶/۶ درصد افزایش در ماده خشک گردید ولی مصرف مقادیر بیشتر آن باعث کاهش ماده خشک شد. در سطح صفر بور مصرف ۵ میلی‌گرم روی از هر کدام از منابع کافی به نظر می‌رسد و باعث افزایش قابل توجه ماده خشک نسبت به شاهد شد. در سطوح ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم بور، مصرف ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی به صورت اکسید یا ۱۰ میلی‌گرم روی به صورت سولفات ضرورت می‌یابد که بیانگر لزوم کاربرد مقادیر بیشتر روی به منظور کاهش اثرات سوء بور بر ماده خشک در سطوح نسبتا بالای این عنصر می‌باشد. در سطوح بالاتر بور هرچند ماده خشک تولیدی نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد ولی حضور سولفات روی تا سطح ۲۰ میلی‌گرم بور و حضور اکسید روی تا سطح ۸۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک باعث افزایش معنی‌دار ماده خشک گردید.

کمترین وزن خشک از تیمار ۴۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک و برابر با ۱/۹ گرم در گلدان بدست آمد. تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد بین تیمار ۴۰ و ۸۰ میلی گرم بور از این لحاظ وجود نداشت. بیشترین ماده خشک از مصرف ۲/۵ میلی گرم بور به همراه ۱۰ میلی گرم روی به صورت اکسید روی و برابر ۲۹/۶ گرم در گلدان بدست آمد. بر اساس گزارش ساهو و همکاران (۱۹۹۶) اضافه کردن ۵ میلی گرم روی در کیلو گرم خاک باعث شد که وزن خشک اندام هوایی برنج از ۴۸/. در تیمار شاهد به ۳/۹ گرم در گلدان تغییر نماید. تیواری و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که بر اثر کاربرد ۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاکی رسی با پهاش ۷/۶؛ کربنات کلسیم برابر با ۴/۷۵ درصد و روی قابل استخراج با دی تیزون[1] معادل ۰/۷۵ میلی گرم در کیلوگرم، وزن خشک گیاه برنج ۳۰ درصد افزایش نشان داد. تاثیر مثبت روی بر افزایش ماده خشک و غلظت روی در برنج توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (۶، ۱۵، ۳۴، ۵۰، ۶۳). جیوردانو و مورتوت (۱۹۷۳) اثر منابع مختلف روی ازجمله سولفات و اکسید روی بر گیاه برنج را در خاکی با پ هاش ۷/۵؛ بافت لوم رسی شنی و روی قابل استخراج با اسید کلریدریک یکدهم نرمال معادل ۲/۷ میلی گرم در کیلوگرم بررسی و مشاهده کردند که منابع مختلف روی به یک اندازه در افزایش ماده خشک تولیدی برنج موثرند. سدبری و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که اکسید روی عملکرد برنج را بیش از سولفات روی افزایش داد ولی این تفاوت معنی دار نبود. سینگ و سینگ (۱۹۸۰) بیان می دارند که در مقایسه با شرایط غیر غرقابی، امکان بیشتری برای حل شدن املاح روی همچون اکسید روی در شرایط غرقابی وجود دارد.



شکل ۲- تأثیر همکنش مقدار بور، مقدار و منبع روی بر وزن خشک قسمت هوایی گیاه برنج

1. Dithizone extractable - Zn

Archive of SID

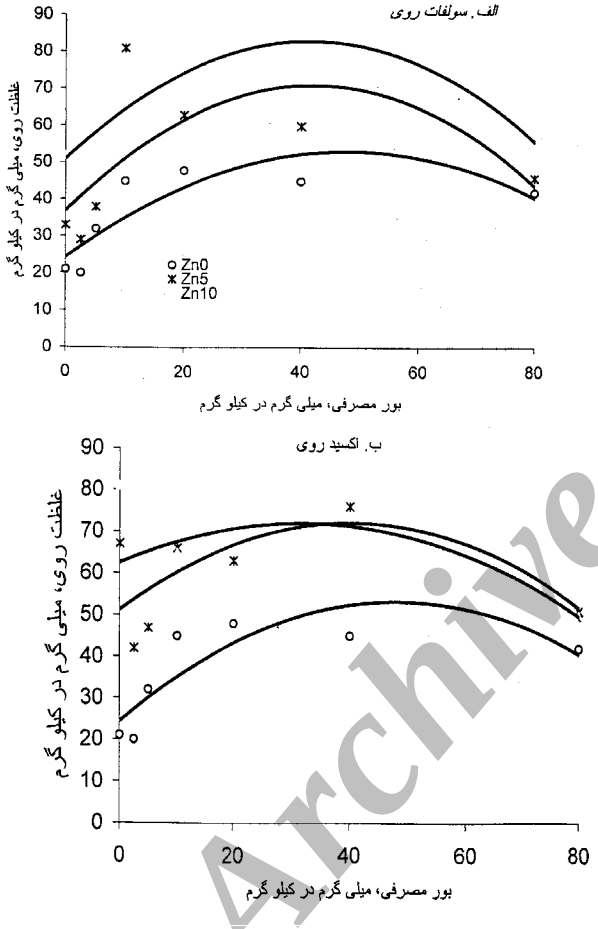
www.SID.ir

گراهام و همکاران (۱۹۸۷) تاثیر کمبود روی بر سمیت بور در جو را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که سمیت بور ابتدا در گیاهان بدون تیمار روی بروز می کند. گروال و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که کمبود روی باعث افزایش مسمومیت بور در کلزا می شود. سئیتلیک (۱۹۹۵) برهمکنش بین روی و بور در نارنج را بررسی کرد و نشان داد که مصرف زیاد بور (۲۰۰ میکرو مول در لیتر محلول غذایی) توأم با سطح کم روی (۲۱ میکرو مول در لیتر محلول غذایی)، رشد قسمتهای هوایی را کاهش داد و باعث مسمومیت بور در گیاه شد. هر چند چنین تاثیر سوء در سطح بالاتر روی (۶۹ میکرو مول در لیتر محلول غذایی) و یا تغذیه برگی روی مشاهده نگردید یا کمتر مشهود بود.

با توجه به نقشی که روی در سنتز پروتیین و تاثیر این ماده در فتو سنتز و در نتیجه رشد گیاه دارد، تاثیر روی در افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه قابل توجیه می باشد. یو و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که وزن خشک اندام هوایی برنج با اضافه کردن بور به خاک زیاد شد. سینگ و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه خاکهای مالی سول در یک دوره ۱۰ ساله، گزارش می کنند که از جمله عوامل مسئول کاهش عملکرد برنج، کمبود روی و بور می باشد. وانگ و همکاران (۱۹۹۹) ملاحظه کردند که کاربرد بور تا ۶/۶ کیلوگرم در هکتار در تناوب کلزا - برنج - برنج اثر سوئی بر عملکرد دانه برنج نداشته است. روی و همکاران (۱۹۹۲) بیان کردند که مصرف بور و روی باعث افزایش تولید برنج شد. گیاهان برنج در کشتهای شنی با محلول غذایی حاوی ۰، ۱، ۲/۵ و ۵ میلی گرم بور در لیتر کشت داده شدند کاربرد بور باعث افزایش عملکرد برنج شد ولی مصرف زیاد آن باعث کاهش رشد گردید. اثرات مثبت بور ممکن است به خاطر افزایش فراهمی مواد حاصل از فتوسنتز و افزایش فعالیت آنزیمی و اثرات منفی آن ممکن است به دلیل مسائل فیزیولوژیکی و صدمه به پروتوپلاسم باشد (۱۸).

غلظت روي

در هر سطح بور، کاربرد روی بدون توجه به منبع روی، غلظت روی در بافت گیاهی را افزایش داد(شکل ۳). از طرفی بین سطح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی از اکسیدروی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۳ب). بین سطوح مختلف سولفات روی تفاوت قابل ملاحظه‌ای بود (شکل ۳ الف) و غلظت روی در تیمار ۱۰ میلی‌گرمی روی در مقایسه با تیمار ۵ میلی‌گرمی روی بیشتر بود. مصرف بور تا سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باعث روند افزایشی غلظت روی در گیاه شد. کاربرد مقدار بیشتر بور موجب روند کاهشی در غلظت روی گردید.



شکل ۳- تأثیر مقدار بور، مقدار و منبع روی بر غلظت روی در قسمت هوایی برنج

به منظور تعیین اثر بور مصرفی بر غلظت روی در بافت گیاه برنج، رابطه بین مقدار بور کاربردی و میانگین غلظت روی در گیاه در سطوح و منابع مختلف روی تخمین زده شد.

رابطه بین مقدار بور مصرفی و غلظت روی در غیاب کاربرد روی به صورت رابطه [۱] می باشد:

$$Y= -0.012\ X^2 +1.2X+24 \qquad R^2=0.71 \quad [۱]$$

Archive of SID

www.SID.ir

درحضور ۵ و ۱۰ میلی گرم روی از منبع سولفات روی به ترتیب روابط [۲] و [۳] بدست آمد:

$$Y = -0.019 X^2 + 1.6 X + 37 \quad R^2 = 0.43 \quad [۲]$$
$$Y = -0.019 X^2 + 1.5 x + 51 \quad R^2 = 0.70 \quad [۳]$$

رابطه بین مقدار بور مصرفی و غلظت روی در برنج در حضور ۵ و ۱۰ میلی گرم روی از منبع اکسید روی به ترتیب در روابط [۴] و[۵] نشان داده شده است:

$$Y = -0.013 X^2 + 1.04 X + 51 \quad R^2 = 0.42 \quad [۴]$$
$$Y = -0.010 X^2 + 0.6 X + 62 \quad R^2 = 0.27 \quad [۵]$$

در این روابط Y و X به ترتیب بیانگر غلظت روی در گیاه و مقدار بور مصرف شده در خاک بر حسب میلی گرم در کیلوگرم می باشد. با استفاده از این معادلات می توان غلظت روی در گیاه برنج را در هر سطحی از بور و روی مصرفی و در حضور هر یک از منابع مختلف روی محاسبه نمود. روابط فوق بیانگر افزایش غلظت روی در گیاه با مصرف منابع مختلف روی و سطوح نسبتاً بالای بور و کاهش آن با مصرف مقادیر خیلی زیاد بور می باشند.

در یک آزمایش در شرایط مزرعه که توسط سینگ و همکاران (۱۹۸۳) در دو نوع خاک آهکی، با روی قابل استخراج ۰/۵۸ و ۴۷/. میلی گرم در کیلوگرم، انجام شد مقایسه ای بین منابع مختلف روی شامل مصرف خاکی پنج کیلوگرم در هکتار سولفات روی و پوشش بذر با اکسید روی (۲/۵ درصد) با گیاه برنج صورت گرفت و دیده شد که غلظت روی در تیمار پنج کیلوگرم در هکتار سولفات روی بیشتر از پوشش بذر با اکسید روی است. ساهو و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که غلظت روی از ۱۸ میلی گرم در کیلوگرم درتیمار شاهد به ۷۹ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک با کاربرد ۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک افزایش یافت. مسکین و رامدهووا (۱۹۸۷) نشان دادند که کاربرد ۵۰ میکرو گرم روی در گرم خاک یا فرو بردن نشاء برنج در محلول ۲ درصد سولفات روی با افزایش رشد برنج و غلظت روی در دانه همراه گردید. سینگ و سینگ (۱۹۸۰) نیز نشان دادند که مصرف روی تا سطح ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک سبب افزایش معنی دار غلظت این عنصر در برنج گردیده است. ملکوتی و غیبی (۱۳۷۹) مقدار مطلوب روی در برگهای کامل برنج در مرحله خوشه رفتن را ۵۰-۲۵ میلی گرم در کیلوگرم بیان می کنند. نتایج مشابهی از افزایش غلظت روی با کاربرد بور در گیاهان دیگر نیز توسط سایر محققان(۳۱، ۵۳) گزارش شده است.

غلظت بور

مصرف بور در کلیه سطوح روی باعث افزایش قابل ملاحظه غلظت بور در بافت گیاهی برنج شد (جدول ۳). کاربرد روی نیز هم در حضور بور و هم در غیاب آن غلظت این عنصر را افزایش داد. حداقل غلظت بور در تیمار صفر بور و روی، برابر ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم و حداکثر آن در تیمار ۸۰ میلی گرم بور و ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک و برابر ۶۸۵ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی بود. منابع مختلف روی تاثیری بر غلظت بور در گیاه نداشتند. در غیاب روی کاربرد ۲/۵ میلی گرم بور باعث افزایش ماده خشک شد. غلظت بور در بافت گیاهی این تیمار معادل ۵۹ میلی گرم در کیلوگرم بود. کاهش قابل توجه ماده خشک از مصرف ۵ میلی گرم بور آغاز گردید که موجب غلظتی معادل ۱۳۷ میلی گرم بور در کیلوگرم ماده خشک گردیده بود و علائم سمیت بور نیز در این گیاهان بصورت سوختگی نوک و حاشیه برگهای پایینی مشاهده شد. کاربرد روی باعث افزایش غلظتهای بور قابل تحمل در خاک و بافت گیاهی شد. بطوری که در حضور ۵ میلی گرم روی، مصرف ۵ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک که غلظتی معادل ۱۴۱ میلی گرم بور در کیلوگرم بافت گیاهی را موجب شد، نه تنها عملکرد ماده خشک را کاهش نداد بلکه موجب افزایش آن نیز شد. گوپتا (۱۹۷۹) و آدریانو (۱۹۸۶) معتقدند که حد کمبود بور در برگ بالغ تعدادی از گیاهان کمتر از ۱۵ و دامنه کفایت بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم می باشد. لوکارد و همکاران (۱۹۷۲) مقادیر بور کمتر از ۳۸ میلی گرم در کیلوگرم بافت گیاهی برنج را کم، مقدار ۵۱ -۳۸ را معمولی و مقادیر بیش از ۵۱ را سمی می‌دانند. پنومپروما و همکاران (۱۹۶۶) بیان می‌کنند که وجود ۸۰ میلی گرم بور در کیلوگرم بافت گیاهی برنج سمی ولی ۲۶ تا ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم عادی است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تاثیر روی و بور بر غلظت بور، آهن و پتاسیم در اندام هوایی برنج.

روی (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	بور (میلی گرم در کیلوگرم خاک) ۰	۲/۵	۵	۱۰	۲۰	۴۰	۸۰	میانگین
غلظت بور، میلی گرم در کیلوگرم								
۰	۲۵	۵۹	۱۳۷	۱۹۷	۳۱۶	۴۴۷	۶۲۲	۲۵۶
۵	۲۷	۶۲	۱۴۱	۲۶۰	۳۸۴	۴۴۹	۶۰۷	۲۷۶
۱۰	۳۵	۶۱	۱۴۰	۲۷۳	۳۹۰	۴۶۵	۶۸۵	۲۹۳
میانگین	۲۹	۶۱	۱۳۹	۲۴۳	۳۶۳	۴۵۴	۶۳۸	
غلظت آهن، میلی گرم در کیلوگرم								
۰	۸۲/۱۲	۵۲/۷۰	۸۴/۸۰	۷۹/۷۲	۶۲/۳۳	۷۴/۹۷	۶۵/۹۸	۷۱/۹۵
۵	۷۵/۷۰	۶۱/۱۰	۶۰/۴۲	۸۲/۲۰	۸۳/۱۸	۷۵/۸۲	۶۷/۹۸	۷۲/۳۴
۱۰	۹۱/۸۰	۵۴/۲۷	۷۲/۸۷	۸۲/۷۲	۶۲/۹۵	۷۹/۴۵	۷۲/۴۰	۷۳/۷۸
میانگین	۸۳/۲	۵۶	۷۲/۶۹	۸۱/۵۵	۶۹/۴۸	۵۳/۴۱	۶۸/۷۰	
غلظت پتاسیم، درصد								
۰	۳/۶۶۷	۳/۹۰۴	۴/۴۷۸	۴/۰۲۲	۳/۶۴۸	۴/۰۷۳	۴/۳۲۶	۴/۰۱۶
۵	۴/۶۱۳	۳/۵۸۳	۴/۵۶۲	۴/۵۶۳	۴/۴۴۴	۴/۳۲۶	۴/۳۴۲	۴/۳۴۸
۱۰	۳/۷۳۵	۳/۴۶۴	۴/۵۶۳	۴/۶۱۳	۴/۴۱۰	۴/۳۹۳	۴/۳۰۹	۴/۲۱۲
میانگین	۴/۰۰۵	۳/۶۵۰	۴/۵۳۴	۴/۳۹۹	۴/۱۶۷	۴/۲۶۴	۴/۳۲۶	

LSD 0.05:

	غلظت بور	غلظت آهن	غلظت پتاسیم
روی	۲۱/۵۶	۶/۱۹	۰/۱۳۳
بور	۳۲/۹۴	۹/۴۵	۰/۱۵۷
روی × بور	۵۷/۰۵	۱۶/۳۷	۰/۳۲۵

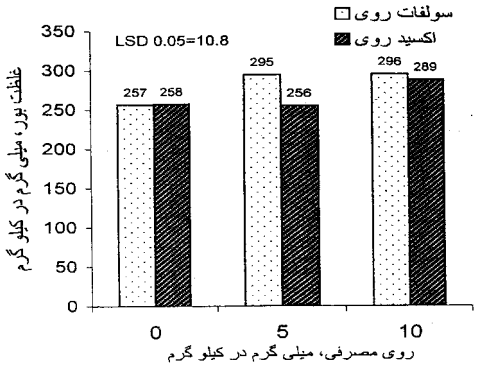
تفاوت در غلظتهای بحرانی بیان شده ممکن است به دلیل روشهای مختلف تجزیه گیاهی، اندامهای متفاوت برداشت شده، مراحل مختلف رشد و غلظت سایر عناصر غذایی در بافت گیاه باشد. برخی محققان معتقدند که حتی تفاوت زیادی ممکن است بین رقم‌های یک گونه گیاهی باشد چرا که رقم‌های مقاوم[1] به سمیت بور مقدار کمتری بور جذب و محصول بالایی تولید می کنند در حالی که رقم های متحمل[2] ضمن انباشت مقدار نسبتاً زیاد بور قادر به تولید محصول مطلوبی نیز می باشند (۱۲ و۳۶). در سطح ۱۰ میلی گرم روی تفاوت معنی داری بین منابع روی دیده نشد (شکل ۴). در سطح ۵ میلی گرم روی، غلظت بور در حضور اکسید روی کمتر بود که ممکن است به دلیل اختلاف در حلالیت و یا نوع ترکیب شیمیایی منابع روی باشد.

1. Resistance

2. Tolerance

Archive of SID

www.SID.ir



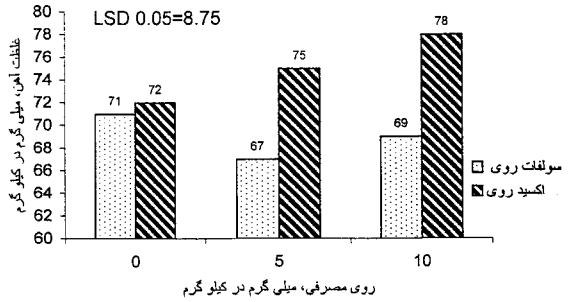
شکل ۴- تأثیر همکنش مقدار و منبع بر روی غلظت بور در بافت هوایی برنج

رابطه بین غلظت بور در قسمت هوایی و عملکرد نسبی ماده خشک برنج در جدول ۴ بیان گردیده است. این معادلات نیز نشان می دهند که مصرف روی، باعث افزایش تحمل گیاه به سطوح نسبتاً بالای بور می گردد. بطوریکه غلظت بور لازم برای ۵۰ درصد کاهش رشد از ۱۸۵ میلی گرم در غیاب روی به ۳۴۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی در حضور روی می رسد. نتایج مشابهی، از اثر نیتروژن بر کاهش سمیت بور در پسته دیده شده است. سپاسخواه و مفتون (۱۹۹۴) در یک خاک آبرفتی آهکی با بافت رسی سیلتی، مشاهده کردند که با افزایش غلظت بور در بافت برگ، رشد نسبی قسمت هوایی گیاه پسته کاهش یافت. کاربرد نیتروژن روند کاهش رشد نسبی را تغییر داد. آنان با ارائه معادلات مربوطه نشان دادند که غلظت بور لازم جهت ۵۰ درصد کاهش رشد در رقم بادامی از ۶۴۸ در سطح صفر نیتروژن به ۱۴۸۳ میلی گرم در کیلوگرم بافت خشک گیاهی در سطح ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک رسید.

غلظت آهن

مصرف بور بسته به سطوح مختلف آن یا تاثیری بر غلظت آهن نداشت و یا اینکه باعث کاهش غلظت آن در بافت گیاهی شد (جدول ۳). این نشان می دهد که رابطه بور با آهن در برنج ضدیتی است.

مقدار روی مصرفی تاثیری بر غلظت آهن در بافت گیاهی برنج نداشت (جدول ۳). در حالی که همکنش بین روی و آهن در خاکهای قلیایی و قلیایی آهکی گزارش شده است (۶۲)، هالدار و مندال (۱۹۸۱) و ردی (۱۹۸۲) بیان کردند که کاربرد روی انتقال آهن در برنج را کاهش نداد. چنین رفتاری در گیاهان احتمالا به دلیل مقدار نسبتا زیاد آهن در محیط رشد و بویژه در کشتهای غرقابی و بافت گیاهی برنج می باشد که ممکن است تحت تاثیر مقدار روی مصرفی قرار نگیرد. بین منابع مختلف روی تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد وجود داشت بطوری که غلظت آهن در حضور سولفات روی کمتر از گیاهان رشد کرده در حضور اکسید روی بود (شکل ۵). که ممکن است به دلیل تفاوت در نوع ترکیب شیمیایی آنها باشد.



شکل ۵- تأثیر همکنش مقدار و منبع روی بر غلظت آهن در قسمت هوایی برنج

جدول ۴ - رابطه بین غلظت بور و عملکرد نسبی ماده خشک برنج.

غلظت بور برای کاهش		ضریب رگرسیون		معادله
۵۰ درصد رشد نسبی	۱۰درصد رشد نسبی			
۲۸۲	۱۳۲	۰/۷۵	همه تیمارها	$y = ۰/۰۰۰۳x^۲ - ۰/۳۹ x + ۱۳۶$
۱۸۵	۶۵	۰/۹۰	بدون روی	$y = ۰/۰۰۰۴ x^۲ - ۰/۴۳ x + ۱۱۶$
۳۴۰	۱۷۱	۰/۸۱	با روی	$y = ۰/۰۰۰۳x^۲ - ۰/۳۹ x + ۱۴۸$

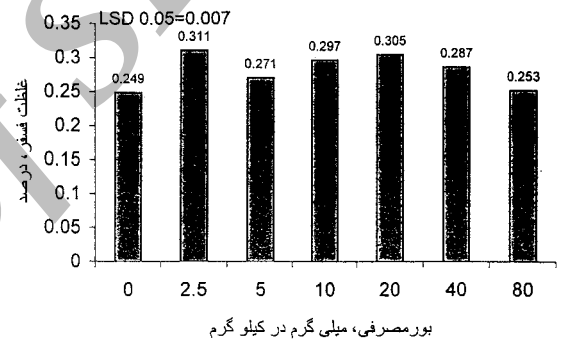
. (mg/kg dwt) غلظت بور = x ، ۱۰۰ × وزن خشک اندام هوایی در هر تیمار / حد اکثر وزن خشک = درصد عملکرد نسبی = y

Archive of SID

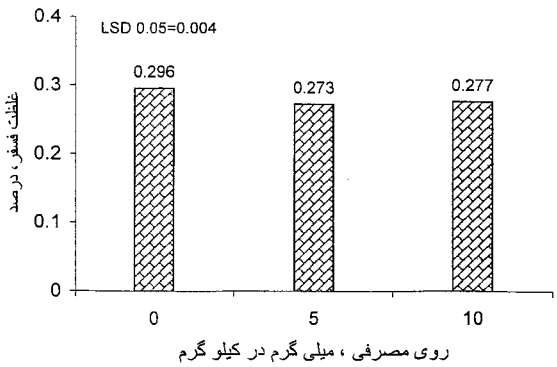
www.SID.ir

غلظت فسفر

کاربرد روی باعث کاهش چشمگیر غلظت فسفر در گیاه شد (شکل ۶). بطور مثال مصرف ۵ میلی گرم روی باعث ۱۰٪ کاهش در غلظت فسفر شد. کاربرد بور به جز در سطوح ۲/۵ و ۸۰ میلی گرم که تاثیری بر غلظت فسفر در گیاه نداشت در دیگر سطوح باعث افزایش قابل ملاحظه غلظت فسفر در گیاه شد (شکل ۷). اثر همیاری[1] بور – فسفر بطور پراکنده در گیاهان مختلف گزارش شده است (۳۴، ۵۰، ۵۴، ۶۴). در یک آزمایش مزرعه‌ای در خاک آلفی سول با ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم بور قابل حل در آب داغ؛ همیاری بین بور و فسفر در لوبیا سبز دیده شده است (۵۴).



شکل ۶- تأثیر بور بر غلظت فسفر در قسم هوایی برنج



شکل ۷- تأثیر روی بر غلظت فسفر در قسمت هوایی برنج

نتایج یک آزمایش گلدانی با خاک آهکی وکشت بادام زمینی نیز اثر مثبت بور بر جذب فسفر را نشان داد. این نتایج می تواند به دلیل اثر مطلوب بور بر نفوذ پذیری پلاسمالما؛ در سطح ریشه باشد که بدین طریق جذب فسفر افزایش می‌یابد (۳۸).در یک کشت گلدانی با خاک آبرفتی لوم شنی و پ هاش ۸/۵ و بور قابل استخراج با آب داغ برابر ۰/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم؛ افزایش سطوح بور کاربردی از صفر به ۸ میلی‌گرم، مقدار فسفر در قسمت هوایی عدس را از ۰/۷ به ۱/۵ درصد و غلظت بور را از ۵۶/۷ به ۴۱۳/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش داده است (۵۸). کاربرد صفر تا ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بور در یک خاک غیر آهکی سیروزم با پ‌هاش ۸/۲ و بور قابل استخراج با آب داغ برابر با ۰/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم مقدار فسفر در قسمت هوایی گیاه نخود را از ۰/۷۵ به ۱/۶ درصد و در قسمت هوایی گندم را از ۱/۰۱ به ۱/۳ درصد افزایش داد (۶۸). از این نتایج چنین آشکار است که رابطه‌ای همیاری بین بور و فسفر وجود دارد. این در حالی است که رابطه روی و فسفر یک رابطه ضدیتی[2] است. محل همکنش روی– فسفر ممکن است در خاک یا در گیاه باشد. در مطالعات اولیه تاکید بر این بود که این همکنش در خاک اتفاق می افتد. کاهش روی یا فسفر قابل استفاده در خاک ممکن است به دلیل تشکیل فسفات روی باشد که این عقیده کاملا پذیرفته نشده زیرا مطالعات زیادی نشان دادند که فسفات روی یک کود مناسب برای رفع کمبود روی در برخی خاکهاست و به اندازه سایر کودهای محلول روی مفید است (۶۲). همکنش روی – فسفر در خاک ممکن است به دلیل اختلال در انتقال از خاک به سطح ریشه، افزایش جذب سطی روی در خاکهای حاوی اکسید های آهن و آلومینیم و کاهش پخشیدگی این عناصر به سمت ریشه نیز باشد.

امروزه پذیرفته شده است که همکنش روی و فسفر در گیاه اتفاق می افتد. روی این قابلیت را دارد که احتمالا با انجام وظایفی در غشاء سلولی آهنگ جذب فسفر بوسیله ریشه را کنترل کند (۴۷). اثر بازدارندگی روی بر تغذیه فسفری گیاهان بطور گسترده توسط محققان گزارش شده است (۲۰، ۲۴،۲۳) . سینگ و سینگ (۱۹۸۰) با کاربرد کلات روی (ای دی تی ا) در خاکی با پ هاش ۷/۵ و روی قابل استخراج با دی تی پ ا معادل ۰/۷ میلی گرم در کیلوگرم، مشاهده کردند که جذب فسفر توسط گیاه برنج کاهش یافت و نتیجه گرفتند که این

1. Synergism

2. Antagonism

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش به خاطر رسوب فسفات روی در خاک نیست زیرا این منبع روی سبب ایجاد رسوب با فسفر نمی گردد و کاهش جذب ممکن است به دلیل برخی ضدیتهای فیزیولوژیکی در سطح ریشه باشد.

همکنش روی - فسفر ممکن است در سطح ریشه، داخل ریشه (۴۰)، غشاء سلولی، انتقال از آندودرم به آوند چوبی ریشه، همچنین بر اثر کاهش آهنگ جذب از طریق سلولهای اپیدرمی یا لایه سطحی ریشه (۴۷) اتفاق بیفتد.

غلظت پتاسیم

در سطح صفر بور کاربرد ۵ میلی گرم روی باعث افزایش غلظت پتاسیم از ۳/۷ در شاهد به ۴/۶ درصد گردید (جدول ۳). در حضور بور تاثیر روی بر غلظت پتاسیم وابسته به مقدار بور کاربردی بود، به طوری که در سطح ۲/۵ میلی گرم بور؛ باعث کاهش؛ در سطح ۵ و۸۰ میلی‌گرم تفاوتی بین تیمارهای مختلف روی نبود ولی در دیگر سطوح بور یعنی ۱۰تا ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک؛ مصرف روی باعث افزایش غلظت پتاسیم گردید. کاربرد بور در غیاب روی ابتدا باعث روند افزایشی در غلظت پتاسیم شد و سپس روندی کاهشی نشان داد ولی در حضور روی روند تغییرات معکوس گردید. بین منابع مختلف روی تفاوت قابل ملاحظه ای از این لحاظ وجود نداشت. دیده شده که کاربرد بور و پتاسیم به خاطر رابطه همیاری متقابل مقدار آنها را در گیاه افزایش می‌دهد (۳۰). در نخود و گندم نیز کاربرد مداوم بور غلظت پتاسیم را به ترتیب از ۳/۸ به ۷ و از ۵/۵ به ۶/۹ درصد ماده خشک قسمت هوایی افزایش داد (۶۸). همچنین کاربرد بور در یک خاک آبرفتی در شرایط گلخانه ای غلظت پتاسیم در قسمت هوایی عدس را از ۳/۹ به ۵/۵ در صدافزایش داد که نشاندهنده یک رابطه همیاری بین این دو عنصر غذایی است (۵۸).

به دلیل وقوع کمتر کمبود پتاسیم نسبت به فسفر در خاکها رابطه بین روی و پتاسیم در گیاهان زراعی به خوبی پیگیری نشده است. اثر مطلوب کاربرد روی بر غلظت پتاسیم در برنج توسط ورما و نیو (۱۹۸۴) گزارش شده است. همکنش مثبت و معنی‌داری بین روی و پتاسیم در گندم نیز مشاهده شده است (۲۴).

نتیجه گیری

کاربرد روی باعث افزایش تعداد پنجه، عملکرد ماده خشک و نیز غلظت روی، بور و پتاسیم در بافت گیاهی برنج گردید. غلظت فسفر با مصرف روی کاهش یافت ولی غلظت آهن تحت تاثیر قرار نگرفت. مصرف بور باعث افزایش غلظت بور، فسفر و پتاسیم در گیاه شد ولی غلظت آهن را کاهش داد. در صورت عدم کاربرد روی، مصرف ۲/۵ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک باعث افزایش عملکرد ماده خشک گردید. کاربرد مقادیر بیشتر بور با کاهش عملکرد ماده خشک همراه بود و علائم مسمومیت بور بصورت سوختگی نوک و حاشیه برگهای پایینی مشاهده شد. کاربرد منابع مختلف روی باعث گردید که افزایش ماده خشک تا سطح ۵ میلی گرم بور ادامه یابد. در سطوح بالاتر بور نیز هرچند ماده خشک تولیدی نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد ولی حضور روی باعث افزایش قابل توجه ماده خشک گردید. نتایج بیانگر این است که در شرایط مشابه (بویژه در خاکهای دارای بور قابل استخراج با آب داغ کمتریا مساوی ۰/۲۲ و روی قابل استخراج با دی تی پی ا کمتر یا مساوی ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم) عملکرد برنج با مصرف بور و منابع مختلف روی قابل افزایش است. معادلات رگرسیون بین غلظت بور در گیاه و عملکرد نسبی ماده خشک نشان می دهند که کاربرد روی سبب افزایش تحمل برنج در برابر سطوح نسبتاً بالای بور گردیده است. قبل از هر گونه توصیه پیشنهاد می گردد نتایج حاضر در شرایط مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

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

منابع مورد استفاده

REFERENCES

۱. حقیقت نیا، ح . ۱۳۷۵. ویژگیهای جذب سطحی روی و ارزیابی چند عصاره گیر شیمیایی جهت تعیین روی قابل استفاده برای برنج در تعدادی از خاکهای آهکی استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. زلفی باوریانی، م. ۱۳۷۷. تاثیر ازت، روی و مس بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج و ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه شیراز.
۳. ملکوتی، م. ج. و م. ن. غیبی ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، کرج، ایران.
۴. صلحی، م. ۱۳۶۷. مطالعه ژنتیکی، مرفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و طبقه بندی خاکهای باجگاه، استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

5. Aderiano, D. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer-Verlag, New York.
6. Agrawala, H. P., & M. L. Gupta.1994. Effect of copper and zinc on copper nutrition of rice. Ann. Agric. Res. 15: 162-166.
7. Allison, L.E, & C. D. Moodie, Carbonate. 1965 p. 1379-1396 In : C. A. Black, D.D. Ewans, J.L. White, L.E Ensminger, & F.E. Clark (eds.) Methods of Soil Analysis 2nd Ed., part 2, Am. Soc. Agron. Madison, WI.
8. Babiker, F. S. H. 1986.The effect of zinc sulphate levels on rice growth productivity. Alexandria J. Agric. Res. 31:450.
9. Berger, K.C. & E. Truog.1939. Boron deter mination in soils and plants. Ind. Eng . Chem . Anal.Ed. J. 11 : 540-545.
10. Bingham, F. T. 1982. Boron . p. 431-448. In : A. L . Page (ed.) Methods of soil analysis. Part 2, Am. Soc. Agron., Madison, WI.
11. Bouyocos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soils. Agron. J. 54: 464-465.
12. Cartwright, B. , A. J. Ratjen, D.H. B. Paul, & J.G. Zarcinas.1987. Boron tolerance in Australian varieties of wheat and barley.p. 16-20 In : W. H. Gabolman, and B. C. Loughman (eds.) Genetic aspect of plant mineral nutrition, Madison , USA .
13. Chapman, H. D. 1965. Cation Exchange Capacity.p. 811-903 In : C. A. Black; Ewans, D.D.; White, J.L.; Ensminger, L.E.; Clark, F.E.,(eds.) Methods of Soil Analysis,. 2nd Ed., part 2, Am. Soc. Agron. Madison, WI.
14. Darjeh, Z., N. Karimian, M. Maftoun, A. Abtahi, & K. Razmi. 1991. Correlation of five Zn extractants with plant responses on highly calcareous soil of Dorood zan Dam area. Iran Agric. Res. 10 : 29-45.
15. Dutta, R. K. & J. Rahman. 1987.Yield and flowering of rice in relation to fertilizer zinc sulphate. Int. Rice Commis. Newslet. 36: 16-22.
16. Fan, H., Y. Wang, & Q. C. Zhu. 1999. The status of soil microelement in Shaxing city and the application of microelement fertilizers. Zhejiang Bureau Kexue 3: 132-134.
17. Gangwar, M. R. 1988. Effect of Zn-Cu interaction on growth parameters and grain yield of rice. Oryza 25:409-412.
18. Gary, O.K., A.N. Sharma, & G.R.S.S. Kona.1979. Effect of boron on the pollen vitality and yield of rice plants (*Oryza sativa* L .Var. Jaya). Plant Soil 52:591-594.
19. Giordano, P. M. & J. J. Mortvedt .1973.Zinc sources and methods of application for rice. Agron J. 65 : 51-53.
20. Gupta, S. P., & V. K. Gupta 1984. Influence of zinc on calcium , magnesium , sodium, potassium, and phosphorus nutrition of soybean (*Glycine max*.) in sodic soils. Indian J. Ecol.11:236-242.
21. Gupta, U. C. 1979. Boron nutrition of crops. Adv. Agron. 31 : 273-307.
22. Gupta, U. C., Y. W. James, C. A. Campbell, A. J. Leyshon, & W. Nicholaichuk. 1985. Boron toxicity and deficiency : A review. Can J. Soil Sci. 65: 381-409.
23. Gupta, V. K. & D. S. Dabas. 1983. Efficiency of sparingly soluble and chelated zinc sources on yield , nutrient composition and nutrient ratio in berseem. Int. J.Trop.Agric.1:73-80.
24. Gupta, V. K., & H. Raj. 1983. Zinc- potassium relationship in wheat. Haryana Agric. Univ. J. Res.13:140-146.
25. Graham, R. D., R. M. Welch, D. L. Grunes , E. E. Cary, & 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.

Archive of SID

www.SID.ir

26. Grewal, H. S., R. D. Graham, & J. Stangoulis. 1998. Zinc- boron interaction effects in oilseed rape. J. Plant Nutr . 21 (10) : 2231-2243.
27. Haldar, M., & L. M. Mandal.1981.Effect of phosphorus and zinc on the growth and phosphorus, zinc, copper , iron, and manganese nutrition of rice . Plant Soil 59:415-425.
28. Karim, A. Q. M. B., & V. James.1962. Micronutrient deficiency symptoms of rice grown in nutrient culture solutions. Plant Soil 3 : 347-360.
29. Knudsen, D., G. A. Peterson, & P. F. Pratt.1982. Lithium, sodium and potassium. p.225-246.*In*: A. L. Page (ed.), Methods of Soil Analysis. Part II, 2nd ed., Monograph No. 9, Am. Soc. Agron., Madison, WI.
30. Kumar, S. 1981. Potassium-boron synergism in the nutrition of rice (*Oryza sativa* L.). .J. Indian Soc. Soil Sci. 29:563-564.
31. Lima, O.F. F. & E. Malavolta . 1998. Evaluation of extraction procedures on determination of critical soil and foilar levels of boron and zinc in coffee plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29(7&8): 825-833.
32. Lindsay, W.L, & Nortvell, W. A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
33. Lokard, R.G., J.C. Ballaux, & E.A. Liongson.1972.Response of rice plants grown in three potted Luzon soils to additions of boron , sulfur, and zinc. Agron. J. 64:444-447.
34. Maskian, M. S. & N. S. Randhowa.1987.Response of wetland transplanted rice to zinc-enriched nursery seedling. Indian J. Agron. 33:114-116.
35. Murphy, J. & J. P. Riley.1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27:31-36.
36. Nable, R. O. , S. B. Gary, & J.G. Paul.1997. Boron toxicity. Plant Soil 198: 181-198.
37. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, & L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cir. 939, US Govern. Printing Office, Washington, DC.
38. Patel, M. S. & B. A. Golakia . 1986.Effect of calcium carbonate and iron application on yield and nutrient uptake by groundnut . J. Indian Soc. Soil Sci. 34:815-820.
39. Ponnamperuma, F.N. & W.L.Yuan.1966.Toxicity of boron to rice. Nature 211: 780-781.
40. Prasad K. G , U. C. Shukla, & N. M. Safaya .1971. Effect of zinc application on phosphorus concentration and uptake in maize (Zea mays L.) . Indian J. Agric. Sci. 41 (12):1068-1073.
41. Ranjita, P., S.K. Sahu, & R. Panda . 1999. Effect of zinc on the biochemical and production parameters of the rice plant (*Oryza sativa*). Cytobios 98: 105-112.
42. Reddy, K. C. K. 1982.Iron nutrition of wheat and rice as influenced by application of zinc, phosphorus, and farmyard manure in lateritic , black and alluvial soils. J. Plant Nutr. 5:761-768.
43. Rehm, G. W. , R. A. Wiese, & G. W. Hergert.1980. Response of corn to zinc source and rate of zinc band applied with either orthophosphate or polyphosphate. Soil Sci. 129: 36-44.
44. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils . USDA Handbook 60, 102 pp.
45. Rohades, J.D. 1982. Soluble Salts.p. 167-178 In A. L. Page (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd ed., Agron. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
46. Roy, A. K. S., S. Maiti, & K. K. Bhattacharyya.1992. Effect of phosphatic fertilizers and micronutrients on lentil and its influence on rice in lentil-rice sequence.Environ. Ecol. 10(4):837-841.
47. Safaya, N. M. 1976. Phosphorus-zinc interaction in relation to absorption rates of phosphorus, zinc, copper, manganese, and iron in corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 719-722.
48. Sahu, S. K., G. N. Mitra, & S. C. Pani.1996. Effect of Zn application on uptake of nutrients by rice on an Inceptisol. J. Indian Soc. Soil Sci. 44:795-796.
49. Sakal, R. , R. B. Sinha, A. P. Singh, & N. S. Bhogal.1993. Evaluation of methods and time of zinc application to rice. J. Indian Soc. Soil Sci. 41: 195-196.
50. Salam, A. M., & S. Subramanian. 1988. Influence of nitrogen, zinc , and their interaction on the yield and nutrient uptake of 'IR20' rice (*Oryza sativa* L.) in different seasons. Indian J. Agric. Sci. 58: 190-193.

Archive of SID

www.SID.ir

51. Sedberry, J. E., F. J. Peterson , E. Wilson , A. L. Nugent, R. M. Engler, & R. H. Brupbacher.1971. Effect of Zn and other elements on the yield of rice and nutrient content of rice plant. LA. State Univ. Bull. 653.
52. Sepaskhah, A.R., & M. Maftoun.1994. Seedling growth and chemical composition of two pistachio cultivars as affected by boron and nitrogen application. J. Plant Nutr. 17 (1):155-171.
53. Shukla, M. P. 1983. Sulphur, zinc and boron nutrition of rai (Brassics juncea). J. Indian Soc. Soil Sci.31: 517-520.
54. Singh, B. P., & B. Singh .1990.Response of French bean to phosphorus and boron in acid Alfisols in Meghalaya .J. Indian Soc. Soil Sci. 38:769-771.
55. Singh, B. P., P. R. Sakal, & A. P. Singh. 1983. Relative performance of soil applied zinc sulphate and other zinc carriers used as coating for seeds of maize and rice. Indian J. Agric. Sci. 53: 918-921.
56. Singh, M., & S. P. Singh .1980.Yield of submerged paddy and uptake of Zn, P, and N as affected by liming and Zn fertilizers. Plant Soil 56:81-82.
57. Singh, N. P., R. S. Sachan, P. C. Pandy, & P. S. Bisht. 1999. Effect of a decade long fertilizer and manure application on soil fertility and prodactivity of rice- wheat system in a Mollisol. J. Indian Soc. Soil Sci. 47(1) : 72-80.
58. Singh, V., & S.P. Singh .1983.Effect of applied boron on the chemical composition of lentil plants. J. Indian Soc. Soil Sci. 31:169-170.
59. Sinha, P., R. Jain, & C. Chatterjee. 2000. Interactive effect of boron and zinc on growth and metabolism of mustard. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31: (1,2): 41-49.
60. Sugreeve, S., D. S. Yadav, & S. Shukla . 1998. Phosphorus and zinc management in rice (*Oryza sativa* L.)-wheat (*Triticum aestivum*) cropping system in eastern Uttar Pradesh. Indian J. Agron. 43(3): 371-375.
61. 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.
62. Takkar, P. N. 1989.Twenty years of coordinated research on miocronutrients in soils and plants. Bull. I. HSS.Bhopal.pp.314.
63. Tandon, P. K. 1996. Effect of Zn and Fe supply on production of rice (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Crop Sci. 176:213-216.
64. Tiwari, K. N., A. N. Pathak, & R. K. Vpashoya .1976. Studies on Fe and Zn nutrition of rice at varying moisture regimes in a black clay soil of Uttar Pradesh . J. Indian Soc. Soil Sci. 24:303-307.
65.Verma, T. S., & H. U. Neue.1984. Effect of soil salinity and zinc application on electrochemical and chemical kinetics and growth and yield of rice. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15(5) : 553-571.
66. Walkley, A., & T. A. Black. 1934**.** An examination of the Degljareff method for determining soil organic matter and A proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
67. Wang Z. Y., Y. L. Tang , F. S. Zhang, & H. Wang . 1999. Effect of boron and low temperature on membrane integrity of cucumber leaves. J. Plant Nutr. 22(3): 543-550.
68. Yadav, O. P. & H.R. Manchanda .1979. Boron tolerance studies in gram and wheat grown on Sierozem sandy soil. J. Indian Soc. Soil Sci. 27:174-180.
69. Yu X., Bell P.F. & X.O.Yu. 1998. Nutrient deficiency symptoms and boron uptake mechanism of rice. J. Plant Nutr. 21(10): 2077-2088.

Archive of SID

www.SID.ir