

بررسی اثر باقیمانده سولفات منگنز بر رشد، عملکرد و جذب منگنز توسط سویا

علی اسدی کنگرشاهی^{۱*}، نگین اخلاقی امیری^۲ و محمدجعفر ملکوتی^۳^{۱،۲} اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران^۳ استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی اثرات باقی مانده سولفات منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار و سه تکرار در ۲۰ خاک مختلف از مزارع سویاکاری شرق استان مازندران انجام شد. خاک‌های مورد مطالعه دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت بوده و به نحوی انتخاب گردیدند که مقدار متفاوتی منگنز قابل استخراج با عصاره‌گیر DTPA داشتند. تیمارهای این تحقیق شامل دو سطح منگنز (صفر و ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک به صورت سولفات منگنز) بودند که تنها در سال اول قبل از کشت مصرف گردید. این آزمایش به مدت ۴ سال با خاک‌ها و تیمارهای ثابت انجام شد. بر اساس نتایج سال اول آزمایش، مصرف منگنز سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک و جذب کل منگنز گیاه شد ($P < 0.05$). با مصرف منگنز عملکرد ماده خشک از ۱۶/۱۵ به ۲۰/۲۹ گرم در گلدان افزایش یافت. همچنین مصرف منگنز موجب افزایش غلظت و جذب کل منگنز به ترتیب معادل ۴/۵ و ۲۶/۶ درصد نسبت به شاهد، در اندام هوایی گیاه گردید. اثر باقی مانده سولفات منگنز در سال دوم، موجب افزایش عملکرد سویا نسبت به شاهد شد. در سال دوم آزمایش عملکرد دانه سویا در تیمار مصرف منگنز ۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. اثر باقی مانده تیمارهای مصرف سولفات منگنز غلظت منگنز در گیاه را ۶/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر باقی مانده سولفات منگنز، غلظت منگنز در گیاه را ۲/۹۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و در سال سوم آزمایش عملکرد دانه سویا ۸ درصد در تیمار مصرف منگنز نسبت به شاهد افزایش یافت ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر باقی مانده سولفات منگنز، در سال چهارم آزمایش بر عملکرد ماده خشک سویا قبل از گلدهی، تأثیری نداشت. نتایج تحقیق انجام شده نشان داد که بکارگیری سولفات منگنز در خاک‌های آهکی، نه تنها بر روی رشد و ترکیب شیمیایی اولین کشت سویا اثر می‌گذارد بلکه بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا در سال‌های بعد نیز می‌تواند مؤثر باشد. به طوری که اثرات باقی مانده سولفات منگنز در سال دوم کشت عملکرد دانه، ماده خشک گیاهی، غلظت و جذب کل منگنز محصول سویا را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. در سال سوم آزمایش بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشت ولی غلظت و جذب کل منگنز را افزایش داد و در سال چهارم آزمایش بر پاسخ‌های گیاهی اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: سولفات منگنز، اثر باقی مانده، عملکرد، سویا

مقدمه

کیلوگرم خاک و در ۳۵ درصد، کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نتایج تجزیه برگ نیز نشان داد که میزان غلظت منگنز ۶۱ درصد باغ‌ها در حد کمبود، ۲۰ درصد زیر حد کفایت و حدود ۱۹ درصد در حد کفایت و زیاد قرار داشتند (Asadi Kangarshahi and Mahmoudi, 2000). میزان منگنز قابل استفاده خاک در مزارع تحت کشت پنبه (حدود ۲۰۰مزرعه) در شرق استان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تقریباً در ۲۹ درصد مزارع، میزان منگنز قابل استفاده کمتر از ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و ۵۵ درصد بین ۸-۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (اطلاعات منتشر نشده، Alizade, 2000). همچنین وضعیت این عناصر در مزارع تحت کشت سویا نیز مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج

کمبود منگنز یکی از فاکتورهای محدود کننده رشد در خاک‌های آهکی می‌باشد و در خاک‌های شرق استان مازندران نیز به دلیل آهکی بودن، pH بالا، مصرف زیاد کودهای فسفاته و عدم مصرف کودهای کم مصرف در گذشته، کمبود این عنصر شایع می‌باشد. مطالعات انجام گرفته در این مناطق نشان می‌دهد که کمبود منگنز از دیگر عناصر کم مصرف شایع‌تر می‌باشد. مطالعات انجام شده در باغ‌های مرکبات شرق مازندران نشان داد که تقریباً در ۳۴ درصد خاک باغ‌ها مقدار منگنز کمتر از ۳ میلی‌گرم در

نشان داد که اثرات باقی‌مانده منگنز ناشی از مصرف کودهای منگنز، تنها توانست به مدت ۲ سال نیازگیاه را تامین نماید (Mascayni and Cox, 1985). بنابراین به‌دلیل پائین بودن اثرات باقیمانده کودهای منگنز در خاک، اکثر محققین، روش مصرف نواری و محلول‌پاشی کودهای منگنزدار را به روش پخش سطحی این کودها ترجیح می‌دهند (Parker and Walker, 1986; Vitosh et al., 1981; Robertson and Lucas, 1976).

درسال‌های اخیر استفاده از انواع کودهای شیمیایی محتوی عناصر کم مصرف به‌عنوان یکی از عوامل دست‌یابی به عملکرد بهینه محصولات زراعی و باغی مورد توجه خاص قرار گرفته و ترویج و استفاده از این کودها به سرعت رو به گسترش می‌باشد. به طوری که مؤسسه تحقیقات خاک و آب استفاده گسترده از انواع کودهای کم مصرف روی، منگنز، آهن، مس و بور را به‌صورت پخش سطحی، چال کود و یا محلول‌پاشی برای انواع محصولات زراعی و باغی در مناطق دارای کمبود این عناصر، توصیه می‌کند (Malakouti and Gheibi, 1997). 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 گیاه به عناصر کم مصرف بسیار کم بوده و معمولاً درسال اول کوددهی، این عناصر به‌طور کامل مورد استفاده قرار نگرفته و اثرات مصرف این کودها غالباً تا چندین سال یا فصل رشد در خاک باقی می‌ماند که به اثرات باقی‌مانده موسوم می‌باشد. بنابراین با توجه به این موضوع که بین مقادیر مفید و مضر عناصر کم مصرف، فاصله چندانی نیست و همچنین به‌علت گرانی این کودها و اثرات اقتصادی آنها، بایستی اطلاعات کافی درمورد اثرات باقی‌مانده این کودها در خاک‌های منطقه در دست باشد تا ضمن افزایش بازده کودهای مصرفی از بروز مشکلات احتمالی در آینده جلوگیری شود. آزمایش فوق به‌منظور بررسی اثرات باقیمانده سولفات منگنز بر عملکرد و جذب این عنصر برای محصول سویا طی ۴ سال متوالی در شرایط گلخانه‌ای، انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور دست‌یابی به اهداف این مطالعه از روی نقشه خاک و گزارشات خاکشناسی منطقه شرق مازندران، حدود ۳۰ مزرعه از نواحی عمده سویا کاری منطقه انتخاب گردید (Asadi Kangarshahi and Malakouti, 2006) و سعی گردید از هر یک از سری‌های خاک غالب منطقه، حداقل یک نمونه، انتخاب شود. نمونه‌ها به‌صورت مرکب از پنج نقطه در هر محل از عمق صفر تا بیست و پنج سانتی‌متری تهیه شد. منگنز قابل استفاده این خاک‌ها به روش DTPA (Lindsay and Norvel, 1978)، کربنات

حاصل از ۱۵۰ مزرعه سویاکاری در شرق استان نشان داد که میزان منگنز ۹ درصد مزارع کمتر از ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و در ۵۷ درصد مزارع بین ۴-۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (Cherati and Ghasemi, 1999). همچنین روند مصرف کودهای شیمیایی در استان در طول دهه گذشته مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج 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 درازمدت و همچنین کشت متراکم و متوالی در این مناطق به نظر می‌رسد موجب تخلیه شدید این عناصر غذایی شده است (Asadi Kangarshahi and Mahmoudi, 2001). در حال حاضر، مصرف این کودها در مناطق مختلف کشور رایج شده است و هر ساله مصرف آنها نیز بیشتر می‌شود. بنابراین نیاز است تحقیقات جامع و کاملی درمورد اثرات باقی‌مانده این کودها در خاک‌های مختلف و برای محصولات مختلف صورت گیرد. گزارش‌های متعددی از اثرات مثبت مصرف منگنز در رشد و عملکرد سویا توسط تعدادی از پژوهشگران ارائه شده است (Asadi Kangarshahi and Cherati, 2003; Feizollahzade Ardebili et al., 2001; Gettier et al., 1985; Boswell et al., 1981; Cox, 1968). پراکنده نشان می‌دهد که بازیابی این کودها بسیار کم است، به‌عبارتی دیگر بخش قابل‌ملاحظه‌ای از کودهای عناصر کم مصرف در کشت اول جذب گیاه نشده و در خاک باقی می‌ماند که باعث تجمع در خاک و تبدیل آنها به شکل‌های مختلف شیمیایی می‌گردد (Borzou and Maftoun, 1999; Yasrebi, 1995; Brown et al., 1964; Karimian and Yasrebi, 1995; Gettier et al., 1984 and Gupta et al., 1983). سطحی منگنز در خاک، منگنز موجود در کود سریعاً بر اثر فرآیند اکسایش، به اشکال غیر محلول اکسید می‌شود و قابلیت استفاده آن به‌شدت کاهش می‌یابد. بنابراین برای رفع کمبودهای شدید منگنز باید مقادیر بیشتری از کود منگنز استفاده نمود تا اثرات باقی‌مانده آن حداقل برای مدت یک الی دو سال نیاز گیاه را به منگنز تامین نماید (Martens and Westerman, 1991). مطالعه انجام شده درمورد مصرف منگنز در یک خاک لومی شنی نشان داد که حداکثر عملکرد دانه سویا با کاربرد ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز در هکتار به‌صورت پخش سطحی به‌دست آمد ولی اثر باقی‌مانده ۶۰ کیلوگرم سولفات منگنز در هکتار به‌صورت پخش سطحی برای رفع کمبود منگنز در همین خاک برای کشت دوم محصول سویا کافی نبود (Gettier et al., 1985). نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی اثرات باقیمانده ۳۰ کیلوگرم سولفات منگنز و

Archive of SID

رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت مزرعه نگه‌داشته شود. هشت هفته پس از کاشت، بخش هوایی دو بوته از یک سانتی‌متری بالائی سطح خاک قطع شد و با آب مقطر کاملاً شستشو داده و در آون تهویه‌دار در دمای ۶۵ الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. به بوته سومی اجازه داده شد به دانه برود. در پایان دوره رشد، از یک سانتی‌متری بالائی سطح خاک، قطع و عملکرد دانه و کاه آن تعیین شد. بوته‌های خشک شده با ترازوی دیجیتال توزین و سپس آسیاب شدند. از هر نمونه یک گرم به مدت ۵ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی سوزانده شد. مقدار روی و منگنز نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Atomic absorption) اندازه‌گیری گردید (Emami, 1996). 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 چهار سال متوالی مطابق روشی که ذکر شد تکرار گردید (البته کود سولفات منگنز در سال‌های بعدی در تیمار مربوطه مصرف نشد). وزن ماده خشک، عملکرد دانه، غلظت منگنز، جذب کل منگنز (از حاصل‌ضرب غلظت منگنز در وزن ماده خشک و عملکرد دانه) به‌عنوان مهم‌ترین پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد. کلیه داده‌های حاصل، با استفاده از نرم افزار SPSS statistical package, (Chicago, II, 15) و آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

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. اثرات تیمار کودی (۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک) بر وزن خشک قسمت هوایی، غلظت و جذب کل منگنز سویا در جدول (۳) آمده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود مقایسه بین میانگین‌های وزن خشک، غلظت و جذب کل منگنز سویا در تیمارهای شاهد و ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک، نشان می‌دهد که مصرف منگنز سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک و جذب کل منگنز سویا گردید. مصرف منگنز غلظت منگنز گیاه را افزایش داد ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. با مصرف منگنز عملکرد ماده خشک از ۱۶/۱۵ به ۲۰/۲۹ گرم در گلدان افزایش یافت. همچنین مصرف منگنز موجب افزایش غلظت و جذب کل منگنز به ترتیب معادل ۴/۵ و ۲۶/۶ درصد در اندام‌های هوایی گیاه گردید. اما، خاک‌های مختلف پاسخ‌های متفاوتی نسبت به مصرف سولفات منگنز نشان دادند و

کلسیم معادل به روش تیتراسیون با اسید و میزان رس به روش هیدرومتری (Ahyae, 1997) تعیین و سپس با توجه به فاکتورهای مذکور، ۲۰ نمونه خاک به گونه‌ای انتخاب گردید که اولاً دارای گستره وسیعی از منگنز قابل استفاده باشند، ثانیاً از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی دارای تنوع کافی باشند و همچنین منطقه وسیعی را از نظر جغرافیایی در بر گیرند. سپس نمونه‌های بزرگ‌تری از مناطق مورد نظر جمع‌آوری گردید و پس از خشک کردن در هوا، کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری، به‌طور کامل مخلوط گردید. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی (کربنات کلسیم معادل، رس، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، پتاسیم، فسفر، منگنز و روی) بر اساس روش‌های متداول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد (Ahyae, 1997). منگنز قابل استفاده نمونه‌ها نیز با استفاده از (Lindsay DTPA and Norvel, 1978) اندازه‌گیری شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور خاک (۲۰ نمونه) و کود منگنز (۲ سطح) در ۳ تکرار برای مدت چهار سال اجرا شد. نمونه‌های خاک مورد نظر که برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها در جدول (۱) آمده است، در سطل‌های پلاستیکی ریخته شد و در سال اول آزمایش، خاک‌ها با دو سطح منگنز (صفر و ۳۰ میلی‌گرم منگنز خالص در کیلوگرم خاک به‌صورت سولفات منگنز) تیمار گردیدند. مقدار ۱۰ کیلوگرم خاک به هر گلدان اختصاص داده شد. کود نیتروژنی به میزان ۳۰ میلی‌گرم نیتروژن خالص در کیلوگرم خاک به‌صورت اوره و به‌عنوان آغازگر به گلدان‌ها اضافه گردید. کودهای فسفر و پتاسیم فقط به خاک‌هایی که به ترتیب کمتر از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل جذب (Olson and Sommers, 1982) و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم داشتند، اضافه گردید (Karimian and Ghanbari, 1990; Malakouti and Gheibi, 1997). سولفات پتاسیم به‌عنوان کود پتاسیمی و از سوپرفسفات تریپل به‌عنوان کود فسفوری استفاده گردید. کود آهن و روی به میزان ۲۰ میلی‌گرم آهن خالص در کیلوگرم خاک از منبع سولفات آهن و سولفات روی (به تمام گلدان‌ها) اضافه گردید. تمام فسفر قبل از کاشت به‌صورت جامد و تمامی پتاسیم، آهن، روی و منگنز به‌صورت محلول به خاک گلدان‌ها اضافه گردید و سپس به هم زده شد تا کاملاً مخلوط شوند. سپس ۷ عدد بذر سویا رقم پرشینگ آغشته به مایه تلقیح ریزوبیوم در عمق ۳ سانتی‌متری خاک کاشته شد. پس از سبز شدن و گذشت ۱۰ روز تعداد بوته‌ها به ۳ عدد در هر گلدان تقلیل داده شد. در طول دوره رشد، آبیاری (با آب چاه) به‌طور منظم انجام شد و سعی شد

مصرف منگنز در بعضی خاک‌ها باعث کاهش وزن خشک گیاه نسبت به شاهد گردید که احتمالاً به علت به هم خوردن تعادل اثر متقابل این عنصر با سایر عناصر می‌باشد (Kshavarz, 1996). عناصر غذایی در خاک ناشی از مصرف منگنز و همچنین

جدول ۱ - نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد استفاده در آزمایش

شماره خاک	منطقه	pH	CCE* (%)	ماده آلی (%)	رس (%)	CEC (cmol _c kg ⁻¹)	K	P	Mn	Zn
۱	نکا - قره طغان	۷/۸۶	۸/۰	۱/۴	۳۱	۲۳	۳۰۸	۵۸/۰	۷/۶۰	۰/۹۰
۲	قائم‌شهر - آهنگرکلا	۷/۸۷	۷/۰	۱/۷	۳۵	۲۸	۴۲۰	۱۳/۳	۴/۳۲	۲/۵۲
۳	ساری - دشت ناز	۷/۸۵	۱۲/۰	۱/۲	۴۱	۲۵	۵۶۷	۲۸/۱	۲/۳۰	۰/۷۵
۴	نکا - بایع کلا	۷/۹۵	۱۲/۰	۱/۲	۳۷	۲۶	۲۷۸	۱۵/۳	۴/۵۳	۰/۵۴
۵	ساری - اسلام آباد	۸/۰۶	۱۲/۰	۱/۴	۲۳	۱۷	۳۹۱	۷/۴	۸/۶۸	۱/۴۰
۶	ساری - شرکت زراعی	۷/۹۸	۷/۰	۱/۳	۲۳	۱۸	۲۵۸	۱۷/۰	۸/۸۴	۱/۶۴
۷	نکا - زاغ‌مرز	۸/۸۲	۳۱/۰	۱/۷	۲۳	۲۷	۲۵۶	۱۴/۲	۳/۶۰	۰/۷۸
۸	جویبار	۸/۰۲	۲۸/۰	۰/۹	۳۷	۲۸	۳۵۳	۱۵/۹	۸/۴۰	۰/۵۸
۹	جویبار	۷/۹۲	۵/۰	۱/۳	۲۷	۲۷	۳۴۳	۹/۳	۲/۶۰	۱/۹۰
۱۰	بهشهر - محمد آباد	۸/۵۶	۵/۰	۱/۶	۳۳	۲۴	۲۰۲	۷/۹	۳/۹۰	۰/۶۶
۱۱	بهشهر - حسین آباد	۷/۸۶	۷/۵	۱/۷	۳۳	۲۳	۱۰۲۲	۳۲/۳	۲/۹۰	۱/۵۶
۱۲	قائم‌شهر - قراخیل	۷/۸۷	۲۱/۰	۱/۵	۳۹	۲۱	۴۵۲	۸/۴	۳/۴۷	۰/۵۲
۱۳	قائم‌شهر - بیشه سر	۸/۰۵	۲۵/۰	۱/۵	۳۳	۲۱	۲۶۷	۱۸/۶	۶/۴۲	۲/۴۰
۱۴	جویبار	۷/۹۲	۲۶/۰	۱/۳	۴۱	۲۲	۳۰۵	۱۳/۰	۲/۰۰	۱/۲۰
۱۵	بهشهر - قره تپه	۸/۰۴	۲۶/۰	۱/۲	۴۳	۲۲	۴۳۱	۵۴/۰	۷/۲۰	۰/۹۰
۱۶	جویبار	۸/۱۴	۳۳/۰	۱/۳	۲۹	۲۰	۲۰۲	۱۷/۰	۳/۴۰	۰/۶۸
۱۷	ساری - میاندرود	۷/۹۲	۳۴/۰	۰/۸	۱۵	۱۳	۳۸۲	۱۳/۹	۲/۶۰	۰/۷۰
۱۸	نکا - نوذرآباد	۷/۹۲	۳۲/۰	۰/۷۰	۱۵	۱۵	۲۹۶	۱۷/۱	۳/۶۰	۰/۶۲
۱۹	ساری - نوذر آباد	۸/۲۴	۳۰/۰	۱/۴	۱۷	۱۸	۲۷۸	۱۳/۶	۲/۲۰	۰/۳۴
۲۰	بهشهر	۸/۰۶	۳۲/۰	۱/۲	۲۱	۱۶	۲۴۴	۹/۸	۵/۲۴	۲/۹۶
میانگین	-	۸/۰۴	۱۹/۶۷	۱/۳۱	۲۹/۸۰	۲۱/۷۰	۳۶۳	۱۹/۲۰	۴/۶۹	۱/۱۸

* - کربنات کلسیم معادل

جدول ۲ - خصوصیات آب آبیاری مورد استفاده

SAR	مجموع آنیون‌ها (اندازه‌گیری شده)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	مجموع کاتیون‌ها (اندازه‌گیری شده)	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	pH	EC (dS/m)
۰/۸۸	۱۰/۴	۸/۲	۲/۲	۱۰/۲	۱/۸	۲/۶	۵/۸	۷/۴	۱/۰۶

موجب افزایش عملکرد دانه سویا نسبت به شاهد شد به طوری که در تیمار مصرف سولفات منگنز ۴/۴۰ گرم درگلدان، نسبت به شاهد، اضافه عملکرد وجود داشت، در تیمار مصرف منگنز، عملکرد دانه سویا، ۱۵/۹۶ درصد نسبت به شاهد، افزایش یافت، مصرف سولفات منگنز، غلظت منگنز دانه را ۱۲/۲۶ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد.

در خاک‌های مورد مطالعه، حدود ۲۱ درصد افزایش عملکرد در اثر مصرف ۳۰ میلی گرم منگنز در کیلوگرم خاک به دست آمد که نشان می‌دهد منگنز قابل جذب این خاک‌ها مخصوصاً برای گیاهانی که رشد کوتاه مدتی دارند نمی‌تواند کافی باشد. نتایج اثر سولفات منگنز در سال اول آزمایش بر عملکرد دانه، غلظت و جذب کل منگنز در جدول (۳) آمده است. سولفات منگنز

جدول ۳- اثر مصرف سولفات منگنز بر میانگین ماده خشک، غلظت و جذب کل منگنز توسط بوته و دانه سویا در خاک‌های مختلف (سال اول آزمایش)

شماره خاک	عملکرد (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط سویا (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز در سویا (میکروگرم در گرم)		جذب اضافی (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	
بوته سویا	۱۶/۵۶	۲۰/۲۹**	۱۱۵/۰۰	۱۲۰/۲۰ ^{ns}	۱۹۸۰	۲۴۵۰**	۵۵۸
دانه سویا	۲۷/۵۱	۳۱/۹۰*	۳۴/۶۵	۳۸/۹۰ ^{ns}	۹۶۷	۱۲۴۶**	۲۸۰

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

در گیاه ۶/۱ درصد نسبت به شاهد، بیشتر بود (جدول ۴). اثرات باقی مانده سولفات منگنز، غلظت منگنز ماده خشک سویا را در سال سوم آزمایش ۲/۹۴ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد. در سال سوم آزمایش عملکرد دانه سویا ۸ درصد در تیمار مصرف منگنز، نسبت به شاهد بیشتر بود ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۵). اثر باقی مانده سولفات منگنز، غلظت منگنز دانه سویا را در سال چهارم آزمایش ۴/۹۲ درصد نسبت به شاهد، افزایش داد ولی بر عملکرد ماده خشک سویا، عملکرد دانه، غلظت منگنز بوته سویا تاثیر نداشت (جدول ۶).

در سال دوم آزمایش، اثر باقیمانده سولفات منگنز موجب افزایش عملکرد دانه سویا نسبت به شاهد شد به طوری که با مصرف سولفات منگنز ۲/۸۳ گرم در گلدان نسبت به شاهد، اضافه عملکرد وجود داشت. اثر باقی مانده سولفات منگنز بر وزن ماده خشک تاثیر معنی داری نداشت ولی جذب کل آن، نسبت به شاهد، افزایش یافت. غلظت منگنز از ۱۳۰ (در شاهد) به ۱۳۸ میکروگرم در گرم در تیمار مصرف سولفات منگنز رسید که این تغییر معنی دار نبود. در سال دوم آزمایش عملکرد دانه در تیمار مصرف منگنز ۸ درصد نسبت به شاهد، افزایش یافت. اثر باقی مانده تیمارهای مصرف سولفات منگنز بر غلظت منگنز

جدول ۴- میانگین اثرات باقیمانده سولفات منگنز بر ماده خشک، غلظت و جذب کل منگنز

توسط بوته و دانه سویا در خاک‌های مختلف (سال دوم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط سویا (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز در سویا (میکروگرم در گرم)		جذب اضافی (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	
بوته سویا	۱۷/۸۸	۱۷/۳۶ ^{ns}	۱۳۰/۰۰	۱۳۸/۰۰ ^{ns}	۲۳۳۶	۲۳۳۷ ^{ns}	۴۱
دانه سویا	۳۶/۷۸	۳۹/۶۰*	۶۶/۴۰	۶۶/۴۰ ^{ns}	۲۲۷۸	۲۴۹۱*	۲۳۱

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

جدول ۵- میانگین اثرات باقیمانده سولفات منگنز بر ماده خشک، غلظت و جذب کل منگنز

توسط بوته و دانه سویا در خاک‌های مختلف (سال سوم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط سویا (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز در سویا (میکروگرم در گرم)		جذب اضافی (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	
بوته سویا	۴۰/۸۱	۴۰/۲۶ ^{ns}	۱۵۲/۴۷	۱۵۶/۹۰ ^{ns}	۶۱۹۳	۶۳۱۹ ^{ns}	۱۲۶
دانه سویا	۲۷/۲۴	۲۹/۴۲ ^{ns}	۴۹/۸۰	۵۰/۹۰ ^{ns}	۱۳۶۷	۱۴۷۹ ^{ns}	۱۱۲

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

جدول ۶- میانگین اثرات باقیمانده سولفات منگنز بر ماده خشک، غلظت و جذب کل منگنز

توسط بوته و دانه سویا در خاک‌های مختلف (سال چهارم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط سویا (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز در سویا (میکروگرم در گرم)		جذب اضافی (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	
بوته سویا	۲۸/۱۱	۲۷/۹۷ ^{ns}	۱۶۶	۱۷۰ ^{ns}	۴۶۵۵	۴۶۲۶ ^{ns}	-۲۸/۲
دانه سویا	۲۴/۱۹	۲۵/۷۴ ^{ns}	۴۵/۷۴	۴۷/۹۹*	۱۱۱۳	۱۲۴۰*	۱۲۷

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

جدول ۷- اثر مصرف سولفات منگنز بر وزن ماده خشک اندام هوایی (۲ بوته)، غلظت و جذب کل منگنز توسط گیاه (سال اول آزمایش)

شماره خاک	عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط گیاه (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز در گیاه (میکروگرم در گرم)		اضافه عملکرد (گرم)		جذب اضافی منگنز (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	
۱	۱۰/۱۰	۲۰/۷۳	۱۴۱	۱۴۲	۱۴۲۴	۲۹۴۳	۱۰/۶۳	۱۵۱۹	
۲	۱/۳۰	۱۷/۲۱	۱۰۶	۲۱۹	۱۵۱۵	۱۸۷۵	۲/۹۱	۳۶۰	
۳	۱۵/۱۹	۱۸/۱۰	۱۰۹	۱۴۱	۱۶۵۵	۲۵۵۲	۲/۹۱	۸۹۷	
۴	۳/۹۴	۴/۰۲	۱۲۱	۱۰۰	۴۷۶	۴۰۲	۷/۸۱	-۷۴	
۵	۲۰/۵۴	۱۶/۵۱	۱۵۴	۱۵۵	۳۱۶۳	۲۵۵۹	-۴/۰۳	-۶۰/۴	
۶	۲۴/۷۴	۲۵/۳۶	۱۵۰	۱۶۶	۳۷۱۱	۴۲۰۹	۰/۶۲	۴۹۸	
۷	۱۷/۳۴	۲۲/۷۹	۱۵۱	۱۵۵	۲۶۱۸	۳۵۳۲	۵/۴۵	۹۱۴	
۸	۲۱/۰۱	۱۸/۶۲	۱۰۷	۱۱۷	۲۲۴۸	۲۱۷۸	-۲/۳۹	-۷۰	
۹	۱۵/۴۶	۱۹/۳۷	۱۱۲	۱۱۵	۱۷۳۱	۲۲۲۷	۳/۹۱	۴۹۶	
۱۰	۱۴/۶۸	۱۶/۶۰	۱۲۶	۱۱۱	۱۸۴۹	۱۸۴۲	۱/۹۲	-۷	
۱۱	۱۵/۳۷	۲۲/۵۹	۱۱۴	۱۱۵	۱۷۵۲	۲۵۹۷	۷/۲۲	۸۴۵	
۱۲	۲۲/۶۲	۲۶/۸۸	۸۲	۸۵	۱۸۵۴	۲۲۸۴	۴/۲۶	۴۳۰	
۱۳	۲۳/۹۹	۲۵/۹۲	۱۱۵	۱۳۹	۲۷۵۸	۳۶۰۲	۱/۹۳	۸۴۴	
۱۴	۲۰/۲۸	۲۴/۵۶	۹۶	۱۰۳	۱۹۴۲	۲۵۲۹	۴/۲۸	۵۸۳	
۱۵	۲۲/۰۳	۱۸/۱۷	۱۰۱	۱۱۱	۲۲۲۴	۲۰۱۶	۳/۸۰	-۲۰۸	
۱۶	۱۵/۷۳	۲۶/۷۳	۹۸	۱۰۷	۱۵۴۱	۲۸۶۰	۱۱/۰۰	۱۳۱۹	
۱۷	۱۴/۷۹	۱۷/۲۸	۱۲۰	۱۲۷	۱۷۷۴	۲۱۹۴	۲/۴۹	۴۲۰	
۱۸	۶/۲۰	۱۶/۶۹	۱۰۴	۱۰۳	۶۴۴	۱۷۱۹	۱۰/۴۹	۱۰۷۵	
۱۹	۱۵/۵۷	۲۲/۹۲	۶۸	۷۸	۷۸۶	۱۷۸۷	۱۱/۳۵	۱۰۰۱	
۲۰	۲۱/۳۹	۲۴/۷۰	۱۲۶	۱۲۵	۲۶۹۵	۳۰۸۷	۳/۳۱	۳۹۲	
میانگین	۱۶/۵۶	۲۰/۲۹**	۱۱۵	۱۲۰/۳ ^{ns}	۱۹/۸	۲۴۵۰**	۴/۱۰	۵۵۸	

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

جدول ۸- بررسی اثرات باقی مانده سولفات منگنز بر عملکرد دانه، غلظت و جذب کل منگنز توسط دانه سویا در خاک‌های مختلف (سال اول آزمایش)

شماره خاک	عملکرد دانه (گرم در گلدان)		غلظت منگنز دانه (میکروگرم در گرم)		جذب کل منگنز توسط دانه (میکروگرم در گلدان)		اضافه عملکرد (گرم)	جذب اضافی منگنز (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده		
۱	۱۹/۵۶	۲۸/۲۴	۳۲	۳۸	۶۲۷	۱۰۳۷	۸/۶۴	۴۴۵
۲	۲۱/۵۰	۲۲/۶۱	۲۹	۳۶	۶۲۳	۸۱۴	۱/۱۱	۱۹۰
۳	۲۴/۹۰	۲۸/۳۱	۳۱	۴۳	۷۷۱	۱۲۱۷	۳/۴۱	۴۴۵
۴	۲۸/۵۶	۳۶/۱۲	۴۵	۴۶	۱۲۸۵	۱۶۶۱	۷/۵۶	۳۷۶
۵	۳۶/۵۱	۴۱/۹۲	۳۷	۴۱	۱۳۵۰	۱۷۱۸	۵/۴۱	۳۶۷
۶	۲۸/۹۱	۳۴/۴۲	۳۱	۳۲	۸۹۶	۱۱۰۱	۵/۵۱	۲۰۵
۷	۳۱/۶۲	۳۵/۳۹	۴۱	۴۵	۱۲۹۶	۱۵۹۲	۳/۷۷	۲۹۶
۸	۲۳/۴۵	۲۷/۸۰	۳۷	۳۷	۸۶۷	۱۰۲۸	۴/۳۵	۱۶۰
۹	۲۴/۴۰	۲۸/۲۲	۳۱	۳۹	۷۵۶	۱۱۰۰	۳/۸۲	۳۴۴
۱۰	۲۸/۷۱	۲۸/۸۳	۳۵	۳۴	۱۰۰۴	۹۸۰	۰/۲۱	-۲۴
۱۱	۲۲/۱۰	۲۷/۶۱	۲۵	۲۸	۵۵۲	۷۷۳	۵/۵۱	۲۲۰
۱۲	۲۶/۹۰	۳۰/۷۸	۳۴	۳۵	۹۱۴	۱۰۷۷	۳/۸۸	۱۶۲
۱۳	۲۶/۶۴	۲۸/۴۶	۴۰	۴۸	۱۰۶۵	۱۳۶۶	۱/۸۲	۳۰۰
۱۴	۲۸/۵۴	۲۹/۰۱	۲۹	۳۹	۸۲۷	۱۱۳۱	۰/۴۷	۳۰۳
۱۵	۳۰/۵۹	۳۸/۱۹	۳۱	۳۰	۹۴۸	۱۱۴۵	۷/۶۰	۱۹۷
۱۶	۳۱/۷۵	۴۱/۰۹	۳۵	۴۲	۱۱۱۱	۱۷۲۵	۹/۳۴	۶۱۴
۱۷	۳۷/۱۶	۴۰/۱۴	۴۱	۳۹	۱۵۲۳	۱۵۶۵	۲/۹۸	۴۲
۱۸	۲۶/۱۲	۲۷/۷۱	۳۴	۴۲	۸۸۸	۱۱۶۳	۱/۵۹	۲۷۵
۱۹	۲۱/۰۲	۲۴/۶۲	۲۹	۳۷	۶۰۹	۹۱۰	۳/۶۰	۳۰۱
۲۰	۳۱/۲۴	۳۸/۶۲	۴۶	۴۷	۱۴۲۶	۱۸۱۵	۷/۶۰	۳۸۸
میانگین	۲۷/۵۱	۳۱/۹۰*	۳۴/۶۵	۳۸/۹۰ ^{ns}	۹۶۷	۱۲۴۶*	۴/۴۰	۲۸۰

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

جدول ۹- اثربخشی مانده سولفات منگنز بر عملکرد ماده خشک اندام هوایی (۲ بوته)، غلظت و جذب کل منگنز توسط گیاه (سال دوم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان)		غلظت منگنز در گیاه (میکروگرم در گرم)		جذب کل منگنز توسط گیاه (میکروگرم در گلدان)		اضافه عملکرد (گرم)	جذب اضافی منگنز (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده		
۱	۱۸/۶۰	۱۶/۸۴	۱۳۳	۱۶۰	۲۴۷۴	۲۶۹۴	-۱/۷۶	۲۲۱
۲	۱۴/۸۲	۱۷/۷۹	۱۱۸	۱۳۶	۱۷۴۹	۲۴۱۹	۲/۹۷	۶۷۱
۳	۱۷/۰۹	۱۵/۴۰	۱۸۳	۱۹۵	۳۱۲۷	۳۰۰۳	-۱/۶۹	-۱۲۴
۴	۷/۵۴	۷/۳۱	۱۳۴	۱۸۱	۱۰۱۰	۱۳۲۳	-۰/۲۳	۳۱۳
۵	۲۰/۳۲	۱۸/۴۷	۱۸۹	۱۹۰	۳۸۴۰	۳۵۰۹	-۱/۸۵	-۳۳۱
۶	۱۷/۹۲	۱۸/۱۸	۱۶۱	۱۷۵	۲۸۸۵	۳۲۹۰	۰/۸۸	۴۰۵
۷	۱۷/۵۹	۱۶/۸۷	۱۷۰	۱۷۱	۲۹۹۰	۲۸۸۵	-۰/۷۲	-۱۰۵
۸	۱۷/۷۴	۲۰/۷۸	۱۳۸	۱۲۰	۲۴۴۸	۲۴۹۴	۳/۰۴	۴۵
۹	۱۶/۰۴	۱۹/۶۹	۱۲۵	۱۲۱	۲۰۰۵	۲۳۸۲	۳/۶۵	۳۷۷
۱۰	۱۷/۸۳	۱۸/۴۷	۱۲۴	۱۲۸	۲۲۱۱	۲۳۶۴	۰/۶۴	۱۵۳
۱۱	۲۰/۷۹	۱۳/۹۷	۱۱۱	۱۱۰	۲۳۰۸	۱۵۳۷	-۶/۸۲	-۷۷۰
۱۲	۲۰/۸۱	۲۲/۴۲	۱۰۵	۱۰۱	۲۱۸۵	۲۲۶۴	۱/۶۱	۷۹
۱۳	۲۳/۱۵	۲۰/۶۶	۱۰۵	۱۳۴	۲۴۳۱	۲۷۶۸	-۲/۴۹	۳۳۸
۱۴	۱۸/۶۶	۲۰/۹۳	۱۰۹	۱۲۳	۲۰۳۴	۲۵۷۴	۲/۲۷	۵۴۰
۱۵	۱۶/۹۹	۲۲/۷۰	۱۲۸	۱۲۰	۲۱۷۵	۲۷۲۴	۵/۷۱	۵۴۹
۱۶	۲۲/۳۳	۱۸/۶۵	۱۲۹	۱۴۲	۲۸۸۱	۲۶۴۸	-۳/۶۸	-۲۳۲
۱۷	۲۰/۴۴	۱۳/۸۹	۱۲۸	۱۳۸	۲۸۰۰	۱۹۱۷	-۶/۵۵	-۸۸۳
۱۸	۱۶/۳۶	۱۴/۰۳	۱۳۷	۱۰۶	۱۷۰۱	۱۴۸۷	-۲/۳۳	-۲۱۴
۱۹	۱۳/۶۴	۱۲/۳۰	۱۰۴	۸۹	۱۰۵۰	۱۰۹۵	-۱/۳۴	۴۴
۲۰	۱۹/۰۳	۱۷/۳۰	۷۷	۱۲۵	۲۴۱۷	۲۱۶۳	-۱/۷۳	-۲۵۴
میانگین	۱۷/۱۸۸	۱۷/۳۶ ^{ns}	۱۳۰	۱۳۸ ^{ns}	۲۳۳۶	۲۳۷۷ ^{ns}	۰/۵	۴۱

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ***- به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

جدول ۱۰- بررسی اثرات باقی مانده سولفات منگنز بر عملکرد دانه، غلظت و جذب کل منگنز توسط دانه سویا در خاک‌های مختلف (سال دوم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد دانه (گرم در گلدان)		غلظت منگنز دانه (میکروگرم در گرم)		جذب کل منگنز توسط دانه (میکروگرم در گلدان)		اضافه عملکرد (گرم)	جذب اضافی منگنز (میکروگرم در گلدان)
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده		
۱	۳۷/۰۷	۲۵/۴۸	۶۶/۹	۱۰۳/۷	۲۴۷۹	۲۶۴۲/۴	-۱۱/۵۹	۱۶۳/۴
۲	۵۳/۵۸	۵۲/۰۶	۳۲/۸	۴۶/۵	۱۷۵۷	۲۴۱۹/۳	-۱/۵۲	۶۶۲/۳
۳	۳۳/۲۰	۳۶/۶۹	۹۴/۳	۸۱/۸	۳۱۳۳	۳۰۰۳	۳/۴۹	-۱۳۰/۰
۴	۱۲/۷۹	۱۲/۷۳	۷۹/۳	۱۰۳/۷	۱۰۱۵	۱۳۲۰/۳	.	۳۰۵/۳
۵	۲۷/۱۸	۳۴/۸۹	۱۴۱/۰	۱۰۰/۷	۳۸۵۴	۳۵۱۵/۴	۷/۷۰	-۳۳۸/۶
۶	۲۱/۶۳	۳۶/۳۲	۱۳۳/۰	۹۰/۶	۲۸۹۱	۳۲۹۲	۱۴/۶۹	۳۹۹/۰
۷	۳۵/۹۶	۳۳/۸۷	۸۳/۰	۸۵/۳	۲۹۹۰	۲۸۹۰/۳	-۲/۱	-۹۹/۷
۸	۳۳/۱۲	۴۳/۶۵	۷۴/۰	۵۷/۰	۲۴۶۰	۲۴۹۳/۶	۱۰/۵۳	۳۳/۶
۹	۳۴/۸۸	۵۰/۶۱	۵۷/۶	۴۷/۲	۲۰۱۰	۲۳۸۸/۷	۱۵/۷۳	۳۷۸/۷
۱۰	۳۹/۴۰	۵۶/۶۸	۵۶/۰	۴۱/۷	۲۲۱۱	۲۳۶۴/۳	۱۷/۲۸	۱۵۳/۳
۱۱	۴۶/۹۷	۳۲/۲۰	۴۹/۰	۴۷/۴	۲۳۰۸	۱۵۳۷/۱	۱۴/۷۷	-۷۷۰/۹
۱۲	۳۸/۶۵	۵۲/۸۹	۵۶/۷	۴۲/۸	۲۱۹۲	۲۲۶۴/۵	۱۴/۲۴	۷۲/۵
۱۳	۴۱/۸۶	۴۴/۱۴	۵۸/۱	۶۲/۷	۲۴۳۱	۲۷۶۸/۷	۲/۲۸	۳۳۷/۷
۱۴	۴۴/۷۳	۴۵/۹۰	۴۵/۵	۵۶/۲	۲۰۴۳	۲۵۸۱/۳	۱/۱۷	۵۴۷/۳
۱۵	۵۸/۸۷	۴۶/۲۴	۳۷/۰	۵۸/۶	۲۱۸۶	۲۷۰۹/۶	-۱۲/۶۳	۵۲۳/۶
۱۶	۴۴/۷۷	۳۴/۵۰	۶۴/۷	۷۶/۹	۲۸۹۵	۲۶۵۴	-۱۰/۲۷	-۲۴۱/۰
۱۷	۳۹/۱۴	۳۳/۳۵	۷۱/۷	۵۷/۶	۲۸۰۷	۱۹۲۱/۴	-۵/۷۹۷	-۸۸۵/۶
۱۸	۴۰/۱۳	۳۰/۶۰	۴۲/۵	۴۸/۷	۱۷۰۷	۱۴۹۲	-۹/۵۳	-۲۱۵/۰
۱۹	۲۵/۵۵	۴۰/۹۰	۴۱/۳	۲۶/۷	۱۰۵۵	۱۰۹۰/۸	۱۵/۳۵	۳۵/۹
۲۰	۲۶/۱۵	۴۸/۴۴	۴۴/۴	۹۲/۴	۱۱۶۱	۴۴۷۵	۲۲/۲۸	۳۳۱۴/۰
میانگین	۳۶/۷۸	۳۹/۶*	۶۶/۴۴	۶۶/۴۲ ^{ns}	۲۲۷۸	۲۴۹۱*	۲/۸۲	۲۳۱/۰

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ***- به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

جدول ۱۱- اثرات باقیمانده سولفات منگنز بر وزن ماده خشک اندام هوایی (۲ بوته)، غلظت و جذب کل منگنز توسط گیاه در خاک‌های مختلف (سال سوم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط گیاه (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز گیاه (میکروگرم در گرم)		جذب اضافی منگنز (میکروگرم در گلدان)	
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده
	عملکرد	اضافه	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده
۱	۴۴/۳۱	۴۹/۷۸	۷۲۵۳	۸۲۹۸	۱۶۳/۷	۱۶۶/۷	۱۰۴۴	۵/۴۷
۲	۳۴/۶۷	۴۱/۲۸	۵۸۸۳	۶۲۶۲	۱۵۱/۷	۱۶۹/۷	۳۷۹	۶/۶۱
۳	۳۸/۱۳	۳۱/۸۱	۷۱۳۰	۵۵۳۵	۱۷۴/۰	۱۸۷/۰	-۱۵۹۵	-۶/۳۲
۴	۳۲/۴۱	۳۹/۰۴	۶۲۵۵	۸۰۳۰	۲۰۵/۷	۱۹۳/۰	۱۷۷۵	۶/۶۳
۵	۴۴/۷۷	۳۸/۹۷	۸۰۰۰	۷۳۶۵	۱۸۹/۰	۱۷۸/۷	-۶۳۵	-۵/۸۰
۶	۳۸/۵۵	۴۵/۷۶	۷۴۹۰	۷۸۸۴	۱۷۲/۳	۱۹۴/۳	۳۹۱	۷/۲۱
۷	۴۱/۷۵	۴۰/۳۳	۸۴۸۷	۷۷۱۵	۱۹۱/۳	۲۰۳/۳	-۷۷۲	-۱/۴۲
۸	۳۹/۶۶	۳۴/۰۱	۴۹۸۵	۴۶۹۳	۱۳۸/۰	۱۲۵/۷	-۲۹۱	-۵/۶۵
۹	۴۳/۵۸	۳۴/۶۴	۵۵۶۵	۵۲۲۰	۱۵۰/۷	۱۲۷/۷	-۳۴۴	-۸/۴۹
۱۰	۳۸/۳۷	۳۴/۰۶	۶۲۰۴	۶۳۴۵	۱۸۶/۳	۱۶۱/۷	۱۴۱	-۴/۳۱
۱۱	۴۷/۳۱	۴۲/۹۸	۸۲۴۶	۸۲۶۵	۱۹۲/۳	۱۷۴/۳	۱۹	-۴/۳۳
۱۲	۴۷/۳۲	۴۳/۴۶	۵۰۴۹	۴۷۳۷	۱۰۹/۰	۱۰۶/۷	-۳۱۱	۳/۸۶
۱۳	۴۵/۷۴	۴۷/۶۲	۸۵۰۷	۹۱۲۹	۱۹۱/۷	۱۸۶/۰	۶۲۱	۱/۸۸
۱۴	۴۶/۵۶	۳۹/۳۶	۵۱۵۹	۵۰۸۹	۱۲۹/۳	۱۱۰/۸	-۶۹	-۷/۲۰
۱۵	۳۴/۲۶	۴۰/۹۵	۴۱۳۵	۵۳۲۳	۱۳۰/۰	۱۲۰/۷	۱۱۸۸	۶/۶۹
۱۶	۴۰/۲۲	۳۹/۵۱	۵۰۱۵	۴۸۹۹	۱۲۴/۰	۱۲۴/۷	-۱۱۶	-۰/۷۱
۱۷	۳۵/۲۲	۴۲/۵۶	۵۰۴۷	۶۶۳۹	۱۵۶/۷	۱۴۳/۳	۱۵۹۲	۷/۳۴
۱۸	۳۹/۲۶	۳۹/۴۳	۴۹۱۵	۵۱۷۷	۱۳۱/۳	۱۲۵/۲	۲۶۲	۰/۱۷
۱۹	۴۶/۴۶	۴۳/۲۰	۵۴۲۲	۴۵۰۵	۱۰۴/۳	۱۱۶/۷	-۹۱۶	-۳/۲۶
۲۰	۳۷/۶۲	۳۶/۵۰	۲۱۲۸	۵۲۸۵	۱۴۴/۸	۱۳۶/۳	۱۵۷	-۱/۱۲
میانگین	۴۰/۸۱	۴۰/۲۶ ^{ns}	۶۱۹۳	۶۳۱۹ ^{ns}	۱۵۲/۴۷	۱۵۶/۹ ^{ns}	۱۲۶	-۰/۵

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

جدول ۱۲- اثرات باقی مانده سولفات منگنز بر عملکرد دانه، غلظت و جذب کل منگنز توسط سویا در خاک‌های مختلف (سال سوم آزمایش)

شماره خاک	عملکرد دانه (گرم در گلدان)		جذب کل منگنز توسط دانه (میکروگرم در گلدان)		غلظت منگنز دانه (میکروگرم در گرم)		جذب اضافی منگنز (میکروگرم در گلدان)	
	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده
	عملکرد	اضافه	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده	شاهد	تیمار شده
۱	۳۴/۱۲	۲۶/۸۳	۱۸۹۰	۱۴۵۴	۵۵/۴	۵۴/۲	-۴۳۶	-۷/۲۹
۲	۲۵/۳۰	۲۵/۵۷	۱۴۰۹	۱۲۷۶	۵۵/۷	۵۰/۵	-۱۲۳	۰/۳۰
۳	۲۵/۴۸	۴۴/۵۳	۱۳۴۰	۲۵۴۷	۵۲/۶	۵۷/۲	۱۲۰۶	۱۹/۰۰
۴	۲۶/۳۹	۱۵/۴۱	۱۶۹۷	۱۱۰۳	۶۴/۳	۷۱/۶	-۵۹۳	-۱۰/۹۰
۵	۲۷/۱۶	۲۶/۸۶	۱۷۸۴	۱۶۶۸	۶۵/۷	۶۲/۱	-۱۱۶	-۰/۳۰
۶	۲۹/۸۶	۲۶/۹۹	۱۹۳۵	۱۶۰۶	۶۴/۸	۵۹/۵	-۳۲۹	-۲/۸۷
۷	۲۸/۴۰	۳۴/۴۷	۱۵۹۰	۱۹۱۰	۵۶/۰	۵۵/۴	۳۱۹	۶/۰۷
۸	۲۳/۵۲	۴۰/۲۰	۱۰۰۹	۱۹۲۶	۴۲/۹	۴۷/۹	۹۱۶	۱۶/۶۸
۹	۲۵/۳۹	۲۷/۲۴	۱۰۵۴	۱۲۵۰	۴۱/۵	۴۵/۹	۱۹۷	۱/۸۵
۱۰	۲۷/۹۴	۲۸/۴۷	۱۴۱۱	۱۶۴۸	۵۰/۵	۵۷/۹	۲۳۷	۰/۵۳
۱۱	۳۴/۹۳	۲۸/۱۴	۲۰۱۵	۱۶۸۶	۵۷/۷	۵۹/۹	-۳۲۹	-۶/۷۹
۱۲	۱۹/۳۰	۲۲/۵۸	۷۳۰	۸۸۱	۳۷/۸	۳۹/۰	۱۵۱	-۶/۲۸
۱۳	۳۴/۲۳	۲۸/۹۰	۱۷۰۵	۱۴۷۱	۴۹/۸	۵۰/۹	-۲۳۳	-۵/۲۰
۱۴	۲۳/۷۴	۴۵/۳۶	۱۰۳۳	۱۸۷۳	۴۳/۱	۴۱/۳	۸۵۰	۲۱/۶۲
۱۵	۲۱/۱۲	۲۶/۷۲	۹۱۲	۱۱۵۴	۴۳/۲	۴۳/۲	۲۴۲	۵/۶۰
۱۶	۳۰/۶۹	۲۷/۵۹	۱۲۱۵	۱۰۳۷	۳۷/۶	۳۷/۶	-۱۷۷	-۳/۱۰
۱۷	۲۳/۶۰	۳۲/۲۵	۱۰۸۸	۱۴۹۳	۴۶/۱	۴۶/۳	۴۰۵	۸/۶۵
۱۸	۲۵/۲۳	۲۹/۵۷	۹۷۱	۱۱۹۸	۳۸/۵	۴۰/۲	۲۱۷	۴/۳۴
۱۹	۳۳/۴۹	۲۸/۸۹	۱۲۵۹	۱۱۳۵	۳۷/۶	۳۹/۳	-۱۲۳	-۴/۶۰
۲۰	۲۴/۹۰	۲۲/۱۷	۱۳۱۲	۱۲۷۰	۵۲/۷	۵۷/۷	-۴۲	-۲/۸۹
میانگین	۲۷/۲۴	۲۹/۴۰ ^{ns}	۱۳۶۷	۱۴۷۹ ^{ns}	۴۹/۸	۵۰/۹ ^{ns}	۱۱۲	۲/۱۸

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

جدول ۱۳- اثرات باقیمانده مصرف سولفات منگنز بر عملکرد ماده خشک اندام هوایی (۲ بوته)، غلظت و جذب کل منگنز (سال چهارم آزمایش)

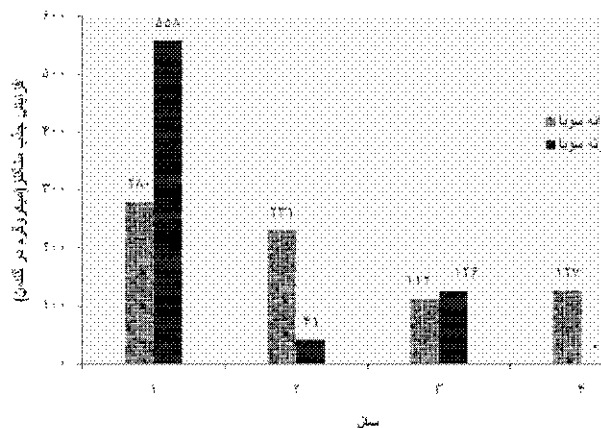
شماره خاک	عملکرد ماده خشک (گرم در گلدان)		غلظت منگنز در گیاه (میکروگرم در گرم)		جذب کل منگنز (میکروگرم در گلدان)		اضافه عملکرد (میکروگرم در گلدان)	جذب اضافی منگنز
	شاهد	تیمارشده	شاهد	تیمارشده	شاهد	تیمارشده		
۱	۳۴/۱۰	۲۶/۱۳	۱۷۲	۱۶۹	۵۸۶۵	۴۴۱۶	-۷/۹۷	-۱۴۴۹
۲	۳۱/۸۹	۱۵/۸۳	۱۷۲	۲۲۰	۵۴۸۵	۳۴۸۲	-۱۶/۰۰	-۲۰۰۲
۳	۲۴/۵۷	۲۲/۷	۲۱۹	۱۹۶	۵۳۸۰	۴۴۴۹	-۱/۸۷	-۹۳۱
۴	۲۱/۲۳	۱۶/۳۴	۲۳۹	۲۵۸	۵۰۷۴	۴۲۱۵	-۴/۸۹	-۵۸۵
۵	۳۵/۰۸	۳۲/۵۶	۲۰۵	۲۱۱	۷۱۹۱	۶۸۷۰	-۲/۵۲	-۳۲۱
۶	۲۰/۶۸	۲۴/۶۷	۲۲۵	۲۲۶	۴۶۵۳	۵۵۷۵	۳/۹۹	۹۲۲
۷	۳۴/۳۳	۲۷/۹۹	۲۲۸	۲۲۶	۷۸۱۷	۶۳۲۵	-۶/۳۴	-۱۵۰۱
۸	۲۸/۹۲	۱۶	۱۸۲	۱۴۴۰	۵۲۶۳	۲۳۰۴	-۱۲/۹۰	-۲۹۵۹
۹	۲۸/۶۹	۳۰/۸۹	۱۵۲	۱۶۰	۴۳۶۰	۴۹۴۲	۲/۲۰	۵۸۱
۱۰	۲۴/۷۴	۲۶/۴۳	۱۹۷	۱۹۴	۴۸۷۳	۲۱۴۷	۱/۶۹	۲۵۳
۱۱	۲۸/۹۱	۲۴/۲۶	۱۸۶	۱۹۲	۵۳۷۷	۴۶۵۷	-۴/۶۵	-۷۱۹
۱۲	۲۹/۰۴	۳۷/۵۳	۱۰۴	۱۰۲	۳۰۲۰	۳۸۲۸	۸/۴۹	۸۰۷
۱۳	۲۵/۲۹	۳۸/۷۲	۱۵۸	۱۳۸	۳۹۹۵	۵۳۴۳	۱۳/۴۳	۱۳۴۷
۱۴	۲۴/۷۵	۳۹/۰۱	۱۲۸	۱۶۳	۳۱۶۸	۶۳۵۸	۱۴/۲۶	۳۱۹۰
۱۵	۳۲/۷۶	۳۱/۷۳	۱۱۶	۱۳۵	۳۸۰۰	۴۲۸۳	-۱/۰۳	۴۸۳
۱۶	۲۲/۶۵	۳۱/۸۳	۱۱۰	۱۱۹	۲۴۹۱	۳۰۷۳	۳/۱۸	۵۸۲
۱۷	۳۰/۵۸	۳۷/۰۲	۱۵۶	۱۵۵	۴۷۷۰	۵۷۳۸	۶/۴۴	۹۶۷
۱۸	۲۰/۳۱	۳۱/۳۱	۱۳۰	۱۳۶	۲۶۴۰	۴۲۵۸	۱۱/۰۰	۱۶۱۷
۱۹	۳۲/۵۴	۲۷/۴۳	۹۴	۹۷	۳۰۵۸	۲۶۶۰	-۵/۱۱	-۳۹۸
۲۰	۳۱/۰۹	۲۶/۹۴	۱۵۵	۱۷۲	۴۸۱۹	۴۶۳۳	-۴/۱۵	-۱۸۵
میانگین	۲۸/۱۱	۲۷/۹۷ ^{ns}	۱۶۶	۱۷۰ ^{ns}	۴۶۵۵	۴۶۲۶ ^{ns}	-۰/۱۴	-۲۸/۲

ns- عدم اختلاف معنی دار * و ** - به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد

میانگین جذب اضافی محاسبه شد) در سال‌های مختلف بررسی و در شکل یک نشان داده شده است.

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج سال اول آزمایش، مصرف منگنز سبب افزایش معنی دار وزن خشک و جذب کل منگنز گیاه شد. مصرف منگنز غلظت منگنز گیاه را افزایش داد و لی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود. با مصرف منگنز عملکرد ماده خشک از ۱۶/۱۵ به ۲۰/۲۹ گرم در گلدان افزایش یافت. همچنین مصرف منگنز موجب افزایش غلظت و جذب کل منگنز به ترتیب معادل ۴/۵ و ۲۶/۶ درصد در اندام‌های هوایی گیاه گردید. نتایج اثرات مثبت مصرف منگنز در رشد و عملکرد سویا توسط تعدادی از پژوهشگران ارائه شده است (Asadi Kangarshahi and Cherati, 2003; Feizollahzade Ardebili et al., 2001; Gettir et al., 1985; Boswell et al., 1981; Cox, 1968). برای رسیدن به عملکرد بهینه در بیشتر خاک‌های آهکی، مصرف منگنز نیاز است اما بازیافت منگنز در این خاک‌ها به دلیل نگهداری آن روی سایت‌های ماده آلی و کربنات کلسیم بسیار پایین است (Karimian and Gholamalizadeh, 1998). با مصرف کود روی به خاک، روی به آرامی به شکل‌های غیر قابل استفاده تبدیل می‌شود ولی با پخش سطحی منگنز در خاک، منگنز



شکل ۱- میانگین تغییرات چهار ساله جذب منگنز (Mn) اضافی توسط بوته و دانه سویا

اثرات باقی مانده سولفات منگنز بر ماده خشک، غلظت و جذب کل روی در تک تک خاک‌های جمع‌آوری شده از منطقه زیر کشت سویا از سال‌های اول تا چهارم پس از مصرف سولفات منگنز در جدول‌های (۸) الی (۱۱) در ضمیمه مقاله گنجانده شده است. میانگین جذب اضافی منگنز (Mn) توسط بوته و دانه سویا (از حاصل ضرب میانگین عملکرد دانه و بوته در میانگین غلظت منگنز دانه و بوته سویا، میانگین جذب منگنز دانه و بوته سویا در تیمار شاهد و تیمار مصرف منگنز حاصل شد و سپس با کم کردن میانگین جذب تیمار مصرف منگنز از تیمار شاهد

منگنز و اکسی سولفات منگنز در هکتار در یک خاک رسی صورت گرفت. نشان داد که اثرات باقی مانده منگنز ناشی از مصرف کودهای منگنز تنها قادر است به مدت ۲ سال نیاز گیاه را تامین نماید (Mascayni and Cox, 1985). اثر باقی مانده تیمار سولفات منگنز عملکرد ماده خشک سویا را تقریباً ۲/۴۸ درصد، نسبت به شاهد، افزایش داد. اما اثر باقی مانده سولفات منگنز، بر عملکرد ماده خشک سویا قبل از گلدهی تاثیری نداشت. اثر باقی مانده سولفات منگنز، غلظت منگنز در گیاه را ۲/۹۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در سال سوم آزمایش، اثر باقی مانده مصرف منگنز عملکرد دانه سویا را ۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر باقی مانده سولفات منگنز در سال چهارم آزمایش بر وزن ماده خشک سویا قبل از گلدهی نشان داد که اثر باقی مانده سولفات منگنز، بر عملکرد ماده خشک سویا قبل از گلدهی تاثیری نداشت. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داد که به کارگیری سولفات منگنز در خاک های آهکی، نه تنها بر روی رشد و ترکیب شیمیایی اولین کشت سویا اثر می گذارد بلکه بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا در سال های بعد نیز موثر است، به طوری که عملکرد دانه، ماده خشک گیاهی، غلظت و جذب کل منگنز محصول سویا در سال دوم کشت به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت. در سال سوم آزمایش، اثر باقی مانده سولفات منگنز بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاهی تاثیر معنی داری نداشت ولی غلظت و جذب کل منگنز تحت تاثیر، اثر باقی مانده سولفات منگنز قرار گرفت. در سال چهارم آزمایش، اثر باقی مانده سولفات منگنز بر عملکرد ماده خشک گیاهی و بر غلظت منگنز گیاه تاثیر معنی داری نداشت.

REFERENCES

- Ahyae, M. 1997. Methods of soil chemical analysis. Publication 1024. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. and Cherati, A. (2003). Effect of manganese sulfate using on soybean growth and yield under greenhouse condition. In: Proceedings of 8th Iranian Soil Science Congress, Rasht, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. and Mahmoudi, M. (2000). Necessity of zinc and manganese using in citrus of west of Mazandaran. *Iranian Journal of Soil and Water Sciences*, 12(8), (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. and Mahmoudi, M. (2001). Trend of used chemical fertilizer and its consequence in Mazandaran. In: Proceedings of 7th Iranian Soil Science Congress, Shahrekord, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. and Malakouti, M.J. (2006). Calibration of Soil Mn and its Effects on the Yield of Soybean in Mazandaran Province. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37(5), 839-845. (In Farsi)
- Borzou, A. and Maftoun, M. (1999). Effect of residual zinc and its forms in growth and zinc uptake in some waterlogging calcareous soils of Fars, Iran. In: Proceedings of 6th Iranian Soil Science Congress, Mashhad, Iran. (In Farsi)
- Boswell, F. C., Ohki, K., Parker, M.B., Shuman, L. and Wilson, D.O. (1981). Methods and rates of applied manganese for soybean. *Agronomy Journal*, 73, 709-712.
- Brown, A.L., Krntz, B.A. and Martin, P.E. (1964). The residual effect of zinc applied to soils. *Soi. Science Society of America Journal*, 28, 236-238.
- Cherati, A. and Ghasemi, O. (1999). Soybean yield response as affected by potassium and micronutrients in Mazandran. In: *International Symposium on Balanced Fertilization and Crop Response to Potassium*, Tehran, Iran.
- Cox, F.R. (1968). Development of a yield response predication and manganese soil test interpretation for soybean. *Agronomy Journal*, 60, 521-524
- Emami, A. (1996). Methods of plant analysis.

موجود در کود سریعاً بر اثر فرآیند اکسایش، به اشکال غیر محلول اکسید می شود و قابلیت استفاده آن به شدت کاهش می یابد. بنابراین برای رفع کمبودهای شدید منگنز بایستی مقادیر بیشتری از کود منگنز استفاده نمود تا اثرات باقیمانده آن حداقل برای مدت یک الی دو سال نیاز گیاه را به منگنز تامین نماید (Martens and Westerman, 1991). مطالعات مختلف در مورد مصرف منگنز در یک خاک لومی شنی نشان داد که حداکثر عملکرد دانه سویا با کاربرد ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز در هکتار بصورت پخش سطحی بدست آمد ولی اثر باقیمانده ۶۰ کیلوگرم سولفات منگنز در هکتار بصورت پخش سطحی برای رفع کمبود منگنز در همین خاک برای کشت دوم محصول سویا کافی نبود (Gettier et al., 1984). بنابراین پائین بودن اثرات باقیمانده کودهای منگنز در خاک، توسط اکثر محققین گزارش شده است (Parker and Walker, 1986; Vitosh et al., 1981; Robertson and Lucas, 1976) و این محققین در اکثر موارد روش مصرف نواری و محلول پاشی کودهای منگنز دار را به روش پخش سطحی این کودها ترجیح می دهند.

اثر باقی مانده سولفات منگنز در سال دوم، موجب افزایش عملکرد دانه سویا نسبت به شاهد شد. نتایج عملکرد دانه سویا نشان داد که در سال دوم آزمایش، مصرف منگنز عملکرد دانه سویا را ۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین اثر باقی مانده سولفات منگنز بر وزن ماده خشک سویا قبل از گلدهی نشان داد که اثر باقی مانده مصرف سولفات منگنز، غلظت منگنز در گیاه را ۶/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج تحقیقی که به منظور بررسی اثرات باقی مانده ۳۰ کیلوگرم سولفات

Archive of SID

- Publication 982. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Feizollahzade Ardebili, M., Karimian, N.A., Kasraee, R. and Malakouti, M. J. (2001). Determination of suitable methods of manganese extraction and its critical level for soybean in some of south and west south soils of Tehran province. In: Proceedings of 7th Iranian Soil Science Congress, Shahrekord, Iran. (In Farsi)
- Gettier, S.W, Martens, D.C. Hollock, D. I. and Stewaert, M. J. (1984). Residual Mn and associated soybean yield response from MnSO₄ application on a sandy loam soil. *Plant Soil*. 81, 101-110.
- Gettier, S., Martens, D. C. and Donohue, S.J. (1985). Soybean yield response prediction from soil test and tissue manganese levels. *Agronomy Journal*, 77, 63 – 67.
- Gupta, V. K., Gupta, A. P. and Raj, H. (1983). Micronutrient contents and yield of lentil and maize as influenced by direct and residual application of organic manure and zinc. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 53, 226-230.
- Gupta, V. K., Gupta, A. P. and Katyal, J.C. (1986). Direct and residual effect of zinc in pearl millet-wheat pearl millet and cowpea - wheat- cowpea cropping sequence. *Journal of Indian Society of Soil Science.*, 34, 92-96.
- Karimian, N. A. and Ghanbari, A. (1990). Evaluation of different extractions for predication of plant response to applied P fertilizers in highly calcareous soils. Abst. 10th World Fertilizer Congress. CIEC.
- Karimian, N. and Gholamalizadeh, A. (1998). Manganese retention by selected calcareous soil as related to soil properties. *Communication in soil science and Plant Analysis*, 29, 1061-1070.
- Karimian, N. and Yasrebi, J. (1995). Prediction of residual effects of zinc sulfate on growth and zinc uptake of corn plant using three zinc soil tests. *Commounication in Soil Science and Plant Analysis*. 26, 277-287.
- Kshavarz, P.(1996). Selective Zn suitable exteant for zinc uptake of corn plant in Mazandran soils.M.Sc. dissertation, University of Theran, Theran, Iran.
- Lindsay, W.L. and Norvel, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42, 421- 428.
- Malakouti, M.J. and Gheibi, M.N. (1997). Determination of critical level of nutritional elements in strategic crops and correct fertilizer recommendation in Iran. Agricultural Ejuicate Publish,
- Martens, D.C. and Westerman, D.T. (1991). Micronutrient soil tests. In J.J. Mortred et al., (Ed.), *Micronutrients in agriculture*. (pp. 427-476). *Soil Science Society of American Journal* Madison, WI.
- Mascayni, H. J. and Cox. F.R (1985). Effective rates of fertilization for correcting manganese deficiency in soybeans. *Agronomy Journal*. 77, 362- 366.
- Olson, S.R. and Sommers, L.E. (1982) Phosphorus. In: A.L. Page et al.,(Ed.), *Methods of soil analysis*. Part 2. Monograph no 9. (pp. 403-430). American Journal of Agronomy, Madison, WI.
- Robertson, L.S. and R.E. Lucas . 1976 . Essential micronutrients : Zinc Michigan Coop . Extension service bulletin, E – 1012.
- Parker, M.B. and Walker, M.E. (1986). Soil pH and manganese effects on manganese nutrition of peanut. *Agronomy Journal*, 78, 614-620.
- Vitosh, M.L., Warneke, D.D., Knezek, B.D. and Lucas, R.E. (1981). Micronutrients for vegetables and field crops. Michigan Coop Extension Service Bulletin, E. 1426.
- Yasrebi, J. (1991). *Effect of residual zinc sulfate on zn forms in calcareous soils of under Doroudzan sad in Fars province and relationship of these forms with growth and zinc level in Zeamays*. M.S. dissertation, Agricultural Faculty, Shiraz University, Iran. (in Farsi)