شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثرات مصرف دو نوع کود کلات آهن بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه سورگوم در یک خاک آهکی

پریسا مشایخی[۱*] و علی‌رضا مرجوی[۲]

[۱و۲] اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات آهن از دو منبع کودی شامل یک کلات آهن ساخت داخل (با بنیان Citrate) و کلات سکوسترین آهن ۱۳۸ (با بنیان EDDHA) در یک خاک آهکی، بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه سورگوم، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح آهن(۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از دو منبع کلات آهن بودند. بر اساس تست پایداری، هر دو نوع کود آهن از پایداری خوبی در pH های مختلف برخوردار بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح آهن از هر دو منبع کودی، وزن خشک اندام هوایی، شاخص کلروفیل، کلروفیل نوع a ، کلروفیل نوع b، میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدهای اندازه‌گیری شده در برگ گیاه، در مقایسه با تیمار شاهد به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد. هر دو نوع کود آهن از پایداری خوبی در pH های مختلف برخوردار بودند. در بیشتر موارد دو نوع کود کلات آهن مورد استفاده از نظر تاثیر بر ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گیاه، به ویژه در سطوح بالاتر ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک، با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

کلمات کلیدی: سورگوم، عملکرد، کلات آهن، ویژگی‌های فیزیولوژیک

مقدمه

با وجود آن‌که آهن فراوانترین عنصر کم مصرف در پوسته زمین است اما بیشترین محدودیت را برای تولید محصولات کشاورزی در خاک¬های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک سبب شده است. بر اساس گزارش سازمان خوار بار جهانی، میزان خسارت کمبود عناصر ریز مغذی از جمله آهن، در کشورهای در حال توسعه بیش از ۱۲۸ میلیارد دلار می باشد و اگر نقش این عناصر در ارتقای سطح سلامت جامعه نیز مطرح باشد در چنین شرایطی خسارت وارده به سلامت جامعه نیز بسیار نگران کننده خواهد بود (FAO, 2005). طبق تحقیقات انجام شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب در ایران کمبود ریز مغذی ها بخصوص آهن و روی در مزارع و باغ ها شیوع عمومی دارد (سماوات،۱۳۸۱). آهن، عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان است که عدم دسترسی گیاه به آن منجر به زردشدن برگهای جوان و کاهش چشمگیر فعالیت فتوسنتز و در نتیجه تولید بیوماس می‌شود (Briat و همکاران ۲۰۰۷). این امر نه تنها روی کشاورزی و اقتصاد تاثیر منفی دارد بلکه به کمبود آهن در بدن انسان، که یکی از شایع ترین مشکلات تغذیه ای امروز است، منجرخواهد شد (Cesco و همکاران ۲۰۰۲). این عنصر در فرایند رشد، تولید مثل، فتوسنتز، تنفس، جذب و ساخت نیتروژن و هم چنین در ساخت و تکوین کلروپلاست در گیاهان نقش دارد. در شرایط کمبود آهن، کاهش محتوای آهن برگ با کاهش محسوس مقدار کلروفیل همراه است (Gogor Cena و همکاران ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات Erdal و همکاران (۲۰۰۸)در درختان سیب نشان داد مقدار آهن کل و شاخص میزان کلروفیل برگ به طور معنی داری با افزایش میزان آهن کاربردی افزایش یافت. همبستگی مثبت و معنی دار بین میزان آهن کل برگ و شاخص میزان کلروفیل برگ در تحقیقاتHirai و همکاران (۲۰۰۷) در جو نیز مشاهده شده است. فتحی امیر خیز و همکاران (۱۳۹۴) نیز افزایش محتوای کلروفیل a و b و نیز افزایش کارایی فتوشیمیایی سیستم فتوسنتزی II را در نتیجه افزایش میزان کود کلات آهن در خاک، گزارش نمودند. کمبود آهن قابل استفاده گیاه، در خاک‌های اکثرمناطق کشور، با توجه به ماهیت آهکی آن) امری شایع است. این امر ممکن است به دلیل کمبود آهن قابل دسترس در اثرغلظت زیاد بی کربنات ناشی ازpH زیاد باشد (به ازای هر یک واحد افزایش pH، حلالیت یون آهن سه ظرفیتی هزار برابر کاهش می یابد (Lucena و همکاران، ۲۰۰۷). در این شرایط استفاده از فرم‌های کلاته آهن به علت محلول نگه داشتن آهن در محیط ریشه گیاه بسیار مفید خواهد بود. همه کلات‌های آهن شامل یون¬های Fe^{+3} و ترکیباتی مانند EDTA، DTPA، EDDHA، آمینو اسیدها، هیومیک- فولویک اسیدها و سیترات و نیز یون‌های سدیم و یا

* ایمیل نویسنده مسئول: mashayekhi_enj@yahoo.com

آمونیوم هستند.کلات‌های مختلف آهن دارای پتانسیل‌های مختلفی در نگهداری از یون آهن در pH های مختلف هستند، همچنین حساسیت این کلات‌ها در ارتباط با جایگزینی یون‌های آهن با یون‌های رقیب متفاوت است (Rout and Sahoo, 2015). سکوسترین آهن- ۱۳۸ (با بنیان EDDHA)، موثرترین و پایدارترین کمپلکس آهن در pH متداول خاک‌های آهکی و قلیایی می‌باشد. Ylivainio و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که کاربرد خاکی کلات ها مانند Fe-EDTA وFe-EDDHA در مقایسه با FeSO4، در شرایط قلیایی، در گیاه کاهو باعث افزایش غلظت آهن و عملکرد گیاه شد. Wiersma (۲۰۰۷) نیز به نتیجه مشابهی در خصوص مصرف خاکی کلات آهن (Fe-EDDHA) در کشت سویا رسید. در ایران نیز تنها کود آهن موثری است که مورد مصرف بسیاری از کشاورزان است (سماوات، ۱۳۸۳). سماوات ۱۳۸۳ در بررسی اثر دو نوع کلات آهن داخلی و خارجی در رفع کلروز آهن در دو نوع خاک آهکی بر روی گیاه سویا به این نتیجه رسید که با مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک کلات آهن داخلی میزان غلظت آهن در اندام‌های گیاهی مشابه مصرف کلات خارجی بوده است. در بررسی انجام گرفته توسط منظری توکلی و همکاران(۱۳۹۲)، سکوسترین آهن-۱۳۸ تاثیر بسیار بهتری در بهبود عملکرد کاهو در شرایط قلیایی، در مقایسه با یک نانو کلات ساخت داخل داشته است. بنابراین همانطور که گفته شد بهترین کود محتوی آهن جهت مصرف خاکی در خاک های آهکی نظیر اکثریت قریب به اتفاق خاک‌های ایران، ترکیبات شیمیایی کلاته با بنیان Fe-EDDHA (سکوسترین آهن- ۱۳۸) می باشد. با توجه به این‌که قیمت این کودها گران بوده و مستلزم خروج ارز از کشور می‌باشد، لذا در سال‌های اخیر توجه بیشتری به استفاده از کودهای داخلی شده است. این پژوهش با هددف بررسی اثرات مصرف یک کود کلات آهن ساخت داخل با بنیان سیترات در مقایسه با کود متداول سکوسکترین آهن با بنیان (EDDHA) بر روی رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه سورگوم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، آزمایشی گلدانی در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان در سال ۹۵-۹۷، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح آهن (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از دو منبع کلات آهن داخلی با بنیان سیترات و سکوسترین آهن ۱۲۸(Fe- EDDHA) و گیاه زراعی مورد نظر گیاه سورگوم بود. در ابتدا برای تست پایداری کلات‌های مورد استفاده، مقدار ۱ گرم از هر کود را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده سپس با قرار دادن الکترود pH متر در محلول pH را با کمک NaOH نیم مولار در دو تا سه مرحله، تا رسیدن به pH حدود ۹، بالا برده و در هر مرحله میزان آهن موجود در محلول با کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (فیض‌اله زاده اردبیلی و همکاران، ۱۳۹۴). برای مرحله کشت گلدانی، از یک نمونه خاک آهکی، بدون محدودیت شوری و با میزان آهن قابل استفاده زیر حد بحرانی مورد نیاز برای سورگوم (۶/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) استفاده شد. مقادیر مورد نیاز عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر اساس آزمون خاک انجام گرفته، به خاک گلدان‌ها افزوده شد. مدت زمان و میزان آبیاری بر اساس شرایط اقلیمی گلخانه (گرما و رطوبت) و دوره رشد گیاه به نحوی تنظیم شد که بستر گیاه همواره در حالت FC باشد. برای این منظور چند دستگاه تانسیومتر به صورت تصادفی در چند گلدان قرار داده شد و آب مورد نیاز گلدان‌ها بر اساس عدد تانسیومترها، تامین گردید. سطوح مختلف کلات آهن از هر دو منبع مورد مطالعه، در مرحله پنج برگی (دو هفته پس از کاشت) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. ده هفته پس از کاشت، ابتدا سبزینگی برگ‌ها با استفاده از کلروفیل‌متر دستی مدل SPAD-502 اندازه‌گیری شد و سپس گیاهان از محل طوقه قطع و به آزمایشگاه منتقل شدند. آنالیزهای مورد نظر شامل اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی از قبیل کلروفیل نوع a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدهای موجود در برگ گیاه بود. برای این منظور از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. در این روش مقدار ۰/۵ گرم از نمونه های تر برگ در استون ۸۰ درصد عصاره گیری شد. حجم محلول‌ها پس از صاف کردن به وسیلهٔ کاغذ صافی به حجم ۵۰ میلی لیتر رسید و میزان جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج¬های ۶۶۳، ۶۴۵، ۶۵۲ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد.

غلظت رنگدانه ها با استفاده از روابط ذیل بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد.

Chlorophyll a = (19.3 * A663 - 0.86 * A645) V/100W
Chlorophyll b = (19.3 * A645 - 3.6 * A663) V/100W
Carotenoides = 100(A470) - 3.27(mg chl. a) - 104(mg chl. b)/227

در رابطه‌های بالا V= حجم محلول صاف شده، A= جذب نور در طول موج¬های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر و W= وزن تر نمونه بر حسب گرم است. همچنین عملکرد گیاه از طریق وزن خشک اندام هوایی ومیزان آهن موجود در برگ‌ها، پس از انجام هضم تر با اسید سولفوسالیسیلیک، با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه¬گیری شد. در پایان داده های به دست آمده با استفاده از مدل آماری SAS پردازش شده و در صورت معنی دار شدن صفات مورد بررسی مقایسه میانگین ها انجام شد.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه شیمیایی خاک مورد استفاده در تحقیق حاضر در جدول (۱) آمده است.

ویژگی	هدایت الکتریکی	pH	ازت کل	کربن آلی	مواد خنثی شونده	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	شن	سیلت	رس	کلاس
	dS/m		%			mg/kg						%			
مقدار	۳/۸۶	۷/۵۰	۰/۱	۰/۹۹	۳۵	۱۸/۸	۲۱۰	۱/۶۱	۰/۵۱	۴/۱۶	۳/۵۶	۲۹	۵۰	۲۱	لومی

جدول۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مورد مطالعه

با توجه به تست پایداری آهن، در هر دو نوع کلات آهن مورد استفاده در این پژوهش، میزان آهن کل اندازه¬گیری¬شده در pH های مختلف تقریبا ثابت بوده و تغییر بسیار ناچیزی داشته است (جدول ۲) که این امر نشان¬دهنده پایداری این کلات¬ها در pH های مختلف می¬باشد.

جدول۲- نتیجه تست پایداری کلات¬های آهن مورد استفاده

مشخصات نمونه	pH(6.0)	pH(7.0)	pH(9.0)
درصد آهن محلول در نمونه کلات	۶/۶	۶/۶۴	۶/۴
درصد آهن محلول در کود سکوسترین آهن	۷/۰	۷/۰	۶/۸

نتایج تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف آهن از دو منبع کودی مورد پژوهش بر روی رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه سورگوم در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد سطوح مختلف دو نوع کلات آهن مورد استفاده بر رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک سورگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		آهن $mgKg^{-1}$	وزن خشک اندام هوایی	شاخص کلروفیل	کلروفیل نوع a	کلروفیل نوع b	کلروفیل کل	کارتنوئید	نسبت کلروفیل a/b
تیمار	۸	۲۲۹/۴۵***	۱/۹۰**	۵۵/۵۷***	۰/۱۷**	۰/۰۳**	۰/۳۸***	۰/۰۳**	۰/۶۳**
خطا	۱۸	۱۶/۲۲	۰/۲۹	۳/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲
ضریب تغییرات		۱۰/۵۱	۲/۹۵	۵/۹۲	۸/۱۱	۱۵/۲۶	۱۲/۰۸	۸/۱۶	۱۸/۴۴

*، ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵، ۱و ۰/۱ درصد

نتایج نشان داد که استفاده از کودهای کلات آهن از هر دو منبع مورد استفاده بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد در اندام هوایی در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی سکوسترین بود (میانگین ۱۹/۵۵ گرم در گلدان) که با تیمارهای ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن ازهمان منبع کودی و نیز تیمار ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی کلات آهن داخلی تفاوت معنی¬داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). کمترین عملکرد وزن خشک گیاه هم در تیمارهای شاهد و ۲/۵ ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از هر دو منبع کودی مشاهده شد .

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر نوع و سطوح مختلف کود آهن بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه سورگوم

منابع کودآهن	سطوح آهن mg/kg	تیمار Fe mg/Kg	وزن خشک اندام هوایی (g/pot)	شاخص کلروفیل cm	کلروفیل نوع a	کلروفیل نوع b	کلروفیل کل	کارتنوئید	کلروفیل a/b
–	۰	^{d}۲۵/۳۳	^{de}۱۷/۶۱	^{f}۲۰/۸۲	^{e}۰/۴۶	^{e}۰/۲۶	^{d}۰/۶۸	^{d}۰/۲۲	^{cd}۱/۸۹
					(mg g FW^{-1})				-

	۱۰	^{a}۴۸/۶۶	^{a}۱۹/۵۵	^{ab}۳۳/۴۷	^{a}۱/۲۳	^{abcd}۰/۴۶	^{a}۱/۶۹	^{a}۰/۵۷	^{abc}۲/۷۳
سکوسترین	۷/۵	^{ab}۴۴/۰۰	^{ab}۱۹/۱۵	^{a}۳۴/۳۰	^{ab}۱/۱۲	^{abcd}۰/۴۳	^{a}۱/۵۹	^{c}۰/۳۸	^{ab}۲/۷۷
آهن ۱۳۸	۵	^{b}۴۱/۳۳	^{abcd}۱۸/۶۰	^{bcd}۳۰/۲۳	^{bc}۱/۰۳	^{abc}۰/۴۷	^{ab}۱/۴۸	^{c}۰/۳۴	^{bcd}۲/۲۲
	۲/۵	^{cd}۲۸/۶۷	^{de}۱۷/۵۰	^{de}۲۸/۴۷	^{c}۰/۹۸	^{de}۰/۳۰	^{c}۱/۰۹	^{c}۰/۳۰	^{a}۳/۲۷
	۱۰	^{ab}۴۶/۶۶	^{abc}۱۸/۸۴	^{abc}۳۳/۰۷	^{abc}۱/۱۱	^{ab}۰/۴۹	^{a}۱/۶۱	^{a}۰/۵۵	^{bcd}۲/۳۵
کلات آهن	۷/۵	^{ab}۴۴/۶۶	^{bcde}۱۸/۷۳	^{abc}۳۲/۶۰	^{bc}۱/۰۵	^{a}۰/۵۸	^{a}۱/۶۴	^{b}۰/۴۴	^{d}۱/۸۵
داخلی	۵	^{c}۳۴/۰۰	^{cde}۱۷/۸۹	^{cd}۲۳/۹۳	^{d}۰/۸۲	^{bcde}۰/۴۰	^{bc}۱/۲۳	^{c}۰/۳۸	^{bcd}۲/۱۲
	۲/۵	^{d}۲۶/۶۷	^{e}۱۷/۳۴	^{e}۲۶/۱۳	^{d}۰/۷۴	^{cde}۰/۳۲	^{c}۰/۹۹	^{d}۰/۲۶	^{bcd}۲/۳۹

نتایج مقایسه میانگین¬ها نشان داد که استفاده از کود آهن از هر دو منبع باعث افزایش معنی¬دار (در سطح ۰/۱ درصد) غلظت آهن در اندام هوایی گیاه شده (جداول ۳ و ۴). بیشترین میزان آهن اندازه¬گیری¬شده در اندام هوایی گیاه سورگوم در تیمار ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA بود (۴۸/۶۶) که با تیمارهای ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از همان کود و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-Citrate اختلاف آماری معنی¬داری نداشتند. استفاده از کودهای آهن از هر دو منبع دارای تاثیر معنی¬دار در سطح ۰/۱ درصد بر روی شاخص کلروفیل اندازه-گیری¬شده در گیاه سورگوم بوده است (جدول۳). کمترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد با میانگین ۲۰/۸۲ مشاهده گردید. بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی سکوسترین اندازه¬گیری شد که با تیمارهای ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از همین منبع کودی و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی کلات آهن داخلی تفاوت معنی¬داری نداشته است .کاهش شاخص میزان کلروفیل برگ در نتیجه کاهش میزان آهن به دلیل نقش آهن در ساخت کلروفیل است. ماده مشترک برای ساخت کلروفیل و هیم، اسید دلتا-آمینولوولینیک است که میزان تشکیل آن به وسیله آهن مهار می‌شود. به کار رفتن آهن و یا منیزیم، به عنوان اتم مرکزی در درون تتراپیرول، به ترتیب به تشکیل کوآنزیم های هیم و منیزیم- پروتوپورفیرین منج ر میشود. ثابت شده است که آهن برای تشکیل پروتوکلروفیلید از منیزیم - پروتو پورفیرین لازم است. هم چنین آنزیم کپروپورفیرینوژن اکسیداز که یک پروتئین آهن¬دار است اکسید شدن منیزیم- پروتوپورفیرین را به پروتو کلروفیلید کاتالیز می‌کند (Rout and Sahoo, 2015). استفاده از کلات¬های آهن از هر دو منبع و در تمامی سطوح مصرف، محتوای کلروفیل نوع a ،کلروفیل نوع b را در برگ گیاه سورگوم، به صورت معنی افزایش داد (در سطح ۱ درصد) (جدول ۳). همچنین در همه تیمارها، مقدار کلروفیل کل به صورت معنی¬داری (در سطح ۰/۱ درصد) نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد (جدول ۳). کمترین مقدار کلروفیل نوع a (۰/۴۶ میلی¬گرم در گرم وزن تر برگ) و همچنین کمترین مقدار کلروفیل نوع b (۰/۲۶ میلی¬گرم در گرم وزن تر برگ) در تیمار شاهد اندازه¬گیری شد. بیشترین میزان کلروفیل نوع a در تیمار ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع سکوسترین مشاهده شد که با تیمار ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن ازهمین منبع کودی و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی کلات داخلی تفاوت آماری معنی¬داری نداشته است (جدول۴).

همچنین کمترین کلروفیل کل در تیمار شاهد (میانگین ۰/۶۸ میلی¬گرم در گرم وزن تر برگ) و بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع سکوسترین اندازه¬گیری شد (میانگین ۱/۶۹ میلی-گرم در گرم وزن تر برگ) که با تیمارهای ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از همان منبع کودی و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع کلات آهن داخلی در یک گروه آماری قرار دارد.

محتوای کلروفیل یکی از مهم ترین عواملی است که ظرفیت فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار می دهد. افزایش مقدار کلروفیل مشاهده شده در این آزمایش به دلیل تأثیر کلات آهن در خاک بر پیش¬سازهای سنتز کلروفیل است، زیرا آهن جزء متابولیک آنزیم کاپروپورفینوژن اکسیداز است و این آنزیم در بیوسنتز آلفا آمینو لینوولنیک (ALA) که پیش ساز کلروفیل است تأثیر دارد (Rout and Sahoo, 2015). به نظر می رسد در شرایطی که کمبود آهن در خاک کمتر از حد بهینه باشد، مقدار کلروفیل کاهش می¬یابد. بنابراین بهبود شرایط تغذیه ای با کاربرد کلات آهن می تواند در فتوسنتز و افزایش غلظت کلروفیل در گیاه مؤثر باشد (فتحی امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۴).

تاثیر سطوح مختلف کودهای مورد استفاده در پژوهش حاضر، بر نسبت کلروفیل a به b در سطح ۱ درصد معنی-دار بوده است (جدول ۶). بیشترین میزان این نسبت در تیمار ۲/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع سکوسترین (۳/۲۷) و کمترین میزان آن در تیمار ۷/۵ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از منبع کلات آهن داخلی بود(۱/۸۵) (جدول ۴). در پژوهش انجام گرفته توسط فتحی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۴) افزایش غلظت محلول پاشی کلات آهن، از ۲۰۰۰ به ۳۰۰۰ میلی¬گرم در لیتر، نسبت کلروفیل a به b را به طور معنی¬داری کاهش داد. نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح مختلف آهن مصرفی در هر دو نوع تیمار کودی مورد استفاده اثر معنی¬داری (درسطح ۱ درصد) بر مقدار کاروتنوئید های محلول برگ گیاه

سورگوم داشت (جدول۳). مقایسهٔ میانگین ها در تیمارهای مختلف نشان داد که مقدار کاروتنوئیدهای محلول برگ با افزایش کاربرد آهن از هر دو منبع کلات آهن مورد استفاده به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) افزایش یافت (جدول۳).

کمترین میزان کارتنوئیدها در تیمار شاهد مشاهده شد (میانگین ۰/۲۲ میلی¬گرم در گرم وزن تر برگ) و بیشترین مقدار کارتنوئید برگ در تیمارهای ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن از هر دو منبع کودی سکوسترین و کلات داخلی مشاهده شد (به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۵۵ میلی¬گرم در گرم وزن تر برگ) (جدول ۴). کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌های نارنجی و زرد هستند که محلول در چربی‌اند و در غشای کلروپلاست یافت می‌شوند و وظیفهٔ آنها جمع‌آوری انرژی و حفاظت نوری است. کاروتنوئیدها از راه برگشت پذیر با رادیکال های اکسیژن و تشکیل زانتوفیل مانع تخریب کلروفیل‌ها می‌شوند. از طرفی آهن در سنتز کلروفیل، تیلاکوئیدها و نمو کلروپلاست ها دخالت دارد (Amal and Aly, 2008)؛ بنابراین کمبود مقدار آهن در گیاه می‌تواند علاوه بر کاهش سنتز کلروپلاست، با کاهش محسوس کاروتنوئید همراه شود؛ چراکه این رنگدانه ها در غشای کلروپلاست جای دارند. بنابراین وجود آهن کافی برای سنتز کلروپلاست ها ضروری به نظر می رسد. افزایش غلظت کاروتنوئید از طریق کاربرد کود کلات آهن می تواند تا حدودی خسارت ناشی از رادیکال های آزاد را کاهش دهد و در نتیجه بدین طریق موجب حفظ و پایداری کلروفیل شود (فتحی امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۴).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد کود آهن از هر دو منبع کود کلات آهن داخلی (با بنیان سیترات) و سکوسترین آهن ۱۳۸ (Fe-EDDHA)، به ویژه در سطوح بالاتر (۱۰ و ۷/۵ میلی¬گرم آهن در کیلوگرم خاک) بر بیشتر شاخص¬های مورد بررسی در این پژوهش تاثیر معنی¬داری داشته است. استفاده از هر دو نوع کود آهن به ویژه در سطح ۱۰ میلی¬گرم آهن در کیلوگرم خاک باعث افزایش معنی¬دار عملکرد وزن خشک گیاه و شاخص¬های فتوسنتزی شامل شاخص کلروفیل، میزان کلروفیل نوع a ونوع b و کارتنوئیدهای موجود در برگ نسبت به شاهد شد. همچنین در مورد بیشتر ویژگی‌های اندازه¬گیری¬شده، به‌ویژه در سطح ۱۰ میلی¬گرم در کیلوگرم آهن، اختلاف آماری معنی¬داری بین دو نوع کود مورد استفاده وجود نداشته است. انجام آزمون پایداری نیز نشان داد که هر دو نوع کلات، از پایداری خوبی در pH های مختلف برخوردار بودند. به نظر می¬رسد استفاده از نمونه کود کلات آهن داخلی به دلیل داشتند اثرات مشابه بر روی گیاه، در مقایسه با نمونه وارداتی از عملکرد مناسبی برخوردار بوده است؛ بنابراین استفاده از آن به عنوان جایگزین کودهای آهن وارداتی ضمن حمایت از تولید داخلی، در جهت صرفه جویی در ارز بسیار راهگشا خواهد بود.

منابع

سماوات، س. ۱۳۸۳ . بررسی اثر دو نوع کلات آهن داخلی و خارجی در رفع کلروز آهن در دو نوع خاک آهکی بر روی گیاه سویا. موسسه تحقیقات خاک و آب . گزارش نهایی . تهران . ایران

فتحی امیرخیز، ک.، امینی دهقی، م. و حشمتی، س. ۱۳۹۴. بررسی اثر کلات آهن بر محتوای کلروفیل، کارایی کوانتومی فتوسیستمII و برخی صفات بیوشیمیایی در گلرنگ در شرایط کم آبیاری. علوم گیاهان زراعی ایران. ۶۴ (۱)، ۱۴۵-۱۳۷

فیض‌اله‌زاده اردبیلی، م.، شهبازی، کریم. و داوودی، م. ح. ۱۳۹۴. روش‌های تجزیه کودهای مخلوط. نشریه فنی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور. شماره ۵۳۲.

منظری توکلی، م.، واحد باقری، و. و روستا، ح. ر. ۱۳۹۲. مقایسه کارآیی منابع مختلف آهن بر رشد و ویژگیهای فیزیولوژیک کاهو در شرایط قلیائی در سیستم هیدروپونیک.

Amal, A. M. and Aly, A. A. 2008. Alteration of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants growth under seawater salt stress. Americaneurasian Journal of Science Research, 3, 139-146.

Briat, J. F., Curie, C. and Gaymard, F. 2007. Iron utilization and metabolism in plants. Current Opinion in Plant Biology,10, 276-282.

Cesco, S., Nikolic, M., Römheld, V., Varanini, Z. and Pinton, R. 2002. Uptake of 59Fe from soluble 59Fe-humate complexes by cucumber and barley plants. Plant and Soil, 241, 121-128

Erdal, I., M. Atilla Askin, Z. Kucukyumuk, F. Yildirim and Yildirim, A. 2008. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. World Journal of Agricultural Sciences, 4, 173-177.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) .2005. Land and Plant Nutrition Management Services Map of World Calcisols [Online]. Available at:http://www.fao.org/ag/agl/agll/prosoil/calc.htm

Gogor Cena, Y., Abadía, J. and Abadía, A. 2004. A new technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentrations. Journal of Plant Nutrition, 27, 1701-1715.

Hirai, M., K. Higuchi, K. Sasaki, H. Suzuki, T. Maruyama, T. Yoshiba and Tadano, T. 2007. Contribution of iron associated with high molecular weight substances to the maintenance of the SPAD value of young leaves of barley under iron deficient conditions. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 53, 612-620.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148, 350-382.

Lucena, C.F.J., Romera, C.L., Rojas, M.J., Garcia, F., Alcantara, E. and Perez-Vicente, R. 2007. Bicarbonate blocks the expression of several genes involved in the physiological responses to Fe deficiency of strategy I plants. Funct.

Rout,G. R and Sahoo, S. 2015. Role of Iron in plant growth and metabolism. Agricultural Science, 3, 1-24.

Wiersma, J. V. 2007. Iron Acquisition of Three Soybean Varieties Grown at Five Seeding Densities and Five Rates of Fe–EDDHA. Agronomy. Journal, 99, 1018-1028.

Ylivainio, K., Jaakkola, A. and Aksela, R. 2004. Effect of Fe compounds on nutrient uptake by plants grown in sand media with different pH. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 167, 602-608.

16th Iranian Soil Science Congress

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

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

Effects of two chelated iron fertilizers on some of physiological characteristics of sorghum plant grown in a calcareous soil

Mashayekhi*1, P and Marjovvi, A.R. 2

1&2. Scientific members of Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Isfahan, Iran.

Abstract

To study the effects of two Iron chelate fertilizers, including Fe-citrate and Sequestrene-138 Fe (Fe-EDDHA), on the yield and some physiological characteristics of Sorghum, in a calcareous soil, a greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of five levels of Fe (0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mg kg-1 soil) from the two Fe chelates. Based on the stability test, both types of iron fertilizers had good stability at different pH levels. The results showed that with increasing applied iron levels from both fertilizer sources, shoot dry weight, chlorophyll index, chlorophyll type a, chlorophyll type b, total chlorophyll content, and carotenoids in plant leaves significantly increased as compared to control. Moreover, the studied Fe chelates did not show significant differences in their effects on plant traits, especially at higher Fe levels of 10 and 7.5 mg kg-1 soil.

Key words: Iron chelate, Physiological characteristics, Sorghum, Yield