Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 311-322
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۲۲-۳۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

اثر محلولپاشی برگی عناصر کم مصرف آهن و روی بر عملکرد و خصوصیات کیفی میوه آلبالو (*Prunus cerasus* L.)

مهدی قسمتی[1*] - فرید مرادی نژاد[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸

چکیده

آلبالو یکی از محصولات مهم و استراتژیک در منطقه خراسان رضوی است که تغذیه مناسب این گیاه می‌تواند سبب بهبود عملکرد گردد. در این پژوهش تأثیر محلول‌پاشی سه سطح کلات آهن و سولفات روی (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی میوه آلبالو شامل وزن تازه میوه، درصد ماده خشک، عملکرد، مواد جامد محلول، اسیدیته، آنتی‌اکسیدان کل میوه و کلروفیل a، b و کل، و غلظت آهن و روی در برگ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اثر متقابل آن‌ها سبب افزایش وزن تازه میوه، درصد ماده خشک، عملکرد میوه و صفات کلروفیل گردید بطوریکه سطوح ۴ گرم در لیتر از کلات آهن موجب افزایش معنی‌دار در میزان وزن تر، عملکرد و کلروفیل ، ۴ گرم در لیتر از سولفات روی موجب افزایش معنی‌دار در میزان وزن تر و ماده خشک ، همچنین اثر متقابل این دو تیمار باعث افزایش میزان عملکرد شد. علاوه بر آن مقدار مواد جامد محلول، آنتی‌اکسیدان کل و غلظت آهن برگ نیز فقط تحت تأثیر سطوح مختلف کلات آهن قرار گرفت که با افزایش سطوح محلول‌پاشی صفات مورد مطالعه بهبود یافتند. محلول‌پاشی با سولفات روی توانست غلظت روی در برگ را افزایش دهد اما اسیدیته آب میوه تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت. نتایج نشان داد که سطوح مختلف سولفات روی در تمامی صفات کمی میوه آلبالو، نسبت به کلات آهن اثر بهتری داشته است هرچند این مقدار تفاوت چشمگیری نسبت به تیمار کلات آهن نداشت. محلول‌پاشی با کلات آهن تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفی میوه از جمله مواد جامد محلول و آنتی اکسیدان کل داشت علاوه بر این مصرف همزمان کلات آهن و سولفات روی نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها اثر بهتری بر صفات کمی و کلروفیل برگ درخت آلبالو داشت بطوری‌که بهترین نتیجه از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، درصد ماده خشک، عملکرد، کلروفیل، مواد جامد محلول

مقدمه

آلبالو با نام علمی *Prunus cerasus* از خانواده Rosaceae بوده که گونه‌های مختلف این گیاه، بومی جنوب شرقی اروپا و غرب آسیا است (۳۳). این میوه سرشار از پروتئین، ریبوفلاوین، ویتأمین ث، ترکیبات فنولی و آنتوسیانین می‌باشد (۲۴). خواص غذایی میوه آلبالو زیاد بوده و برای سلامت انسان و جلوگیری از بسیاری از بیماری ها از جمله سرطان و دیابت مفید است (۱۶). ایران در تولید میوه آلبالو بعد از ترکیه و آمریکا در مقام سوم قرار دارد (۵). بنابراین مدیریت در تولید و تغذیه گیاه جهت ارتقاء کمیت و کیفیت محصول ضروری است چراکه اولین معیار برای خرید محصول کیفیت و ظاهر آن است. تغذیه در دوران رشد گیاه یکی از عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات کمی و کیفی میوه است (۱۸). در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک مثل استان خراسان رضوی به دلیل بالا بودن pH خاک جذب عناصر غذایی به ویژه عناصر کم مصرف دچار مشکل می‌شود (۵۲) بنابراین استفاده از روش مناسب جهت تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه امری ضروری می‌باشد. محلولپاشی یکی از راه‌های مهم در تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه است چراکه در این روش عناصر بطور مستقیم در دسترس اندام هوایی و میوه قرار می‌گیرد. همچنین افزایش جذب عناصر غذایی به صورت محلولپاشی در خاک‌های قلیایی به اثبات رسیده است (۱۸). باتوجه به اینکه جذب مواد غذایی از خاک تحت تأثیر عوامل مختلف متغییر است محلولپاشی، روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان محسوب می‌شود (۲۶). امروزه علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف استفاده از عناصر ریز مغذی

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته گیاهان دارویی و دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: ghesmati25@gmail.com
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.75654

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است (۴۰). عناصر کم مصرف علاوه بر افزایش خصوصیات کمی و کیفی محصولات کشاورزی، در سلامت انسان نیز تأثیر به سزایی دارند (۴۸). آهن یکی از عناصر ضروری در تولید محصولات کشاورزی در جهان است و گیاهان برای رشد بهینه و مناسب، نیاز به استفاده پیوسته از آن دارند (۲۸). pH مناسب برای جذب آهن بین ۵/۵ تا ۶/۵ گزارش شده است بنابراین pH بالای ۷ منجر به کاهش جذب آهن می‌شود (۳۰). کلروز ناشی از کمبود آهن به صورت زرد شدن برگ‌های جوان ظاهر شده که ناشی از اختلال در ساخت کلروفیل و همچنین ساخت کلروپلاست می‌باشد (۳۲). شواهد زیادی در دست است که کمبود عناصر کم مصرف مثل آهن باعث محدود شدن رشد و عملکرد و کیفیت گیاه می‌شود (۱۳) بعنون مثال در آزمایش انجام شده در میوه توت فرنگی نشان داده شد که یک رابطه خطی بین غلظت آهن و عملکرد میوه وجود دارد (۴). محلولپاشی آهن در سیب منجر به افزایش معنی‌دار در اندازه‌ی میوه، محتوای آب‌میوه، درصد مواد جامد محلول شد (۸). علاوه بر آهن روی نیز یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه می‌باشد که کمبود آن باعث نابسامانی‌های فراوانی در باغات میوه می‌گردد که در بعضی موارد منجر به مرگ درختان می‌شود. روی برای سنتز تریپتوفان که ماده پیش ساز است مورد نیاز بوده و کمبود آن باعث کاهش هورمون رشد IAA و کاهش فاصله میان گره‌ها و سطح برگ می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). تحقیقات انجام شده در میوه انار نشان می‌دهد محلول‌پاشی برگی سولفات روی عملکرد میوه، کیفیت و ارزش غذایی دانه را افزایش داده و باعث افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول، آب میوه و سطح برگ می‌شود (۲۱). محققان اظهار داشتند که محلولپاشی سولفات روی در انگور باعث افزایش ۲۰ درصدی تشکیل میوه و سبب افزایش قند کل می‌گردد (۳۱). همچنین مطالعه عناصر ریزمغذی بر عملکرد و کیفیت میوه آلبالو مشخص کرد که کاربرد روی سبب افزایش تشکیل میوه و آب میوه می‌گردد (۲۵).

در اغلب نقاط ایران ازجمله استان خراسان رضوی به دلیل قلیایی بودن خاک، فعالیت عناصر میکرو مانند آهن و روی کاهش یافته و با کربنات رسوب می‌کنند و راندمان جذب عناصر کاهش می یابند (۵۲). از طرفی بخش عمده ای از تولید آلبالو در کشور، از استان خراسان رضوی تأمین می‌شود و به دلیل محدود بودن منطقه کشت این درخت اطلاعات اندکی از تغذیه این گیاه در دسترس می‌باشد لذا هدف اصلی از انجام این آزمایش بررسی اثر محلولپاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه آلبالو می باشد.

مواد و روش

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در باغ تجاری آستان قدس رضوی واقع در ۱۰ کیلومتری از مرکز شهرستان مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل آهن سکوسترین ۶ درصد (Fe- EDDHA) در سطوح مختلف (۰، ۲و ۴ گرم در لیتر) و فاکتور دوم سولفات روی در سطوح مختلف (۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر) بود که تیمارها طی دو مرحله ۲۰ روز بعد از مرحله تمام گل و ۲۰ روز بعد از محلولپاشی اول، اعمال گردید. در این آزمایش از ۳۶ اصله درخت آلبالو ۱۰ ساله که فاصله روی ردیف ۳ متر و بین ردیف ۴ متر بود استفاده گردید. شرایط عمومی درختان انتخاب شده مشابه سایر درختان باغ بوده و عملیات آبیاری (بصورت قطره‌ای) و مبارزه با آفات و بیماری برای همه درختان تیمار شده به طور یکسان و یکنواخت انجام پذیرفت. محلول‌پاشی در صبح زود زمانی که دما و رطوبت زیاد نبود اعمال گردید و سپس در مرحله رسیدگی بلوغ تجاری، از هر درخت به مقدار یک کیلوگرم میوه و۵۰۰ گرم برگ برداشت پس از جداسازی، میوه‌ها و برگ‌های سالم و یکسان از نظر شکل، اندازه و رنگ برای تعیین خصوصیات بیوشیمیایی میوه و کلروفیل برگ استفاده شدند. برای بررسی وضعیت خاک، نمونه گیری از نقاط مختلف باغ از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری انجام شد و در آزمایشگاه آنالیز گردید، که نتایج آن در جدول ۱ قابل مشاهده است.

اندازه‌گیری صفات فیزیکی و شیمیایی میوه

برای اندازه‌گیری وزن‌تر میوه، ۵۰ میوه به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب و توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها معادل وزن تازه میوه در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری ماده خشک، میوه‌های تازه را تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده و درصد ماده خشک از تقسیم وزن خشک بر وزن‌تر و به‌صورت درصد محاسبه گردید (۱۲). به منظور تعیین میزان عملکرد، از هر درخت تمامی میوه‌ها برداشت و توسط ترازو در همان روز برداشت، توزین گردید (۸).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (RF 10,0-32$_o$ Brix, Extech Co., USA) و اسیدیته میوه به‌وسیله دستگاه pH متر دیجیتالی (Metller Toledo, Switzerland) محاسبه شد. تعیین آنتی‌اکسیدان میوه با بررسی فعالیت ضد اکسایشی رادیکال‌های آزاد DPPH انجام شد. بدین منظور ۰/۵ میلی لیتر آب میوه به ۲ میلی لیتر از محلول اتانولی ۰/۲۵ میلی مولار رادیکال آزاد DPPH اضافه‌شده و مدت ۲ ساعت در تاریکی قرار گرفته و جذب محلول در ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و نتایج به صورت درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد بیان شد (۱۱). برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل ابتدا ۰/۲۵گرم از برگ تازه

www.SID.ir

Archive of SID

درخت همراه با ۵ میلی‌لیتر استون۸۰ درصد در هاون چینی ساییده و عصاره حاصل به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول بالایی را جدا و جذب در طول موج‌های ۶۴۶ و۶۶۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و میزان کلروفیل بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه برگ بیان شد (۶). برای اندازه‌گیری عناصر معدنی روی و آهن به روش خاکستر کردن خشک میوه و از طریق دستگاه جذب اتمی (مدل پرکین المر، آمریکا) استفاده شد (۱).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام شد و میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physiochemical characteristics of soil in experimental site

بافت Texture	ماده آلی Organic matter	روی Zn (mg kg^{-1})	آهن Fe (mg kg^{-1})	فسفر P (mg kg^{-1})	پتاسیم K (mg kg^{-1})	نیتروژن کل Total N (%)	pH
شنی لومی Loamy sandy	0.35	0.34	2.05	16.32	120	0.03	8.22

نتایج و بحث

وزن تازه میوه

اثر کاربرد سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تازه میوه (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش مقدار آهن و سولفات روی وزن تازه میوه به صورت معنی داری افزایش یافت به طوری که ۴ گرم در لیتر کلات آهن به مقدار ۱۵/۹۸درصد و ۴ گرم در لیتر سولفات روی به مقدار ۲۱/۸۱ درصد افزایش وزن تازه میوه را نسبت به شاهد باعث شدند (جدول ۳). در جدول (۴) مقایسه میانگین اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی نشان داده شده است. بیشترین وزن تازه میوه به میزان ۷/۹۱ گرم مربوط به تیمار ۴ گرم بر لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم بر لیتر سولفات روی بود. مشابه نتایج این آزمایش اثر محلولپاشی توأم کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش وزن تازه میوه انگور شد (۷). در تحقیقی که در میوه نارنگی انجام شد مشخص گردید که سطوح مختلف سولفات روی سبب افزایش وزن میوه گردید (۶). در آزمایشات مختلف محققان نشان دادند که محلول‌پاشی آهن سبب افزایش وزن و عملکرد گوجه فرنگی (۲۳) و میوه انار می‌شود (۳۷) روی به عنوان یکی از عناصر ریزمغذی سبب افزایش رشد زایشی شده و در پی آن تولید و تشکیل میوه را افزایش می‌دهد (۴۱). آهن و روی با افزایش کارایی فتوسنتز سبب ذخیره کربوهیدرات می‌شوند که به دنبال آن تشکیل میوه، اندازه، وزن و عملکرد نیز افزایش می‌یابد (۹). چنانچه در این آزمایش مشخص شد محلولپاشی همزمان روی و آهن سبب افزایش وزن میوه می‌شود.

درصد ماده خشک

اطلاعات بدست آمده از جدول تجزیه واریانس گویای آن است که اثر محلول‌پاشی کلات آهن، سولفات روی و اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی بر درصد ماده خشک میوه آلبالو در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). تیمار ۴ گرم درلیتر کلات آهن و سولفات روی به ترتیب به میزان میزان ۱۳/۹۲ و ۲۴/۱۰ درصد سبب افزایش ماده خشک میوه نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۳). براساس نتایج تحقیق مصرف همزمان ۴گرم در لیتر کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش درصد ماده خشک میوه (۵۴/۷۵ درصد) گردید و کمترین مقدار درصد ماده خشک از تیمار عدم مصرف کلات آهن و سولفات روی (۳۵/۰۱ درصد) به دست آمد. در بررسی‌های انجام شده در فلفل قرمز و میوه سیب مشخص گردید که کلات آهن سبب افزایش درصد ماده خشک میوه نسبت به شاهد می‌شود (۳۴ و ۴۶). گزارشات سایر محققین نیز گویای افزایش درصد ماده خشک میوه زیتون (۴۷) و انگور (۷) تحت تأثیر محلولپاشی سولفات روی می‌باشد. در اثر مصرف آهن مقدار کلروفیل، فتوسنتز و رشد رویشی افزایش و این امر سبب افزایش کربن گیری و میزان ماده خشک تولیدی در گیاه می‌گردد (۴). روی نیز در تشکیل آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز دخالت دارد که این آنزیم سبب تثبیت دی‌اکسید کربن در فتوسنتز، و افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه شده و درنتیجه افزایش رشد گیاه راه به همراه داشته و مواد خشک تولیدی را افزایش می‌دهد (۱۰).

عملکرد

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که اثر محلول‌پاشی کلات آهن و سولفات روی در سطح ۱ درصد و اثر متقابل آن ها در سطح ۵ درصد بر عملکرد میوه معنی‌دار شده است (جدول ۲). تیمار ۴ گرم بر لیتر کلات آهن به میزان ۲۸/۶۳ درصد و تیمار ۴ گرم در لیتر سولفات روی به میزان۱۳/۶۳ درصد سبب افزایش عملکرد میوه نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه آلبالو
Table 2- ANOVA for foliar application of iron chelate and zinc sulfate on some physicochemical properties of sour cherry fruit

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر ۵۰ عدد میوه Fresh Weigth of 50 Fruit	درصد ماده خشک Dry Matter	عملکرد Yield	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	آنتی اکسیدان کل Total Antioxidant
بلوک Block	3	1.15ns	39.05ns	44.54ns	31.11 ns	0.18ns	4.94ns
کلات آهن A Iron chelate A	2	4.70**	162.99**	205.52**	4.76**	0.08ns	19.44*
سولفات روی B Zinc sulfate B	2	7.79**	492.73**	160.19**	2.39ns	0.02ns	17.69ns
A×B	4	1.23**	116.14**	67.36*	2.85ns	0.03ns	8.94ns
خطا Error	24	3.54	23.77	19.76	1.46	0.02	8.44
ضریب تغییرات CV (%)	-	13.97	10.78	8.39	5.90	5.20	5.49

***و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند
*, ** and ns represent significance level of 1%, 5% and non-significant difference, respectively

براساس نتایج این تحقیق مصرف همزمان کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش عملکرد میوه شد بطوریکه بیشترین مقدار عملکرد میوه در تیمار ۴ گرم بر لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی مشاهده شد (جدول ۴). نتایج این پژوهش با نتایج سایر محققین در مورد کاربر آهن در میوه سیب (۴۴) و گریپ فروت (۱۵) مطابقت دارد. گزارش شده است که با کاربرد روی، میوه های توت فرنگی وزن و عملکرد بیشتری نسبت به شاهد داشتند (۳۶) در آزمایش انجام شده در میوه بادام نشان داده شد که تشکیل میوه، وزن، و عملکرد میوه با کاربرد سولفات روی افزایش می‌یابد (۱۷) که این گزارش با نتایج این آزمایش هم راستا می‌باشد.

دلیل افزایش عملکرد درخت با افزایش سطوح آهن می‌تواند به دلیل افزایش محتوای کلروفیل در برگ‌ها که از مهمترین مخازن جذب کربوهیدرات‌ها هستند دانست که منجر به افزایش فتوسنتز و تغذیه بهتر میوه‌ها می‌شود، چنانچه تأثیر محتوای آهن درخت بر درصد رنگیزه‌های موجود در برگ و در پی آن تأثیر بر فتوسنتز و افزایش محتوای کربوهیدرات های درخت نیز به اثبات رسیده است (۵۰). روی نیز از جمله عناصر ریز مغذی مهم می‌باشد که برای تشکیل میوه در اندازه مطلوب ضروری است عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز به صورت غیر مستقیم و به طبع آن باعث افزایش انتقال کربوهیدرات به میوه و سبب افزایش وزن و اندازه میوه شده و عملکرد را افزایش می دهد (۲۰).

مواد جامد محلول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده محلولپاشی کلات آهن بر مواد جامد محلول میوه آلبالو در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد اما اثر ساده سولفات روی و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی نتوانست اثر معنی داری بر مواد جامد محلول میوه داشته باشد (جدول ۲). بیشترین مقدار مواد جامد محلول از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن (۲۳/۵۷ درجه بریکس) حاصل شد که البته با تیمار ۲ گرم در لیتر کلات آهن (۲۲/۳۷ درجه بریکس) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بطور مشابه، در پژوهشی دیگر مشخص گردید که میوه های هلو محلولپاشی شده با کلات آهن مقدار مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند (۲۲) همچنین منصوری و همکاران (۳۴) گزارش کردند که میوه‌های سیب تحت تیمار محلولپاشی آهن مقدار مواد جامد محلول آن افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه آلبالو

Table 3- Foliar application of iron chelate and zinc sulfate on some physicochemical properties of sour cherry fruit

تیمار	وزن تر ۵۰ عدد میوه Fresh Weigthof 50 Fruit (g)	ماده خشک Dry Matter (%)	عملکرد Yield (Kg/tree)	مواد جامد محلول TSS (Brix)	pH	آنتی اکسیدان کل Total Antioxidant (%)
کلات آهن Iron chelate ($g\ l^{-1}$)						
0	5.95^{c}	40.97^{b}	49.25^{b}	22.37^{b}	3.33^{a}	50.34^{a}
2	6.19^{a}	47.08^{a}	52.16^{b}	23.30^{ab}	3.23^{a}	52.78^{ab}
4	7.13^{a}	47.60^{a}	47.41^{a}	23.57^{a}	3.26^{a}	53.23^{a}
سولفات روی Zinc sulfate ($g\ l^{-1}$)						
0	5.70^{c}	39.32^{c}	50.16^{b}	22.54^{a}	3.30^{a}	49.47^{a}
2	6.27^{b}	44.52^{b}	5358^{ab}	22.11^{a}	3.5^{a}	50.89^{a}
4	7.29^{a}	51.81^{a}	58.08^{a}	22.98^{a}	3.23^{a}	50.50^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

نتایج آزمایش حاضر با گزارشات پیشین مطابقت دارد. مواد جامد محلول یکی از شاخص‌های کیفی میوه است و رابطه بالایی با ساختار میوه، مقدار نشاسته، مواد پکتینی و قندهای گلوگز، فروکتوز و ساکارز دارد (۳۴). افزایش مواد جامد محلول در میوه آلبالو تحت تأثیر کلات آهن می‌تواند ناشی از نقش آهن در سنتز کلروفیل و افزایش فتوسنتز برگ باشد چراکه آهن در زنجیره انتقال الکترون و کمپلکس آهن–گوگرد مثل فردوکسین در ساختار آنزیم های درگیر در جذب نیترات، نیتریت و نیترات رودکتاز نقش ایفا می‌کند این وضایف آهن در گیاه و در دسترس قرار دادن آهن به مقدار کافی می تواند علت افزایش مواد جامد محلول باشد (۲).

pH آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار پ هاش آب میوه آلبالو تحت تأثیر اثرات ساده کلات آهن و سولفات روی و اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی قرار نگرفت (جدول ۲).

جدول ۴- اثر متقابل کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه آلبالو

Table 4- Interaction effect of iron chelate ×zinc sulfate foliar application on some physicochemical properties of sour cherry fruit

کلات آهن Iron Chelate ($g\ l^{-1}$)	سولفات روی Zinc Sulfate ($g\ l^{-1}$)	وزن تر Fresh Weight (g)	ماده خشک Dry Matter (%)	عملکرد Yield (Kg/tree)	مواد جامد محلول TSS (%)	pH	آنتی اکسیدان کل Total Antioxidant (%)
0	0	5.01^{c}	35.01^{d}	46.10^{c}	22.84^{a}	3.35^{a}	50.56^{a}
	2	6.25^{b}	44.08^{bc}	48.25^{bc}	22.85^{a}	3.37^{a}	50.23^{a}
	4	6.73^{ab}	44.72^{bc}	50.50^{b}	23.90^{a}	3.23^{a}	50.23^{a}
2	0	6.87^{ab}	47.69^{ab}	54.75^{b}	22.45^{a}	3.37^{a}	52.68^{a}
	2	5.83.^{bc}	36.34^{d}	49.73^{bc}	23.50^{a}	3.27^{a}	52.56^{a}
	4	6.87^{ab}	49.49^{ab}	52.30^{bc}	23.33^{a}	3.33^{a}	52.89^{a}
4	0	6.75^{ab}	38.89^{cd}	52.40^{bc}	23.47^{a}	3.22^{a}	51.34^{a}
	2	7.11^{ab}	53.23^{a}	54.00^{b}	23.44^{a}	3.30^{a}	51.98^{a}
	4	7.91^{a}	54.75^{a}	60.75^{a}	22.25^{a}	3.25^{a}	53.54^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

آنتی اکسیدان کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فقط اثر ساده کلات آهن بر میزان آنتی اکسیدان کل میوه آلبالو معنی دار شده و اثر ساده سولفات روی و اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی نتوانست اثر معنی داری بر میزان آنتی‌اکسیدان میوه داشته باشد (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار آنتی‌اکسیدان بترتیب از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن

www.SID.ir

Archive of SID

(۵۳/۲۳ درصد) و شاهد (۵۰/۳۴ درصد) حاصل شد. چنانچه مشاهده می‌شود مقدار آنتی‌اکسیدان میوه با افزایش غلظت کلات آهن افزایش می‌یابد اما با این وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن با تیمار ۲ گرم در لیتر کلات آهن مشاهده نشد (جدول ۴). بررسی منابع نشان داد که محلولپاشی کلات آهن سبب افزایش آنتی‌اکسیدان میوه هلو شد (۳۹). آنتی‌اکسیدان‌ها سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن میوه‌ها را از ناهنجاری حفاظت می‌کنند (۴۹) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها شامل ترکیبات آنزیمی مثل آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و همچنین ترکیبات غیر آنزیمی شامل ویتامین ث، ترکیبات فنولی و کارتنوئیدها می‌باشد و سیستم آنتی‌اکسیدانی باعث جلوگیری از اثرات سوء رادیکال‌های آزاد می‌شود (۵۳) گزارش شده است که کمبود آهن موجب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز برای تبدیل رادیکال اکسیژن به پراکسید هیدروژن می‌شود با این حال فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز کاهش می یابد آنزیم کاتالاز و پراکسیداز از آنزیم های محتوی هم هستند که به طور مشابهی تحت کمبود آهن قرار می‌گیرند بنابراین افزایش محتوی آهن با افزایش مقدار آنزیم کاتالاز و پراکسیداز سبب افزایش محتوی آنتی اکسیدان میوه می‌شود (۲۹).

جدول ۵- تجزیه واریانس کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیولوژیک برگ درخت آلبالو

Table 5- ANOVA for foliar application of iron chelate and zinc sulfate on physiological properties of sour cherry leaf

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل برگ Chlorophyll leaf			غلظت عناصر برگ Concentration of Leaf Elements	
		کلروفیلa Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	آهن (Fe)	روی (Zn)
بلوک Block	3	0.007ns	0.005 ns	0.117 ns	21.18ns	4.22ns
کلات آهن (A) Iron chelate (A)	2	0.83**	0.207**	1.35**	252.08**	13.84**
سولفات روی (B) Zinc sulfate (B)	2	0.51**	0.111*	1.89**	104.02ns	17.69ns
A×B	4	0.25**	0.105*	1.98**	80.03ns	10.04ns
خطا Error	24	0.057	0.033	0.176	0.02	5.44
ضریب تغییرات CV(%)	–	12.39	13.78	10.9	11.45	9.49

**،* و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند

**, * and ns represent significance level of 1%, 5% and non-significant difference, respectively

محتوی کلروفیل برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده محلول‌پاشی کلات آهن بر کلروفیل a، b و کل در سطح ۱ درصد معنی دارشد همچنین اثر ساده سولفات روی و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی بر مقدار کلروفیل a و کل درسطح ۱ درصد و بر مقدار کلروفیل b در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس جدول مقایسه میانگین با افزایش غلظت کلات آهن و سولفات روی مقدار کلروفیل a، b و کل افزایش یافت هرچند در تیمار سولفات روی بین تیمار ۲ و ۴ گرم در لیتر در هر سه صفت کلروفیل a، b و کل اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۶). مقدار کلروفیل برگ تحت تأثیرمحلول پاشی توأم کلات آهن و سولفات روی افزایش نشان داد بطوریکه بیشترین مقدار کلروفیل a (۱/۶۵میلی گرم در صد گرم وزن تازه)، کلروفیل b (۱/۶۷میلی گرم در صد گرم وزن تازه) و کلروفیل کل (۱/۳۸میلی گرم در صد گرم وزن تازه ۲) از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی بدست آمد که با تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۲ گرم در لیترسولفات روی اختلاف معنی داری نشان نداد. همچنین کمترین مقدار کلروفیلa (۱/۲۱میلی گرم در صد گرم وزن تازه ۱)، b (۱/۵۵میلی گرم در صد گرم وزن تازه) و کل (۱/۴۵میلی گرم در صد گرم وزن تازه ۱) از تیمار عدم مصرف کلات آهن و سولفات روی حاصل شد (جدول ۷). مطالعات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد محلول‌پاشی با عنصر آهن سبب افزایش غلظت کلروفیل شده است بعنوان مثال مطالعات در گلابی و سیب (۱۵) و هلو (۲۲) بیانگر این موضوع است. نتایج حاصل از کاربرد سولفات روی بر درخت پسته (۱۴) و پرتقال (۵۱) نشان داد که کاربرد سولفات روی سبب افزایش کلروفیل برگ گردید. آهن به عنوان یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاه نقش موثری در سنتز کلروفیل دارد این

www.SID.ir

Archive of SID

عنصر در متابولسیم اسید نکلئیک در کلروپلاست نقش دارد (۴۵) مهمترین نقش آهن در سنتز کلروفیل کنترل تشکیل گاما-آمینولوولینیک اسید به عنوان پیش ساز مشترک بیوسنتز کلروفیل گروه "هم" می‌باشد و میزان تشکیل آن به وسیله آهن مهار می‌شود (۱۹). بنابراین با کاهش مقدار آهن دردسترس گیاه مقدار تولید کلروفیل کاهش می‌یابد و در پی آن مقدار فتوسنتز کاهش و تولید مواد فتوسنتزی گیاه برای رشد و نمو نیز تقلیل می‌یابد (۳۸). عنصر روی نیز بطور غیر مستقیم بر میزان کلروفیل نقش دارد عنصر روی هم در راه اندازی برخی آنزیم‌های مسیر بیوسنتز کلروفیل و نیز برخی از آنزیم های آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن نقش اساسی دارد (۴۲).

غلظت عناصر در برگ

غلظت آهن برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده کلات آهن بر غلظت آهن برگ (درسطح ۱ درصد) معنی‌دار شد اما اثر ساده سولفات روی و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی معنی‌دار نشد (جدول ۵). با افزایش سطح کلات آهن مقدار آهن جذب شده توسط برگ افزایش یافت بطوریکه بیشترین و کمترین مقدار آهن بترتیب در برگ نمونه‌های تیمار شده با کلات آهن ۴ گرم در لیتر (۵۲/۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و برگ‌های شاهد (۳۳/ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد، هرچند که بین تیمار شاهد و تیمار ۲ گرم بر لیتر کلات آهن اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت آهن موجود در برگ مشاهده نشد (جدول ۶). آهن به عنوان یکی از عناصر غذایی مهم در تغذیه گیاهان به مقدار فراوان در خاک وجود دارد اما به دلیل pH بالای خاک جذب آن از طریق ریشه به کندی انجام می‌شود (۱۳) استفاده از محلولپاشی یکی از روش‌های مهم برای افزایش محتوی عناصر در برگ و میوه است، افزایش غلظت آهن در برگ می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم محلولپاشی بر برگ باشد چراکه این عنصر به راحتی جذب میوه و برگ می‌شود (۳۵). مطالعات وطن خواه و همکاران (۱۳۹۵) در میوه انگور رقم بی‌دانه نیز بیانگر این موضوع می‌باشد.

غلظت روی در برگ

از بین تیمارهای مختلف فقط اثر ساده سولفات روی توانست بر مقدار روی در برگ (در سطح ۱ درصد) تأثیر بگذارد و اثر ساده کلات آهن و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی نتوانست اثر معنی داری بر مقدار روی در برگ بگذارد (جدول ۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین هر دو غلظت ۲ و ۴ گرم در لیتر سولفات روی توانست مقدار روی در برگ را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد بطوریکه بیشترین مقدار روی در برگ از تیمار ۴ گرم در لیتر سولفات روی (۱۳/۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار این عنصر از تیمار شاهد (۱۰/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت سولفات روی یک روند افزایشی در مقدار روی در برگ مشاهده می‌شود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیولوژیکی برگ آلبالو

Table 6- Foliar application of iron chelate and zinc sulfate on physiological properties of sour cherry leaf

تیمار Treatment	کلروفیل برگ Leaf Chlorophyll (mg 100g^{-1} FW)			غلظت عناصر برگ Concentration of Leaf Elements (mg Kg^{-1})	
کلات آهن Iron Chelate (g l^{-1})	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	آهن Fe	روی Zn
0	1.21^{c}	0.55^{b}	1.45^{c}	42.33^{b}	10.34^{a}
2	1.44^{b}	0.61^{b}	1.80^{b}	50.23^{a}	9.78^{a}
4	1.74^{a}	0.80^{a}	2.38^{a}	52.26^{a}	9.23^{a}
سولفات روی Zinc sulfate (g l^{-1})					
0	1.24^{c}	0.57^{b}	1.54^{b}	40.30^{a}	10.47^{c}
2	1.49^{a}	0.63^{ab}	2.11^{a}	43.25^{a}	11.89^{b}
4	1.65^{a}	0.67a^{b}	2.30^{a}	43.23^{a}	13.50^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

www.SID.ir

Archive of SID

این تحقیق با نتایج مطالعات امیدی و همکاران (۴۳) در افزایش غلظت روی ناشی از محلولپاشی در درخت پسته مطابقت دارد. مشکل تغذیه‌ای در خاک‌های آهکی به دلیل کمبود عناصر کم مصرف از جمله روی در درختان میوه امری بارز است چرا که شور بودن و وجود درصد بالای آهک سبب کاهش جذب عنصر روی می‌شود. بعلاوه، در خاک‌های آهکی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به گونه‌ای است که ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر غذایی از جمله روی و آهن و کاهش قابلیت جذب آن توسط ریشه گیاه وجود دارد (۲۷).

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روی محلولپاشی شده توسط درخت به راحتی جذب شده و به قسمت‌های مختلف گیاه از جمله میوه انتقال یافته است که این موضوع توسط دیگر محققین در مطالعه بر میوه پرتقال نیز گزارش شده است (۳). نتایج حاضر نشان می‌دهد که محلولپاشی بهاره سولفات روی بر درخت آلبالو می‌تواند کمبود این عنصر را در گیاه برطرف نموده و راه مناسبی برای تأمین نیازهای گیاه باشد.

جدول ۷- اثر متقابل کاربرد محلولپاشی کلات آهن × سولفات روی بر خصوصیات فیزیولوژیکی برگ آلبالو

Table 7- Interaction effects ofof iron chelate ×zinc sulfate foliar application on physiological properties of sour cherry leaf

تیمار Treatment		کلروفیل برگ Leaf chlorophyll (mg 100g $^{-1}$ FW			غلظت عناصر برگ Concentration of leaf Elements (mg Kg^{-1})	
کلات آهن Iron chelate (g l^{-1})	سولفات روی Zinc sulfate (g l^{-1})	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	آهن Fe	روی Zn
0	0	0.80^{d}	0.41^{c}	1.01^{c}	45.22^{a}	10.35^{a}
	2	1.17^{c}	0.72^{ab}	1.94^{b}	45.84^{a}	10.37^{a}
	4	1.67^{ab}	0.78^{ab}	1.77^{b}	38.90^{a}	10.22^{a}
2	0	1.34b^{c}	0.65^{b}	1.51^{b}	46.45^{a}	11.37^{a}
	2	1.65^{ab}	0.48^{bc}	2.05a^{b}	39.50^{a}	9.27^{a}
	4	1.35^{bc}	0.70^{ab}	2.18^{ab}	43.33^{a}	10.35^{a}
4	0	1.60^{ab}	0.68^{b}	1.85^{b}	49.47^{a}	12.22^{a}
	2	1.67^{ab}	0.82^{a}	2.41^{a}	47.24^{a}	11.30^{a}
	4	1.95^{a}	0.90^{a}	2.54^{a}	41.25^{a}	12.25^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

نتیجه‌گیری

مدیریت مناسب در دوره رشد گیاه می‌تواند بازده تولید را افزایش داده و کیفیت محصول را تا حد زیادی ارتقا دهد. یکی از این عامل‌ها تغذیه درست درختان میوه است. محلول‌پاشی کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش شاخص‌های رشد، صفات بیوشیمیایی میوه از طریق افزایش میزان جذب عناصر ریز مغذی از برگ و بهبود وضعیت کلروفیل و فتوسنتز و به طبع آن تولید میوه‌های مرغوب با بازارپسندی خوب شد. بالاترین میزان عملکرد میوه آلبالو از تأثیر محلولپاشی ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد همچنین کلات آهن به تنهایی سبب بهبود آنتی اکسیدان و مواد جامد محلول میوه شد. بنابراین اگر هدف از تولید میوه عملکرد، وزن میوه و افزایش تولید میوه در واحد سطح باشد مصرف توام کلات آهن به همراه سولفات روی پیشنهاد می‌شود ولی اگر هدف از تولید میوه افزایش خصوصیات شیمیایی میوه باشد مصرف کلات آهن به تنهایی می تواند کیفیت میوه آلبالو را افزایش دهد.

منابع

1. Abd El-Razek E.D., Treutter M.M, Saleh M., El-Shammaa A.A., and Abdel-Hamid N. 2011. Effect of nitrogen and potassium fertilization on productivity and fruit quality of 'Crimson seedless' grape. Agricultural Biology Journal of North American, 2: 330–340
2. Abdi G, and Hedayat M. 2010. Yield and fruit physiochemical characteristic of kabkab date palm as

www.SID.ir

Archive of SID

affected by methods of iron fertilization. World Applied Sciences Journal, 10: 1328-1333.

3. Ahmad M., and Abdel F.M. 1995. Effect of urea, some micronutrients, and growth regulators folair spray on the yield, fruit quality, and some vegetative of, Washington navel orange trees, Hortscience. 30(4): 774.
4. Almaliotis D., Velemis D., Bladenopoulou S., and Karapetsas, N. 2000. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield, In IV International Strawberry Symposium. 567:447- 450.
5. Anonymous A. 2013. FAO Statistical Databases (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, Italy.
6. Arnon, A. N. (1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23,112-121.
7. Ashouri M., Kalhor M., Lolaii A., and Ershadi A. 2016. The effect of urea, zinc and iron on morphological and physiological indices of grapes. Environmental Physiology Plant, 10(37) 43- (In Persian).
8. Babalar M., Mohebi M., Askari S.M., and Talaee A. 2015. Effect of iron and nitrogen application on quantitative and qualitative characteristics of apple "cv. Fuji". Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 27.4: 701-712. (In Persian).
9. Bahure G.K., Mirza I.A.B., Bankar R.T., Puri A.N., and Mirche S.H. 2016. Effect of foliar application of zinc, iron and magnesium on growth, yield and quality economics of soybean (G*lycine max* (L.) Merill). Ecology, Environment and Conservation, 22: 129-132.
10. Brown P. H., Cakmac I., and Zhang Q. 1993. Form and function of zinc in plant . Pp. 93-106. In: A. D. Robson (ed.). Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherland.
11. De Ancos B., Sgroppo S., Plaza L., and Cano M.P. 2002. Possible nutritional and health related value promotion in orange juice preserved by high pressure treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 790-796.
12. Doleh L., Hasan Porasil M., and Abdollahe H. 2010. Factors determining the commercial maturity of the fruit of pear cultivars (*Pyrus communis* L). Journal Horticultural Science. 42(2): 196-189. (In Persian).
13. Eisa S.A.L., Taha M.B., and Abdalla M.A.M. 2011. Amendment of soil fertility and augmentation of the quantity and quality of soybean crop by using phosphorus and micronutrients. International Journal of Academic Research. 3: 800-808.
14. Esmaeilizadeh M., Talaie A. R., Lesani H., Javanshah A., Hokmabadi H. 2014. Effect of shoot girdling, fruit thinning and foliar application of urea, zinc sulfate and sucrose on yield, leaf chlorophyll content, photosynthesis rate and nut quantitative characteristics of Pistachio cv. 'Ohadi'. Iranian Journal of Horticultural Science, 3(28): 277-287.
15. Fernandes E., Barranco R.D., and Benlloch M.1993. Overcoming iron chlorosis in olive and peach trees using a low-pressure trunk-injection method. Horticultural Science, 28:192-194
16. Ferretti G., Bacchetti T., Belleggia A., and Neri D. 2010. Cherry antioxidants: From Farm to Table, Review. Molecules. 15: 1420-3049.
17. Ghaderi N., Vezvaei A., Talaei A.R., Babalar M. 2003. Effect of boron and zinc foliar spraying as well as concentrations of these elements on some leaf and fruit characteristics of almond. Iranian Journal of Science and Technology, 34(1): 127-135. (In Persian).
18. Ghesmati M., Moradinezhad F., and Khayayt M. 2017. Effects of foliar application of calcium nitrate and calcium chloride on antioxidant properties and quality of *Ziziphus jujuba* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 33(5), 871-881. doi: 10.22092.
19. Ghorbanli M., Babalar M. 2003. Mineral Nutrition of Plants, 1st, Tehran Teacher Training University Pub, Tehran, 356p.
20. Hao H. L., WeiY. Z., Yang X. E., Ying F. E. N. G., and Wu C. Y. 2007. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). Rice Science, 14(4): 289-294.
21. Hasani M., Zamani Z., Savaghebi G. and Fatahi R. 2012. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12: 471-480. (In Persian with English abstract).
22. Hosseini Molla S. M., Askari Sarcheshmeh , M.A and Orang k. 2016. Effect of iron foliar application on some physiological characteristics and fruit quality of peach (*Prunus persica CV. Alberta*), Iranin Society of Plant Physiology, 4(14): 112-116. (In Persian with English abstract).
23. Houimli S. I. M., Jdidi H., Boujelben F., and Denden M. 2016. Fruit yield and quality of iron-sprayed tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) grown on high pH calcareous soil. International Journal of Innovation Science and Research, 20(2): 268-271. (In Persian).
24. Ieri F., Pinelli P., and Romani A. 2012. Simultaneous determination of anthocyanins, coumarins and phenolic acids in fruits, kernels and liqueur of *Prunus mahaleb* L. Food Chemistry, 135(4):2157–2162.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Jiménez S., Garín A., Gogorcena Y., Betrán J. A., and Moreno M. A. 2004. Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: influence of different rootstocks. Journal of Plant Nutrition, 27(4): 701-712.
26. Khan H. R., Donald G. K., and Rengel Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea, Plant Soil. 241: 389-400.
27. Khoshgoftar A. H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Vanderzee S. E., and Parker. D. R. 2004.Salinity and Zn application effects on phytoavailability of Cd and Zn. Soil Science Society of America Journal, 68: 1885–188.
28. Kobraee S., NoorMohamadi G., Heidari Sharifabad H., Darvish Kajori F., and Delkhosh B. 2011. Influence of micronutrient fertilizer on soybean nutrient composition. Indian Journal of Science and Technology, 4(7): 763-769.
29. Kong J., Dong Y. Xu. L., Liu S., and Bai X. 2014. Effects of exogenous salicylic acid on alleviating chlorosis induced by iron deficiency in peanut seedlings (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Plant Growth Regulation, 33: 715-729
30. Korcak, R.F. 1987. Iron deficiency chlorosis. Horticultural Review, 9: 133-186.
31. Lolaei A., Rezaei M.A., Khoramrad M., and Kaviani B. 2012. Effect of paclobutrazol and sulfate Zinc on vegetative growth, yield and fruit quality of strawberry *Fragaria ananassa* Duch. cv. Camarosa. Indian Journal of Annuals of Biological Researchers, 3(10): 4657-4662.
32. Lucena J. J. 2003. Fe chelates for remediation of Fe chlorosis in strategy I plants. Journal of Plant Nutrition, 26(10-11): 1969-1984.
33. Maghsoudi Sh. 2005. The technology of lavashak and prunus processed making tamarind. gharahghorout. First edition,Tehran, Marzedanesh Publications, p: 131.
34. Mansouri S., BabalarM., Kalantari, S., and Askary S. M. A. 2017. Effect of the foliar spraying of iron and soil application of the ammonium nitrate, on postharvest quality of apple 'Delbar stival'. Iranian Journal of Horticultural Science, 48(3). 503-515. (In Persian).
35. Marschner P. 2012. Mineral nutrition of higher plants, 3rd ed; Academic Press, London, UK. Pp. 178–189.
36. Mass J.L. 2002. Compendium of Strawberry diseases. Published by the American psychopathological society, in cooperation with Agricultural Research service USA Department of Agriculture, pp.15-18.
37. Mirzapour M. H., and Khoshgoftarmanesh A. H. 2013. Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. Journal of Plant Nutrition, 36(1), 55-66. (In Persian)
38. Mohamadipoor R., Sedaghathoor S. Khomami M. A .2013. Effect of application of iron fertilizers in two methods 'foliar and soil application' on growth characteristics of Spathyphyllum illusion. European Journal of Experimental Biology, 3: 232-240. (In Persian).
39. Molassiotis A., Tanou G., Diamantidis G., Patakas A., and Therios, I. 2006. Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. Journal of Plant Physiology, 163:176-185
40. Mosavi S. R., Galavi M., and Ahmadvand G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 1256-1260. (In Persian)
41. Moustafa A.A., Elshazly, S.A., Eissa A.M., and Zahran M.A. 1986. Effect of foliar applications of chelated Fe, Zn and Mn on leaf mineral content, yield and fruit quality of Roumi Red grape-vines. Journal of Annals of Agricultural Sciences, 31: 623-635.
42. Movahhedi Dehnavi M., Sanavi A. M., Soroush-Zade A., and Jalali M. 2004. Changes of proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) content and chlorophyll fluorescence in safflower varieties under drought stress and foliar application of zinc and maganese. Biaban, 9: 93-110. (In Persian).
43. Omidi L., Dashti H., Mozaffari V., and Tajabadipour A. 2010. Effect of foliar and soil application of zinc and copper on some quantitative and qualitative properties of pistachio trees. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 14(52): 149-162. (In Persian).
44. RaeseT., and Drake S.R .2008. Nitrogen fertilization and elemental composition affects fruit quality of 'Fuji'apples. Journal of Plant Nutrition, 20(12): 1797-1809.
45. Rahii, A., Davoodi I.F. M., Azizi, F., and Habibi, D. 2012. The study examIned the effects of different amounts of humic acid and response curves In the *Dactylis glomerata*. Iranian Journal of Genetics and Plant BreedIng, 8(3): 15-28.
46. Roosta H.R., and Mohsenian Y. 2012. Effect of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum* L.) plants in aquaponic system. Journal of Horticultural Science, 146: 182-191. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

47. Sadati S., Moallemi N., Mortazavi M.H., and Sayyednezhad M. 2012. The effect of foliar application of zinc sulphate and boric acid soluble sugar and oil content of three varieties of olive changes during fruit ripening. 7th Iranian Horticultural Science Congress. (In Persian).
48. Sharma A. K., Srrvastava, B. N., Johri P. C., and Rathore V. S. 1992. Kinetics of zinc uptake by mycorrhizal and nonmycorrhizal corn roots, Biology and Fertility of Soils. 13: 206-210.
49. Silva F.J.P., Gomes M.H., Rodrigues J., and Almeida D.S.F. 2008. Antioxidant properties and fruit quality during long-term storage of "Rocha" pear: effects of maturity and storage conditions. Journal of Food Quality, 33 (1): 1–20.
50. Terry N. 1980. Limiting factors in photosynthesis I. Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo. Plant Physiology, 65(1): 114-120.
51. Yeasmin T., Absar N., and Savker A.A. 1995. Effect of foliar spray of micronutrient and urea on the nutritional quality of mulberry leaves. Indian Journal of Agriculture, 34(2):149-152.
52. Zabihi H.R., and Nourihoseini S.M. 2017. Application of Sulfur in Calcareous and Saline-Sodic Soils of Khorasan Razavi Province to Enhance Plant Yield. Journal of Land Management, 5(1). 33-45. (In Persian)
53. Zhao-liang L., Young-Bing Y., Cheng-lian L., Zong-Xun C., and Tsung-Hsum T. 1998. Regulation of antioxidant enzymes by salycilic acid in cucumber leaves. Acta Botanica Sinica, 40 (4), 356-36.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 311-322
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۲۲-۳۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Foliar Application of Iron and Zinc Micronutrients on Yield and Quality Properties of Sour cherry Fruit (*Prunus cerasus* L.)

M.Ghesmati[1]*- F. Moradinezhad[2]

Received: 24-10-2018
Accepted: 08-06-2019

Introduction: Sour cherry is one of the most strategically important horticultural products in the Khorasan Razavi province that proper nutrition can improve the performance of the plant. This fruit is rich in vitamins, antioxidants, and soluble fiber, which is very useful for lowering blood pressure. Proper nutrition is one of the important factors in determining the quantity and quality of the fruit. In arid and semi-arid regions, micronutrient elements availability is one of the factors that limits growth, yield, and quality of fruit trees , because absorption of nutrients being limited due to the alkalinity of the soil. So, the use of an appropriate method to provide the required nutrients by plants is necessary. Foliar application of nutrient is one of the important ways in the food supply for plants. Hence, spraying is an effective way to reduce nutritional disorders in plants. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of iron and zinc micronutrients on the yield and physicochemical properties of sour cherry fruit .

Materials and Methods: In order to investigate the effect of spraying of iron chelate and zinc sulfate on yield and qualitative characteristics of the sour cherry fruit, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications in the commercial orchard of Astan Quds Razavi, Mashhad, Iran. The first factor was spraying iron 6% Fe-EDDHA at 3 levels (0, 2 and 4 g l-1) and the second factor was spraying zinc sulfate at 3 levels (0, 2 and 4 g l-1). The treatments were applied in two stages, 20 days after the whole flowering stage and 20 days after the first spraying. Spraying chemicals was done in the morning when temperature and humidity were not high.. Fruit and leaves samples were collected, at the commercial maturity stage of fruit, from each tree include one kilogram of fruit and half kilogram leaves. Thereafter, healthy fruits and leaves of the same shape, size, and color were selected to determine the biochemical properties of fruit and chlorophyll leaves. In this experiment, 36 grilled cherry trees of 10 years old with a spacing of 3×4 m were used. The general conditions of the selected trees were similar to other garden trees, and irrigation (dripping), pest and disease control were applied uniformly to all treated trees. The studied traits included the fresh weight of fruit, dry matter percentage, fruit yield, fruit juice acidity, soluble solids, total antioxidant, trace related to chlorophyll content, iron and zinc concentration in leaves.

Results and Discussion: The results showed that different levels of iron chelate, zinc sulfate, and their interaction increased fruit fresh weight, dry matter percentage, fruit yield and chlorophyll traits. An individual application of 4 g l^{-1} of iron or zinc, and also their combination application showed the greatest values on evaluated traits In addition, the soluble solids, total antioxidant, and iron leaf values were only affected by different levels of chelate iron, which improved with increasing spraying levels of the studied traits. Sprayed with zinc sulfate could increase the concentration of zinc in the leaves but the acidity of juice was not affected by the treatments. The results showed that different levels of zinc significantly affected all quantitative traits of sour cherry fruit than iron chelate. However, spraying with iron chelate had a significant effect on the quality traits of fruit, including total soluble solids and total antioxidants. Moreover, the combination effect of chelate iron and zinc sulfate in comparison to their individual application had a better effect on the quantitative and chlorophyll traits of the cherry leaf. The highest increase in both zinc and iron content of leaf samples were obtained in trees that were treated with 4 g l^{-1} of zinc or iron solutions, respectively. The results show that foliar application of high concentrations of both chemicals increased zinc or iron content of leaf samples about 30% compared to the control. Thus, not only higher yield but also quality improvement of sourcherry fruit occurred in treated trees. Our results was in accordance with the findings of previous studies on different fruit tress like grapes, pistachio and orange. According to the results, it can be concluded that spraying with zinc sulfate and iron chelate during plant growth season can increase yield and improve the physical and chemical properties of the sour cherry fruit.

Keywords: Antioxidant, Chlorophyll, Dry Matter, TSS, Yield

1 and 2- M.Sc. Graduated of Medicinal Plants and Associated Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: ghesmati25@gmail.com)

www.SID.ir