اثرات کودهای آهن، غلظت آهن و زمان کاربرد بر محتوای آهن گیاه توت فرنگی(*Fragaria × ananassa* Duch.) رقم کاماروزا

زهرا بابایی[۱]، مختار حیدری[۲]، محمدرضا صالحی سلمی[۳]، حبیب اله نادیان[۴]، خلیل عالمی سعید[۵]

۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. ۲،۳- استادیار گروه باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. ۴- استاد گروه خاکشناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. ۵- استادیار گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

*نویسنده مسئول: zahra_babaie67@yahoo.com

چکیده

در آزمایش حاضر، برهمکنش بین کودهای آهن (سولفات آهن، سکوسترین آهن و نانوکلات آهن)، غلظت آهن(۷/۵،۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک) و زمان کاربرد کود (فقط در زمان کاشت، زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت، زمان کاشت+ شروع گلدهی) بر محتوای آهن بافت برگ و ریشه توت فرنگی رقم کاماروزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد برهمکنش اثرات نوع کود، غلظت آهن و زمان کاربرد آهن بر میزان آهن برگ و آهن ریشه معنی‌دار بود. محتوای آهن برگ و ریشه توت فرنگی پاسخ مثبتی به تیمار ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود نانوکلات آهن در زمان کاشت+ زمان گلدهی و یا تیمار ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت نشان داد. ذخیره آهن در برگ توت فرنگی به طور معنی‌داری مرتبط با نوع کود آهن و زمان کاربرد آهن بود.

کلمات کلیدی: کمبود آهن، توت فرنگی، رشد، کود

مقدمه

آهن یک ریزمغذی ضروری برای چندین وظایف متابولیکی گیاهی شامل فتوسنتز، تنفس، سنتز کلروفیل و سیستم اکسیداسیون و احیا بیولوژیکی گیاهان می‌باشد و جزء مهم بسیاری از آنزیم‌ها است(Eskandari, 2011 ;Kerkeb & Connolly, 2006). علل اصلی کمبود آهن در محصولات زراعی ایران مواردی مانند کمبود مواد آلی، ماهیت عمدتا آهکی خاک‌های زراعی، شرایط بی‌هوازی، وجود مقادیر زیاد بی‌کربنات در آب آبیاری، مصرف بی‌رویه کودهای فسفره و عدم رواج مصرف کودهای ریز مغذی می‌باشد(بقایی و همکاران، ۱۳۹۰). در دهه‌های اخیر تلاش فراوانی برای گسترش راه‌حل عملی برای کنترل کمبود آهن صورت گرفته است، که شامل ساخت کودهای حاوی آهن و استراتژی‌های مختلف به کاربردن این کودها می‌باشد(Godsey et al., 2003). کلروز ناشی از کمبود آهن یکی از عوامل محدودکننده تولید توت‌فرنگی در کشت مزرعه‌ای به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد که سبب کاهش در رشد گیاه، عملکرد و کیفیت محصول می‌شود(کریمی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Kafkas et al., 2007).با توجه به وجود کودهای حاوی آهن متفاوت در بازار و عدم وجود اطلاعات در مورد اثر این کودها بر رشد گیاه توت فرنگی در ایران، در این آزمایش اثر کودهای کلات آهن، نانوکلات آهن و سولفات آهن بر محتوای آهن توت‌فرنگی رقم کاماروزا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش در پاییز و زمستان ۹۲ و بهار ۹۳ در گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام گردید. قبل از کاشت، بخش‌های خشک و آسیب دیده ریشه و بخش هوایی نشاهای توت فرنگی رقم کاماروزا، حذف شده و برای تحریک رشد ریشه‌ها، به مدت هفت روز در شن رشد یافته و تغذیه نشاها به صورت روزانه با محلول یک هشتم قدرت هوگلند تغییر یافته انجام گردید. پس از ایجاد ریشه‌های فعال و جوان، کاشت نشاها در کیسه‌های پلاستیکی حاوی ۳ کیلوگرم خاک زراعی انجام شد.آزمایش

در قالب طرح کرت‌های یکبار خرد شده با تیمارهای کود آهن (کود نانوکلات آهن، سولفات آهن، سکوسترین آهن)، مقدار مصرف کود آهن(۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک به عنوان شاهد، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک)، تیمار زمان کاربرد کود آهن(مصرف کود فقط در زمان کاشت، مصرف کود در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت، مصرف کود در زمان کاشت + شروع گلدهی) به اجرا درآمد. هر تیمار دارای ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۲ گلدان (هرگلدان حاوی یک گیاه) بود. در زمان‌های مذکور تیمارهای آهن به صورت محلول در آب آبیاری به گلدان‌ها اعمال گردید. در پایان آزمایش، میزان آهن بافت با استفاده از اسیدکلریدریک عصاره‌گیری و توسط دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون‌های کولموگوروف- اسمیرنوف و شاپیرو ویلک در نرم افزار SPSS بررسی گردید و روش مناسب در مورد داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند اعمال گردید. داده ها با نرم افزار SAS 9.1 آنالیز آماری شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

بررسی نتایج مقایسه میانگین برهمکنش اثرات زمان کاربرد، نوع کود آهن و غلظت آهن بر مقدار آهن برگ توت‌فرنگی(جدول۱) نشان داد بیشترین میزان آهن برگ در تیمار ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود نانوکلات‌آهن در زمان کاشت+ زمان گلدهی وجود داشت(۳/۵۷ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) که با میزان آهن برگ در تیمار ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین‌آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت(۱/۵۷ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از میزان آهن برگ در سایر تیمارها بود. کمترین میزان آهن برگ در تیمار ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سولفات آهن در زمان کاشت وجود داشت(۰/۳۲ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) که با میزان آهن در تیمارهای ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سولفات آهن در زمان کاشت(به ترتیب ۰/۳۵ و ۰/۳۴ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و یا تیمارهای ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین آهن در زمان کاشت(به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۴۲ و ۰/۴۰ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و یا تیمار ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت(۰/۴۴ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و همچنین تیمار ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سولفات آهن در زمان کاشت+ زمان گلدهی(۰/۴۴ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از میزان آهن برگ در سایر تیمارها بود. بررسی نتایج مقایسه میانگین برهمکنش اثرات زمان کاربرد، نوع کود آهن و غلظت آهن بر مقدار آهن ریشه توت فرنگی(جدول۱) نشان داد بیشترین میزان آهن ریشه در تیمار ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین‌آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت وجود داشت(۴/۵۸ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) که با میزان آهن ریشه در تیمارهای ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین آهن و کود نانوکلات آهن در زمان کاشت+ زمان گلدهی(به ترتیب ۴/۳۵ و ۳/۵۱ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از میزان آهن ریشه در سایر تیمارها بود. کمترین میزان آهن ریشه در تیمار ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود نانوکلات آهن در زمان کاشت وجود داشت(۱/۲۶ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) که با میزان آهن ریشه در تیمار ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود نانوکلات آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت(۱/۴۱ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و یا تیمار ۵ و ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سولفات آهن در زمان کاشت(به ترتیب ۱/۷۸و ۱/۸۰ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و یا تیمار ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود نانوکلات آهن در زمان کاشت(به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۵۳ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و یا تیمار ۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سولفات آهن در زمان

کاشت+ یک ماه پس از کاشت(۱/۸۸و ۱/۶۲ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و یا تیمار ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود سکوسترین آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت(۱/۵۸ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) و تیمار ۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از کود نانو کلات آهن در زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت(۱/۸۱ میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از میزان آهن ریشه در سایر تیمارها بود.

جدول ۱ اثر تیمار کاربرد غلظت‌های کودهای حاوی آهن بر محتوای آهن گیاه توت فرنگی رقم کاماروزا

زمان‌کاربردکود آهن	زمان کاشت	زمان کاشت+ یک ماه پس از کاشت					زمان کاشت+ زمان گلدهی		
نوع کود آهن	سولفات آهن	سکوسترین آهن	نانوکلات آهن	سولفات آهن	سکوسترین آهن	نانوکلات آهن	سولفات آهن	سکوسترین آهن	نانوکلات آهن
غلظت‌کودی(گرم آهن در کیلوگرم خاک)	آهن برگ (میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت)								
۵	۰/۳۲ i	۰/۴۳ ghi	۰/۵۵ d-g	۰/۴۹ e-h	۰/۴۱ f-i	۰/۴۸ fgh	۰/۴۴ f-i	۰/۵۵ d-h	۰/۴۷ fgh
۷/۵	۰/۳۵ hi	۰/۴۲ ghi	۰/۴۷ fgh	۰/۴۲ fgh	۰/۵۵ d-h	۰/۵۰ d-h	۰/۷۳ cde	۰/۹۸ bc	۰/۵۵ d-h
۱۰	۰/۳۴ i	۰/۴۰ ghi	۰/۴۷ fgh	۰/۵۷ e-f	۱/۵۷ ab	۰/۵۳ d-h	۰/۴۶ fgh	۰/۷۳ cd	۳/۵۷ a
	آهن ریشه (میلی‌گرم آهن بر گرم وزن خشک بافت)								
۵	۱/۷۸ hi	۳/۳۵ d-j	۱/۲۶ i	۱/۸۸ fi	۱/۵۸ ghi	۱/۸۱ hi	۳/۳۸ e-j	۳/۷۹ e-g	۳/۸۲ e-f
۷/۵	۱/۸۰ gi	۳/۹۸ cde	۱/۲۹ hi	۲/۳۵ d-j	۳/۰۲ e-h	۳/۴۱ i	۳/۱۷ bcd	۳/۱۶ bcd	۳/۱۹ d-j
۱۰	۳/۲۱ d-j	۳/۴۷ e-i	۱/۵۳ jkl	۱/۶۲ hi	۴/۵۸ a	۳/۲۵ d-j	۳/۷۱ e-h	۴/۳۵ ab	۳/۵۱ abc

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

بحث

نتایج آزمایش حاضر در مورد افزایش آهن برگ پس از کاربرد ترکیبات حاوی آهن با نتایج سایر محققان در مورد تأثیر مثبت کود آهن بر افزایش آهن برگ موافقت دارد(تقوی و همکاران،۱۳۸۴) ولی یکی از ویژگی‌های مهم نتایج این آزمایش وجود عدم تفاوت معنی‌دار بین ترکیب نانوکلات آهن و سکوسترین آهن بر آهن برگ توت فرنگی و کارآیی کمتر کود سولفات آهن بر میزان آهن برگ توت فرنگی نسبت به کود نانوکلات آهن و سکوسترین آهن می‌باشد. تأثیر مثبت زمان مصرف کود و یا افزایش غلظت کود آهن بر تجمع آهن در برگ نشان می‌دهد لازم است برای افزایش تجمع آهن در برگ توت فرنگی علاوه بر افزایش غلظت آهن به موضوع تکرار دفعات مصرف کود آهن و زمان مصرف نیز به عنوان یک راهکار مناسب برای افزایش آهن برگ با توجه به اینکه برگ محل انجام بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه با نیازمندی به آهن می‌باشد توجه نمود. بر اساس نتایج، تأثیر نوع کود آهن، زمان مصرف یا غلظت کود بر میزان آهن ریشه معنی‌دار بود. ولی با توجه به اینکه بین میزان آهن ریشه و میزان آهن برگ همبستگی منفی وجود داشت، می‌توان این احتمال را مطرح نمود که با وجود افزایش دسترسی به آهن، تفاوت در تقاضا برای دریافت آهن بین ریشه و بخش هوایی توت فرنگی ادامه می‌یابد. با توجه به اینکه گزارش گردیده است تأمین آهن برای گیاهان دارای کلروز موجب بروز تغییرات فیزیولوژیکی در گیاه طی چند روز یا چند هفته پس از کاربرد کود آهن در گیاه می‌گردد، موضوع تفاوت میزان آهن برگ و ریشه در ارتباط با زمان مصرف ترکیبات حاوی آهن را می‌توان تفسیر کرد. اگر چه گیاهان دولپه آهن سه ظرفیتی را قبل از دریافت در سطح ریشه به آهن دو ظرفیتی احیا می‌نمایند(Romheld & Marschner, 1986 Chanry et al., ;1972). پستانا و همکاران (۲۰۱۲) پیشنهاد دادند بخشی از آهن برگ به دلیل pH آپوپلاست غیرفعال شده و وارد سلول نمی‌گردد. بنابراین احتمالاً تفاوت اثر کودهای حاوی آهن بر میزان آهن توسط ریشه از این ترکیبات موجود در محیط ریشه در ارتباط است. با توجه به اینکه اسیدهای آلی تجمع یافته در ریشه بر جذب آهن توسط ریشه از طریق اسیدی کردن ریزوسفر تأثیر دارد(Rombola et al., 2002). پیشنهاد می‌گردد روند تغییرات اسیدهای

آلی و سایر شاخص‌های بیوشیمیایی مربوط به متابولیسم آهن در گیاه، در ریشه توت فرنگی پس از کاربرد انواع کودهای حاوی آهن مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

۱. بقایی، ن.، کشاورز، ن. و نظران، م. ح. ۱۳۹۰. بررسی اثر نانو کود کلاته آهن خضراء بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (رقم شیرودی). اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه. ص ۱۰.

۲. تقوی، ت. س.، بابالار، م.، عبادی، ع.، ابراهیم زاده، ح. و عسگری، م. ع. ۱۳۸۴. اثر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت فرنگی رقم سلوا. مجله علوم کشاوزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۵، صص ۱۰۷۳_۱۰۶۵.

3. Chanry, R. L., Brown, J. C. and Tiffin, L. O. 1972. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. Plant physiol, 50: 208-213.
4. Eskandari, H. 2011. The importance of iron (Fe) in plant products and mechanism of its uptake by plants. Journal of applied environmental and biological sciences, 1(10): 448-452.
5. Godsey, C. B., Schmidt, J. P., Schlegel, A. J., Taylor, R. K., Thompson, C. R. and Gehl, R. J. 2003. Fertilizer management correcting iron deficiency in corn with seed row –applied iron sulfate. Agronomy Journal, 95: 160-166.
6. Kafkas, E., Silberbush, M. and Paydas, S. 2007. Physiological characterization of strawberry cultivars with differential susceptibility to iron deficiency. World Journal of Agricultural Sciences, 3 (2): 196-203.
7. Kerkeb, L. and Connolly, E. 2006. Iron transport and metabolism in plants. Genetic engineering, 27: 119-140.
8. Pestana, M., Correia, P. J., Saaverda, T., Gama, F., Abadía, A. and De Varennes, A. 2012. Development and recovery of iron deficiency by iron resupply to roots by or leaves of strawberry plants. Plant Physiological and Biochemistry, 53: 1-5.
9. Rombola, A. D., Bruggemann, W., Lopez-Millan, A. F., Tagliavini, M., Abadia, J., Marangoni, B. and Moog, P. R. 2002. Biochemical responses to iron deficiency in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Tree Physiology, 22: 869-875.
10. Romheld, V. and Marschner, H. 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. Adv. Plant Nut, 2: 155-204.

Effects of Iron Fertilizers, Iron concentration and Time of Leaf Spraying on Iron Content of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. cv. Camarosa)

Zahra Babaie[1], Mokhtar Heidari[2], Mohammad Reza Salehi Salami[3], Habib Nadian[4], Khalil Alami Saeid[5]

1-Former Graduate Student, Dep. of Horticulture, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan. 2,3- Assistant Professor of Horticulture , Department of Horticulture, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan. 4- Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan. 5-Assistant Professor of Plant Breeding, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan.

*Corresponding author: zahra_babaie67@yahoo.com

Abstract

In the present experiment, the interaction between iron fertilizers (iron sulfate, Fe-EDDHA and Fe Nano-chelate), iron concentrations (5, 7.5 and 10 mg Fe per kg soil) and times of fertilizer application (only at planting time, planting time + one month after planting and planting time + beginning of flowering time) were investigated in leaves and roots of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. cv. Camarosa). Results indicated that interaction of effects of type of fertilizer, iron concentration and time of application on iron content of leaf and root were significant. Iron content of strawberry leaves and roots showed a positive response to 10 mg Fe per Kg soil of Fe Nano-chelate in planting time + beginning of flowering time or 10 mg Fe per Kg soil of Fe-EDDHA in planting time + one month after planting. Iron accumulation in leaves of strawberry was significantly related to iron fertilizer and time of fertilizer application.

Key words: Iron deficiency, Strawberry, Growth, Fertilizer