شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مقایسه اثر بخشی کود فولوات آهن و کلات سکوسترین آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در مازندران

مهران افضلی[۱*]، فریدون نورقلی پور[۳]، ساره رجبی [۳]

[۱] عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

[۲] عضو هیأت علمی بخش تحقیقات شیمی و حاصلخیزی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج

[۳] دکتری بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده

کلروز آهن یا زرد برگی شایع‌ترین کمبود تغذیه‌ای گیاهان و از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده رشد گیاه در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد خاک‌های کشاورزی جهان است. به‌منظور مقایسه اثربخشی کود فولوات آهن با منشأ کود دامی "کود گاوی پوسیده" و مقایسه آن با کلات سکوسترین آهن بر عملکرد دانه و اجزا عملکرد سویا (*Glycine max* L.) پژوهشی مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار کودی در دو مکان آزمایش در سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران اجرا گردید. تیمارها شامل: ۱- شاهد (بدون مصرف کود آهن)؛ ۲- تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه شده با مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن؛ ۳- تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه شده با محلول‌پاشی کود فولوات آهن؛ ۴- تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه شده با مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن و ۲۵درصدآهن توصیه شده با محلول‌پاشی کود فولوات آهن؛ ۵- تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه شده با مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن و ۵۰ درصد آهن توصیه شده با محلول‌پاشی کود فولوات آهن و ۶- مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن برای تأمین ۲۵ درصدآهن توصیه شده به‌علاوه محلول‌پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه شده بودند. نتایج نشان دادکه اثر کاربرد کود آهن بر ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). همچنین نتایج نشان داد که مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن برای تأمین ۲۵ درصدآهن توصیه شده به‌علاوه محلول پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه شده با ۲۰درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد اثرات سودمندی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا داشت.

کلمات کلیدی: کود آهن، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، سویا

مقدمه

آهن یکی از عناصر کم‌نیاز شناخته شده برای سلامت انسان و گیاهان زراعی است (Briat و همکاران، ۲۰۱۵). کلروز آهن یا زرد برگی شایع‌ترین کمبود تغذیه‌ای گیاهان و از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده رشد گیاه در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد خاک‌های کشاورزی جهان است (Ylivainio, 2010). مهم‌ترین عامل ایجاد سبز زردی گیاه در خاک‌های آهکی، یون بیکربنات، بوده که منجر به کاهش قابلیت جذب آهن و در نتیجه کاهش فتوسنتز و عملکرد محصول می‌گردد.

مواد هیومیکی شامل سه بخش اصلی یعنی اسیدهای فولویک، اسید های هیومیک و هیومین می‌باشند که از منابع مختلفی نظیر خاک، لیگنیت‌های اکسیده شده و ترکیبات آلی گیاهی و جانوری استخراج می‌شوند. اسید فولویک، ترکیبی از هیومین خاک با گروه عملکردی بسیاری می‌باشد که توانایی بالایی در ایجاد پیوند با فلزات را دارد. اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰ کیلو دالتن به سبب تشکیل کمپلکس پایدار محلول با عناصر کم‌مصرف می‌تواند نقش مهمی در افزایش فراهمی جذب عناصر غذایی ایفاء کند (Michael ,2001).

برخی مطالعات بر اثربخشی مثبت نمک‌های اسید فولویک (نظیر فولوات آهن) بر رشد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه تأکید داشته است. در مطالعات Rauthan و Schnitzer (۱۹۸۱) گزارش کردند که با افزایش اسید فولویک تا غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به محلول غذایی گیاه خیار جذب عناصر K, Ca, Mg, P و N در اندام هوایی فزونی یافت و ماکزیمم جذب عناصر غذایی و رشد گیاه در غلظت ۳۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید

* ایمیل نویسنده مسئول: mehran_afzalichali@yahoo.com

فولیک مشاهده شد. همچنین Linehan و Shepherd (۱۹۷۹) مشاهده کردندکه افزایش اسید فولویک به محلول غذایی با بیش از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر، جذب آهن را در گندم افزایش داد.

بسیاری از محصولات کشاورزی مانند درختان مرکبات و میوه به کمبود آهن حساس هستند ولیکن یکی از مهم‌ترین مطالعات کمبود آهن در گیاهان زراعی با استراتژی I بر روی گیاه سویا (*Glycine max* L.) است (Fuentes و همکاران، ۲۰۱۸). دانه‌های روغنی، از جمله مواد غذایی ضروری و مورد نیاز بشر به‌شمار می‌روند که با فرآورده‌های مختلف خود نه تنها قسمتی از نیازهای غذایی جوامع بشری را تأمین می‌نمایند، بلکه در مصارف صنعتی و دامی کاربرد گسترده‌ای دارند. گیاه سویا با عملکرد ۲۳۰ میلیون تن در سال در سراسر جهان) با دارا بودن ۴۰ درصد پروتئین و ۲۰ درصد روغن یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی محسوب می‌شود (Vasconcelos and Grusak, 2013). در بین گیاهان روغنی، سویا با ۳۹۵۳۷ هکتار به عنوان مهم‌ترین گیاه روغنی، از نظر تولید و سطح زیر کشت رتبه دوم در کشور را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶). با توجه به آهکی بودن اکثر خاک‌های زراعی و رایج بودن کمبود آهن در این خاک‌ها و با توجه به قیمت زیاد کودهای سکوسترین آهن و اطلاعات کم موجود در زمینه فواید کاربرد فولوات آهن در خاک‌های کشور، این تحقیق با هدف تعیین میزان اثر بخشی فولوات آهن و همچنین مقایسه آن با کود کلات سکوسترین آهن انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی مقایسه اثر بخشی کود فولوات آهن و سکوسترین آهن بر عملکرد، اجزای عملکرد سویا، آزمایشی به صورت مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار در سه تکرار در دو ایستگاه تحقیقات بابع‌کلا و دشت ناز انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- شاهد (بدون مصرف کودهای آهن)؛ ۲- مصرف خاکی کود سکوسترین آهن برای تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه (۱۲/۵کیلوگرم در هکتار) ؛ ۳- محلول پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه (غلظت پنج در هزار)؛ ۴- مصرف خاکی کود سکوسترین آهن ۱۳۸ برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه (۹/۳۸ کیلوگرم در هکتار) به‌علاوه محلول‌پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۲۵درصدآهن توصیه (غلظت ۱/۲۵ در هزار)؛ ۵- مصرف خاکی کود کلات آهن سکوسترین ۱۳۸ برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار) به‌علاوه محلول‌پاشی کود فولوات برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (غلظت ۲/۵ در هزار) و ۶- مصرف خاکی کود کلات آهن سکوسترین ۱۳۸ برای تأمین ۲۵ درصد آهن توصیه (۳/۱۳ کیلوگرم در هکتار) به‌علاوه محلول پاشی کود فولوات برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه (غلظت ۱/۲۵ در هزار) بودند. مکان دو ایستگاه تحقیقاتی به‌عنوان بلوک‌های طرح آزمایشی در نظر گرفته شدند. در فروردین ماه، پس از عملیات آماده سازی زمین (شخم، دیسک) قبل از کاشت، یک نمونه مرکب خاک تهیه، مقدار ماده آلی (Walkley & Black, 1934)، کربنات کلسیم معادل (Pansu & Gautheyrou, 2006)، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، غلظت عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، مس، روی و منگنز و بافت خاک (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). با توجه به خصوصیات خاک و پتانسیل عملکرد، بر اساس آزمون خاک کود پایه مصرف شد. فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و نیتروژن منبع اوره استفاده شد. بذر سویا رقم ویلیامز پس از تلقیح با ریزوبیوم به وسیله دست کشت شد. کود سکوسترین آهن پیش از آبیاری سوم به صورت پخش سطحی و کود فولوات آهن به صورت محلول‌پاشی در مرحله رشد V3 انجام شد (Fehr and Caviness, 1977). قبل از برداشت ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

مکان آزمایش	بافت خاک	pH عصاره اشباع	شوری (دسی زیمنس بر متر)	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	روی	منگنز	کربنات کلسیم معادل	ماده آلی
			میلی‌گرم در کیلوگرم							درصد	
بایع کلا	رسی	۷/۹۰	۰/۸۴۰	۱۴/۵۰	۳۲۴	۷/۴۰	۱/۶۴	۱/۳۴	۲/۷۸	۱۴/۲۰	۱/۳۲
دشت‌ناز	رسی	۷/۴۰	۰/۶۰۰	۱۶/۶۰	۲۶۳	۶/۸۰	۰/۹۶۰	۱/۹۰	۲/۴۸	۱۵/۶۰	۱/۷۲

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد کود آهن بر بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد؛ ولیکن تیمار مکان آزمایش تنها بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد کود آهن موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود آهن) شد ولی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد. بالاترین ارتفاع بوته (۸۷ سانتی‌متر) در تیمارهای ۳ و ۵ (محلول‌پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه (غلظت پنج در هزار) و مصرف خاکی کود کلات آهن سکوسترین ۱۳۸ برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار) به‌علاوه محلول‌پاشی کود فولوات برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (غلظت ۲/۵ در هزار) در منطقه دشت‌ناز مشاهده شد (جدول ۳). هم چنین بررسی نتایج نشان داد که به‌طور متوسط اختلاف ارتفاع حاصل از کاربرد آهن صرف‌نظر از نوع آن نسبت به تیمار شاهد حدود پنج درصد بیشتر بود. Goos و Johnson (۲۰۰۰) نتیجه‌گیری نمودند که با کاربرد کود آهن، ارتفاع بوته نسبت به شاهد افزایش یافت.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کود آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در دو مکان آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
مکان	۱	۱/۶۵۰ ns	۰/۱۷۳ ns	۱/۸۱۳ ns	۲۱/۳۸۰**
بلوک در مکان (خطای a)	۴	۶۶/۲۶	۳۱۰/۶۱۱	۲۸۷/۴۲	۲۵۵۵۲/۹
تیمار	۵	۸/۳۹**	۵/۷۷**	۲۲/۳۳**	۷۷/۰۸**
تیمار* مکان	۵	۰/۲۳۱ ns	۰/۱۴۶ ns	۵/۲۲**	۵/۵۴**
خطای b	۲۰	۱۴۵/۱۸	۱۴۲/۲۱	۱۰۸/۰۳	۴۳۷۷۸/۱۰
کل	۳۵	۱۲۵/۲	۸۳۳۵۰/۲	۱۸۷۱۸/۷	۱۹۵۹۳۱۸۹/۰
درصد تغییرات (CV)	-	۲۰/۶۳	۲۳/۹۶	۷/۱۱	۶/۵۵

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد.

با توجه به نتایج، اثر متقابل دو فاکتور مکان و تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه سویا در بوته معنی‌دار گردید. بیشترین وزن هزار دانه از تیمار چهارم (۷۵٪ سکوسترین + ۲۵٪ فولوات) حاصل شد که تفاوت آن با شاهد منطقه دشت ناز معنی دار نبود ولی تفاوت تیمار دوم در منطقه بایع کلا تنها با تیمار شاهد این منطقه معنی‌دار بود. همچنین بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار سوم و ششم در منطقه بایع کلا حاصل شد که تفاوت آن با شاهد دو منطقه معنی‌دار بود و این می تواند از دلایل تولید عملکرد بیشتر باشد به طوری‌که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ششم در هر دو منطقه بایع کلا و دشت‌ناز حاصل شد که در منطقه دشت ناز تفاوت معنی‌داری با شاهد منطقه داشت (جدول ۳).

محققین در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر اسید فولویک را بر وزن خشک و تر و عملکرد یولاف بررسی کردند و دریافتند که وزن خشک گیاه بطور معنی-داری افزایش یافت (Mishra و Srivastava، ۱۹۹۸). همچنین سبزواری و کافی (۱۳۸۸) در تحقیقی بیان کردند استفاده از اسید هومیک سبب افزایش وزن بیولوژیک تعداد دانه، وزن هزاردانه و تعداد سنبله در بوته گندم شد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که صرف‌نظر از نوع کود آهن مصرفی، در شرایط اجرای این آزمایش، تأثیر کاربرد کود آهن بر شاخص‌های مورد بررسی مثبت و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد (بدون کاربرد کود آهن) گردید. از سویی، به دلیل معنی‌دار نبودن دو نوع کود آلی آهن مصرفی و هم چنین با توجه به هدف مورد انتظار از این پژوهش،کود مایع فولوات آهن می‌تواند از نقطه نظر کاربرد، قابل رقابت با سکوسترین آهن ۱۳۸ باشد و این احتمال وجود دارد که بتواند حداقل جایگزین بخشی از کود سکوسترین آهن شود. از طرفی مجموع نتایج بدست آمده نشان داد که روش مصرف آهن در اثر بخشی آنها نیز مؤثر می‌باشد، به‌طوری که روش مصرف توأم کاربرد خاکی و محلول پاشی نسبت به مصرف کود آهن تماماً به صورت خاکی و محلول پاشی نتایج بهتری داشت.

جدول ۳. اثر متقابل تیمار کود آهن و مکان آزمایش بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، و عملکرد دانه سویا

تیمار	مکان آزمایش	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱	بایع کلا	۸۱ a	۵۶ bcd	۲۱۸ c	۵۵۸۰ abcde
۲		۸۶ a	۵۹ abcd	۲۴۸ ab	۵۷۹۰ abcd
۳		۸۴ a	۷۵ a	۲۲۰ bc	۵۷۴۳ abc
۴		۸۵ a	۷۱ ab	۲۳۲ abc	۶۳۴۷ ab
۵		۸۲ a	۶۸ abc	۲۳۶ abc	۵۸۹۳ abc
۶		۸۶ a	۷۵ a	۲۲۹ abc	۶۷۱۳ a
۱	دشت ناز	۸۲ a	۴۶ d	۲۳۷ abc	۴۲۶۳ e
۲		۸۶ a	۶۱ abcd	۲۳۰ abc	۴۵۵۷ de
۳		۸۷ a	۶۷ abc	۲۲۷ abc	۴۹۷۷b cde
۴		۸۵ a	۵۰ cd	۲۵۴ a	۴۲۹۷ e
۵		۸۷ a	۵۴bcd	۲۳۰ abc	۴۴۱۷ e
۶		۸۶ a	۶۴ abcd	۲۳۵ abc	۵۱۵۷ bcde

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، عبدشاه، ه.، کاظمیان. و رفیعی، م. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ جلد اول : محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۲۴ صفحه.

احیایی م. و بهبهانی زاده، ع. ا. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه شماره ۹۸۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران. ایران، ۱۵۰ صفحه.

سبزواری س. و کافی، م. ۱۳۸۸. اثر اسید هومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۲)،۹۴-۸۷.

Briat, J., Dubos, C. and Gaymard, F. 2015. Iron nutrition, biomass production, and plant product quality. Trends in Plant Science, 20(1), 33-40.

Fehr, W. R. and Caviness C. 1977. Stages of soybean development. Special Report, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, 80: pp-110.

Fuentes, M., Bacaicoa, E., Rivero, M., Zamarreño, A.m. and García-Mina, J. 2018. Complementary Evaluation of Iron Deficiency Root Responses to Assess the Effectiveness of Different Iron Foliar Applications for Chlorosis Remediation. Frontiers in Plant Science, 9, 351.

Goos, R.J. and Johnson, B.E. 2000. A comparison of three methods for reducing iron deficiency chlorosis in soybean, Agron J, 92, 1135-1139.

Linehan, D.J., and Shepherd, H. 1979. A comparative study of the effects of natural and synthetic ligands on iron uptake by plants. Plant Soil, 52, 281-289.

Michael, K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil. Science. pp: 1-23.

Mishra, B., Srivastava, L.1988.Physiological properties of hasisolated from maJor soil associtation of bihar, soil. Sci, 36, 1-89.

Pansu, M. and Gautheyrou, J. 2006. Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods. Springer Science and Business Media, Germany.

Rauthan, B.S., and Schnitzer, M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (Cucumus sativus) plants. Plant Soil, 63,491-495.

Vasconcelos, M, and Michael A. 2013. Morpho-physiological parameters affecting iron deficiency chlorosis in soybean (Glycine max L.). Plant Soil, Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 1302. DOI 10.1007/s11104-013-1842-6.

Walkley, A., Black, IA. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1), 29–38. doi: 10.1097/00010694-193401000-00003.

Ylivainio, K. 2010. Effects of iron (III) chelates on the solubility of heavy metals in calcareous soils. Environ. Pollut, 158, 3194–3200.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Comparison of the Efficacy of Fe-Fulvate and Fe-EDDHA Chelate on the Yield and Yield Components of Soybean (*Glycin max* L.), in Mazandaran Province, Iran

Mehran Afzali [11], Fereydoon Norougholipor[2], Sareh Rajabi [3]

[1] Academic Member, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AERRO.

[2] Academic Member, Soil and Water Research Institute, AERRO, Karaj, Iran.

[3] PhD, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AERRO.

Abstract

Iron chlorosis is the most common nutritional deficiency of plants and is one of the most important factors limiting plant growth in about 30-50% of the world's agricultural soils. In order to compare the efficacy of Fe-Fulvate extracted from cow rotten manure and Fe-EDDHA on the yield and yield components of soybean (*Glycin max* (L.), a field experiment was carried out in a randomized complete block design with six treatments in two experimental locations and three replications at Mazandaran Agricultural Research and Education, Iran. The treatments were: 1- control (without Fe application), 2-soil application of Fe-EDDHA to apply100% of the recommended Fe content, 3- foliar application of Fe-Fulvate to apply 100% of the recommended Fe content, 4- soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 75% and 25% of the recommended levels, respectively, 5- soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 50% and 50% of the recommended levels, respectively, and 6- soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 25% and 75% of the recommended levels, respectively. Results indicated that the effect of Fe applications on plant height, number of pods per plant, 1000-grain weight, grain yield and iron concentration in grain was significant ($p < 0.01$). Moreover, the results showed that soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 25% and 75% of the recommended levels, respectively with a 20% increase in grain yield compared to the control had beneficial effects on grain yield and soybean yield components

Keywords: Iron Fertilizer, Grain yield, Iron concentration, Soybean

[1] Corresponding author, Email: mehran_afzalichali@yahoo.com