# بررسی اثرات باقیمانده سولفات روی بر رشد، عملکرد و جذب روی توسط سویا

علی اسدی کنگرشاهی[1*] و محمد جعفرملکوتی

مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک وآب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران؛ **a_kangarshahi@yahoo.com**

استاد دانشگاه تربیت مدرس؛ **mjmalakouti@hotmail.com**

## چکیده

**کودهای شیمیایی از جمله سولفات روی دارای اثرات باقیمانده هستند. بدین معنی که در کشت اول تمام آن جذب نشده و ممکن است بر رشد و ترکیب شیمیایی محصولات بعدی موثر باشندکه اصطلاحاً اثر باقیمانده (Residual effect) نامیده می‌شود. به منظور بررسی اثرات باقیمانده سولفات روی بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا (*Glycine max* L.)، آزمایشی در سال های ۱۳۷۹ الی ۱۳۸۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو تیمار و سه تکرار در ۲۰ خاک مختلف انجام شد. تیمارهای این تحقیق شامل دو سطح روی (صفر و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به صورت سولفات روی) و ۲۰ خاک مختلف از مزارع سویاکاری شرق استان مازندران بود. با مصرف سولفات روی در سال اول آزمایش، میانگین عملکرد ماده خشک ۲۰ مزرعه از ۱۶/۵۶ گرم در شاهد به ۲۰/۱۷ گرم در گلدان در تیمار کودی افزایش یافت. میانگین غلظت روی در برگهای سویا در قطعات شاهد از ۵۳/۵ به ۹۰/۹ میکروگرم در گرم و جذب کل روی از ۸۶۳ به ۱۸۸۴ میکروگرم در گلدان در تیمار مصرف روی، رسید. اثر باقیمانده کود در سال دوم، موجب افزایش ۱۰/۸ درصدی عملکرد دانه شد و این افزایش معنی‌دار بود. اثر پباقیمانده سولفات روی، غلظت روی سویا را ۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در سال سوم آزمایش، اثرباقیمانده سولفات روی، عملکرد ماده خشک سویا قبل از گلدهی را ۱/۹ درصد و غلظت روی سویا را ۷۰/ ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد در سال سوم آزمایش، عملکرد دانه سویا ۴/۴ درصد در تیمار مصرف روی نسبت به شاهد افزایش یافت. اثر باقیمانده سولفات روی در سال چهارم آزمایش، عملکرد ماده خشک سویا را قبل از گلدهی ۳ و غلظت روی سویا ۴۰/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج تحقیق انجام شده نشان داد بکارگیری سولفات روی در خاک‌های آهکی، نه تنها بر روی رشد و ترکیب شیمیایی اولین کشت سویا اثر می‌گذارد، بلکه بر رشد وترکیب شیمیایی سویا حداقل تا چهار سال موثر است. عملکرد دانه، ماده خشک گیاهی، غلظت و جذب کل روی محصول سویا در سال دوم کشت، بطور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت. در سال چهارم آزمایش اثر باقیمانده سولفات روی بر عملکرد ماده خشک گیاهی مثبت بوده ولی معنی‌دار نگردید ولی اثر آن بر غلظت و جذب کل روی معنی‌دار بود. در جمع‌بندی با عنایت به نتایج تحقیقات مشابه می‌توان گفت که پس از مصرف سولفات روی در مزارع سویا، تا چهار سال دیگر نیازی به مصرف آن نخواهد بود. انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه مورد پیشنهاد است.**

**واژه‌های کلیدی :** اثر باقیمانده، روی، عملکرد سویا (*Glycine max* L.) و جذب.

## مقدمه

کمبود روی (Zn) یکی از عوامل محدود کننده رشد در خاک‌های آهکی می‌باشد. در خاک‌های شرق

---

۱- نویسنده مسئول، آدرس: مازندران، ساری، کیلومتر ۶ بلوار ساری قائم شهر، مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، بخش تحقیقات خاک و آب

* دریافت: ۸۴/۱۰/۲۰ و پذیرش: ۸۶/۶/۴

استان مازندران نیزبه دلیل آهکی بودن، pH بالا، مصرف زیاد کودهای فسفاته و عدم رواج مصرف کودهای محتوی روی در گذشته، کمبود روی شایع می‌باشد. مطالعات انجام گرفته در این مناطق نشان داد که کمبود روی از دیگرعناصر کم مصرف شایع‌تر می‌باشد (اسدی کنگرشاهی و محمودی ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰). نتایج تجزیه ۲۰۰ نمونه خاک زیر کشت پنبه در شرقاستان نشان داد که تقریباً ۴۲ درصد مزارع پنبه دارای روی کمتر از ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و در ۵۶ درصد، میزان روی قابل استفاده ، بین ۱/۰۰-۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (علیزاده، ۱۳۷۹ اطلاعات منتشر نشده). نتایج حاصل از ۱۵۰ مزرعه سویا کاری در شرق استان نشان داد میزان روی قابل استفاده در ۵۸ درصد مزارع، کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم بود (چراتی و قاسمی، ۱۹۹۹). اسدی کنگرشاهی و ملکوتی (۱۳۸۲)، حد بحرانی روی در خاکهای شرق مازندران برای محصول سویا ۱/۳۰ میلی گرم در کیلوگرم گزارش نمودند. مطالعات کودی استان نشان داد که تقریباً چهار صدم درصد از کودهای مصرفی به کودهای حاوی عناصر کم مصرف اختصاص داده شده است، بنابراین عدم مصرف این کودها در دراز مدت و همچنین کشت متراکم و متوالی در این مناطق ممکن است موجب تخلیه شدن این عنصر غذایی شده باشد (اسدی و محمودی، ۱۳۸۰). در حال حاضر، مصرف این کودها در مناطق مختلف کشور رایج شده است و هر ساله مصرف آنها نیز بیشترمی شود. بنابراین نیاز است تحقیقات جامع و کاملی در مورد اثرات باقیمانده این کودها در خاک‌های مختلف و برای محصولات مختلف صورت گیرد. گزارش‌های متعددی از اثرات مثبت مصرف روی در رشد محصولات مختلف، توسط Darjeh و همکاران (۱۹۹۱)، Maftoun و Karimian (۱۹۸۹)، ضیائیان و ملکوتی (۱۳۷۸)، بلالی و همکاران (۱۳۷۸) و اسدی کنگرشاهی و ملکوتی (۱۳۸۲)، ارائه شده است. گزارشهای پراکنده نشان می‌دهد که بازیابی این کودها بسیار کم است، به عبارتی دیگر بخش عمده‌ای از کودهای محتوی روی در کشت اول جذب سویا نشده و در خاک باقی می‌ماند که باعث تجمع در خاک و تبدیل آنها به شکل‌های مختلف شیمیایی می‌گردد (برزو و مفتون، ۱۳۷۸؛ یثربی، ۱۳۷۰؛ Brown و همکاران، ۱۹۶۴؛ Gupta و همکاران، ۱۹۸۳؛ Karimian و Yasrebi، ۱۹۹۵). نتایج آزمایش‌های Maftoun و Karimian (۱۹۸۹) در خاک‌های باجگاه و فرودگاه شهرستان شیراز نشان داد حتی سکوسترین روی (ZnEDTA) نیز در سال اول از بازیابی بسیار بالائی برخوردارنیست. مطالعات انجام شده توسط Darjeh و همکاران (۱۹۹۱) در خاکهای زیر سد درودزن استان فارس نشان داد که بازیابی روی مصرف شده به صورت سولفات روی در سال اول، حدود ۵ درصد و یا حتی کمتر است. یثربی (۱۳۷۰) نیز گزارش کرد در کشت اول ذرت، مصرف ۱۰ و ۲۰ میکروگرم در گرم موجب افزایش وزن ماده خشک ذرت شده ولی در کشت دوم اثرات باقیمانده روی موجب افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک نشد اما غلظت و جذب کل روی با افزایش سطوح روی، افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت. نتایج آزمایش‌های Karimian و Yasreb (۱۹۹۵) در خاکهای زیرسد درودزن استان فارس با کشت ذرت نشان داد که اثر باقیمانده سولفات روی در سال دوم، غلظت و جذب روی را بطور معنی‌داری افزایش داد. Sakal (۱۹۸۵) مشاهده کرد که اثر باقیمانده روی قادر به تأمین نیاز ذرت تا دو کشت متوالی شد ولی در کشت سوم روی باقیمانده درخاک نیاز سویا به روی را مرتفع نکرد. Robertson و Lucas (۱۹۷۶) نشان دادند که تحت شرایط کمبود شدید روی در خاکهای آهکی، پخش سطحی ۲۸ کیلوگرم روی در هکتار از منبع سولفات روی موجب رفع کمبود روی به مدت ۷ سال گردید در حالیکه مصرف نواری روی به میزان ۶/۶ کیلوگرم در هکتار قادر به تأمین روی مورد نیاز گندم برای مدت ۵ سال شد. با مصرف کود روی به خاک، روی به آرامی به شکل های غیر قابل استفاده تبدیل می شود.

در سال‌های اخیر استفاده از انواع کودهای شیمیایی محتوی عناصر کم مصرف بعنوان یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بهینه محصولات زراعی و باغی مورد توجه خاص قرارگرفته و ترویج و استفاده از این کودها به سرعت رو به گسترش می‌باشد. بطوریکه مؤسسه تحقیقات خاک و آب استفاده گسترده از انواع کودهای کم مصرف روی، منگنز، آهن، مس و بور را به صورت جایگذاری عمقی، چالکود و یا محلول‌پاشی برای انواع محصولات زراعی و باغی در مناطق دارای کمبود این عناصر، توصیه می‌کند. تحرک عناصر کم مصرف در خاک بسیار پائین بوده و قسمت عمده این عناصر در لایه سطحی خاک‌های زراعی باقی می‌ماند. از طرف دیگر نیاز سویا به عناصر کم مصرف بسیار کم بوده و معمولاً در سال اول کوددهی، این عناصر بطور کامل مورد استفاده قرار نگرفته و اثرات مصرف این کودها غالباً تا چندین سال یا فصل رشد در خاک باقی می‌ماند. کریمیان و همکاران (۱۳۷۳) در گزارش خود اعلام نموده است که سولفات روی مصرف شده در خاکهای آهکی عمدتاً به شکل کربناتی در آمده و تقریباً ۵۸ تا ۶۰ درصد آن به اینصورت برای کشت های بعدی در خاک ذخیره می شود که می تواند غلظت و جذب کل روی توسط گیاهان در کشت های

بعدی (حداقل چهار کشت متوالی) را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین با توجه به این موضوع که بین مقدار مفید و مضّر بیشتر عناصر کم مصرف، فاصله چندانی نیست و همچنین بعلت گرانی این کودها و اثرات اقتصادی آنها، بایستی اطلاعات کافی در مورد اثرات باقیمانده این کودها در خاک‌های منطقه باید در دسترس باشد تا ضمن افزایش بازده کودهای مصرفی از بروز مشکلات احتمالی در آینده جلوگیری شود. بنابراین آزمایش فوق به منظور بررسی اثرات باقیمانده سولفات روی بر عملکرد و جذب این عنصر در سویا طی ۴ سال متوالی (از سال ۱۳۷۹ الی ۱۳۸۲) در شرایط گلخانه‌ای، انجام شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف این مطالعه از روی نقشه خاک و گزارشهای خاکشناسی منطقه، حدود ۳۰ مزرعه از نواحی عمده سویا کاری منطقه انتخاب و سعی شد، از هر یک از سریهای خاک غالب منطقه (شامل: دشت‌ناز، دلمرز، ساری، خورشید، صاحبی، تیرتاش، شاه‌آباد، اناردین، پاشاکلا، بهشهر و بابع‌کلا)، حداقل یک نمونه خاک انتخاب گردد (ایزدپناه ۱۳۵۵، بنائی ۱۳۴۷، بردبار ۱۳۴۲، فلاحی ۱۳۵۹ و ناصری ۱۳۷۰). نمونه‌ها به صورت مرکب از پنج نقطه در هر محل از عمق صفر تا ۲۵ سانتیمتری تهیه شد. میزان روی قابل استفاده این خاک ها، کربنات کلسیم معادل و میزان رس آنها تعیین و سپس با توجه به ویژگیهای مذکور، ۲۰ نمونه خاک به گونه‌ای انتخاب گردید که دارای دامنه وسیعی از نظر مقدار روی قابل استفاده و خواص فیزیکی و شیمیایی خاکها باشند و همچنین منطقه وسیعی از نظرجغرافیایی که در آن کشت سویا مرسوم می باشد را در برگیرند. پس از خشک کردن نمونه خاکها، کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری، بطور کامل مخلوط گردید و ۱۰ کیلوگرم از هر خاک نمونه برداری شد. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی براساس روش‌های متداول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد (احیائی، ۱۳۷۶) و همچنین روی قابل استفاده این نمونه ها با استفاده از DTPA مطابق دستورالعمل Lindsay و Norvel (۱۹۷۸) اندازه گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، خاک (۲۰ نمونه) و کود روی (۲ سطح) در ۳ تکرار برای مدت چهار سال (۱۳۷۹ الی ۱۳۸۲) اجراء شد. نمونه‌های خاک در سطل‌های پلاستیکی ریخته شد و در سال اول آزمایش، خاکها با دو سطح روی (صفر و ۲۰ میلی‌گرم روی خالص در کیلوگرم خاک به صورت سولفات روی) تیمارگردیدند.

مقدار ۱۰ کیلوگرم خاک به هر گلدان اختصاص داده شد. کود نیتروژن به میزان ۳۰ میلی گرم نیتروژن خالص در کیلوگرم خاک به صورت اوره و بعنوان آغازگر (Starter) و سایر کودها بر اساس آزمون خاک به خاکهای گلدانها اضافه گردید (کریمیان و قنبری ۱۹۹۰، ملکوتی و غیبی ۱۳۷۶). سپس ۷ عدد بذر سویا رقم پرشینگ آغشته به مایه تلقیح ریزوبیوم (نیتراژن) در عمق ۳ سانتی‌متری خاک کاشته شد که پس از سبز شدن و گذشت ۱۰ روز تعداد بوته ها به ۳ عدد در هر گلدان تقلیل داده شد. در طول دوره رشد و سعی شد رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت مزرعه‌ای نگهداشته شود. هشت هفته پس از کاشت، بخش هوایی دو بوته از یک سانتی‌متری بالائی سطح خاک قطع و با آب مقطر کاملاً شسشتو داده و در آون تهویه‌دار در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. به بوته سومی تا تشکیل دانه در گلدان نگهداری شد و در پایان دوره رشد آنرا از یک سانتی‌متری بالائی سطح خاک قطع و عملکرد دانه و کاه آن تعیین شد. بوته های خشک شده توزین و سپس آسیاب شد. از هر نمونه یک گرم به مدت ۵ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی سوزانده شد. مقدار روی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید (امامی، ۱۳۷۵). پس از برداشت بوته‌ها در هر یک از گلدان‌ها، ریشه‌ها از خاک جدا شده و خاک آن جهت آزمایش سال بعد نگهداری شد. این آزمایش برای چهارسال متوالی مطابق روشی که ذکر شد، تکرار شد. وزن ماده خشک، عملکرد دانه، غلظت روی و جذب کل روی بعنوان مهمترین پاسخ‌های گیاهی محاسبه گردید.

## نتایج

محل و نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای ۲۰ مزرعه تحت بررسی در جدول ۱، و در جدول ۲ نتایج تجزیه آب قبل از شروع آزمایش گنجانده شده است.

اثر تیمار کودی (۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک) بر وزن خشک قسمت هوایی، غلظت و جذب کل روی سویا در جدول ۴ آمده است. همانطوریکه ملاحظه می‌شود مقایسه بین میانگین های وزن خشک، غلظت و جذب کل روی سویا در تیمارهای شاهد و ۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک، نشان می دهد که مصرف روی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک، غلظت و جذب کل روی سویا گردید. با مصرف روی میانگین عملکرد ماده خشک از ۱۶/۵۶ گرم در شاهد به ۲۰/۱۷ گرم در گلدان افزایش یافت. میانگین غلظت روی در بوته‌های سویا از ۵۳/۵ به ۹۰/۹ میکروگرم در گرم افزایش یافت. جذب کل

روی از ۸۶۶ میکروگرم در گلدان در شاهد به ۱۸۳۳ میکروگرم در گلدان در تیمار مصرف روی رسید. میانگین افزایش عملکرد بر اثر مصرف ۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک ۲۱/۸ درصد به دست آمد و نشان داد روی قابل جذب این خاک ها مخصوصاً برای گیاهانی که مثل سویا دوره رشد کوتاهی دارند نمی تواند کافی باشد و احتمالاً کاربرد کود از این جهت مفید خواهد بود. اثر سولفات روی موجب افزایش عملکرد دانه سویا نسبت به شاهد شد بطوریکه در تیمار مصرف سولفات روی تقریباً ۴/۵۳ گرم در گلدان نسبت به شاهد، اضافه عملکرد وجود داشت که ۱۶/۴۷ درصد، نسبت به شاهد، بیشتر بود. اثر سولفات روی، غلظت روی دانه را ۲۱/۰۴ درصد در مقایسه با شاهد، افزایش داد (جدول ۳).

در سال دوم، اثر باقیمانده سولفات روی موجب افزایش عملکرد دانه سویا نسبت به شاهد شد بطوریکه در تیمار مصرف سولفات روی تقریباً ۳/۹۶ گرم در گلدان، نسبت به شاهد، اضافه عملکرد وجود داشت. اثر باقیمانده سولفات روی بر وزن ماده خشک تأثیر معنی داری نداشت ولی غلظت روی و جذب کل آن نسبت به شاهد، افزایش یافت. غلظت روی در بوته سویا از ۴۵/۹ (در شاهد) به ۷۹ میکرو گرم در گرم در تیمار مصرف سولفات روی افزایش یافت. در سال دوم آزمایش عملکرد دانه سویا ۱۰/۷۶ درصد نسبت به شاهد، افزایش یافت. اثر باقیمانده سولفات روی، غلظت روی در بوته سویا را ۷۲ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد در حالیکه در دانه سویا این افزایش ۴۶ درصد بود. بطور متوسط غلظت روی در دانه سویا از ۲۳/۵۴ در شاهد به ۳۴/۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار اثر باقیمانده مصرف سولفات روی، افزایش یافت و جذب کل روی بطور معنی داری نسبت به شاهد، افزایش یافت (جدول ۴).

اثر باقیمانده سولفات روی، عملکرد ماده خشک سویا را، در سال سوم آزمایش ۱/۹ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد. اثر باقیمانده سولفات روی، غلظت روی سویا را ۲۱/۷۰ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد. در سال سوم آزمایش عملکرد دانه سویا ۴/۳۷ درصد در تیمار مصرف روی، نسبت به شاهد بیشتر بود ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۵). اثر باقیمانده سولفات روی، عملکرد ماده خشک سویا را قبل از گلدهی در سال چهارم آزمایش ۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر باقیمانده سولفات روی، غلظت روی سویا را ۲/ ۴۰ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد (جدول ۶).

اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک، غلظت و جذب کل روی در تک‌تک خاکهای جمع‌آوری شده از منطقه زیر کشت سویا از سالهای اول تا چهارم پس از مصرف سولفات روی در جدولهای ۷ الی ۱۰ در ضمیمه مقاله گنجانده شده است. میانگین جذب اضافی روی (Zn) توسط بوته و دانه سویا (ازحاصلضرب میانگین عملکرد دانه و بوته در میانگین غلظت روی دانه و بوته سویا، میانگین جذب روی دانه و بوته سویا در تیمار شاهد و تیمار مصرف روی حاصل شد و سپس با کم کردن میانگین جذب تیمار مصرف روی از تیمار شاهد میانگین جذب اضافی محاسبه شد) در سالهای مختلف بررسی و در شکل یک نشان داده شده است.

به طوریکه ملاحظه می‌شود، علی‌رغم مسیر نزولی میزان جذب چه در بوته‌ها و چه در دانه‌های سویا، اثرات باقیمانده سولفات روی تا چهار سال قابل توجه بوده است. موضوعی که کار بسیاری از محققین را تأیید می‌نماید.

## بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج سال اول آزمایش، با مصرف سولفات روی عملکرد ماده خشک از ۱۶/۵۶ گرم در شاهد به ۲۰/۱۷ گرم در گلدان افزایش یافت. همچنین غلظت و جذب کل روی به ترتیب از ۵۳/۵ میکروگرم در گرم و ۸۶۶ میکروگرم در گلدان در شاهد به ۹۰/۹ میکروگرم در گرم و ۱۸۳۳ میکروگرم در گلدان در تیمار مصرف روی رسید. این نتایج با نتایج گزارش‌های Maftoun و Karimian (۱۹۸۹)؛ Drjeh و همکاران (۱۹۹۱)، ضیائیان و ملکوتی (۱۳۷۸)، بلالی و همکاران (۱۳۷۸) و اسدی کنگرشاهی و ملکوتی (۱۳۸۲) در مورد اثرات مثبت مصرف روی در رشد محصولات مختلف مطابقت داشت.

اثر باقیمانده سولفات روی در سال دوم، موجب افزایش عملکرد دانه سویا نسبت به شاهد شد. نتایج عملکرد دانه سویا نشان دادکه در سال دوم آزمایش عملکرد دانه سویا ۱۰/۷۶ درصد در تیمار مصرف روی نسبت به شاهد اختلاف داشت. همچنین اثر باقیمانده سولفات روی بر وزن ماده خشک سویا قبل از گلدهی نشان داد که اثر باقیمانده سولفات روی، غلظت روی سویا را ۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر باقیمانده سولفات روی، عملکرد ماده خشک سویا را قبل از گلدهی در سال سوم آزمایش ۱/۹ درصد، افزایش داد. اثر باقیمانده تیمار مصرف سولفات روی بر غلظت روی سویا نشان داد که اثر باقیمانده سولفات روی غلظت روی سویا را ۲۱/۷۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. اثر باقیمانده سولفات روی بر وزن ماده خشک در سال دوم آزمایش با نتایج تحقیقات دیگر پژوهشگران از جمله Schnappinger و همکاران (۱۹۷۲)، Takkor و همکاران (۱۹۷۵)، Singh و همکاران (۱۹۸۳)، Gupta و همکاران (۱۹۸۳ و ۱۹۸۶)

مطابقت دارد. مطابق گزارش این محققین اثر باقیمانده سولفات روی در رشد محصولات بعدی موثر بود. اثر باقیمانده سولفات روی در سال سوم آزمایش، عملکرد دانه سویا ۴/۳۷ درصد در تیمار مصرف روی، نسبت به شاهد افزایش داد. اثر باقیمانده سولفات روی در سال چهارم آزمایش بر وزن ماده خشک سویا قبل از گلدهی نشان داد که اثر باقیمانده سولفات روی، عملکرد ماده خشک سویا را قبل از گلدهی در سال چهارم آزمایش ۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر باقیمانده سولفات روی غلظت روی سویا را ۲/ ۴۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. آزمایش‌های Maftoun و Karimian ( ۱۹۸۹) در خاک‌های باجگاه و فرودگاه شهرستان شیراز نیز نشان داد که سکوسترین روی در سال اول از بازیابی بسیار بالائی برخوردار نبود. نتایج مطالعات Drjeh و همکاران (۱۹۹۱) در خاکهای زیرسد درودزن استان فارس نیز نشان داد که بازیابی روی مصرف شده به صورت سولفات روی در سال اول حدود ۵ درصد و یا حتی کمتر است. یثربی (۱۳۷۰) نیز گزارش کرد که در کشت اول ذرت، مصرف ۱۰ و ۲۰ میکروگرم روی در گرم خاک، موجب افزایش وزن ماده خشک ذرت شد ولی در کشت دوم اثرات باقیمانده روی موجب افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک نشد اما غلظت و جذب کل روی با افزایش سطوح روی، افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت. Sakal (۱۹۸۵) مشاهده کرد که اثر باقیمانده روی قادر به تأمین نیاز سویا تا دو کشت متوالی شد ولی در کشت سوم روی باقیمانده در خاک نیازسویا به روی را مرتفع نکرد. Robertson و Lucas (۱۹۷۶) نشان دادند که تحت شرایط کمبود روی، پخش سطحی ۲۸ کیلوگرم روی در هکتار از منبع سولفات روی در خاکی آهکی موجب رفع کمبود روی به مدت ۷ سال گردید و مصرف نواری روی به میزان ۶/۶ کیلوگرم در هکتار قادر به تأمین روی مورد نیاز سویا برای مدت ۵ سال شد. با مصرف کود روی به خاک، روی به آرامی به شکل های غیر قابل استفاده تبدیل می شود.

نتایج تحقیقات انجام شده نشان داد که بکارگیری سولفات روی در خاک‌های آهکی، نه تنها بر رشد و ترکیب شیمیایی اولین کشت سویا اثر می‌گذارد بلکه بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا در سال‌های بعد نیز موثر است بطوریکه عملکرد دانه، ماده خشک گیاهی، غلظت و جذب کل روی محصول سویا حتی در سال چهارم کشت نیز بطور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت. در سال سوم آزمایش اثر باقیمانده سولفات روی بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاهی تأثیر معنی داری نداشت ولی غلظت و جذب کل روی تحت تأثیر، اثر باقیمانده سولفات روی قرار گرفت. در سال چهارم آزمایش اثر باقیمانده سولفات روی بر عملکرد ماده خشک گیاهی، تأثیر معنی داری نداشت و اثر آن بر غلظت و جذب کل روی معنی‌دار بود. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات دیگر پژوهشگران از جمله Robertson و Lucas (۱۹۷۶)؛ Sakal (۱۹۸۵)؛ یثربی (۱۳۷۰) و کریمیان و همکاران (۱۳۷۳) همخوانی داشت. Martens و Westerman (۱۹۹۱) گزارش کرد که با مصرف کود روی به خاک، روی به آرامی به شکل های غیر قابل استفاده تبدیل می شود. کریمیان و همکاران (۱۳۷۳) اثر بخشی سولفات روی تا ۸ سال را نیز تائید نموده است. آنها در گزارش خود چنین نتیجه‌گیری نمودند که مصرف سولفات روی پاسخهای گیاهی را تا چندین نوبت کشت تحت تأثیر قرار می‌دهد که آنان علت آن را تبدیل سریع بخش مهمی از روی محلول به روی کربناتی کم محلول در خاکهای آهکی می‌داند. آنها شکل کربناتی روی را شکل مهم نگهداری روی مصرفی در خاکهای آهکی دانستند و آنرا شکل بالقوه قابل استفاده گیاهان می‌دانند.

**جدول ۱ - محل و نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک‌های مورد استفاده در آزمایش**

| شماره خاک | منطقه | pH | کربنات کلسیم معادل | ماده‌آلی (OC) | رس | ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بار در کیلوگرم) | پتاسیم | فسفر | منگنز | روی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (درصد) | | | | (میلی‌گرم در کیلوگرم) | | | |
| ۱ | نکا (قره طغان) | ۷/۸۶ | ۸ | ۱/۴ | ۳۱ | ۲۳ | ۳۰۸ | ۵۸ | ۷/۶ | ۰/۹ |
| ۲ | قائمشهر(آهنگرکلا) | ۷/۸۷ | ۷ | ۱/۷ | ۳۵ | ۲۸ | ۴۲۰ | ۱۳/۳ | ۴/۳۲ | ۲/۵۲ |
| ۳ | ساری (دشت ناز) | ۷/۸۵ | ۱۲ | ۱/۲ | ۴۱ | ۲۵ | ۵۶۷ | ۲۸/۱ | ۲/۳ | ۰/۷۵ |
| ۴ | نکا (بایع کلا) | ۷/۹۵ | ۱۲ | ۱/۲ | ۳۷ | ۲۶ | ۲۷۸ | ۱۵/۳ | ۴/۵۳ | ۰/۵۴ |
| ۵ | ساری(اسلام آباد) | ۸/۰۶ | ۱۲ | ۱/۴ | ۲۳ | ۱۷ | ۳۹۱ | ۷/۴ | ۸/۶۸ | ۱/۴۰ |
| ۶ | ساری(شرکت زراعی) | ۷/۹۸ | ۷ | ۱/۳ | ۲۳ | ۱۸ | ۲۵۸ | ۱۷ | ۸/۸۴ | ۱/۶۴ |
| ۷ | نکا ( اغمرز) | ۸/۸۲ | ۳۱ | ۱/۷ | ۲۳ | ۲۷ | ۲۵۶ | ۱۴/۲ | ۳/۶ | ۰/۷۸ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | جویبار | ۸/۰۲ | ۲۸ | ۰/۸۸ | ۳۷ | ۲۸ | ۳۵۳ | ۱۵/۹ | ۸/۴ | ۰/۵۸ |
| ۹ | جویبار | ۷/۹۲ | ۵ | ۱/۳ | ۲۷ | ۲۷ | ۳۴۳ | ۹/۳ | ۲/۶ | ۱/۹ |
| ۱۰ | بهشهر( محمد آباد) | ۸/۵۶ | ۵ | ۱/۶ | ۳۳ | ۲۴ | ۲۰۲ | ۷/۹ | ۳/۹ | ۰/۶۶ |
| ۱۱ | بهشهر(حسین آباد) | ۷/۸۶ | ۷/۵ | ۱/۷ | ۳۳ | ۲۳ | ۱۰۲۲ | ۳۲/۳ | ۲/۹ | ۱/۵۶ |
| ۱۲ | قائمشهر( قراخیل) | ۷/۸۷ | ۲۱ | ۱/۵ | ۳۹ | ۲۱ | ۴۵۲ | ۸/۴ | ۳/۴۷ | ۰/۵۲ |
| ۱۳ | قائمشهر( بیشه سر) | ۸/۰۵ | ۲۵ | ۱/۵ | ۳۳ | ۲۱ | ۲۶۷ | ۱۸/۶ | ۶/۴۲ | ۲/۴ |
| ۱۴ | جویبار | ۷/۹۲ | ۲۶ | ۱/۳ | ۴۱ | ۲۲ | ۳۰۵ | ۱۳/۰۳ | ۲ | ۱/۲۰ |
| ۱۵ | بهشهر(قره تپه) | ۸/۰۴ | ۲۶ | ۱/۲ | ۴۳ | ۲۲ | ۴۳۱ | ۵۴ | ۷/۲ | ۰/۹۰ |
| ۱۶ | جویبار | ۸/۱۴ | ۳۳ | ۱/۳ | ۲۹ | ۲۰ | ۲۰۲ | ۱۷ | ۳/۴ | ۰/۶۸ |
| ۱۷ | ساری(میاندرود) | ۷/۹۲ | ۳۴ | ۰/۸۵ | ۱۵ | ۱۳ | ۳۸۲ | ۱۳/۹ | ۲/۶ | ۰/۷۰ |
| ۱۸ | نکا (نوذرآباد) | ۷/۹۲ | ۳۲ | ۰/۷۰ | ۱۵ | ۱۵ | ۲۹۶ | ۱۷/۱ | ۳/۶ | ۰/۶۲ |
| ۱۹ | ساری (نوذر آباد) | ۸/۲۴ | ۳۰ | ۱/۴ | ۱۷ | ۱۸ | ۲۷۸ | ۱۳/۶ | ۲/۲ | ۰/۳۴ |
| ۲۰ | بهشهر | ۸/۰۶ | ۳۲ | ۱/۲ | ۲۱ | ۱۶ | ۲۴۴ | ۹/۸ | ۵/۲۴ | ۲/۹۶ |

**جدول۲ – خصوصیات کیفی آب آبیاری در محل مطالعه**

| EC (dS/m) | PH | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Na^{+}$ | مجموع کاتیونها | $Cl^{-}$ | $HCO_3^{-}$ | مجموع آنیونها | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (میلی اکی والان در لیتر) | | | | (میلی اکی والان در لیتر) | | | |
| ۱/۰ ۶ | ۷/۴ | ۵/۸ | ۲/۶ | ۱/۸ | ۱۰/۲ | ۲/۲ | ۸/۲ | ۱۰/۴ | ۰/۸۸ |

**جدول۳ - اثر مصرف سولفات روی بر میانگین ماده خشک، غلظت و جذب کل روی توسط بوته و دانه سویا در خاکهای مختلف (سال اول آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد (گرم درگلدان) | | غلظت روی درسویا (میکروگرم درگرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم درگلدان) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| بوته سویا | ۱۶/۵۶ | ۲۰/۱۷** | ۵۳/۵ | ۹۰/۹** | ۸۸۶ | ۱۸۳۳** | ۳/۶۱ | ۱۰۲۱ |
| دانه سویا | ۲۷/۵۱ | ۳۲/۰۴ * | ۴۷/۰۵ | ۵۶/۹۵ ** | ۱۲۹۴ | ۱۸۲۵ ** | ۴/۵۳ | ۵۴۱ |

ns– عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** – به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد( آزمون F )

**جدول۴ - میانگین اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک، غلظت و جذب کل روی توسط بوته و دانه سویا در خاکهای مختلف (سال دوم آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد (گرم درگلدان) | | غلظت روی درسویا (میکروگرم درگرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم درگلدان) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| بوته سویا | ۱۷/۸۸ | ۱۷/۷۲ ns | ۴۵/۹۲ | ۷۹ ** | ۸۰۲ | ۱۳۹۵** | ۰/۶۷ | ۵۹۲ |
| دانه سویا | ۳۶/۷۸ | ۴۰/۷۴ * | ۲۳/۵۴ | ۳۴/۳۶** | ۸۱۹ | ۱۳۰۸ ** | ۳/۹۶ | ۴۸۹ |

ns– عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** – به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد(آزمون F)

**جدول ۵- میانگین اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک، غلظت و جذب کل روی توسط بوته و دانه سویا در خاکهای مختلف (سال سوم آزمایش)**

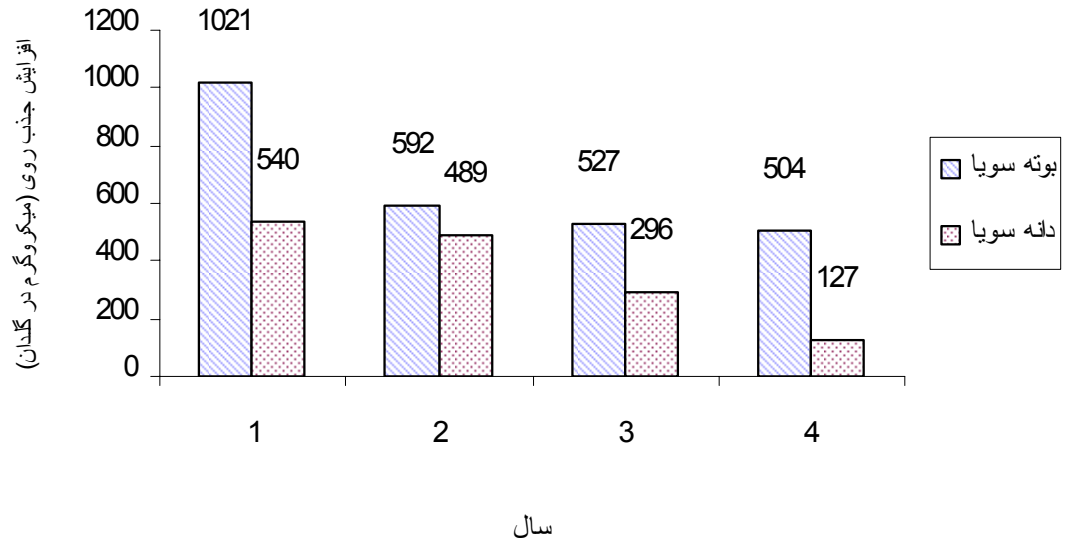
| شماره خاک | عملکرد (گرم درگلدان) | | غلظت روی درسویا (میکروگرم درگرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم درگلدان) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| بوته سویا | ۴۰/۸۱ | ۴۱/۵۸ ns | ۵۲/۱۰ | ۶۳/۴۱ ** | ۲۱۱۲ | ۲۶۳۹ ** | ۰/۷۷ | ۵۱۳ |
| دانه سویا | ۲۷/۲۴ | ۲۸/۴۳ ns | ۵۴/۵۰ | ۵۹/۶۰ * | ۱۴۹۱ | ۱۷۸۷ * | ۱/۲ | ۲۹۶ |

ns- عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد(آزمون F)

**جدول ۶- میانگین اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک، غلظت و جذب کل روی توسط بوته و دانه سویا در خاکهای مختلف (سال چهارم آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد (گرم درگلدان) | | غلظت روی در سویا (میکروگرم درگرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم درگلدان) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| بوته سویا | ۲۸/۱۱ | ۲۸/۹۵ ns | ۴۰/۵ | ۵۶/۸ ** | ۱۱۳۸/۸ | ۱۶۴۳ ** | ۰/۸۴ | ۵۰۴/۸ |
| دانه سویا | ۲۴/۱۹ | ۲۵/۷۴ ns | ۴۵/۷۴ | ۴۷/۹۹ * | ۱۱۱۳ | ۱۲۴۰ * | ۱/۵ | ۱۲۷ |

ns- عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد(آزمون F)




**شکل ۱- میانگین تغییرات چهار ساله جذب روی (Zn) اضافی توسط بوته و دانه سویا**

**جدول ۷- اثر مصرف سولفات روی بر ماده خشک بوته، دانه، غلظت و جذب کل روی توسط دانه سویا در خاکهای مختلف (سال اول آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان) | | غلظت روی در سویا (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) | عملکرد دانه (گرم در گلدان) | | غلظت روی در دانه (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط دانه (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| ۱ | ۱۰/۱ | ۱۶/۵۵ | ۵۹ | ۶۱ | ۵۹۵ | ۱۰۰۹ | ۶/۴۵ | ۴۱۴ | ۱۹/۵۶ | ۲۳/۱۵ | ۳۵ | ۴۲ | ۶۸۴ | ۹۷۲ | ۳/۶ | ۲۸۸ |
| ۲ | ۱۴/۳ | ۱۳/۰۵ | ۶۳ | ۱۰۳ | ۹۰۰ | ۱۳۴۴ | ۱/۲۵ | ۴۴۴ | ۲۱/۵۰ | ۳۰/۹۰ | ۴۶ | ۵۶ | ۹۸۹ | ۱۷۳۰ | ۹/۴ | ۷۴۱ |
| ۳ | ۱۵/۲ | ۲۵/۵ | ۴۱ | ۱۳۷ | ۶۲۲ | ۳۴۹۳ | ۰/۳۱ | ۱۵۰۰ | ۲۴/۹۰ | ۳۱/۲۰ | ۴۱ | ۶۴ | ۱۰۲۰ | ۱۹۹۶ | ۶/۳ | ۹۷۵ |
| ۴ | ۴/۰ | ۷/۴۶ | ۶۱ | ۹۴ | ۲۴۰ | ۷۰۱ | ۳/۵۲ | ۴۶۱ | ۲۸/۵۶ | ۳۱/۹۸ | ۴۲ | ۵۱ | ۱۱۱۹ | ۱۶۳۱ | ۳/۴ | ۴۳۱ |
| ۵ | ۲۰/۵ | ۲۵/۱۲ | ۴۴ | ۷۸ | ۹۰۳ | ۱۹۵۹ | ۴/۵۸ | ۱۰۵۶ | ۳۶/۵۱ | ۴۲/۹۱ | ۳۹ | ۶۶ | ۱۴۲۳ | ۲۸۳۲ | ۶/۴ | ۱۴۰۸ |
| ۶ | ۲۴/۷ | ۲۲/۵۸ | ۴۲ | ۶۸ | ۱۰۳۹ | ۱۵۳۵ | -۲/۱۶ | ۴۹۶ | ۲۸/۹۱ | ۳۷/۳۰ | ۴۷ | ۵۱ | ۱۳۵۸ | ۱۹۰۲ | ۸/۴ | ۵۴۳ |
| ۷ | ۱۷/۳ | ۲۲ /۹۶ | ۴۸ | ۹۵ | ۸۳۲ | ۲۱۸۱ | ۵/۶۲ | ۱۳۴۹ | ۳۱/۶۲ | ۳۴/۸۱ | ۴۸ | ۵۱ | ۱۵۱۷ | ۱۷۷۵ | ۳/۲ | ۲۵۷ |
| ۸ | ۲۱/۰ | ۱۸/۹۵ | ۴۹ | ۱۰۷ | ۱۰۲۹ | ۲۰۲۷ | ۲/۰۶ | ۹۹۸ | ۲۳/۴۵ | ۲۵/۹۳ | ۴۷ | ۵۸ | ۱۱۰۲ | ۱۵۰۳ | ۲/۵ | ۴۰۱ |
| ۹ | ۱۵/۵ | ۱۷/۸۳ | ۵۸ | ۹۲ | ۸۹۶ | ۱۶۴۰ | ۲/۴۹ | ۷۴۴ | ۲۴/۴۰ | ۳۵/۴۱ | ۶۳ | ۷۲ | ۱۵۳۷ | ۲۵۴۹ | ۱۱ | ۱۰۱۲ |
| ۱۰ | ۱۴/۷ | ۱۹/۴ | ۵۴ | ۹۴ | ۷۹۲ | ۱۸۲۳ | ۴/۷۲ | ۱۰۳۱ | ۲۸/۷۱ | ۲۸/۶۰ | ۵۴ | ۶۱ | ۱۵۵۰ | ۱۷۴۴ | -۰/۱۱ | ۱۹۴ |
| ۱۱ | ۱۵/۴ | ۱۷/۰۴ | ۵۹ | ۹۰ | ۹۰۶ | ۱۵۴۳ | ۱/۶۷ | ۶۳۷ | ۲۲/۱۰ | ۲۴/۱۲ | ۴۴ | ۵۴ | ۹۷۲ | ۱۳۰۲ | ۲ | ۳۳۰ |
| ۱۲ | ۲۲/۶ | ۲۱/۸۳ | ۳۰ | ۶۹ | ۶۷۸ | ۱۵۱۹ | -۰/۷۹ | ۸۴۱ | ۲۶/۹۰ | ۲۸/۷۲ | ۵۶ | ۵۰ | ۱۵۰۶ | ۱۴۳۶ | ۱/۸ | -۷۰ |
| ۱۳ | ۲۴/۰ | ۲۶/۸۲ | ۵۲ | ۷۱ | ۱۲۴۷ | ۱۹۰۴ | ۲/۸۳ | ۶۵۷ | ۲۶/۶۴ | ۲۵/۹۱ | ۴۵ | ۶۷ | ۱۱۹۸ | ۱۷۳۶ | -۰/۷ | ۵۳۷ |
| ۱۴ | ۲۰/۳ | ۲۴/۷۲ | ۶۸ | ۱۰۰ | ۱۳۷۹ | ۲۴۷۲ | ۴/۴۴ | ۱۰۹۳ | ۲۸/۵۴ | ۳۷/۱۴ | ۴۲ | ۵۵ | ۱۱۹۸ | ۲۰۴۲ | ۸/۶ | ۸۴۴ |
| ۱۵ | ۲۲/۰ | ۲۲/۰۲ | ۴۹ | ۷۵ | ۱۰۷۹ | ۱۶۵۱ | ۰/۰۰۷ | ۵۷۲ | ۳۰/۵۹ | ۳۱/۷۱ | ۳۹ | ۴۷ | ۱۱۹۳ | ۱۴۹۰ | ۱/۱ | ۲۹۷ |
| ۱۶ | ۱۵/۷ | ۲۰/۰۸ | ۵۴ | ۱۵۰ | ۸۴۹ | ۲۳۰۹ | ۳/۲۳ | ۱۴۶۰ | ۳۱/۷۵ | ۳۵/۸۰ | ۴۸ | ۴۵ | ۱۵۲۴ | ۱۶۱۱ | ۴ | ۸۷ |
| ۱۷ | ۱۴/۸ | ۱۸/۹۶ | ۵۰ | ۱۵۴ | ۷۳۹ | ۲۹۱۹ | ۴/۱۷ | ۲۱۸۰ | ۳۷/۱۶ | ۴۲/۱۹ | ۴۷ | ۵۹ | ۱۷۴۶ | ۲۴۸۹ | ۵ | ۷۴۲ |
| ۱۸ | ۶/۲ | ۱۴/۴۳ | ۷۳ | ۷۷ | ۴۵۲ | ۱۱۱۱ | ۸/۲۳ | ۶۵۹ | ۲۶/۱۲ | ۳۲/۸۹ | ۶۳ | ۶۵ | ۱۶۴۵ | ۲۱۳۷ | ۶/۷ | ۴۹۲ |
| ۱۹ | ۱۱/۶ | ۲۲/۱۲ | ۴۲ | ۶۲ | ۴۸۵ | ۱۳۷۱ | ۱۰/۵۵ | ۸۸۶ | ۲۱/۰۲ | ۲۷/۹۶ | ۵۱ | ۶۹ | ۱۰۷۲ | ۱۹۲۹ | ۶/۹ | ۸۵۷ |
| ۲۰ | ۲۱/۴ | ۲۵/۹ | ۷۵ | ۱۲۵ | ۱۶۰۴ | ۳۲۳۷ | ۴/۵۱ | ۱۶۳۳ | ۳۱/۲۴ | ۳۲/۲۴ | ۴۴ | ۵۶ | ۱۳۴۶ | ۱۸۰۵ | ۱/۲ | ۴۴۰ |
| میانگین | ۱۶/۶ | ۲۰/۱۷** | ۵۳/۵ | ۹۰/۹** | ۸۶۳ | ۱۸۸۴** | ۳/۲۵ | ۹۵۵ | ۲۷/۵۱ | ۳۲/۰۴ * | ۴۷/۰۵ | ۵۶/۹۵ ** | ۱۲۸۹ | ۱۸۳۰ ** | ۴/۵۳ | ۵۴۰ |

ns- عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد( آزمون F )

**جدول ۸- اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، غلظت و جذب کل روی توسط دانه سویا در خاکهای مختلف (سال دوم آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان) | | غلظت روی در سویا (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) | عملکرد دانه (گرم در گلدان) | | غلظت روی در دانه (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط دانه (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| ۱ | ۱۸/۶ | ۲۰/۴۸ | ۴۲/۵۷ | ۶۳ | ۷۹۲ | ۱۲۹۰ | ۱/۸۸ | ۴۹۸ | ۳۷/۰۷ | ۳۵ | ۲۱/۳ | ۳۶/۹ | ۷۹۱/۸ | ۱۲۹۰/۲۴ | −۲/۰۷ | ۴۹۸/۴۴ |
| ۲ | ۱۴/۸۲ | ۱۴/۹۶ | ۵۷/۹۳ | ۸۸/۸ | ۸۵۹ | ۱۳۲۸ | ۰/۱۴ | ۴۶۹ | ۵۳/۵۸ | ۷۹/۳ | ۱۶/۰۲ | ۱۶/۷۵ | ۸۵۸/۵ | ۱۳۲۸/۴ | ۲۵/۷۲ | ۴۶۹/۹۵ |
| ۳ | ۱۷/۰۹ | ۲۱/۰۶ | ۴۲/۹۷ | ۸۱/۷ | ۷۳۴ | ۱۷۲۵ | +۳/۹۷ | ۹۸۶ | ۳۳/۲ | ۳۱/۳۵ | ۲۲/۱ | ۴۹/۱ | ۷۳۴/۳۵ | ۱۵۳۸/۶ | −۱/۸۵ | ۸۰۴/۲۳ |
| ۴ | ۷/۵۴ | ۵/۵۳ | ۴۰/۵۳ | ۱۱۱ | ۳۰۶ | ۶۱۴ | − ۲/۰۱ | ۳۰۸ | ۱۲/۷۹ | ۱۸/۵۸ | ۲۳/۹ | ۳۳/۱ | ۳۰۵/۵۹ | ۶۱۵/۶ | ۵/۷۹ | ۳۱۰/۰۶ |
| ۵ | ۲۰/۳۲ | ۱۸/۶۱ | ۵۴/۲۳ | ۶۸/۹ | ۱۱۰۲ | ۱۲۸۲ | −۱/۷۱ | ۱۸۰ | ۲۷/۱۸ | ۲۹/۴۷ | ۴۰/۵ | ۴۳/۵ | ۱۱۰۱/۹۵ | ۱۲۸۲/۲ | ۲/۲۸ | ۱۸۰/۲۸ |
| ۶ | ۱۷/۹۲ | ۱۸/۱۶ | ۴۸/۵۷ | ۶۹/۳ | ۸۷۰ | ۱۲۵۸ | ۰/۲۴ | ۳۸۸ | ۲۱/۶۳ | ۳۶/۲ | ۴۰/۲ | ۳۴/۸ | ۸۷۰/۳۷ | ۱۲۵۹ | ۱۴/۵۷ | ۳۸۸/۶۶ |
| ۷ | ۱۷/۵۹ | ۱۷/۲۷ | ۴۱/۱۷ | ۷۹/۸ | ۷۲۴ | ۱۳۷۸ | −۰/۳۲ | ۶۵۳ | ۳۵/۹۶ | ۳۲/۹۸ | ۲۰/۱ | ۴۱/۸ | ۷۲۴/۱۸ | ۱۳۷۹/۲ | −۱/۹۸ | ۶۵۵ |
| ۸ | ۱۷/۷۴ | ۱۸/۰۱ | ۵۷/۸۷ | ۷۹/۷ | ۱۰۲۷ | ۱۴۳۵ | ۰/۲۷ | ۴۰۸ | ۳۳/۱۲ | ۳۷/۷۸ | ۳۱ | ۳۸ | ۱۰۲۶/۶ | ۱۴۳۶/۶ | ۱۰/۱۴ | ۴۱۰ |
| ۹ | ۱۶/۰۴ | ۱۵/۳۰ | ۴۰/۴۷ | ۷۹/۳ | ۶۴۹ | ۱۲۱۳ | −۰/۷۴ | ۵۶۴ | ۳۴/۸۸ | ۴۵/۰۱۶ | ۱۸/۶ | ۲۶/۹ | ۶۴۹/۱۴ | ۱۲۱۲/۸ | ۲/۹۰۶ | ۵۶۳/۶۹ |
| ۱۰ | ۱۷/۸۳ | ۱۹/۱۵ | ۴۰/۶۷ | ۸۱/۷ | ۷۲۵ | ۱۵۶۵ | ۱/۳۲ | ۸۳۹ | ۳۹/۴ | ۴۲/۳۱ | ۱۸/۴ | ۳۷ | ۷۲۵/۱۵ | ۱۵۶۴/۵ | −۰/۳۵ | ۸۳۹/۴ |
| ۱۱ | ۲۰/۷۹ | ۱۷/۱۵ | ۲۸/۱۷ | ۵۱/۸ | ۵۸۶ | ۸۸۸ | −۳/۶۴ | ۳۰۲ | ۴۶/۹۷ | ۴۶/۶۲ | ۱۲/۵ | ۱۹/۵ | ۵۸۵/۶۵ | ۹۰۸/۲ | ۱/۲۱ | ۳۲۲/۵۹ |
| ۱۲ | ۲۰/۸۱ | ۲۶/۶۴ | ۳۴/۴۷ | ۵۸/۹ | ۷۱۷ | ۱۵۶۹ | +۵/۸۳ | ۸۵۳ | ۳۸/۶۵ | ۳۹/۸۵ | ۱۸/۵ | ۲۲/۱ | ۷۱۷/۳۲ | ۸۸۲/۸۳ | −۸/۱۲ | ۱۶۵ |
| ۱۳ | ۲۳/۱۵ | ۲۵/۴۸ | ۴۰/۳۳ | ۵۴/۶ | ۹۳۴ | ۱۳۹۲ | ۲/۳۳ | ۴۵۷ | ۴۱/۸۶ | ۳۳/۷۴ | ۲۲/۳ | ۴۱/۲ | ۹۳۲/۶۴ | ۱۳/۹۱ | ۱۶/۷ | ۴۵۷/۵۷ |
| ۱۴ | ۱۸/۶۶ | ۲۱/۵۴ | ۵۳ | ۶۸/۵ | ۹۸۹ | ۱۴۷۵ | ۲/۸۸ | ۴۸۶ | ۴۴/۷۳ | ۶۱/۳۹ | ۲۲/۱ | ۲۴ | ۹۸۸/۹۸ | ۱۴۷۴/۸ | −۱۰/۴۷ | ۴۸۵/۸۶ |
| ۱۵ | ۱۶/۹۹ | ۲۱/۴ | ۶۲/۵۳ | ۶۳ | ۱۰۶۲ | ۱۳۴۸ | ۴/۴۱ | ۲۸۵ | ۵۸/۸۷ | ۴۰/۴ | ۱۸ | ۳۳/۴ | ۱۰۶۲/۳۸ | ۱۳۴۸ | −۱۳/۸ | ۲۸۵/۸ |
| ۱۶ | ۲۲/۳۳ | ۱۹/۲۰ | ۴۱/۵ | ۸۲/۸ | ۹۲۷ | ۱۵۹۰ | −۳/۱۳ | ۶۶۳ | ۴۴/۷۷ | ۳۰/۹۴ | ۲۰/۷ | ۵۱/۴ | ۹۲۶/۶۹ | ۱۵۹۰/۹ | −۴/۳۴ | ۶۶۴/۲ |
| ۱۷ | ۱۳/۸۶ | ۲۰/۴۴ | ۵۱ | ۱۳۷ | ۷۰۶ | ۲۸۰۰ | +۶/۵۸ | ۲۵۹۴ | ۳۹/۱۴ | ۳۴/۸۱ | ۲۶/۶ | ۵۴/۸ | ۱۰۴۲/۴۴ | ۱۹۰۸ | ۸۲/۲۵ | ۸۶۵/۶۷ |
| ۱۸ | ۱۶/۳۶ | ۱۲/۲۲ | ۵۵/۵ | ۸۸/۳ | ۹۰۸ | ۱۰۷۹ | −۴/۱۴ | ۱۷۱ | ۴۰/۱۳ | ۴۰/۵۹ | ۲۲/۶ | ۲۶/۶ | ۹۰۷/۹۸ | ۱۰۷۹/۴ | ۰/۴۶ | ۱۷۱/۴۱ |
| ۱۹ | ۱۳/۶۴ | ۱۷/۷۹ | ۳۳/۳۷ | ۷۱/۷ | ۴۵۵ | ۱۲۷۶ | ۴/۱۵ | ۸۲۰ | ۲۵/۵۵ | ۵۷/۲۴ | ۱۷/۸ | ۲۲/۱ | ۴۵۵/۱۷ | ۱۲۶۶/۸ | ۱۵/۱۴ | ۸۱۱/۶۱ |
| ۲۰ | ۱۹/۰۳ | ۱۴/۴۰ | ۵۱/۶۳ | ۱۰۱ | ۹۸۳ | ۱۴۱۸ | −۴/۹۹ | ۴۳۵ | ۲۶/۱۵ | ۴۱/۲۹ | ۳۷/۶ | ۳۴/۳۴ | ۹۸۲/۵۲ | ۱۴/۸ | ۳/۹۶ | ۴۳۵/۵ |
| میانگین | ۱۷/۸۸ | ۱۷/۷۲ ns | ۴۵/۹۲ | ۷۹ ** | ۸۰۲ | ۱۳۹۵** | ۰/۶۷ | ۵۹۲ | ۳۶/۷۸ | ۴۰/۷۴ * | ۲۳/۵۴ | ۳۴/۳۶ ** | ۸۱۹ | ۱۳۰۸ ** | ۳/۹۶ | ۴۸۹ |

ns- عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد( آزمون F )

**جدول ۹- اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، غلظت و جذب کل روی توسط دانه سویا در خاکهای مختلف (سال سوم آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان) | | غلظت روی در سویا (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه علمکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) | عملکرد دانه (گرم در گلدان) | | غلظت روی در دانه (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط دانه (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| ۱ | ۴۴/۳۱ | ۴۱/۲ | ۳۶/۲ | ۴۳/۲۰ | ۱۶۰۴ | ۱۷۸۰ | -۳/۱۱ | ۱۷۶ | ۳۴/۱۲ | ۳۴/۰۱ | ۴۹/۱ | ۵۸/۴ | ۱۶۷۵ | ۱۹۸۶ | -۰/۱۱ | ۳۱۱ |
| ۲ | ۳۴/۶۷ | ۴۲/۷۴ | ۶۰/۹ | ۶۸/۱۰ | ۲۱۱۱ | ۲۹۱۰ | ۸/۰۷ | ۷۹۹ | ۲۵/۳ | ۲۵/۸۳ | ۵۸/۵ | ۶۲/۸ | ۱۴۸۰ | ۱۶۲۲ | ۰/۵۳ | ۱۴۲ |
| ۳ | ۳۸/۱۳ | ۴۰/۸۴ | ۵۹/۳۷ | ۶۰/۷۲ | ۲۲۶۴ | ۲۴۸۰ | ۲/۷۱ | ۲۱۶ | ۲۵/۴۸ | ۲۲/۲۷ | ۵۹/۲ | ۶۱/۵ | ۱۵۰۸ | ۱۳۷۰ | -۳/۲۱ | -۱۳۸ |
| ۴ | ۳۲/۴۱ | ۳۴/۲۳ | ۵۶/۳ | ۶۰/۳۸ | ۱۸۲۵ | ۲۰۶۷ | ۱/۸۲ | ۲۴۲ | ۲۶/۳۹ | ۲۱/۷۴ | ۵۰/۲ | ۵۸ /۷ | ۱۳۲۵ | ۱۲۷۶ | -۴/۶۵ | -۴۸/۶ |
| ۵ | ۴۴/۷۷ | ۳۹/۵۴ | ۴۷/۹ | ۵۷/۴۰ | ۲۱۴۴ | ۲۲۶۹ | -۵/۲۳ | ۱۲۵ | ۲۷/۱۶ | ۲۹/۸۲ | ۵۹/۴ | ۶۲/۲ | ۱۶۱۳ | ۱۸۵۵ | ۲/۶۶ | ۲۴۱ |
| ۶ | ۳۸/۵۵ | ۳۸/۳۸ | ۴۹/۴ | ۵۳/۱۷ | ۱۹۰۴ | ۲۰۴۱ | -۰/۱۷ | ۱۳۷ | ۲۹ /۸۶ | ۳۷/۸۸ | ۵۸/۳ | ۶۱/۷ | ۱۷۴۱ | ۲۳۳۷ | ۸/۰۲ | ۵۹۶ |
| ۷ | ۴۱/۷۵ | ۴۴/۱۸ | ۴۸/۷ | ۵۶/۹۰ | ۲۰۳۳ | ۲۵۱۴ | ۲/۴۳ | ۴۸۱ | ۲۸/۴ | ۲۵/۰۳ | ۵۲/۴ | ۵۹/۳ | ۱۴۸۸ | ۱۴۸۴ | -۳/۳۷ | -۳/۹ |
| ۸ | ۳۹/۶۶ | ۳۶/۰۴ | ۶۴/۴ | ۶۵/۳۰ | ۲۵۵۴ | ۲۳۵۳ | -۳/۶۲ | -۲۰۱ | ۲۳/۵۲ | ۳۵/۶۶ | ۵۵ | ۶۴/۱ | ۱۲۹۴ | ۲۲۸۶ | ۱۲/۱۴ | ۹۹۲ |
| ۹ | ۴۳/۵۸ | ۴۴/۹۹ | ۶۰/۱ | ۶۷/۹۴ | ۲۶۱۹ | ۳۰۵۶ | ۱/۴۱ | ۴۳۷ | ۲۵/۳۹ | ۴۳/۵۶ | ۵۴/۶ | ۶۷/۷۷ | ۱۳۸۶ | ۲۹۴۹ | ۱۸/۱۷ | ۱۵۶۲ |
| ۱۰ | ۳۸/۳۷ | ۴۷/۹۷ | ۳۹/۴۷ | ۴۷/۸۶ | ۱۵۱۴ | ۲۲۹۶ | ۹/۶ | ۷۸۲ | ۲۷/۹۴ | ۳۰/۱ | ۵۱/۳ | ۵۶/۳ | ۱۴۳۳ | ۱۶۹۹ | ۲/۲۴ | ۲۶۶ |
| ۱۱ | ۴۷/۳۱ | ۴۸/۶۹ | ۴۰/۶۳ | ۶۷ | ۱۹۲۲ | ۳۲۶۲ | ۱/۳۸ | ۱۳۴۰ | ۳۴/۹۳ | ۳۳/۷۷ | ۵۰/۴ | ۵۸ | ۱۷۶۰ | ۱۹۵۹ | -۱/۱۶ | ۱۹۸ |
| ۱۲ | ۴۷/۳۲ | ۳۴/۳۴ | ۳۹/۷ | ۷۰/۴۳ | ۱۸۷۹ | ۲۴۱۸ | -۱۲/۹ | ۵۳۹ | ۱۹/۳ | ۲۸/۶۱ | ۵۲/۹ | ۵۹/۶ | ۱۰۲۱ | ۱۷۰۵ | ۹/۳۱ | ۶۸۴ |
| ۱۳ | ۴۵/۷۴ | ۴۵/۵۳ | ۶۶/ ۶۷ | ۷۸/۷۰ | ۳۰۴۹ | ۳۵۸۳ | -۰/۲۱ | ۵۳۴ | ۳۴/۲۳ | ۴۲/۵۹ | ۶۲ | ۶۰ | ۲۱۲۲ | ۲۵۵۵ | ۸/۳۶ | ۴۳۳ |
| ۱۴ | ۴۶/۵۴ | ۴۳/۸۲ | ۵۸/۱۳ | ۷۲/۰۷ | ۲۷۰۵ | ۳۱۵۸ | -۲/۷۲ | ۴۵۳ | ۲۳/۷۴ | ۲۲/۳۴ | ۵۷/۲ | ۵۸/۵ | ۱۳۵۸ | ۱۳۰۷ | -۱/۴ | -۵۱ |
| ۱۵ | ۳۴/۲۶ | ۴۶/۹۷ | ۶۱/۳ | ۷۴/۲۳ | ۲۱۰۰ | ۳۴۸۶ | ۱۲/۷۱ | ۱۳۸۶ | ۲۱/۱۲ | ۲۵/۲۹ | ۵۲/۴ | ۵۳/۶ | ۱۱۰۷ | ۱۳۵۶ | ۴/۱۷ | ۲۴۹ |
| ۱۶ | ۴۰/۲۲ | ۴۱/۵۱ | ۶۰/۱۷ | ۶۴/۹۷ | ۲۴۲۰ | ۲۶۹۷ | ۱/۲۹ | ۲۷۷ | ۳۰/۶۹ | ۲۵/۲۵ | ۵۵/۹ | ۵۸/۶ | ۱۷۱۶ | ۱۴۶۶ | ۵/۶۷ | -۲۴۹ |
| ۱۷ | ۳۵/۲۲ | ۳۶/۳۲ | ۴۶/۷ | ۶۶/۳۷ | ۱۶۴۵ | ۲۴۱۰ | ۱/۱۰ | ۷۶۵ | ۲۳/۶۰ | ۲۵/۲۴ | ۴۵/۹ | ۵۷ | ۱۰۸۳ | ۱۴۳۹ | ۱/۶۴ | ۳۵۵ |
| ۱۸ | ۳۹/۲۶ | ۴۰/۶۶ | ۳۹/۴۷ | ۶۱/۴۰ | ۱۵۵۰ | ۲۴۹۶ | ۱/۴۰ | ۹۴۶ | ۲۵/۲۳ | ۳۰/۲۱ | ۵۰/۴ | ۵۰/۹ | ۱۲۷۲ | ۱۵۳۸ | ۴/۹۸ | ۲۶۶ |
| ۱۹ | ۴۶/۴۶ | ۴۰/۸۰ | ۴۶/۳ | ۶۷/۹۰ | ۲۱۵۱ | ۲۷۷۰ | -۵/۶۶ | ۶۲۰ | ۳۳/۴۹ | ۳۵/۲۳ | ۶۵/۷ | ۶۷/۷ | ۲۲۰۰ | ۲۳۸۵ | ۱/۷۴ | ۱۸۵ |
| ۲۰ | ۳۷/۶۲ | ۴۲/۷۹ | ۵۹/۸ | ۶۴/۲۷ | ۲۲۵۰ | ۲۷۵۰ | ۵/۱۷ | ۵۰۰ | ۲۴/۹ | ۲۱/۰۴ | ۵۰/۲ | ۵۵/۷ | ۱۲۵۰ | ۱۱۷۲ | -۳/۸۶ | -۷۸ |
| میانگین | ۴۰/۸۱ | ۴۱/۵۸ ns | ۵۲/۱۰ | ۶۳/۴۱ ** | ۲۱۱۲ | ۲۶۳۹ ** | ۰/۷۷ | ۵۲۸ | ۲۷/۲۴ | ۲۸/۴۳ns | ۵۴/۵۰ | ۵۹/۶۰ * | ۱۴۹۱ | ۱۷۸۷ * | ۱/۲ | ۲۹۶ |

ns- عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد( آزمون F )

**جدول ۱۰ - اثرات باقیمانده سولفات روی بر ماده خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، غلظت و جذب کل روی توسط دانه سویا در خاکهای مختلف (سال چهارم آزمایش)**

| شماره خاک | عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان) | | غلظت روی در سویا (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط سویا (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) | عملکرد دانه (گرم در گلدان) | | غلظت روی در دانه (میکروگرم در گرم) | | جذب کل روی توسط دانه (میکروگرم درگلدان) | | اضافه عملکرد (گرم) | جذب اضافی (میکروگرم درگلدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | شاهد | تیمارشده | | |
| ۱ | ۳۴/۱۰ | ۲۸/۳۹ | ۳۷/۸ | ۵۰/۵ | ۱۲۸۹ | ۱۴۳۳ | -۵/۷۱ | ۱۴۴ | ۳۱/۱۰ | ۳۴/۱۷ | ۴۳/۲۵ | ۴۵/۳۰ | ۱۳۴۵ | ۱۵۴۷ | ۳/۰۷ | ۲۰۲ |
| ۲ | ۳۱/۸۹ | ۲۲/۲۷ | ۳۹/۷ | ۶۵/۵ | ۱۲۶۶ | ۱۴۵۸ | -۹/۶۲ | ۱۹۲ | ۲۲/۱۴ | ۲۲/۰۸ | ۴۸ | ۵۱/۷۸ | ۱۰۶۲ | ۱۱۴۳ | -۰/۰۶ | ۸۱ |
| ۳ | ۲۴/۵۷ | ۲۴/۸۶ | ۴۵/۳ | ۶۷/۴ | ۱۱۱۳ | ۱۶۷۵ | ۰/۲۹ | ۵۶۲ | ۲۱/۱۷ | ۲۰/۶۰ | ۴۳/۲۰ | ۴۵/۸۷ | ۹۱۴ | ۹۴۴ | -۰/۵۷ | ۳۰ |
| ۴ | ۲۱/۲۳ | ۲۰/۴۷ | ۵۱/۳ | ۶۶/۲ | ۱۰۸۹ | ۱۳۵۵ | -۰/۷۶ | ۲۶۶ | ۲۳/۱۵ | ۲۴/۸۱ | ۳۰/۹۶ | ۳۳/۷۵ | ۷۱۶ | ۸۳۷ | ۱/۶۶ | ۱۲۱ |
| ۵ | ۳۵/۰۸ | ۳۳/۱۳ | ۴۱/۲ | ۵۵/۸ | ۱۴۴۵ | ۱۸۴۸ | -۱/۹۵ | ۴۰۳ | ۲۷/۹۰ | ۳۰/۸۹ | ۵۷/۴۱ | ۵۸/۳۵ | ۱۶۰۱ | ۱۸۰۲ | ۲/۹۹ | ۲۰۱ |
| ۶ | ۲۰/۶۸ | ۳۶/۳۹ | ۴۰/۸ | ۵۹/۹ | ۸۴۳ | ۲۱۷۹ | ۱۵/۷۱ | ۱۳۳۶ | ۲۴/۲۷ | ۲۱/۴۷ | ۵۲/۱۰ | ۵۴/۲۵ | ۱۲۶۴ | ۱۱۶۷ | -۲/۸۰ | -۹۷ |
| ۷ | ۳۴/۳۳ | ۳۷/۵۳ | ۴۲/۷ | ۵۲/۴ | ۱۴۶۵ | ۱۹۶۶ | ۳/۲۰ | ۵۰۰ | ۲۰/۲۴ | ۲۲/۱۹ | ۴۱/۴۵ | ۴۳/۳۷ | ۸۳۸ | ۹۶۲ | ۱/۹۵ | ۱۲۴ |
| ۸ | ۲۸/۹۲ | ۳۱/۰۲ | ۴۲/۷ | ۷۰/۰۳ | ۱۲۳۴ | ۲۱۷۲ | ۲/۱۰ | ۹۳۷ | ۲۴/۳۰ | ۲۹/۵۴ | ۴۱ | ۴۴/۲۶ | ۹۹۶ | ۱۳۰۷ | ۵/۲۴ | ۳۱۱ |
| ۹ | ۲۸/۶۹ | ۳۳/۲۶ | ۴۷/۲ | ۷۱/۱ | ۱۳۵۴ | ۲۳۶۴ | ۴/۵۷ | ۱۰۱۰ | ۲۵/۱۱ | ۲۷/۱۵ | ۴۴/۶۲ | ۴۷/۷۸ | ۱۱۲۰ | ۱۲۹۷ | ۲/۰۴ | ۱۷۷ |
| ۱۰ | ۲۴/۷۴ | ۳۸/۵۸ | ۴۶/۰۷ | ۶۴/۴ | ۱۱۳۹ | ۲۴۸۴ | ۱۳/۸۴ | ۱۳۴۴ | ۳۱/۵۲ | ۳۲/۹۸ | ۵۰/۳۵ | ۵۳/۲۲ | ۱۵۸۷ | ۱۷۵۵ | ۱/۴۶ | ۱۶۸ |
| ۱۱ | ۲۸/۹۱ | ۲۱/۷۱ | ۴۹/۴ | ۵۵/۷ | ۱۴۲۸ | ۱۲۰۹ | -۷/۲۰ | -۲۱۸ | ۱۸/۱۷ | ۲۲/۵۲ | ۴۱/۹۵ | ۴۳/۶۵ | ۷۶۲ | ۹۸۲ | ۴/۳۵ | ۲۲۰ |
| ۱۲ | ۲۹/۰۴ | ۲۸/۷۵ | ۳۷/۴ | ۴۸/۷ | ۱۰۸۶ | ۱۴۰۰ | -۰/۲۹ | ۲۱۴ | ۲۹/۲۴ | ۳۴/۹۴ | ۴۵/۱۳ | ۴۸/۶۸ | ۱۳۱۹ | ۱۷۰۱ | ۵/۷۰ | ۳۸۲ |
| ۱۳ | ۲۵/۲۹ | ۴۰/۹۸ | ۴۷/۵ | ۴۶/۴ | ۱۲۰۱ | ۱۹۰۱ | ۱۵/۶۹ | ۷۰۰ | ۱۹/۱۸ | ۲۱/۸۰ | ۵۱/۳۵ | ۵۳/۲۰ | ۹۸۴ | ۱۱۵۹ | ۲/۶۲ | ۱۷۵ |
| ۱۴ | ۲۴/۷۵ | ۲۵/۲۲ | ۳۷/۸ | ۵۹/۹ | ۹۳۵ | ۱۵۱۰ | ۰/۴۷ | ۵۷۵ | ۲۲/۴۹ | ۲۳/۱۶ | ۳۷/۲۵ | ۳۹/۵۰ | ۸۰۴ | ۹۱۴ | ۰/۶۷ | ۱۱۰ |
| ۱۵ | ۳۲/۷۶ | ۲۵/۱۹ | ۴۲/۳ | ۴۸/۷ | ۱۳۸۵ | ۱۲۲۶ | -۷/۵۷ | -۱۵۸ | ۲۱/۶۱ | ۲۲/۲۲ | ۴۷/۱۶ | ۴۷/۸۹ | ۱۰۲۹ | ۱۰۶۲ | ۰/۶۱ | ۴۵ |
| ۱۶ | ۲۲/۶۵ | ۲۵/۳۴ | ۲۹/۶ | ۵۲ | ۶۷۰ | ۱۳۱۷ | ۲/۶۹ | ۶۴۷ | ۲۸/۱۳ | ۲۷/۹۷ | ۴۹/۹۶ | ۵۱/۱۶ | ۱۴۰۵ | ۱۴۳۰ | -۰/۱۶ | ۲۵ |
| ۱۷ | ۳۰/۵۸ | ۲۴/۴۷ | ۳۵/۹ | ۴۷/۲ | ۱۰۹۷ | ۱۱۵۵ | -۶/۱۱ | ۵۷ | ۲۱/۱۲ | ۲۳/۳۴ | ۳۹/۵۱ | ۴۲/۶۳ | ۸۳۴ | ۹۹۴ | ۲/۲۲ | ۱۶۰ |
| ۱۸ | ۲۰/۳۱ | ۲۴ | ۲۵/۹ | ۴۸/۳ | ۵۲۶ | ۱۱۵۹ | ۳/۶۹ | ۶۳۳ | ۲۲/۲۱ | ۲۳/۲۷ | ۵۰/۴۳ | ۵۱/۹۱ | ۱۱۲۰ | ۱۲۰۷ | ۱/۰۶ | ۸۷ |
| ۱۹ | ۳۲/۵۴ | ۲۸ | ۳۲/۶ | ۴۷/۲ | ۱۰۶۰ | ۱۳۲۱ | -۴/۵۴ | ۲۶۰ | ۲۷/۵۶ | ۲۶/۸۹ | ۵۷/۵۳ | ۶۰/۱۲ | ۱۵۸۵ | ۱۶۱۶ | -۰/۶۷ | ۳۱ |
| ۲۰ | ۳۱/۰۹ | ۲۹/۴۷ | ۳۷/۰۷ | ۵۹/۱ | ۱۱۵۲ | ۱۷۴۱ | -۱/۶۲ | ۵۸۹ | ۲۳/۳۲ | ۲۲/۹۵ | ۴۲/۲۵ | ۴۳/۱۹ | ۹۸۵ | ۹۹۱ | -۰/۳۷ | ۶ |
| میانگین | ۲۸/۱۱ | ۲۸/۹۵$^{ns}$ | ۴۰/۵ | ۵۶/۸$^{**}$ | ۱۱۳۸/۸ | ۱۶۴۳$^{**}$ | ۰/۸۴ | ۵۰۴/۸ | ۲۴/۱۹ | ۲۵/۷۴$^{ns}$ | ۴۵/۷۴ | ۴۷/۹۹$^{ns}$ | ۱۱۱۳ | ۱۲۴۰$^{ns}$ | ۱/۵۵ | ۱۲۸ |

ns- عدم وجود اختلاف معنی دار  * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد( آزمون F )

## فهرست منابع:


۱. احیایی، مریم. ۱۳۷۶. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. جلد ۲. نشریه شماره ۱۰۲۴ مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۲. اسدی کنگرشاهی، علی و مجتبی محمودی . ۱۳۷۹. ضرورت مصرف عناصر روی و منگنزدرباغهای مرکبات شرق مازندران. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲ شماره ۸، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۳. اسدی کنگرشاهی، علی و مجتبی محمودی. ۱۳۸۰. بررسی روند مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای ناشی از آن در استان مازندران. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، شهرکرد، ایران.

۴. اسدی کنگرشاهی، علی و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۸۲. تعیین حد بحرانی روی به روش تصویری کیت – نلسون و میچرلیخ–بری برای سویا تحت شرایط مزرعه‌ای. هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت، ایران.

۵. امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران، ایران.

۶. ایزدپناه، بیژن. ۱۳۵۵. گزارش مطالعات نیمه تفضیلی خاکشناسی طبقه بندی اراضی منطقه نکا سیاهرود. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۴۹۲.

۷. بردبار، یوسفی. ۱۳۴۲. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفضیلی پروژه گرگان. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۷۲

۸. برزو، آرش و منوچهر مفتون. ۱۳۷۸. تأثیر روی باقیمانده و شکل های آن به رشد و میزان روی برنج در بعضی خاک های ماندابی آهکی فارس. ششمین کنگره علوم خاک ایران، مشهد، ایران.

۹. بلالی، محمد رضا، محمد جعفر مشایخی و زهرا خادمی. ۱۳۷۸. اثر عناثر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاک های تحت کشت گندم آبی ایران. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲ شماره ۶ (ویژه نامه گندم) مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

۱۰. بنائی، محمدحسن. ۱۳۴۷. گزارش مطالعات خاکشناسی تفضیلی مزرعه کلاکدر مازندران. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۱۱۵.

۱۱. ضیائیان، عبدالحسین و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۷۸. تأثیرمصرف روی بر رشد و عملکرد گندم در تعدادی از خاک های شدیداً آهکی استان فارس. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، تهران، ایران.

۱۲. فلاحی، ش. ۱۳۵۹. گزارش مطالعات خاکشناسی تفضیلی ایستگاه تحقیقات خاک و آب ماکران ساری. نشریه ۵۸۵.

۱۳. کریمیان، نجف علی، منوچهر مفتون، علی ابطحی و جعفر یثربی. ۱۳۷۳. اثر باقیمانده سولفات روی بر فرم‌های شیمیایی روی در خاک و رابطه این فرمها با جذب روی توسط گیاه. معاونت پژوهشی دانشگاه شیراز، انتشارات مرکز دانشگاه شیراز، شماره ۸۱، شیراز، ایران.

۱۴. ملکوتی، محمد جعفر و محمدنبی غیبی. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

۱۵. ناصری، محمدیوسف. ۱۳۷۰. گزارش مطالعات نیمه تفضیلی دقیق خاکشناسی طبقه بندی اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی

۱۶. یثربی، جعفر، ۱۳۷۰. تأثیر سولفات روی باقیمانده برشکل های روی در خاک های آهکی منطقه زیرسد درودزن استان فارس و رابطه این شکل ها با رشد و غلظت روی در ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

17. Brown, A. L. , B. A., Karntz, and P. E. Martin. 1964.The residual effect of zinc applied to soils. Soil. Sci .Soc. Am. Proc. 28: 236-238.
18. Cheratie, A. and O. Ghasemie. 1999. Soybean yield response as affected by potassium and micronutrients in Mazandran. International Symposium on Balanced Fertilization and Crop Response to Potassium. P.322-325. Tehran, Iran.
19. Darjeh, Z., N. Karimian, M. Maftoan, A. Abtahi, and K. Razmi. 1991. Correlation of five Zn extractants with plant response on highly calcareous soils of Dorood Zan Dam area, Iran. Iran Agric. Res. 10 : 29 –45.
20. Gupta, V.K., A. P. Gupta, and J. C. Katyal. 1986. Direct and residual effect of zinc in pearl millet- wheat pearl millet and cowpea-wheat-cowpea cropping sequence. J. Indian Soc. Soil Sci. 34: 92-96.
21. Gupta, V. K., A. P. Gupta, and H. Raj. 1983. Micronutrient contents and yield of lentil and maize as influenced by direct and residual application of organic manure and zinc. Indian J. Agric. Sci. 53: 226-230.
22. Karimian, N. and J. Yasrebi. 1995. Predication of residual effects of zinc sulfate on growth and zinc uptake of corn plant using three zinc soil tests. Common. Soil Sci. Plant Anal. 26 : 277- 287.
23. Karimian, N. A. and A. Ghanbari. 1990. Evaluation of different extractions for predication of plant response to applied P fertilizers in highly calcareous soils. Abst. 10th World Fert. Congr. CIEC.
24. Lindsay, W. L. and W. A . Norvel. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron , manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421. 428.
25. Maftoun, M., and N. Karimian. 1989. Relative efficiency of two zinc sources for maize (Zea mays L.) in two calcareors soils from an arid area of Iran . Agronomie . 9 : 771 – 775.
26. Martens, D.C. and D.T. Westerman. 1991. Micronutrient soil tests. p. 427 – 476. In J.J. Mortred et al., ( ed) Micronutrients in agriculture . Soil Sci Soc . Am . Inc . Madison,WI.
27. Robertson , L.S. ,and R.E. Lucas . 1976 . Essential micronutrients : Zinc. Michigan Coop . Ext. Serv. Bull., E-1012.
28. Sakal, R., B. P. Singh, A. P. Singh and R. B Sinha. 1985. A Comparative study of the direct and residual effect of zine carriers on the response of crops in calcareous soils . J. Indian Soc. Soil Sci. 33: 836-840.
29. Schnappinger, M. G., D.C. Martens, S.W. Hawkins, D.F. Amons, and G.D. MeCart. 1972. Response of corn to residual and applied zinc as ZnSO4 and Zn- EDTA in field investigation . Agron. J. 64 : 64– 66.
30. Singh, A. P., R. Sakal, and B. P. Singh. 1983. Relative effectiveness of varius types and methods of zinc application on rice and maize crops grown in calcareous soil. Plant Soil . 73: 315-322.
31. Takkar, A., M. S. Mann, and N. S. Randhawa. 1975. Effect of direct and residual available zinc on yield, zinc concentration and its uptake by wheat and groundnut crops. J. Indian Soc. Soil Sci. 23: 91- 95.