



## بررسی اثر مقادیر و منابع مختلف کودهای آهن بر عملکرد سویا

سکینه واثقی<sup>۱</sup>، مریم ولی نژاد<sup>۱</sup>، مهران افصلی<sup>۲</sup>

### چکیده

سویا یکی از دانه‌های روغنی است که کشت آن از نظر جلوگیری از واردات روغن، جایگزینی آن با گوشت، اهمیت زیادی دارد. از آنجائیکه سویاهایی که در کشور کشت می‌شوند، به دلیل آهنی بودن این خاکها عموماً دارای کمبود آهن می‌باشند و با توجه به نقشی که آهن در گیاه سویا دارد، تحقیق حاضر جهت بررسی اثر مقادیر و منابع مختلف کودهای آهن بر عملکرد سویا بصورت آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار با ۵ تیمار (صفر، محلولپاشی ۲ و ۵ در هزارسولفات آهن و ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن)، انجام شد. بعد از انجام عملیات کاشت و داشت، برداشت از وسط هر کرت به منظور کاهش اثرات حاشیه‌ای انجام شد. و نسبت به تعیین عملکرد و اجزاء عملکرد اقدام شد و در نهایت این داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن با میانگین عملکرد ۱۸۴۵ و ۲۸۴۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم کاربرد آن در شاهد با عملکرد ۱۵۴۲ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌داری در سطح درصد نشان داد. وزن هزار دانه نیز در تیمارهای ۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن و ۵ در هزار محلولپاشی سولفات آهن افزایش معنی‌دار نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آهن، سویا، عملکرد، محلولپاشی

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سوادکوه، گروه خاکشناسی، سوادکوه، ایران

۲- موسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، گروه خاک و آب، ساری، ایران

\* مکاتبه‌کننده: (nima2000\_vaseghi @ yahoo.com)

تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: تابستان ۱۳۸۷

## مقدمه

گیاه سویا یکی از دانه‌های روغنی است که کشت آن در کشور از نظر اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به اینکه عمده واردات در کشور ما روغن می‌باشد و عمده ارز بدین صورت از مملکت خارج می‌شود بنابراین سویا یک محصول استراتژیک بوده که با افزایش عملکرد آن می‌توان از واردات روغن جلوگیری کرد. سویا علاوه بر روغن حاوی پروتئین می‌باشد که برای مصارف انسان می‌تواند جایگزین گوشت شود. همچنین کنجاله آن جهت مصرف دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرفی سویا برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست نیز حائز اهمیت است چون جزء خانواده لگومینوزها می‌باشد که با همزیستی با ریزوبیوم می‌تواند ازت هوا را تثبیت کرده و با صرفه جویی در مصرف کود ازته این گیاه در جلوگیری از آلودگی محیط زیست اهمیت دارد. سویا از بین عناصر کم‌مصرف بیش از همه به عناصر آهن، منگنز و روی نیاز دارد از آنجایی که آهن نقش مهمی در ساختمان آنزیم حاوی آهن مانند نیترورناز دارد به همین دلیل آهن نقش بسیار مهم در متابولیسم ریزوبیوم ایفا می‌کند.

کمبود آهن در بسیاری از گیاهان باعث کاهش وزن و تعداد گره‌ها می‌شود. کمبود آهن در خاک‌های آهکی به دلیل نامحلول شدن املاح آن (عمدتاً افزایش pH) مطرح است. بنابراین به دلیل آهکی بودن عمده خاک‌های ایران، بیکربنات بودن آب آبیاری و همچنین مصرف بی‌رویه کودهای فسفره (وجود فسفات بیش از اندازه در خاک جذب آهن را دشوار می‌سازد) کمبود آهن در سویا در ایران دیده می‌شود.

علائم کمبود آهن در سویا به صورت زردشدن سطح برگ‌ها (کلروز) است که به دلیل غیر پویا بودن

آهن از برگ‌های جوان شروع می‌شود. علت کلروز این است که کمبود آهن باعث کاهش تشکیل سبزینه می‌شود.

در نهایت کمبود آهن باعث کاهش فتوسنتز، کم‌شدن ماده خشک گیاهی و عملکرد دانه سویا می‌شود. بنابراین رفع کمبود آهن بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

بنابراین هدف از اجرای این تحقیق بررسی افزایش عملکرد سویا با استفاده از مقادیر و منابع مختلف کودهای آهن می‌باشد.

کلروز کمبود آهن باعث ایجاد شرایط محدودکننده رشد سویایی که در مناطق با pH بالا (بالای ۷/۵) رشد می‌کند، می‌گردد. در تحقیقی توسط

(Hodson et al, 2004). تأثیر کاربرد آهن روی رنگ برگ‌ها، فتوسنتز، ماده خشک گیاهی و عملکرد دانه سویا بررسی شد که در این مطالعه نشان داده شد کلات آهن (۲۰ kg/ha) اضافه شده به خاک قبل از کاشت باعث افزایش  $Fe^{+2}$  در برگ‌ها به بالاتر از ۴۲٪ و نیز افزایش ماده خشک برگ‌ها به بالاتر از ۴۶٪ و نیز افزایش ۹٪ محصول دانه گردید. نتایج آزمایشات (Hollen et al, 2004) نشان داد که گیاه سویا نسبت به محلول پاشی تیمارهای مختلف آهن در سطوح مختلف واکنش مثبت نشان می‌دهد. در حال حاضر بیشتر تحقیقات (Franzen et al., 2010) بر استفاده از محلول پاشی آهن جهت رفع کمبود آهن اعتقاد دارند.

در مطالعه دیگر توسط Bronson (2000) گزارش شد که محلول پاشی آهن (Fe-EDDHA) در سویاهای کلروزه به طور قابل توجهی باعث سبز شدن گیاه شد و آهن محلول در برگ‌ها از ۱۰۴ به ۱۴۶ افزایش یافت. استفاده از سولفات آهن زمانی که

نمک‌های محلول بیشتر و Fe-DTPA کمتر از نشانه‌های مهم کلروز در سویا هستند (Edwin, 2001). این پارامترها نشان می‌دهد که کلروز در اثر مجموعه این عوامل ایجاد می‌شود و فقط به کمبود آهن قابل دسترس محدود نمی‌گردد.

در آزمایش دیگری که توسط Goos *et al* (1998) انجام شد. ۳ واریته سویا (Glacier, Traill, concil) با دو سطح محلول پاشی (شاهد و دو سطح (Fe-EDTA) و دو سطح تیمار دانه (شاهد و تیمار دانه Fe-EDDHA) آزمایش شدند. نتایج نشان داد که واریته Glacier حساس‌ترین و واریته Traill مقاوم‌ترین واریته نسبت به کمبود آهن بودند. محلول پاشی به‌طور واضح (در سطح ۰/۰۵) کلروز را در دو مکان کاهش داد. تیمار دانه با EDDHA کلروز را کاهش نداد.

عملکرد دانه به‌طور واضح برای واریته‌ها متفاوت بود. به‌طور متوسط در تیمار آهن عملکردها به‌ترتیب برای واریته‌های Glacier, Council, Traill، ۲۲۰۳، ۱۹۱۳، ۱۳۶۱ کیلوگرم در هکتار بود و تیمار دانه افزایش عملکردی نشان نداد.

تحقیقی توسط Gimain & Goos (2001) که در آن حلالیت ۱۲ نوع کود آهن باهم مقایسه گردید نشان داد که Fe-EDDHA موثرترین کود برای خاک‌های آهکی است و در تمام طول مدت آزمایش مقداری آهن در محلول خاک وجود داشت.

هدف از اجرای این تحقیق بررسی مقادیر و منابع مختلف کود آهن بر عملکرد سویا می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی قراخیل قائمشهر اجرا شد. این منطقه، منطقه عمده سویاکاری در مازندران محسوب شده و

به‌صورت محلول پاشی استفاده گردد نتایج مشابهی دارد (استفاده از سولفات آهن از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر است). سولفات آهن نباید به خاک اضافه شود چون در شرایط تهویه خوب و با افزایش پتانسیل اکسید و احیا  $Fe^{+2}$  موجود در سولفات آهن تبدیل اکسید آهن سه ظرفیتی می‌شود که قابل استفاده گیاه نیست.

کاربرد محلول پاشی زمانی که درجه حرارت هوا و باد جذب را کاهش می‌دهند موثر نمی‌باشد و نیز معمولاً محلول پاشی باید بیش از یکبار انجام شود. زمان شروع محلول پاشی بعد از مشاهده اولین کلروز می‌باشد، به فاصله ۷ تا ۱۰ روز تا زمانی که رنگ نرمال ظاهر شود. محلول پاشی باید در صبح یا غروب انجام گیرد یعنی زمانی که درجه حرارت پایین، رطوبت بالا و باد ملایم است.

مطالعات دیگر توسط Goos *et al* (2001) نشان داد که در خاک‌های شور و قلیایی حتی با بهترین مدیریت، کلروز آهن در سویا مشاهده می‌شود ولی خاک‌های آهکی با مدیریت خوب می‌توانند محصول خوبی تولید کنند.

Goos & Johnson (2000) در یک آزمایش مزرعه‌ای دقیق با مقایسه عملکرد سویا در مناطقی با کلروز شدید، متوسط و کم نشان دادند که کمبود آهن باعث کاهش عملکرد در حد ۲۴٪ در محصول سویا گردید. گرچه عمده محصولات از واریته مقاوم به کمبود آهن انتخاب شده بودند و همچنین در این آزمایش نشان داده شد که رشد گیاهان کلروزه متوقف گردیده و نودول‌های کمی توسعه یافت (نسبت به گیاهان غیر کلروز). در مقایسه با مناطق غیر کلروز، خاک مناطق کلروز، دارای رطوبت و غلظت نمک‌های محلول و کربنات بالاتر و غلظت Fe-DTPA پایین‌تری بودند. پس درصد رطوبت و

عملیات داشت شامل آبیاری، مصرف سم و علف کش، وجین، مبارزه با آفت‌ها و بیماری‌ها در تمام کرت‌های آزمایشی انجام شد. پس از رسیدن محصول برداشت از وسط هر کرت (برای از بین بردن اثرات حاشیه) برداشت انجام و مقدار عملکرد دانه هر کرت براساس کیلوگرم در هکتار تعیین شد. همچنین با نمونه‌گیری از سویاهای هر کرت نسبت به اندازه‌گیری اجزاء عملکرد اقدام گردید و بعد از جمع‌آوری نتایج تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT و Excel انجام شد.

### نتایج

#### خصوصیات خاک محل تحقیق

نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان می‌دهد که pH خاک محل مورد آزمایش در حدود ۸ بوده همچنین در این خاک میزان فسفر قابل جذب به روش اولسن و نیز درصد آهک بالا می‌باشد. در چنین شرایطی احتمال بروز کمبود آهن در این منطقه وجود دارد.

دارای شرایطی (pH بالا) است که احتمال بروز کمبود آهن در آن وجود دارد. رقم سویا از رقم غالب کشت در منطقه انتخاب شده (سحر) است. آماده‌کردن زمین براساس اصول علمی انجام شد و پس از پیاده‌کردن نقشه طرح و انجام کرت‌بندی نسبت به اعمال تیمارهای کودی اقدام گردید. قبل از اعمال تیمارهای کودی، نمونه مرکب سطحی از قطعات تهیه و تجزیه‌های لازم (تعیین بافت، ماده آلی، EC، SP، TNV، فسفر، منگنز، آهن و روی) بر روی آنها با استفاده از روش‌های رایج در مؤسسه تحقیقات خاک و آب مازندران، در همین مؤسسه انجام شد (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار صفر ( $T_0$ )، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ( $T_1$ ،  $T_2$ ) و محلول پاشی ۲ و ۵ در هزار سولفات آهن ( $T_3$ ،  $T_4$ )، محلول پاشی سولفات آهن یک ماه پس از کشت تا رفع کامل علائم کمبود، در چهار تکرار پیاده شد. اندازه کرت‌های مورد آزمایش ۳×۴ متر و کاشت بذر در فاصله ردیف مطابق عرف و توصیه‌های عمومی منطقه انجام گردید. (قبل از کشت بذرها با باکتری ریزوبیوم آغشته شدند). سایر کودها نیز باتوجه به توصیه‌های موجود برای سویا مصرف گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق	E.C (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	بافت	درصد								
				O.C	T.N.V	K	P	Fe	Mn	Zn		
۰-۳۰	۰/۸۸	۸/۰۴	CL	۴۴	۲/۶	۱۵۵	۳۹	۱۰/۵	۶/۴۵	۲/۱۹	۲/۹۷	۲۸۶

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات مورد اندازه گیری

میانگین مربعات		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درجه آزادی	منبع تغییرات
وزن هزاردانه (گرم)	تعداد غلاف			
۱۱/۶۵ns	۲۱۹/۸۸ns	۱۱۸۲۸ns	۳	تکرار
۰/۲۳۵*	۲۹۷/۳*	۹۲۳۸۰۸*	۴	سطوح کودی
۴۹/۵۶	۷۴/۳۵	۱۰۹۵۱۰	۱۲	خطای کل

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد سویا در تیمارهای مختلف

وزن هزار دانه (گرم)	تعداد غلاف	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	تیمارها
۱۳۶b	۲۸c	۱۵۴۲b	T <sub>0</sub>
۱۳۹b	۴۵A	۱۸۴۵b	T <sub>1</sub>
۱۵۲a	۴۵a	۲۸۴۵a	T <sub>2</sub>
۱۳۸b	۲۷C	۱۶۵۴b	T <sub>3</sub>
۱۵۰a	۳۴b	۱۸۱۹b	T <sub>4</sub>

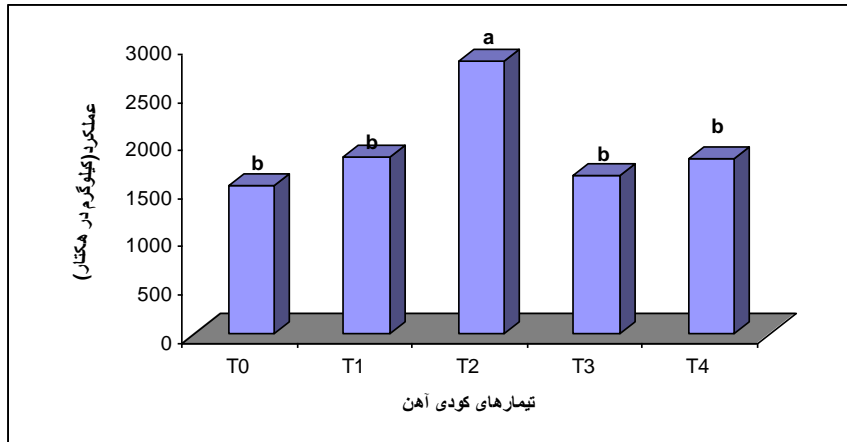
نیز بین تیمارهای مختلف T<sub>0</sub> , T<sub>3</sub> , T<sub>4</sub> از لحاظ آماری تفاوت معنی دار دیده نشد (نمودار ۱). در حال حاضر بیشتر تحقیقات بر استفاده از محلول پاشی آهن جهت رفع کمبود آهن اعتقاد دارند. استفاده از سولفات آهن زمانی که به صورت محلول پاشی استفاده گردد نتایج مشابهی دارد (استفاده از سولفات آهن از نظر اقتصادی به صرفه تر است).

هرچند در این آزمایش محلول پاشی سولفات آهن با غلظت پایین تأثیر بر عملکرد نداشت ولی محلول پاشی با غلظت بالای آهن باعث افزایش عملکرد شد که البته این افزایش عملکرد از نظر آماری معنی دار نگردید.

### عملکرد

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد سویا معنی دار گردید.

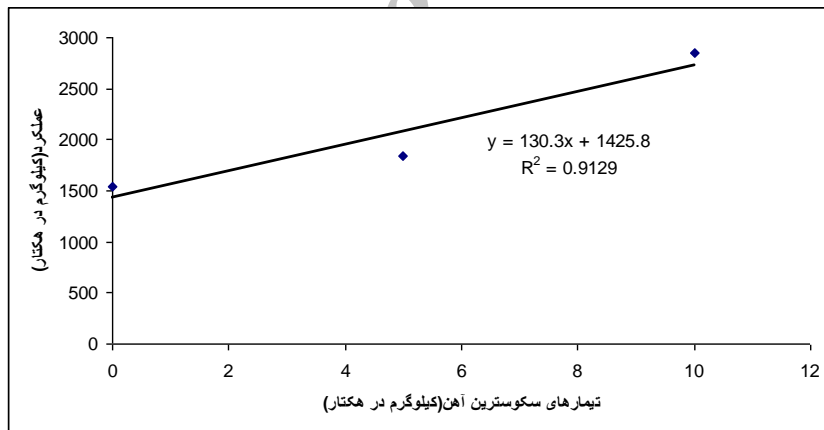
مقایسه میانگین مربوط به صفت عملکرد (جدول ۳) نشان می دهد که کاربرد ۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن (تیمار T<sub>2</sub>) با میانگین عملکرد ۲۸۴۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم کاربرد آن (T<sub>0</sub>) با عملکرد ۱۵۴۲ کیلوگرم در هکتار، افزایش نشان داد که این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی دار شد. تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن و محلول پاشی ۵ در هزار سولفات آهن (T<sub>4</sub> , T<sub>1</sub>) نیز نسبت به شاهد افزایش عملکرد نشان دادند ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نگردید و



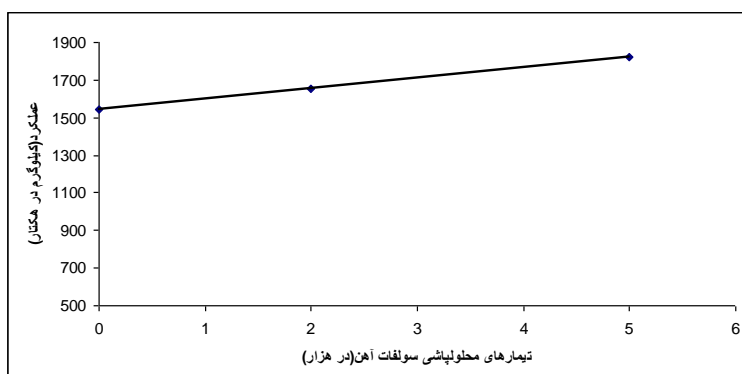
نمودار ۱- مقایسه میانگین عملکرد گیاه سویا در سطح مختلف کودهای سکوسترین آهن و محلول پاشی سولفات آهن با آزمون LSD

شاخص با افزایش میزان مصرف کلات آهن و سولفات آهن می‌باشد.

معادله همبستگی بین سطوح مختلف مصرف سکوسترین آهن و سولفات آهن با عملکرد گیاه (نمودار ۲ و ۳) نشان‌دهنده روند افزایشی این

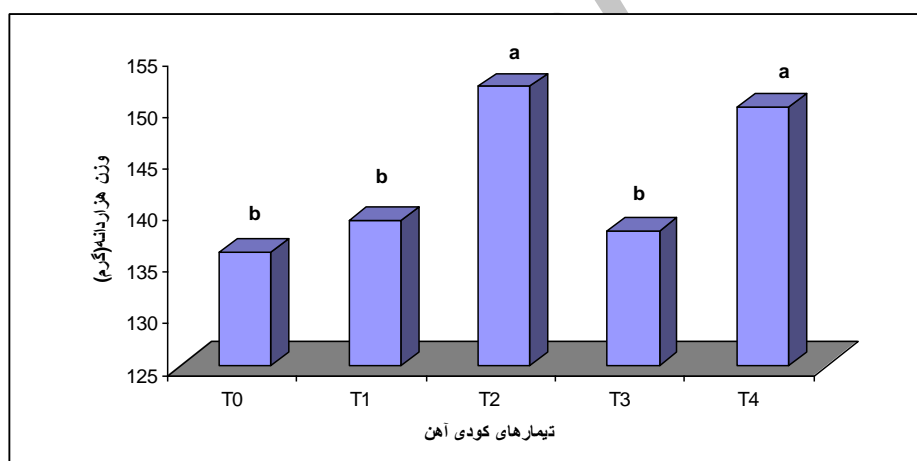


نمودار شماره ۲- خط رگرسیونی نشان‌دهنده روند تغییرات داده‌های عملکرد با سطوح مختلف کاربرد کلات آهن



نمودار ۳- خط رگرسیونی نشان‌دهنده روند تغییرات داده‌های عملکرد با سطوح مختلف محلول پاشی سولفات آهن

اجزاء عملکرد  
الف) وزن هزاردانه



نمودار ۴- مقایسه میانگین وزن هزاردانه در تیمارهای مختلف کاربرد کود آهن از طریق آزمون LSD

در این نمودار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

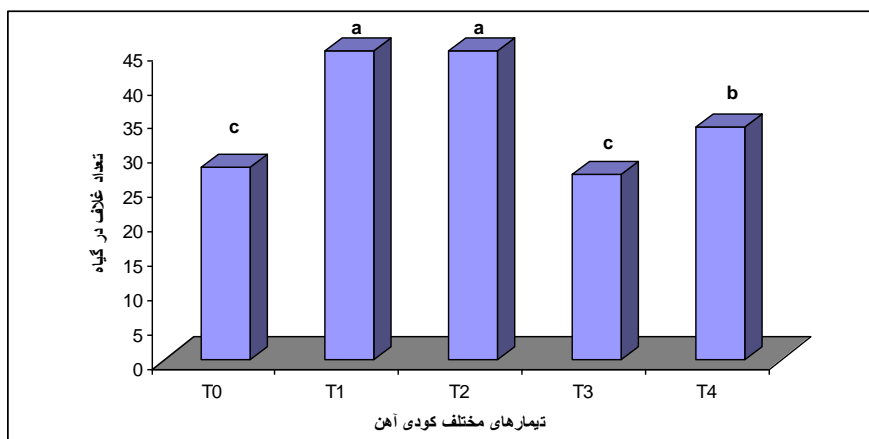
سولفات آهن افزایش یافت که این افزایش از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید ولی بین این دو تیمار تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳). تیمارهای ۲ در هزار سولفات آهن و ۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار نشان نداده‌اند. این نتایج نشان می‌دهد که

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای کودی آهن بر وزن هزاردانه معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD نشان داد که وزن هزاردانه از مقدار ۱۳۶ در شاهد به ۱۵۲ و ۱۵۰ گرم به ترتیب در تیمارهای ۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن و ۵ در هزار محلول‌پاشی

مطابق جدول تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کودی آهن بر تعداد غلاف در گیاه معنی دار شد (جدول ۲).

سطوح بالاتر مصرف سکوسترین آهن و نیز محلول پاشی با غلظت‌های بالاتر سولفات آهن می‌تواند در افزایش وزن هزاردانه موثر باشد.

### ب) تعداد غلاف در گیاه



نمودار ۵- مقایسه میانگین تعداد غلاف‌های گیاه در تیمارهای مختلف کاربرد آهن از طریق آزمون LSD در سطح ۵٪ در این نمودار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند.

### بحث و نتیجه‌گیری

براساس داده‌های به دست آمده از نتایج تیمار مصرف ۱۰ کیلوگرم سکوسترین در هر هکتار نسبت به تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین نیز اختلاف عملکرد معنی دار نشان می‌دهد که باتوجه به میزان درصد آهن و همچنین میزان فسفر قابل جذب بالا در خاک محل مورد آزمایش که از عوامل محدودکننده جذب آهن می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که به مقدار آهن بیشتری از نظر وزنی جهت تأمین عملکرد مناسب در خاک‌هایی با ویژگی خاک محل مورد آزمایش نیاز می‌باشد.

علی‌رغم اینکه محلول پاشی از روش‌های برطرف نمودن کمبود عناصر غذایی برای گیاه می‌باشد از نتایج به دست آمده چنین به نظر می‌رسد

مقایسه میانگین تعداد غلاف در گیاه (جدول ۳) نشان می‌دهد که کاربرد تیمارهای ۱۰ و ۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) نسبت به تیمار شاهد (T<sub>0</sub>) باعث افزایش تعداد غلاف از ۲۸ در تیمار شاهد به ۴۵ در تیمار T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> گردید که این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی دار شد. تیمار محلول پاشی ۵ در هزار سولفات آهن (T<sub>4</sub>) نیز نسبت به شاهد افزایش معنی دار نشان داد. تیمار ۲ در هزار سولفات آهن (T<sub>3</sub>) نسبت به شاهد افزایش نشان نداد که این امر می‌تواند نشان دهنده این باشد که تیمارهای کودی کلات آهن نسبت به سولفات آهن از لحاظ اثر بر تعداد غلاف در گیاه موثرتر بوده‌اند.



سویا از گیاهانی می‌باشد که قادر به جذب آهن به فرم معدنی دو ظرفیتی می‌باشد بنابراین افزایش عملکرد سویا با افزایش فرم کلاته آهن، طبیعی به نظر می‌رسد و با نتایج تحقیقات Hodson *et al* (2004) همخوانی دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد سکوسترین آهن که فرم آلی و قابل جذب آهن توسط گیاه می‌باشد، می‌تواند باعث افزایش عملکرد گردد. نتایج آزمایشات Hollen *et al* (2004) نیز نشان داد که گیاه سویا نسبت به تیمارهای مختلف آهن در سطوح مختلف واکنش مثبت نشان داد. رونقی و همکاران (۱۳۸۲) در یک آزمایش گلخانه‌ای به این نتیجه رسیدند که مصرف آهن به فرم FEEDDHA در برخی ژنوتیپ‌های سویا که نسبت آهن به منگنز در اندام هوایی آنها در تیمار شاهد از حدود ۰/۴ کمتر بود سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی گردید و کاربرد آهن در افزایش وزن خشک دانه نیز در برخی ژنوتیپ‌ها موثر واقع شد.

بین دو روش مصرف کود آهن، مصرف خاکی آن نسبت به روش محلول‌پاشی در افزایش عملکرد موثرتر می‌باشد و این تأثیر نیز در افزایش عملکرد از طریق افزایش وزن هزاردانه می‌باشد.

### پیشنهادات

پیشنهاد می‌شود سطوح دیگر تیمارهای کودی کلات‌های آهن (با دامنه تغییرات بیشتر) و نیز محلول‌پاشی با غلظت‌های بالاتر سولفات آهن در تعداد بیشتری از مزارع سویاکاری اعمال گردد تا حد بهینه مصرف آهن در سویا جهت نیل به افزایش عملکرد و کیفیت سویا با اطمینان بیشتری تعیین گردد.

که باتوجه به تأثیر محلول‌پاشی در افزایش وزن هزاردانه و عدم تأثیر آن در تعداد غلاف نیاز به تامین آهن موردنیاز در مراحل اولیه رشد با غلظت بیشتری می‌باشد چراکه محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار سولفات آهن یک ماه بعد از کشت تأثیر معنی‌دار در وزن هزاردانه گذاشته است ولی موجب افزایش تعداد غلاف نشده است (نمودار ۴ و ۵).

معادله همبستگی بین سطوح مختلف مصرف سکوسترین آهن و سولفات آهن با عملکرد گیاه (نمودار ۲ و ۳) نشان‌دهنده روند افزایشی این شاخص با افزایش میزان مصرف کلات آهن و سولفات آهن می‌باشد که می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کود آهن باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد سویا می‌گردد که می‌تواند به دلیل نقش آهن در سیستم آنزیمی مثل کاتالاز، پراکسیداز، سیتوکروم اکسیداز و سیتوکروم مختلف است که در صورت کمبود آهن کاهش در فعالیت همه این آنزیم به وجود می‌آید. در نهایت کمبود آهن باعث کاهش فتوسنتز و کاهش عملکرد می‌گردد.

آهن یکی از مهم‌ترین عناصر کم‌مصرف است سویا از بین عناصر کم‌مصرف بیش از همه به عناصر آهن، منگنز و روی نیاز دارد. در نهایت کمبود آهن باعث کاهش فتوسنتز، کم‌شدن ماده خشک گیاهی و عملکرد دانه سویا می‌شود، بنابراین رفع کمبود آهن بسیار حائز اهمیت است و می‌تواند باعث افزایش عملکرد گردد.

باتوجه به درصد بالای آهن و pH بالا که باعث کاهش قابلیت جذب آهن می‌شود و نیز با عنایت به اینکه فسفر این خاک بسیار بالاست و مقدار فسفر بالا در خاک باعث رسوب فسفات آهن در سطح خارجی ریشه شده و اختلال در تحرک آهن در خاک و در داخل گیاه ایجاد می‌کند و نیز باتوجه به اینکه

## منابع

- احیایی، م.ع.، و ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه خاک. چاپ اول. نشریه فنی شماره ۸۹۳. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران
- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران
- جلیل شش بهره، م.، و م. موحدی. ۱۳۸۹. تأثیر محلول پاشی عناصر روی و آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی
- سالار دینی، ع.ا. ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران
- فوت، ا.ج.دی.، و بی. جی. الیس. ۱۳۷۶. حاصلخیزی خاک. ترجمه فرشید نوربخش و مصطفی کریمیان اقبال. چاپ اول. انتشارات غزل اصفهان.
- ملکوتی، م.ج.، و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک های مناطق خشک و نیمه خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس
- ملکوتی، م. ۱۳۷۸. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ چهارم. دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس.
- ملکوتی، م.، و م. غیبی. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. چاپ دوم. نشر آموزش کشاورزی
- ملکوتی، م.، و م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغزی ها در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تاثیر کلان». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- نوربخش، ف.، و م. کریمیان اقبال. ۱۳۷۵. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Bernal, M., et al. 2006. Foliar and root Cu supply affect differently Fe- and Zn-uptake and photosynthetic activity in soybean plants. *Environment and Experimental Botany*. Copyright (2006) Elsevier B.V.
- Franzen, D.W., and J.H. Obarr. 2010. Interaction of a foliar application of iron and three pre-emergence broad leaf herbicides with soybeans stressed from chlorosis. *Journal Of Plant Nutrition*. 26(12):2365-3274.
- Bronson, K. 2000. Correcting Iron deficiencies in soy bean with foliar Iron fertilizer. *journal of plant nutrition*. 22:879-888.
- Edwin, J. 2001. Soybean chlorosis management. United states department of Agriculture.

- Franzen, D.W.** 1999. Soybean soil fertility. North Dakota State University Publication. SF-1164. Iron Deficiency of soybean in the upper Midwest and Associated soil-properties. *Agronomy Journal*. 2003. 95: 1593-1601.
- Francisco, R., et al.** 2003. Simultaneous Fe and Cu-deficiency synergically accelerates the induction of several Fe-deficiency stress responses in strategy I plants. *Plant physiology and Biochemistry*. Volum 41. Issue pages 821-827.
- Goos, J., and B. Johnson.** 2000. A comparison of three methods for redacting Iron-deficiency chlorosis in soybean. *Agronomy Journal*. 2000. 92: 1135-1139.
- Goos, J., and B. Johnson.** 1998. Seed Treatment seeding rate., and cultivar affects on Iron deficiency chlorosis of soybean. *Journal of Plant Nutrition*. 24 (8): 1255-1268.
- Goos, J., and S. Gemain.** 2001. Solubility of 12 Iron fertilizer products in Alkaline soils. *Soil science and plant Analysis*. 32: 2317-2323.
- Hill, J.** 2001. Nutrient requirement and up take by plant. University of Science and Technology.
- Hodson, A., and E. Rogers.** 2004. Iron deficiency depresses growth of irrigated soybean and pigeon pea on vertisols of northern N.S.W. 2004. *Australian journal of Agricultural research*. 43(3): 635-644.
- Hollen, K.** 2004. Iron deficiency chlorosis on soybean. *Agronomy j.* 34:1453-1460.
- Moraghan, J.T.** 1985. Manganese deficiency in soybean as affected by FeEDDHA and low soil temperature. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 1584-1586.
- Moraghan, J.T., and H.J. Mascagni.** 1991. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. P.371-426. In J.J. Mortvedt et al. (ed). *Micronutrients in agriculture*. Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, WI.
- Mortvedt, J.J.** 1991. Correcting iron deficiencies in annual and perennial plants: Present technologies and future prospects. *Plant Soil* 130: 273-279.
- Roomizadeh, S., and N. Karimian.** 1996. Manganese-iron relationship in soybean growth in calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 19: 397-406.
- Robello, E.** 2007. Iron role in oxidative metabolism of soybean axes upon growth Effect of iron over load. *Plant science*. 01.003.