فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۷ ، شماره ۱- ۲۹ ، زمستان ۱۳۹۰

تاثیر روی باقیمانده و شکل‌های مختلف شیمیایی آن بر رشد و غلظت روی در برنج

آرش برزو [۱]*

چکیده

روی از عناصر غذایی ضروری گیاه می‌باشد که کمبود آن در خاک‌های آهکی ایران بسیار محتمل است. بخش قابل ملاحظه‌ای از روی مصرفی در کشت اول جذب گیاه نشده و در خاک باقی می‌ماند. تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر روی باقیمانده و شکلهای مختلف شیمیایی آن بر رشد و جذب این عنصر توسط برنج (*Oryza sativa* L) انجام گردیده‌است. آزمایش در ۲۰ نمونه خاک سطحی از مناطق برنجکاری استان فارس در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل (۲۰×۳) با فاکتورهای اصلی سه سطح روی و فرعی ۲۰ نوع خاک مختلف در سه تکرار انجام شد. طی این آزمایش به هر نمونه خاک سه سطح روی (۰،۵و۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بصورت سولفات روی) همراه با سایر عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک اضافه گردید. پس از کشت برنج و برداشت آن، خاک هر گلدان پس از جدا سازی ریشه مجدداً در گلدان‌های پلاستیکی ریخته شد و پس از اضافه کردن عناصر غذایی مورد نیاز بجز روی بزیر کشت برنج برده شد. شصت روز پس از کاشت، گیاه را کمی بالاتر از طوقه قطع نموده وزن خشک قسمت هوایی و غلظت فسفر، آهن، مس، منگنز و روی در گیاه اندازه‌گیری شد. در نمونه‌های خاک نیز غلظت روی و مقدار شکلهای مختلف شیمیایی روی نیز تعیین گردید.

طبق نتایج بدست آمده افزایش سطح روی باقیمانده بدلیل کافی بودن روی بومی خاک تفاوت محسوسی در رشد برنج ایجاد نکرد. غلظت و جذب کل روی در هر گلدان توسط برنج با افزایش روی باقیمانده بطور معنی‌دار افزایش یافت. بین شکل روی کربناتی و غلظت روی در گیاه نیز همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد بدست آمد. از آنجا که طبق نتایج بدست آمده حدود ۴۱ درصد روی مصرفی به شکل کربناتی تبدیل می‌شود می‌توان نتیجه گرفت علت اصلی اثر باقیمانده روی بر جذب و غلظت روی در گیاه تبدیل این عنصر به شکل کربناتی می‌باشد.

کلمه‌های کلیدی: روی باقیمانده، شکل‌های مختلف شیمیایی روی، خاک‌آهکی، جذب روی، برنج

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین پیشوا، گروه زراعت، تهران، ایران.

* مسئول مکاتبه (arash_borzou@iauvaramin.ac.ir)

تاریخ دریافت: زمستان ۸۸ تاریخ پذیرش: بهار ۸۹

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

روی یکی ازعناصر غذایی‌گیاه به حساب می‌آید و معمولاً درقسمتهای فعال گیاه ازقبیل برگها، شاخه‌های جوان, جوانه‌های برگ, گل و گیاه متمرکز می شود. روی غالباً بصورت یون Zn^{++} جذب می‌شود و درpH بالا احتمالاً بصورت $Zn(OH)_2$ نیز می‌تواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد ملکوتی و همایی (۱۳۸۳). همچنین غلظت زیاد کاتیونهای دو ظرفیتی مانند کلسیم، آهن و منگنز نیز می‌تواند از جذب روی جلوگیری کند Marshner(1986) . غلظت زیاد بیکربنات در شیره سلولی نیز باعث افزایش pH ودر نهایت غیر فعال شدن روی درانـدام گیاهی می‌گردد ملکوتی و همایی (۱۳۸۳).

روی در تعداد زیادی ازآنزیم‌ها به عنوان یک کوفاکتور نقش‌دارد. به عنوان نمونه روی در فعال‌سازی آنزیم‌های مختلفی از قبیل دی‌هیدروژناز، آلدولاز، ایزومراز، ترانس فسفر از و دی ان آ پلیراز دخالت دارد(1986) Marshner .

تاکنون‌در کشورهای مختلفی کمبود روی گزارش گردیده‌است

Rahmatullah etall(2007) Wissuwa Yoshida ،etal(2006), Frono etal,(1975) Zdenko & Graham(1995), ،etal,(1971)

پهلوان و همکاران (۱۳۸۴)، (ملکوتی و همایی ۱۳۸۴)، (ملکوتی و چراتی ۱۳۸۶)، Charati & Malakouti (2006) و (میرزاوند۱۳۸۶). Xuemei etal(2008) کمبود روی در خاک های زراعی دنیا مخصوصاً خاک‌های آهکی عمومیت دارد. کمبود روی در خاکها و گیاهان زراعی ایران به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاکهای زارعی، PH بالا، وجود بیکربنات فراوان در آبهای آبیاری، تنش خشکی و شوری فراوان، پایین بودن مواد آلی خاک, مصرف فراوان‌و بیش از نیاز کودهای فسفاتی استمرار خشک سالی‌و تداوم صرف نامتعادل کودها محتمل می‌باشد. مقدار روی‌قابل‌استفاده‌با روش دی‌تی‌پی‌آ در خاکهای ایران بطور معمول کمتر از ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک اندزه‌گیری شده در حالی که در شرایط کاملاً مطلوب، مقدار آن بایستی بیش از ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد. بدیهی است گیاهانی که در چنین خاک‌هایی رشد می‌کنند از کمبود روی صدمه می‌بینند. اگر غنی‌سازی محصولات کشاورزی نیز مطرح باشد مقدار روی قابل استفاده کمتر از حد مطلوب (دو میلی‌گرم در کیلوگرم) بوده که تحت این شرایط ۱۰۰ درصد خاک‌های زراعی کشور نیاز به سولفات روی خواهند داشت. بنابراین غلظت روی در محصولات کشاورزی بسیار پایین بوده وعلائم کمبود روی در اکثر محصولات زراعی و باغی به وضوح در سراسر کشور مشاهده می‌شود. علائم کمبود روی در مزرعه برنج، بطور عمده بصورت ریز برگی بروز می‌کند. از آنجا که تقریباً تمام خاکهای استان فارس دارای مقادیر قابل توجه کربنات و بیکربنات کلسیم هستند لذا کمبود روی در این خاکها بسیار متحمل می‌باشد. از طرف دیگر برخی گزارشات نشان دهنده این واقعیت است که اثرباقیمانده روی تا چند سال در خاکها باقی می ماند و مقدار آن به نوع گیاه، خاک و نیز به مقدار کود مصرفی بستگی دارد (چراتی و ملکوتی ۱۳۸۶).

Rahmtullah Khan etal (2007) اثر باقیمانده روی را در دو رقم برنج مطالعه کردند و مشاهده نمودند که با افزایش مقدار روی باقیمانده جذب وغلظت روی در گیاه همچنین وزن خشک و هزار دانه گیاه افزایش معنی‌داری نشان می دهد. Sakal etal, (1985) نیز اثر باقیمانده سه کود حاوی روی را در یک خاک آهکی در یک تناوب سه ساله جو، برنج، گندم بررسی و مشاهده نمودند که اثر باقیمانده

Archive of SID

www.SID.ir

سولفات روی بر محصول کاه و دانه برنج نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است. به عبارت دیگری بازیابی کودهای حاوی روی بسیار کم می باشد و بخش قابل ملاحظه ای از کود روی مصرفی در کشت اول جذب گیاه نشده و در خاک باقی می ماند که باعث تجمع روی در خاک و تبدیل آن به شکلهای مختلف شیمیایی میگرد Prasad etal,(1995) .تغییر شکل روی اضافه شده به خاک طی ده سال را در خاکهای شالیزارها بررسی کردند. در ایران نیز مطالعاتی در رابطه با جدا سازی شکلهای مختلف شیمیایی روی صورت گرفته است (چراتی و ملکوتی۱۳۸۶)، (حسینی و حاج رسولیها ۱۳۷۴)، (چراتی ۱۳۷۵)، (یثربی۱۳۷۰) و Yasrebi etal,(1994). که این محققین مشاهده کردند قسمت عمده روی بشکل کربناتی و تتمه درآمده. همچنین (یثربی۱۳۷۰) بین میانگین غلظت و جذب کل روی توسط گیاه و وزن ماده خشک با میانگین روی کربناتی ارتباط معنی داری بدست آورد. لذا تحقیق حاضر به منظور کسب اطلاع در مورد تاثیر روی باقیمانده از مصارف قبلی بر رشد گیاه برنج، تعیین مقدار روی و شکلهای مختلف شیمیایی آن و همچنین اثراین شکلها بر رشد و عملکرد گیاه برنج انجام گردید.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر جهت تعیین اثر باقیمانده روی در گیاه برنج در یک تناوب برنج-برنج-گندم در۲۰ نوع خاک‌مناطق‌مختلف برنج کاری استان فارس با خواص فیزیکی‌وشیمیایی‌متفاوت‌درنمونه‌هایی از افق سطحی (۰ تا۳۰ سانتی متری) انجام گردید (جدول۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات مختلف فیزیکو شیمیایی خاکهای مورد آزمایش

شماره خاک	رس (%)	لای (%)	pH خمیر اشباع	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS/m)	ماده آلی (%)	ظرفیت تبادل کاتیونی Cmol+/kg soil	کربنات کلسیم معادل (%)	غلظت فسفر (mg/kg)
۱	۱۶/۱	۳۴/۰	۷/۲	۰/۹۲	۰/۴۱	۱۹/۶	۵۷/۸	۱۳
۲	۳۰/۱	۴۵	۷/۱	۱/۱۵	۳/۱۰	۳۵	۲۷/۴	۵۶
۳	۴۲/۱	۳۹	۷/۳	۰/۷۴	۱/۱	۲۵/۸	۴۴/۵	۷۰
۴	۲۷/۱	۴۵	۶/۹	۲/۷	۲/۱	۲۶/۴	۴۹/۱	۳۴
۵	۳۲/۱	۳۲	۷/۲	۱/۳۷	۱/۴۳	۲۶/۴	۴۶/۸	۵۸
۶	۱۱/۲	۲۳/۹	۷/۲	۱/۹	۱/۵۷	۱۸/۵	۷۰/۳	۷
۷	۳۲/۲	۴۰/۷	۷/۲	۲/۶	۱/۵۷	۲۸/۸	۳۵/۴	۳۱
۸	۲۳/۲	۴۸/۷	۶/۹	۲/۹	۰/۸۵	۱۹/۶	۶۰	۱۳
۹	۳۶/۲	۴۵/۷	۷/۱	۱/۵۸	۱/۲۳	۲۳/۹	۴۴/۲	۱۷
۱۰	۲۴/۲	۴۹/۷	۷/۵	۰/۶۴	۰/۴۱	۲۱/۷	۴۵/۱	۱۲
۱۱	۲۹/۷	۴۷/۶	۷/۳	۰/۲۷	۰/۸۲	۲۰/۹	۴۷/۹	۳
۱۲	۲۳/۷	۴۴/۶	۷/۳	۰/۹۵	۰/۸۵	۲۰/۹	۵۰/۷	۱۵
۱۳	۲۳/۷	۴۸/۶	۷	۲/۳	۲/۶۳	۲۴/۷	۴۸/۶	۲۷
۱۴	۳۷/۷	۴۱/۶	۷	۱/۴۳	۳/۵۹	۲۶/۳	۴۵/۲	۳۳
۱۵	۶۴	۲۷/۷	۷/۲	۴/۹	۲/۴۷	۲۶/۳	۴۴/۲	۹
۱۶	۵۵	۳۳/۷	۷/۲	۳/۰۵	۳/۴۲	۲۶/۳	۴۶/۸	۱۳
۱۷	۵۰	۳۶/۷	۶/۹	۴/۶	۳/۹۵	۲۷/۴	۴۲/۷	۱۳
۱۸	۳۳	۴۵/۷	۷/۴	۱/۴۶	۲/۱	۲۰/۹	۴۸/۶	۱۱
۱۹	۵۲	۳۵/۷	۷/۳	۰/۴۸	۲/۸	۲۷/۴	۴۶/۳	۵۲
۲۰	۲۸	۴۹/۷	۸	۲/۷۷	۱/۶۴	۲۱/۲	۳۲/۴	۴۶

Archive of SID

www.SID.ir

در کشت اول (حقیقت نیا ۱۳۷۵) طی یک آزمایش گلخانه‌ای در گلدانهای ۳ کیلوگرمی ۲۵۰۰ گرم خاک ریخته و به هر نمونه خاک هر کدام در سه تکرار سطوح صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک بصورت سولفات روی همراه با سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اضافه نمود پس از پایان کشت اول نگارنده‌مقدار خاک‌کافی برای تجزیه‌های آزمایشگاهی برداشته‌و مجدداً باقیمانده‌خاک (۱۹۰۰گرم) را داخل کیسه‌های‌پلاستیکی۴ کیلوگرمی ریخته به این خاکها ازت به مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات آمونیوم (۷۰ میلی‌گرم قبل از کشت و ۸۰ میلی‌گرم بقیه بصورت سرک در دو نوبت در هفته‌های چهارم و ششم بعد از کشت)، فسفر به میزان۲۵میلی‌گرم‌درکیلوگرم از پتاسیم دی هیدروژن فسفات، ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از سکسترین ۱۳۸ آهن (Fe-EDDHA)، ۵ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک از سولفات منگنز و ۵ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک بصورت سولفات مس بطور یکنواخت و بصورت محلول اضافه گردید. پس از اضافه کردن عناصر غذایی فوق به خاک و رساندن رطوبت آن به حد ظرفیت مزرعه خاک موجود در هر پلاستیک را پس از چند روز بخوبی مخلوط کرده سپس خاکها داخل گلدانهای۲کیلوگرمی ریخته شد. آزمایش بصورت فاکتوریل ۳×۲۰ در ۳ تکرار در قالب بلوکهای کامل تصادفی اجرا گردید. در هر گلدان تعداد ۱۰ عدد بذر برنج رقم قصردشتی در عمق ۱ سانتی‌متری کاشته شد. پس از رسیدن گیاه به ارتفاع ۱۰تا۱۵ سانتی‌متری تعداد ۴ بوته سالم در هر گلدان نگهداشته شد و سپس با اضافه نمودن آب مقطر کافی به هر گلدان، خاک گلدان به حالت اشباع در آمده بطوریکه ارتفاع آب در حدود ۳±۰/۵ سانتی‌متر تعبیه گردید.۶۰ روز پس از کاشت گیاهان را کمی بالاتر از طوقه قطع نموده و بعد از شستشو با آب معمولی و آب مقطر, قسمت هوایی گیاه در آون با دمای ۶۵ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. پس‌از تعیین‌وزن‌خشک اندام هوایی نمونه‌های گیاهی را با آسیاب پودر کرده و ۱ گرم از ماده خشک گیاهی در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد خاکستر شد. ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به خاکستر اضافه کرده تا حل شود. سپس از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد و حجم نهایی با استفاده از آب مقطر به ۵۰ سانتی متر مکعب رسانده شد. غلظت فسفر در گیاه به روش Murphy & Riely, (1962)، غلظت آهن، مس، منگنز و روی توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. وزن خشک قسمت هوایی گیاه، غلظت و جذب کل روی (حاصلضرب وزن ماده خشک در غلظت روی) و عملکرد نسبی (نسبت ماده خشک تولیدی در سطح صفر میلی‌گرم روی در کیلوگرم به حداکثر ماده خشک تولید شده در اثر کاربرد سطوح بالاتر روی) محاسبه وبه عنوان پاسخهای گیاهی در نظر گرفته شد. از نمونه‌های خاک برداشته شده قبل از کشت برنج‌بوسیله۳ عصاره‌گیر ای‌دی‌تی‌آ کربنات آمونیوم (EDTA-CA) ، دی‌تی‌پی‌آ (DTPA) و دی‌تی‌پی‌آ بیکربنات آمونیوم (DTPA-BA) عصاره‌گیری شد و در عصاره بدست آمده غلظت روی توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. جهت تعیین شکلهای مختلف‌شیمیایی‌روی‌ازروش پیشنهادی (یثربی۱۳۷۰) استفاده گردید (جدول۲) که در واقع روش عصاره-گیری‌دنباله‌ای‌تغییرشکل‌یافته(Lund etal, (1980 است. وزن خشک قسمت هوایی، عملکرد نسبی، غلظت و جذب‌کل روی توسط گیاه بعنوان پاسخهای گیاهی با روی عصاره‌گیری شده توسط سه عصاره‌گیر و شکلهای‌مختلف‌شیمیایی روی ربط داده شد و ضرائب همبستگی‌ومعادلات رگرسیون مناسب تعیین گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- روش عصاره‌گیری دنباله‌ای واشکال روی استخراج شده
(به روشی که در تحقیق حاضر بکار رفته است)

شکل روی استخراجی*	زمان به تعادل رسیدن روی تکان دهنده (ساعت)T	وزن مخصوص محلول (گرم به سانتی متر مکعب)	غلظت ماده عصاره‌گیر (مول در لیتر)	ماده عصاره گیر
تبادلی	۱۶	۱/۰۲	۰/۵	KNO_3
جذب سطحی شده**	۲	۰/۹۹	۵۵/۵	$X\text{-}H_2O$
آلی	۱۶	۱/۰۱	۰/۵	NaOH
کربناتی	۶	۱/۰۰	۰/۰۵	Na_2EDTA
باقیمانده	۱۶	۱/۱۲	۴/۰۰	HNO_3

* شکل شیمیایی استخراج شده لزوما بدین معنی نیست که روی تنها در این شکلها می باشد بلکه شکلی است که تصور می رود بوسیله مواد عصاره گیر فوق استخراج می گردد.
** سه مرتبه عصاره گیری شود.

نتایج

میانگین‌وزن‌خشک قسمت هوایی، غلظت و جذب کل روی توسط برنج در جدول۳ منعکس شده است و بیانگر این واقعیت است که با افزایش مقدار روی باقیمانده تفاوت محسوسی در رشد برنج مشاهده نمی شود.

جدول۳- تأثیر باقیمانده سطوح روی بر میانگین وزن خشک قسمت هوایی، غلظت و جذب کل روی توسط برنج
(هر عدد میانگین ٦٠ گلدان است)

سطوح روی (میکروگرم در گرم خاک)	وزن خشک (گرم در گلدان)	غلظت روی (میکروگرم در گرم ماده خشک)	جذب کل روی (میکروگرم در گلدان)
۰	۶ /۹۲ a	۲۵/۹ c	۱۸۱ c
۵	۶/۵۲ a	۳۸/۱ b	۲۴۶ b
۱۰	۶/۰۴ a	۴۸/۳ a	۲۸۹ a

* میانگین هایی که برای هر پاسخ گیاهی در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

با توجه به بالا بودن عملکردهای نسبی در کلیه خاکها جدول(۴) و اینکه برنج در طول رشد هیچگونه علائم ظاهری کمبود روی نشان نداد میتوان نتیجه گرفت که مقدار روی بومی خاک برای گیاه کافی بوده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤- اثر باقیمانده روی بر وزن ماده خشک، عملکرد نسبی، غلظت و مقدار کل جذب روی توسط اندام هوایی برنج (هر عدد میانگین سه تکرار است)

شماره خاک	وزن ماده خشک (گرم در گلدان)			عملکرد نسبی (درصد) RY	غلظت روی (میکروگرم در گرم ماده خشک)			جذب کل روی (میکروگرم در گلدان)		
	سطوح روی				سطوح روی			سطوح روی		
	۰	۵	۱۰		۰	۵	۱۰	۰	۵	۱۰
۱	۵/۹۲b*	۶/۶۵ a	۶/۹۴ a	۸۵	۳۲/۷ c	۴۴/۴ b	۵۴/۶ a	۱۹۵ c	۲۹۴ b	۳۷۷ a
۲	۱۰/۰۴ a	۹/۰۴ b	۹/۱۵ b	۱۱۰	۲۶/۴ c	۳۶/۰ b	۴۷/۵ a	۲۶۵ c	۳۲۳ b	۴۳۵ a
۳	۷/۳۲ c	۸/۱۶ b	۸/۹۲ a	۸۲	۲۳/۴ c	۳۲/۸ b	۳۶/۰ a	۷۱ c	۲۷۱ b	۳۲۳ a
۴	۱۰/۱۷ b	۹/۶۲ c	۱۱/۵۴ a	۸۸	۲۹/۰ b	۳۲/۳ a	۳۳/۳ a	۲۹۵ b	۳۱۱ b	۳۸۵ a
۵	۸/۸۵ a	۸/۷۸ a	۷/۶۸ b	۱۰۱	۳۰/۸ c	۳۵/۴ b	۴۳/۲ a	۲۷۱ c	۳۰۵ b	۳۳۴ a
۶	۷/۰۵ b	۹/۸۱ a	۷/۰۶ b	۷۲	۲۹/۶ c	۴۷/۸ b	۵۲/۷ a	۲۱۰ c	۴۶۸ a	۳۷۲ a
۷	۷/۵۸ a	۷/۱۸ a	۵/۸۳ b	۱۰۶	۱۹/۷ c	۳۴/۱ b	۴۳/۹ a	۱۵۰ b	۲۵۰ a	۲۵۲ a
۸	۸/۸۳ a	۷/۹۴ b	۹/۱۳ a	۹۷	۲۸/۰ b	۵۰/۶ a	۵۲/۴ a	۲۴۴ c	۳۹۳ b	۴۷۸ a
۹	۸/۰۱ a	۸/۳۴ a	۷/۴۴ b	۹۶	۲۲/۵ b	۳۶/۹ b	۴۴/۶ a	۱۸۲ c	۳۰۵ a	۳۴۸ a
۱۰	۶/۸۸ b	۷/۰۱ b	۸/۳۲ a	۸۳	۲۳/۱ c	۳۶/۴ b	۴۴/۱ a	۱۶۲ c	۲۵۵ b	۳۶۴ a
۱۱	۰/۸۴ a	۱/۰۹ a	۰/۹۲ a	۷۷	۲۴/۰ c	۵۳/۱ b	۸۱/۶ a	۱۸/۶ b	۵۵/۳ a	۷۸ a
۱۲	۷/۱۳ a	۵/۰۹ b	۴/۲۹ c	۱۴۰	۲۳/۵ c	۴۱/۸ b	۵۲/۶ a	۱۷۰ b	۲۲۰ a	۲۲۳ a
۱۳	۸/۱۹ b	۸/۵۹ ab	۸/۹۳ a	۹۲	۲۳/۹ b	۲۶/۸ b	۳۲/۳ a	۱۹۶ c	۲۳۰ b	۲۸۹ a
۱۴	۳/۵۲ a	۲/۶۹ b	۲/۲۲ c	۱۳۱	۱۵/۸ c	۳۰/۱ b	۴۸/۳ a	۵۶ b	۷۱/۴ b	۱۰۷ a
۱۵	۳/۲ b	۲/۲۴ c	۳/۸۴ a	۸۳	۲۸/۰ b	۲۹/۸ b	۴۰/۲ a	۹۸ b	۶۹/۲ c	۱۶۷ a
۱۶	۵/۹۱ a	۵/۱۷ b	۵/۹۴ a	۹۹	۲۴/۱ b	۲۹/۰ a	۳۰/۵ a	۱۴۰ b	۱۵۰ b	۱۸۰ a
۱۷	۵/۱۹ c	۶/۸۸ a	۵/۷۰ b	۷۵	۲۷/۷ c	۴۱/۵ b	۴۶/۸ a	۱۴۴ b	۲۹۰ a	۶۶ a
۱۸	۷/۷۶ a	۵/۵۵ b	۳/۸۶ c	۱۴۰	۳۴/۰ c	۵۳/۱ b	۷۹/۷ a	۲۶۴ a	۲۸۳ a	۲۷۸ a
۱۹	۸/۷۵ b	۹/۲۷ a	۹/۲۶ a	۹۴	۲۵/۵ c	۳۵/۲ b	۴۸/۵ a	۲۲۷ c	۳۲۹ b	۴۵۲ a
۲۰	۲/۱۹ a	۱/۲۱ b	۱/۴۲ b	۱۵۴	۲۵/۸ c	۳۴/۴ b	۵۲/۸ a	۵۷ ab	۴۲ b	۷۳ a

* میانگین هرپاسخ گیاهی که در ردیف دارای حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشد.

این حقیقت با بررسی میانگین روی عصاره‌گیری شده توسط سه روش از خاک قبل از کشت برنج در جدول (۵) هماهنگی دارد. همانطور که در جدول (۵) دیده می‌شود مقدار روی عصاره‌گیری شده در سطح صفر برای ای دی تی آکربنات آمونیوم، دی تی‌پی‌آ و دی‌تی‌پی‌آ بیکربنات آمونیوم به ترتیب برابر ۲/۱۶، ۰/۹۸ و ۱/۶۶ میکروگرم در گرم خاک می باشد که از حد بحرانی روی برای برنج توسط این عصاره‌گیرها بالاتر بوده بنابراین می توان نتیجه گرفت که عدم پاسخ مثبت برنج دور از انتظار نبوده است. لازم به ذکر است در تعدادی از خاکهای مورد آزمایش افزایش مقدار روی باقیمانده باعث افزایش معنی دار وزن خشک قسمت هوایی گیاه گردیده است زیرا در این خاکها مقدار روی عصاره‌گیری شده در سطح صفر کمتر از حد بحرانی این عنصر برای برنج بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- میانگین روی عصاره‌گیری شده از خاک (میکروگرم در گرم خاک) توسط سه عصاره‌گیر قبل از کشت برنج

سطوح روی (میکروگرم در گرم خاک)	عصاره‌گیر		
	ای دی تی آ- کربنات آمونیوم	دی تی پی آ	دی تی پی آ- بیکربنات آمونیوم
۰	۲/۳۱c*	۱/۵۷ c	۲/۸۴ c
۵	۴/۳۸b (۴۱/۴)**	۲/۳۹b (۱۶/۴)	۵/۵۱b (۵۳/۴)
۱۰	۶/۳۷a (۴۰/۶)	۴/۰۸a (۲۵/۱)	۷/۹۴a (۵۱/۰)

* اعدادی که در ستون در یک حرف مشترک می باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

** اعداد داخل پرانتز برای هر عصاره گیر درصد روی عصاره گیری شده در سطوح ۵ و ۱۰ میکروگرم در گرم خاک را نشان میدهد.

جدول ٦- حد بحرانی روی عصاره‌گیری شده توسط سه عصاره گیر

نام محقق	حد بحرانی روی عصاره‌گیری شده (میکروگرم در گرم خاک)		
	ای دی تی آ- کربنات آمونیوم	دی تی پی آ	دی تی پی آ- بیکربنات آمونیوم
زهرا درجه	۰/۷	۰/۴	۰/۸
حسن حقیقت نیا	۰/۷	۰/۳	۰/۷۶
لیندسی	------	۰/۵	------
ترایلر وایلر و لیندسی	۱/۴	------	--------

طبق نتایج جدول ۳ میانگین غلظت روی در برنج از۲۵/۹در سطح صفر به ۴۸/۳ میکروگرم در گرم وزن خشک گیاه در سطح ۱۰ میکروگرم روی در خاک رسیده است که افزایشی برابر با ۷۰ درصد نشان می دهد همچنین میانگین جذب کل روی از ۱۸۱ در سطح صفر به ۲۸۹ میکروگرم در هر گلدان در سطح ۱۰ میکروگرم روی در گرم خاک رسیده است (۷۰/۸ درصد افزایش).

بر اساس نتایج تجزیه آماری (جدول۷) روی باقیمانده بر وزن خشک اثر معنی‌داری نداشته در حالی که بر غلظت و جذب کل روی توسط گیاه اثر معنی دار بوده است.

جدول ۷- تجزیه واریانس مربوط به وزن ماده خشک، غلظت و جذب کل روی توسط برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن ماده خشک	غلظت روی در گیاه	جذب کل روی توسط گیاه
تکرار	۲	۲/۱۴ns	۱/۱۷ns	۵۴۰۹/۰ns
سطوح روی	۲	۴/۱۵ns	۷۵۵۳/۰**	۱۷۶۴۴۴/۰**
خاک	۱۹	۵۶/۹**	۵۰۱/۰**	۸۲۹۴۶/۰**
برهمکنش خاک و روی	۳۸	۳/۴۴**	۱۳۵/۰**	۷۴۰۲/۰ns
خطا	۱۱۸	۱/۶۸	۷۳/۹۷	۵۴۱۵/۰

** و * به ترتیب در سطح آماری ۱ و ۵ درصد معنی دار است.

ns معنی دار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

بین پاسخهای برنج و روی عصاره‌گیری شده از خاک قبل از کشت برنج روابط زیر بدست آمد (در معادلات زیر n=۱۸۰ می باشد)

$$ZnCon = 19.25 + 6.38\ Zn\text{-}DTPA \quad r=0.56^{**}$$

$$ZnCon = 21.27 + 3.71\ ZnAC\text{-}EDTA \quad r=0.54^{**}$$

دراین معادلات ZnCon غلظت روی در گیاه بر حسب میکروگرم در گرم ماده خشک و ZnAC-EDTA, Zn-DTPA نیز به ترتیب روی عصاره‌گیری شده توسط دی‌تی‌پی‌آ و دی‌تی‌آ کربنات آمونیم (میکروگرم در خاک می‌باشند). میزان همبستگی توسط برنامه رایانه SPSS و با استفاده از روش پیرسون مشخص گردید.

مقدار شکل‌های شیمیایی مختلف روی در خاک قبل از کشت برنج نشان دهنده این است که مقدار روی تبادلی در کلیه خاکها کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بوده است روی کربناتی در تمام خاکها با افزایش روی باقیمانده افزایش قابل توجه نشان می دهد و این روند در سایر شکل‌های روی بجز تبادلی فقط در اکثر خاک‌ها محسوس می‌باشد (جدول ۸).

جدول ۸ - میانگین (میکروگرم در گرم خاک) و مقدار نسبی (درصد) شکلهای مختلف روی در خاک توسط عصاره-گیر دنباله‌ای قبل از کشت برنج (هر عدد میانگین ۶۰ گلدان است)

سطوح روی (میکروگرم در گرم خاک)	شکل‌های روی									
	جذبی		آلی		کربناتی		تتمه		جمع شکل‌ها	
	میانگین	نسبی	میانگین	نسبی	میانگین	نسبی	میانگین	نسبی	میانگین	
۰	۰/۲۹b*	۰/۶ b	۰/۱۳ a	۰/۲ a	۳/۱۴ c	۶/۱ c	۴۷/۰ c	۹۳/۴a	۵۰/۶c	
۵	۰/۳۴ b	۰/۶ b	۰/۱۷ a	۰/۴ a	۵/۲۲ b	۹/۷ b	۴۹/۲ b	۸۹/۴ b	۵۴/۹ b	
۱۰	۰/۴۲ a	۰/۷ a	۰/۱۹ a	۰/۶ a	۷/۲۵ a	۱۲/۷ a	۵۰/۹ a	۸۶/3 c	۵۸/۸ c	

* اعدادی که درهر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

** به دلیل اینکه مقدار روی تبادلی در تمام نمونه ها کمتر از حد دقت دستگاه جذب اتمی بود لذا در جدول آورده نشد.

بین غلظت و جذب کل روی توسط برنج و شکلهای شیمیایی روی معادلات رگرسیون زیر بدست آمد در معادلات n=۱۸۰ می باشد.

$$ZnCon=40.97 + 4.6\ ZnCa - 0.5\ ZnRes \quad R^2=0.35^{**}$$

در معادلات بالا ZnCa و ZnRes بترتیب روی کربناتی و روی تتمه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بوده و سایر اجزاء آن قبلاً توضیح داده شده است. همچنین بین شکلهای مختلف روی بومی (سطح صفر) و خواص خاک روابط زیر بدست آمد که در تمام معادلات n=۲۰ می‌باشد.

$$Zn_{Ca} = 1.07 + 0.05\ CEC + 0.03\ P \quad R^2=0.48^{**}$$

$$Zn_{Res} = 1.49 + 1.49\ CEC + 0.29P \quad R^2=0.74^{**}$$

$$Zn_{Sum}= 3.02 + 1.55\ CEC + 0.31P \quad R^2=0.77^{**}$$

در معادلات فوق Zn_{Sum} مجموع شکلهای روی در، CEC ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بر کیلوگرم خاک خشک)، درصد ماده آلی بومی خاک، P فسفر

Archive of SID

www.SID.ir

بومی خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و بقیه اجـزا قبلاً تعریف شده‌اند.

تاثیر سطوح مختلف روی باقیمانده بر مقدار میانگین شکلهای مختلف شیمیایی روی در جدول۹ آمده است. همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود بیش از ۸۰ درصد روی‌باقیمانده‌در خاک‌به شکلهای‌کربناتی و تتمه تبدیل شده است که با توجه به فرمول ذکر شده مشاهده می‌شود که این اشکال با پاسخ گیاهی همبستگی معنی داری نشان می‌دهد.

جدول ۹- تأثیر سطوح مختلف روی باقیمانده بر میانگین شکل‌های روی در خاک قبل از کشت برنج

سطوح روی (میکروگرم در گرم خاک)	شکل‌های روی				
	جذبی	آلی	کربناتی	تتمه	سایرشکل‌ها
	درصد				
۵	۱/۰	۰/۸	۴۱/۶	۴۳/۲	۱۳/۴
۱۰	۱/۳	۰/۶	۴۱/۱	۳۹/۲	۱۷/۸

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که افزاش روی باقیمانده بررشد برنج تاثیر معنی‌داری نداشته است. با توجه به بالا بودن عملکردهای نسبی در کلیه خاکها جدول (۴) و اینکه گندم در طول رشد هیچگونه علائم ظاهری کمبود روی نشان نداد میتوان نتیجه گرفت که مقداررروی بومی خاک برای برنج کافی بوده است.

این حقیقت با بررسی میانگین روی عصاره‌گیـری شده توسط سه روش از خاک قبل از کشت بـرنج در جدول (۵) هماهنگی دارد. همـانطور کـه در جـدول (۵) دیده می‌شود مقدار روی عـصاره‌گیـری شـده در سطح صفر برای ای‌دی‌تی‌آ کربنات آمونیوم، دی‌تـی-پی‌آ و دی‌تی‌پی‌آ بیکربنات آمونیوم بـه ترتیـب برابـر ۲/۳۱، ۱/۵۷ و ۲/۸۴ میکـرو گـرم در گـرم خـاک می‌باشد که از حد بحرانی روی برای برنج توسط این عـصاره‌گیرهـا کـه توسـط Lindsay & Norvel (1978)، (درجـه ۱۳۶۸، حقیقـت نیـا ۱۳۷۵) و Trierweiler & Lindsay (1969) گـزارش شـده است (جدول۶). بالاتر بوده بنابراین می تـوان نتیجـه گرفت که عدم پاسخ مثبت گندم دور از انتظار نبـوده است. لازم به ذکر است در تعدادی از خاکهای مـورد آزمایش افزایش مقدار روی باقیمانده باعـث افـزایش معنی دار وزن خشک قـسمت هـوایی گیـاه گردیـده است زیرا در این خاکها مقدار روی عصاره‌گیری شده در سطح صفر کمتر از حد بحرانی ایـن عنـصر بـرای برنج بوده است.

همچنین بر اساس جدول (۳) مقدار غلظت روی در برنج با افزایش روی باقیمانده افزایش یافته است، تأثیر مثبت روی اضافه شده و باقیمانده بر غلظت و جذب روی توسط گیاه و رشد آن توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است etal (2007) ، Gupta & Singh (1985)،Rahmatollah, Singh & Abrol (1986)، (یثربی ۱۳۷۰) و (پهلوان و همکاران ۱۳۸۴). Prasad & Umar (1993) نیز نتیجه گرفتند که مقدار جذب روی در برنج با افزایش مقدار روی باقیمانده افزایش نشان می‌دهد.

از طرف دیگر با توجه به این نکته کـه ۳۳ تـا ۳۴ درصـد روی مـصرفی بـه شـکل کربنـاتی تبـدیل می‌شود (جدول۹). و با عنایت به همبـستگی معنـی

Archive of SID

www.SID.ir

دار بین روی کربناتی خاک و پاسخ گیاهی (فرمولهای ذکر شده) می توان نتیجه گرفت که این شکل روی در تغذیه گیاه نقش مهمی ایفا می نماید و به احتمال بسیار زیاد علت اصلی اثر باقیمانده روی در افزایش غلظت و جذب کل روی در گیاه، تبدیل این عنصر به روی کربناتی می باشد.

(یثربی ۱۳۷۰) و Yasrebi etal(1994) و (چراتی و ملکوتی۱۳۸۶) نیز مشاهده کردند که مقدار تبدیل روی باقیمانده به شکل کربناتی بعد از شکل تتمه بیشترین مقدار بوده و بین مقدار روی کربناتی و غلظت روی در گیاه همبستگی معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد پیدا کرده‌اند.

منابع

پهلوان، م. ر.، غ. کیخا، م. ر. نارویی راد و ع. ر. اکبری مقدم. ۱۳۸۴ . مطالعه اثرات آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزاء دانه در گندم، خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

چراتی آرائی،ع . ۱۳۷۵ . تاثیر فسفر و ماده آلی بر رشد و جذب روی بوسیله گیاه جو و شکلهای شیمیایی روی در خاکهای آهکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

چراتی آرایی، ع.، م. ج. ملکوتی .۱۳۸۶ . بررسی شکلهای شیمیایی روی باقی‌مانده ناشی از کاربرد سولفات روی در تعدادی از خاکهای مازندران، خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران .

حسینی، س . م . ط، و ش . حاج رسولیها . ۱۳۷۴ . تعیین فرمهای شیمیایی غالب عناصر سنگین در خاک اطراف کارخانه ذوب آهن اصفهان و رسوبات استخر تبخیری به روش عصاره گیری متوالی، خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان: ۱۶۹- ۱۶۸.

حقیقت نیا، ح . ۱۳۷۵ . ارزیابی چندین عصاره گیر شیمیایی جهت تعیین روی قابل استفاده در خاکهای آهکی ماندابی استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

درجه، ز . ۱۳۶۸ . ارزیابی روی قابل استفاده گیاهی به روشهای آزمایشگاهی و گلخانه‌ای در خاکهای منطقه زیر سد درود زن استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

میرزاوند، ج. ۱۳۸۶. ارزیابی اثر مصرف خاکی سولفات روی و آغشته نمودن ریشه نشاء به اکسید روی بر عملکرد و ترکیب شیمیایی برنج رقم قصردشتی در شالیزارهای استان فارس، مجله علمی پژوهشی علوم خاک و آب، ۳۱-۲۳.

یثربی، ج. ۱۳۷۰. تاثیر سولفات روی باقیمانده بر شکلهای روی در خاکهای منطقه زیر سد درود زن استان فارس و رابطه این شکلها با رشد و غلظت روی در ذرت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

Archive of SID

www.SID.ir

ملکوتی، م.ج و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک مشکلات و راه حلها چاپ دوم با بازنگری کامل، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس: ۲۶۴ – ۲۵۲.

Charati, A., and M. J. Malakouti. 2006. Effect of Zinc and cadmium concentrations on the rates of their absorption by rice (Oriza sativa L.) Part 1: Vegetative growth 18th World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, July 9-15, 2006, USA

Forno, D.A., S. Yoshida, and J. Asher. 1975. Zinc deficiency in rice. I. Soil factors associated with deficiency. Plant Soil 42: 537 – 550.

Gupta, V.K., and B. Singh. 1985. Residual effect of zinc and magnesium on maize crop. J. Indian Soc. Soil Sci. 33: 204- 207.

Lindsay, W.L., and W.S. Norvell. 1978. Development of DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421 – 428.

Lund, L.J., A.L. Page, and G. Sposito. 1980. Determination and prediction of chemical forms of trace metals in sewage sludge-amended soils. Final Technical Reports, U. S. Environmental protection Agency, Cincinnati, Ohio.

Marshner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

Murphy, J., and J.P. Riely. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27: 31- 36.

Prasad, B., and S.M. Umar. 1993. Direct and residual effect of soil application zinc sulphate on yield and Zn uptake in a rice-wheat rotation. J. Indian Soc. Soil Sci. 41: 192-194.

Rahmatollah, Kh., A. Gurani, and M. Soheil Khan. 2007. Effect of zinc application on rice yield under wheat-rice system. Pak. J. Biol. Sci. 235 -239.

Sakal, R., B.P. Singh, and R.B. Sinha. 1985. A comparative study of the direct and residual effect of zinc carriers on the response of crops in calcareous soils. J. Indian Soc. Soil Sci. 38: 836-840.

Singh, K., and I. p. Abrol. 1986. Transformation and movement of Zinc application in alkali soil and their influence on the yield and uptake of zinc by rice and wheat crops. Plant Soil 94: 445 – 449.

Trierweiler, J.F,. and W.L. Lindsay. 1969. EDTA-ammonium carbonate soil test for zinc. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33: 49-53.15.

Wissuwa, M., M. I. Abdelbagi, and S. Yanagihara. 2006. Effects of Zinc Deficiency on Rice Growth and Genetic Factors Contributing to Tolerance. Plant Physiol. 2006 October; 142(2): 731–741.

Xuemei, Zh., L. Lin, J. Shao, Y. Yang, X. Jiang, and Q. Zhang. 2008. Effects of zinc and chromium stresses on quality of rice grain. Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2008. ICBBE 2008. The 2nd International Conference onVolume, Issue, 16-18 May 2008 Page(s):4475 - 4479

Archive of SID

www.SID.ir

Yasrebi, J., N. Karimian, M. Maftoun, A. Abtahi, and A. M. Sameni. 1994. Distribution of zinc forms in highly calcareous soils as affected by soil physical and chemical properties and application of zinc sulphate. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25: 2133 – 2145.

Yoshida, S., D.A. Forno, and A. Bhadrachalam. 1971. Zinc deficiency of the rice plant in calcareous and neutral soils in the Philippines. Soil Sci. Plant Nutr. 17: 83 – 87.

Zdenko, R., and R. D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat grown on Zn deficient soil. I. Vegetative growth. Plant Soil 173: 265 – 266.

Archive of SID

www.SID.ir