Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (265-274)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.231076.1225

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۲۷۴-۲۶۵)

اثر تغذیه برگی آهن و روی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب 'دلبار استیوال'

محمدعلی عسکری سرچشمه[1*]، مریم کربلسی[2]، علیرضا طلایی[3]، مصباح بابالار[3] و سمیه آقاجانی[2]
۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۳)

چکیده

در این پژوهش اثر تغذیه برگی آهن و روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب 'دلباراستیوال' مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی درختان هشت ساله سیب 'دلباراستیوال' با پایه M9 تحت سیستم تربیت Y در ایستگاه تحقیقاتی گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. در طول فصل رشد درختان با سه غلظت، صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلات‌آهن (Fe-EDDHA) و سه غلظت صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سولفات‌روی، فاصله ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از تمام‌گل محلول‌پاشی شدند. میوه‌ها بعد از برداشت به سردخانه با دمای ۱±۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد منتقل و به‌مدت ۵ ماه نگهداری شدند. نمونه‌ها در زمان برداشت و نیز به فاصله هر یک ماه از سردخانه خارج و از نظر خصوصیات کمی و کیفی اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت آهن مصرفی، میزان سفتی بافت، ویتامین ث، مواد جامد محلول، ظرفیت ضد اکسایشی و درصد ماده خشک میوه افزایش یافت. محلول‌پاشی روی نیز باعث افزایش مقدار ویتامین ث، مواد جامد محلول و درصد ماده خشک شد، اما میزان سفتی بافت گوشت میوه و فنول‌ها را کاهش داد. در مجموع می‌توان گفت کاربرد آهن و روی برای بهبود خصوصیات کیفی این رقم سیب مناسب بوده است.

واژه‌های کلیدی: سولفات‌روی، ظرفیت ضد اکسایشی، فنول‌ها، کلات‌آهن، ویتامین ث.

Effect of foliar application of iron and zinc on some quantitative and qualitative attributes of apple fruit 'Delbar estival'

Mohammad Ali Askari Sarchemeh[1*], Maryam Karbasi[2], Alireza Talaei[3], Mesbah Babalar[3] and Somaye Aghajani[2]
1. 2, 3. Associate Professor, M. Sc. Student and Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Apr. 12, 2017 - Accepted: Oct. 15, 2017)

ABSTRACT

This study was carried out on the effect of iron and zinc foliar applications on quantity and quality trait of apple 'Delbar estival' fruit. The research experiment was carried out as factorial in a randomized complete block design with 3 replications on 8-year-old 'Delbar estival' apple trees on M9, trained to Y system in Horticultural Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. During growth season, iron chelate (Fe-EDDHA) in three levels (0, 50, 100 mg/l) and zinc sulfate in three levels (0, 5, 10 mg/l) were sprayed 30, 60 and 90 days after full-bloom. Harvested fruits were transferred to cold storage with 0±1˚C and 85-90% relative humidity and kept for 5 months. In order to measure the treatments effects on qualitative and quantitative fruit traits, samples were assessed at harvest time and monthly intervals during cold storage. Results showed that increased Fe concentration caused enhancement of fruit flesh firmness, vitamin C, soluble solids, antioxidant content and dry matter. Zn could increase vitamin C, soluble solids, dry matter but reduced flesh firmness and total phenols. It can be concluded that, iron and zinc application was suitable for improving the quality indexes for this apple cultivar.

Keywords: Antioxidant, Iron chelate, total phenol, vitamin C, zinc sulfate.

* Corresponding author E-mail: askari@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سیب با نام علمی *Malus domestica* ازخانواده گلسرخیان و زیر خانواده سیبیان می‌باشد و جزو میوه‌های دانه‌دار محسوب می‌شود. تنوع ژنتیکی این درخت، امکان رشد و سازگاری آن را با شرایط اقلیمی مختلف ایجاد کرده است (Khadivi, 2010). عوامل مختلفی از جمله آب و هوا، خاک، آبیاری، رقم، هرس، نوع پایه و تغذیه بر سطح عملکرد، رشد و تولید میوه سیب تأثیر دارند. تغذیه درخت یک عامل پراهمیت در مدیریت موفقیت‌آمیز باغ بوده و از طریق تدوین برنامه مناسب غذایی و کوددهی قابل‌کنترل به‌شمار می‌رود. در هرحال، صرف وجود عناصر در خاک، کافی نیستند بلکه این عناصر باید به فرم قابل‌استفاده برای درخت در خاک باشند. سطح pH خاک و وجود تعادل بین عناصر موجود در خاک در قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه تأثیرگذار است. آهن یک عنصر ریز مغذی بسیار مهم است و در سنتز کلروفیل‌ها نقش داشته و از طریق افزایش فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها، کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (Herrera, 2001). تثبیت عنصر آهن در خاک به‌ویژه در خاک‌های آهکی، که غالب خاک‌های قابل‌کشت در ایران است، یکی از مشکلات تغذیه‌ای در مورد این عنصر است (Schulte, 1992). این مشکل نشان‌دهنده اهمیت استفاده از فرم و شکل مناسب کاربرد این عنصر برای رفع نیاز گیاه است که توسط متخصصین تغذیه نیز در این زمینه پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است. کلات‌های آهن می‌توانند کمبود آهن را به‌آسانی اصلاح کنند. این مواد بی‌خطر را می‌توان به‌صورت محلول‌پاشی به‌کار برد. از آن‌جایی‌که این کلات‌ها ظرف مدت کوتاهی جذب می‌شوند، می‌توانند برای اصلاح سریع مشکل کلروز آهن به‌کار روند. مؤثرترین عامل کلات‌شده، Fe-EDDHA می‌باشد، که به‌طور معمول ۲ بار محلول‌پاشی آن مورد نیاز است. کاربرد اول ۴ هفته بعد از تمام گل و کاربرد دوم حدود ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی اول می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان داده است که محلول‌پاشی منابع مختلف آهن از جمله کلات‌ها می‌تواند محتوای کلروفیل برگ، آهن فعال و مواد غذایی برگ و میوه گلابی را افزایش دهد. همچنین عملکرد و کیفیت میوه‌های گلابی از طریق محلول‌پاشی با کلات آهن افزایش یافته است (Hamouda *et al*., 2015). کاربرد کلات آهن به‌صورت محلول‌پاشی منجر به افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه گلابی رقم شاه‌میوه (Manafi *et al*., 2015)، سیب رقم دلباراستیوال (Mansouri *et al*., 2015) و سیب رقم فوجی (Mohebi *et al*., 2014) شده است. روی نیز به‌عنوان یک جز از ۶۰ آنزیم مشخص‌شده است و در بسیاری از عملکردهای گیاه نقش دارد و یک نقش آنزیمی در تولید هورمون رشد (ایندول‌استیک‌اسید) دارد (Hassan *et al*., 2010). کمبود روی در سراسر جهان شایع است و باعث می‌شود که تعدادی از محصولات ارزش اقتصادی خود را از دست بدهند. روی بسیار آرام در خاک حرکت می‌کند، به‌دلیل این‌که بخش زیادی از سیستم ریشه درختان میوه در لایه‌های عمیق خاک قرار دارد، محلول‌پاشی برگی با روی، نسبت به کاربرد در زمین زراعی، در کاهش‌دادن علائم کمبود آن مؤثرتر است (Swietlik, 2002). در آزمایشی که با استفاده از روش‌های مختلف کاربرد سولفات‌روی در سیب انجام گرفت نشان داده شد که فاکتورهای کیفی مثل، مواد جامد محلول، مقدار اسیدها، محتوای قندها و pH عصاره آب میوه به‌وسیله سولفات‌روی تحت تأثیر قرار گرفت (Rasouli Sadeghiani *et al*., 2002). محلول‌پاشی عناصر غذایی یکی از روش‌های معمول تأمین نیاز غذایی گیاهان عالی است که کارایی آن، وقتی شرایط خاک برای دسترسی عناصر نامناسب است، بیشتر از مصرف آن از طریق خاک می‌باشد (Erdal *et al*., 2008). شرایط خاک‌های آهکی مانند منطقه کرج، بالا بودن میزان pH، مواد آلی کم و تداوم مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی منجر به کمبود عناصر ریز مغذی و مهم مثل آهن و روی در خاک‌های ایران و منطقه کرج می‌شود و در نتیجه تغذیه برگی آهن و روی در شرایط باغ اهمیت بالایی دارد. با وجود پژوهش‌هایی که درباره اثر آهن و روی بر کمیت و کیفیت محصولات باغبانی انجام گرفته است اما گزارش مستندی در مورد اثر این دو عنصر بر محصول سیب رقم دلباراستیوال در سیستم کشت (Y) وجود ندارد؛ بنابراین هدف از این پژوهش، مطالعه اثر مقادیر مختلف آهن و روی بر عملکرد و کیفیت میوه سیب 'دلباراستیوال' است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه اثر سه غلظت مختلف کلات‌آهن (EDDHA) و سولفات‌روی ($ZnSO_4.7H_2O$) بر برخی خصوصیات کمی و کیفی محصول درخت سیب رقم دلباراستیوال (*Malus domestica* cv. Delbar Estival)، درختان سیب هشت ساله رقم دلباراستیوال پیوند شده بر پایه کوتاه مالینگ (M9) واقع در قطعه آزمایشی سیب مرکز تحقیقات علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج انتخاب شدند. سیب 'دلبار استیوال' (دو رنگ فرانسه) بومی فرانسه است. طعم آن فوق‌العاده شیرین بوده و میزان آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد فنولی آن بالا می‌باشد و بافت آن ترد و از ارقام تابستانه (میان‌رس) محسوب می‌شود (Keverset *et al.*, 2011). رقم سیب مورد آزمایش از ارقام خارجی است که به‌تازگی وارد ایران شده و با شرایط آب و هوایی منطقه کرج سازگاری خوبی دارد و میوه‌های باکیفیتی تولید می‌کند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سیستم کشت درختان سیب، شکل Y متراکم بود و درختان در فواصل کاشت ۱/۵×۴ متر مستقر بودند. در شروع پژوهش، نمونه خاک قطعه آزمایشی برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه ارسال شد نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. محلول‌پاشی در هوای خنک و آرام، صبح زود و قبل از بالا آمدن خورشید به‌صورت پاشش یکنواخت، در سه زمان مختلف، اردیبهشت، خرداد و تیر (زمان محلول‌پاشی در هجدهم هر ماه) در سه سطح کلات‌آهن (Fe-EDDHA حاوی ۶٪ آهن) شامل غلظت‌های صفر=Fe1، ۵۰ =Fe2 و ۱۰۰ =Fe3 میلی‌گرم در لیتر و سولفات‌روی (حاوی ۲۲٪ روی) در سه سطح شامل غلظت‌های صفر=Zn1، ۵=Zn2 و ۱۰=Zn3 میلی‌گرم در لیتر انجام شد. در تیمار شاهد برای محلول‌پاشی درختان از آب مقطر استفاده شد. سه درخت در هر تیمار و در مجموع ۲۷ اصله درخت سالم و یکنواخت به‌عنوان ۲۷ واحد آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. برداشت میوه‌ها با استفاده از شاخص رایج نشاسته انجام گرفت که به‌دلیل دقت کافی، سهولت کاربرد و در دسترس‌بودن توصیه شده است (Echeverria *et al.*, 2004). میوه‌ها بعد از برداشت، به محل سردخانه گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز منتقل شدند و در دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵٪ به‌مدت پنج ماه نگهداری شدند. لازم به ذکر است که شاخص‌های ویتامین ث، فنول و ظرفیت ضداکسایشی در سه نوبت (قبل از انبارمانی (روز صفر)، ۶۰ و ۱۵۰ روز بعد از انبارمانی) و بقیه شاخص‌ها ماهیانه اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد، میوه‌های درختان تیمارشده در هر تکرار، برداشت و با استفاده از ترازوی دیجیتالی وزن کل میوه هر درخت به‌طور جداگانه اندازه‌گیری گردید. برای تعیین سفتی گوشت میوه، پوست میوه در دو نقطه از بخش استوایی میوه به‌میزان ۱ سانتی‌متر مربع برداشت شد و سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنترومتر دستی (مدل FT-327) ساخت کشور ایتالیا با پیستون ۸ میلی‌متر برحسب kg/cm^2 ثبت گردید. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه با استفاده از قطره‌چکان روی منشور دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO-ATC-20E، ساخت کشور ژاپن) ریخته و عدد مربوطه قرائت شد. عدد به‌دست‌آمده بیانگر مواد جامد محلول است که به‌صورت درصد بریکس بیان می‌شود.

جدول ۱. آنالیز خاک محل آزمایش

Table 1. Soil analysis of experiment site

	Phosphorus (ppm)	Potassium (ppm)	Nitrogen (%)	Organic matter (%)	Calcium carbonate (%TNV)	pH	EC (ds/m)	Saturated moisture (sp)
	5.18	175.66	0.1	1.03	11.46	7.75	1.01	38.04

Texture	Particles in soil		
L	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
	20	41	39

Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	
0.96	1.26	4.4	3	In soil
2-2.5	0.8-1.2	3-3.5	6-6.5	Favorable range

www.SID.ir

Archive of SID

درصد ماده خشک که نشان‌دهنده مجموع ترکیبات آلی و معدنی محتوای میوه است، با استفاده از آون برقی اندازه‌گیری شد. مقدار ۲۰-۱۰ گرم از پوست و گوشت میوه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد و به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و درصد ماده خشک با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

درصد ماده خشک = M2/M1×۱۰۰

M2= وزن خشک نمونه، M1= وزن اولیه یا تر نمونه.

مقدار آسکوربیک‌اسید (ویتامین ث) با روش تیتراسیون و با کمک یدیدور پتاسیم و معرف نشاسته، و ظرفیت ضد اکسایشی (آنتی‌اکسیدان) میوه‌ها با استفاده از روش Faniadis *et al.* (2010) اندازه‌گیری گردید. در این روش یک گرم از بافت میوه با هشت میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ همگن شده و مخلوط حاصل در ۹۵۰۰ دور به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. ۱۰۰ میکرولیتر از محلول رویی را با ۳۴۰۰ میکرولیتر محلول DPPH (۰/۱ نرمال) مخلوط کرده و محلول حاصل را به‌مدت دو ساعت در شرایط تاریکی نگهداری کرده و سپس میزان جذب نوری آن در ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (SHIMZU, model UV-VIS 1700, Japan) قرائت گردید. ظرفیت ضد اکسایشی برحسب درصد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

ظرفیت ضد اکسایشی (٪) =

۱۰۰ × (قرائت شاهد/ قرائت نمونه مورد نظر- قرائت شاهد)

برای تهیه نمونه شاهد، از همه ترکیبات به‌کار برده شده به‌جز نمونه میوه استفاده شد. اندازه‌گیری محتوای فنول کل میوه‌ها با استفاده از روش Ough & Amerine (1988) انجام شد. مقدار ۰/۵ گرم از گوشت میوه در ۴ میلی‌لیتر الکل اتانول همگن شده و سپس عصاره توسط سانتریفیوژ صاف گردید. سپس به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره، ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالچو (Folin-Ciocalteu)، یک میلی‌لیتر کربنات‌سدیم ۷٪ و ۸ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد. میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (SHIMZU, model UV-VIS 1700, Japan) در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید. فنول کل بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک موجود در یک گرم وزن تر نمونه بیان شد. غلظت فنول‌ها بر اساس منحنی استاندارد اسید گالیک خالص محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Version 21.0) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد، درصد ماده خشک

در مجموع، کاربرد پاششی آهن و روی اثرات معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری داشتند (جدول ۲). محلول‌پاشی آهن عملکرد را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد؛ به‌طوری که سطح سوم آهن (۱۰۰mg/l) بالاترین عملکرد (۵۶/۶۰Kg/tree) را نسبت به دو سطح دیگر آن ایجاد کرد (جدول ۳). اثر روی نیز بر عملکرد معنی‌دار بود و افزایش غلظت روی سطح عملکرد را افزایش داد (جدول ۳). روی با غلظت mg/l ۵ و mg/l ۱۰، به‌ترتیب عملکرد را به‌میزان ۱/۱۲ و ۱/۱۸ برابر نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). اثر برهمکنش سه سطح مختلف کلات‌آهن و سولفات‌روی بر شاخص عملکرد به‌ازای هر درخت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد (۶۵/۱۶Kg/tree) با تیمار Fe3Zn3 به‌دست آمد و کمترین عملکرد (۴۲/۴۸ Kg/tree) متعلق به تیمار شاهد (Fe1Zn1) بود (جدول۴). کاربرد برگی کلات‌آهن در میوه توت‌فرنگی، عملکرد و تعداد میوه را افزایش داده است (Zaiter *et al.*, 1993). اثر روی در افزایش میزان عملکرد می‌تواند به‌دلیل افزایش سطح اکسین درون‌زا باشد که باعث افزایش تشکیل میوه می‌شود (Hannafy Ahmed *et al.*, 2012). طبق مطالعات انجام‌گرفته، تیمار آهن باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و به‌تبع آن افزایش کربوهیدرات کل و تحریک انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌های گیاه به میوه‌ها می‌شود که به این ترتیب منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. کلروز حاصل از کمبود آهن موجب کاهش تولید میوه، کاهش تعداد میوه در واحد هر درخت، اندازه میوه و عملکرد درختان می‌شود و

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت میوه‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Alvarez-Fernandez *et al*., 2003). افزایش عملکرد متناسب با افزایش سطوح آهن محلول‌پاشی شده را، می‌توان به‌دلیل افزایش فتوسنتز و تغذیه بهتر میوه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین مخازن جذب کربوهیدرات‌ها دانست (Ashoori *et al*., 2013). نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که با گذشت زمان انبارمانی، ماده خشک میوه روند کاهشی داشته اشت (جدول۳). اثر آهن و روی بر میزان ماده خشک میوه معنی‌دار بود. افزایش غلظت آهن باعث افزایش میزان ماده خشک شد. بین دو سطح آهن ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اختلاف معنی‌دار نبود و میزان ماده خشک را ۱/۰۴ برابر نسبت به شاهد (۱۱/۱۷٪) افزایش داد (جدول ۳). افزایش غلظت روی نیز میزان ماده خشک میوه را افزایش داد. روی با غلظت ۵ mg/l ماده خشک را ۱/۰۲ برابر و روی با غلظت ۱۰ mg/l ماده خشک را به‌میزان ۱/۰۶ برابر نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول۳). اثر برهمکنش آهن و روی نیز بر ماده خشک معنی‌دار بود و بالاترین سطح را (۱۲/۲۳ درصد) در تیمار Fe3Zn3 نشان داد که با کمترین میزان ماده خشک (۱۰/۹۰ درصد) در تیمار شاهد (Fe1Zn1) به‌طور معنی‌داری تفاوت نشان داد (جدول۴). دیگران گزارش کردند سولفات‌روی با غلظت ۸ گرم بر لیتر، عملکرد درختان سیب 'فوجی' را افزایش داده است (Amiri *et al*., 2008)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. همچنین کاربرد برگی آهن و روی در لیموشیرین باعث افزایش میزان عملکرد از ۱۰۴ کیلوگرم در درختان شاهد به ۱۵۷ کیلوگرم در درختان محلول‌پاشی‌شده با آهن و روی شده است (Aboutalebi & Hassanzadeh, 2013).

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تیمارهای آهن، روی و زمان انبارمانی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'دلباراستیوال'
Table 2. Analysis of variance for treatments, of iron, zinc and storage time on some quantitative and qualitative characteristics of 'Delbar Estivsl' apple

SOV	Means Square						
	Yield (Kg/tree)	TSS (Brix%)	Vitamin C (mg/100g)	Dry matter (%)	Antioxidant (%)	Phenol (mg/100g)	Firmness (Kg/cm^2)
Fe	164.84^{**}	3.80^{**}	9.65^{**}	3.10^{**}	26.60^{ns}	712.02^{**}	2.85^{**}
Zn	151.41^{**}	7.58^{**}	31.99^{**}	5.63^{**}	60.42^{ns}	320.03^{ns}	10.13^{**}
Time	-	15.69^{**}	53.71^{**}	25.54^{**}	5262.94^{**}	2739.48^{**}	5.35^{**}
Fe × Zn	57.12^{**}	16.87^{**}	22.66^{**}	2.73^{**}	1117.14^{**}	279.22^{ns}	4.79^{**}
Fe × Time	-	1.57^{**}	4.33^{ns}	0.84^{ns}	53.21^{ns}	243.98^{ns}	0.09^{ns}
Zn × Time	-	0.35^{ns}	4.59^{ns}	0.29^{ns}	91.36^{ns}	139.15^{ns}	0.07^{ns}
Fe × Zn × Time	-	0.42^{ns}	4.00^{ns}	0.37^{ns}	64.32^{ns}	123.39^{ns}	0.04^{ns}
Year	126.31^{ns}	1.73^{ns}	4.73^{ns}	2.14^{ns}	56.56^{ns}	3.27^{ns}	1.83^{ns}
Block	6.57^{ns}	2.60^{ns}	0.83^{ns}	0.61^{ns}	53.78^{ns}	143.78^{ns}	0.10^{ns}
Error	5.55	0.37	2.47	0.84	59.45	156.89	0.06
CV (%)	12.92	10.50	22.30	11.64	25.52	19.81	21.24

*، ** و ns: به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

*, **, ns: Significant difference at P< 0.05 and P< 0.01 and non-significant, respectively.

جدول ۳. اثر ساده سطوح مختلف آهن و روی بر برخی شاخص‌های کمی و کیفی میوه سیب رقم 'دلباراستیوال'
Table 3. Simple effect of different levels of Fe and Zn on some quantitative and qualitative indexes of 'Delbar Estaval' apple fruit

Treatment	Yield (kg/tree)	Dry matter (%)	Firmness (Kg/cm^2)	Total soluble Solids (% Brix)	Vitamin C (mg/100g)	Antioxidant (%)	Total phenol (mg/100g)
Fe (mg/l)							
0	47.63c	11.17b	3.25b	11.93b	10.46b	63.95a	52.60ab
50	53.74b	11.68a	3.92a	12.48a	11.45ab	64.15a	62.16a
100	56.60a	11.68a	3.97a	12.19ab	12.16a	66.47a	42.11b
Zn (mg/l)							
0	46.89c	11.17b	4.06a	11.68b	10.96b	65.63a	52.26a
5	54.14b	11.46b	3.22b	12.37a	10.55b	65.94a	47.42a
10	57.31a	11.89a	3.32b	12.47a	12.66a	63.92a	47.94a
Stortage (day)							
0		12.99a	4.31a	10.98e	12.84a	81.32a	82.36a
30		12.02b	3.79b	11.48d	-	-	-
60		12.10b	3.57c	12.11c	11.36b	62.22b	42.59b
90		11.20c	3.36d	12.54b	-	-	-
120		10.60d	3.17e	13.11a	9.97c	51.73c	22.67c
150		10.14d	3.00f	12.85ab	-	-	-

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column indicate no significant difference at 5% of probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. اثر بر همکنش سطوح مختلف آهن و روی بر برخی شاخص‌های کمی و کیفی میوه سیب

Table 4. Interaction of different levels of Fe and Zn on some quantitative and qualitative indexes of apple fruit

Treatment		Firmness (Kg/cm^2)	Yield (Kg/cm^2)	Total soluble solids (TSS) (%Brix)	Vitamin C (mg/100g)	Antioxidant (%)	Total phenol (mg/100g)	Dry matter (%)
Fe (mg/l)	Zn (mg/l)							
0	0	3.15cd	42.48d	10.52e	9.68cd	50.79e	46.72a	10.90e
	5	3.06d	52.98b	13.08ab	8.51d	72.13ab	44.59a	11.36bcde
	10	3.31cd	47.35c	13.36a	14.58a	73.11ab	45.44a	11.28cde
50	0	4.35b	53.28b	12.65bc	11.64bc	76.84a	47.11a	11.25de
	5	3.35c	52.11bc	12.23cd	11.34bc	56.18de	46.69a	12.02ab
	10	3.38c	56.11b	12.54bc	11.39bc	61.00cd	45.18a	11.95abc
100	0	4.79a	48.00c	12.21cd	11.78bc	73.01ab	45.23a	11.16de
	5	3.30cd	56.89b	11.76d	12.06bc	66.26bc	42.73a	11.66abcd
	10	3.26cd	65.16a	11.82cd	12.65ab	60.13cd	44.37a	12.23a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column indicate no significant difference at 5% of probability level.

رابطه خطی بین غلظت آهن و عملکرد گیاه وجود دارد؛ به این صورت که در اثر مصرف آهن، مقدار کلروفیل‌ها، فتوسنتز و رشد رویشی گیاه افزایش می‌یابد و باعث افزایش سطح کربن‌گیری و در نتیجه افزایش میزان ماده خشک تولیدی گیاه می‌شود. کاهش در میزان ماده خشک میوه در طی انبارمانی، به‌دلیل مصرف کربوهیدرات‌ها در فرآیند تنفس است (Amaliotis *et al.*, 2002).

سفتی گوشت و مواد جامد محلول

با گذشت زمان، میزان سفتی بافت میوه سیب به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول۳). اثر آهن نیز برحفظ سفتی بافت میوه معنی‌دار بود؛ به‌طوری که افزایش غلظت آهن باعث افزایش سفتی بافت میوه شد (جدول۳). بالاترین سطح تیمار آهن (۱۰۰mg/l) بالاترین سفتی ($۳/۷ Kg/cm^2$) را از میان دو سطح دیگر موجب شد. اثر روی نیز بر سفتی بافت میوه معنی‌دار بود و افزایش غلظت روی میزان سفتی را کاهش داد (جدول۳). کمترین میزان سفتی (Kg/cm^2 ۳/۲۲) با کاربرد روی با غلظت ۵ mg/l به‌دست آمد. اثر برهمکنش آهن و روی بر سفتی بافت میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بالاترین میزان سفتی بافت میوه ($۴/۷۹ Kg/cm^2$) مربوط به تیمار Fe3Zn1 می‌باشد و کمترین میزان سفتی ($۳/۰۶ Kg/cm^2$) مربوط به تیمار Fe1Zn2 می‌باشد (جدول ۴). گزارش شده است که کمبود آهن سبب کاهش سفتی بافت میوه‌های هلو شده است (Fernandez *et al.*, 2011). کاربرد برگی سولفات‌روی و سولفات‌آهن، میزان سفتی را در میوه هلو افزایش داده است (Yadav *et al.*, 2013) که با نتایج حاصل از این پژوهش در مورد روی مطابقت ندارد. دلیل کاهش میزان سفتی در اثر کاربرد روی، به احتمال زیاد به‌دلیل غلظت پایین روی بوده که این غلظت نتوانسته بر سفتی بافت میوه اثرگذار باشد. در گزارشی اثر مثبت روی بر کلسیم میوه سیب، که یکی از عناصر اثرگذار بر سفتی بافت میوه است، تأیید نشد (Sweetlik, 2002). سفتی بافت از جمله عوامل بسیار مهم در کیفیت و بازارپسندی میوه می‌باشد. نرم‌شدن بافت، سبب افت کیفیت میوه و همچنین کاهش وزن آن می‌گردد (Link *et al.*, 2007). نرم‌شدن و کاهش سفتی میوه، به‌دلیل تجزیه پلی‌ساکاریدهای ساختمانی به‌ویژه همی‌سلولز و پکتین می‌باشد. میوه‌ها پس از چند مدت انبارمانی، بر اثر برخی واکنش‌های فیزیولوژیکی سفتی خود را از دست می‌دهند (Brummel & Harpster, 2001). در مدت نگه‌داری میوه‌ها، با گذشت زمان میزان TSS افزایش و در انتهای دوره انبارمانی، کاهش یافت (جدول۳). کاربرد آهن و روی، اثر معنی‌دار بر میزان مواد جامد محلول میوه داشت (جدول ۳). بیشترین میزان مواد جامد محلول (۱۲/۴۸ Brix%) مربوط به سطح دوم آهن (۵۰ mg/l) و کمترین میزان (۱۱/۶۸ Brix%) مربوط به سطح شاهد روی (mg/l صفر) بوده است. بر همکنش سطوح مختلف کلات‌آهن و سولفات‌روی بر میزان مواد جامد محلول میوه سیب معنی‌دار بود،

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طوری‌که بیشترین TSS (۱۳/۳۶ Brix%) در تیمار Fe1Zn3 میزان TSS را ۱/۲۶ برابر نسبت به کمترین مقدار (۱۰/۵۲ Brix%) در تیمار شاهد (Fe1Zn1) افزایش داد (جدول۴). نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌هایی که محلول‌پاشی برگی سولفات‌روی در فروردین و اردیبهشت باعث افزایش میزان TSS عصاره میوه نارنگی شده است (Dixi & Gamdagin, 1987) مطابقت دارد. کاربرد سولفات‌روی باعث افزایش وزن، تعداد خوشه و TSS میوه انگور شده است (Moustafa *et al*., 1986). مواد جامد محلول سیب و سایر میوه‌ها یکی از ویژگی‌های اصلی کیفیت است که با بافت و ترکیب میوه همبستگی دارد (Kamiloglo, 2012). افزایش TSS می‌تواند به‌دلیل تجزیه نشاسته و تبدیل آن به قندها باشد (Crouch, 2003). همچنین هیدرولیز پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، یکی دیگر از دلایل افزایش TSS در مدت انبارمانی است (Ben & Gaweda, 1985). کاهش در میزان TSS در انتهای دوره انبارمانی، به این دلیل است که قندها وارد چرخه تنفسی شده و انرژی مورد نیاز فرآیندهای انرژی‌خواه را فراهم می‌کنند و به این ترتیب، از میزان TSS کل کم می‌شود (Crouch, 2003) از آن‌جایی‌که روی نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کند و مسئول سوخت‌وساز بسیاری از آنزیم‌های گیاهی است، افزایش در TSS در اثر کاربرد روی می‌تواند به این دلیل باشد (Kazemi, 2014). روی با اثری که بر آنزیم‌های مختلف شرکت‌کننده در تشکیل پروتئین‌ها، قندها و اسیدها دارد، TSS را افزایش می‌دهد (Razzaq *et al*., 2013). آهن نقش مهمی در سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها و کیفیت میوه بازی می‌کند (Zaiter *et al*., 1993). اثر آهن در افزایش مقدار TSS به‌دلیل نقش آهن در افزایش فتوسنتز است و از آنجایی‌که یکی از تولیدات مهم در فتوسنتز قند است؛ بنابراین افزایش فتوسنتز باعث افزایش ترکیبات قندی و بیشتر شدن TSS در آب میوه می‌شود (Davarpanah *et al*., 2013).

ویتامین ث، فنول کل و ظرفیت ضد اکسایشی بافت تر میوه سیب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که با گذشت زمان در طی مدت انبارمانی، میزان ویتامین ث به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوری‌که میزان آن از ۱۲/۴۸ mg/100g در ابتدای دوره انبارمانی به ۹/۹۷ mg/100g در انتهای دوره انبارمانی رسید (جدول۳). اثر آهن و روی نیز بر میزان ویتامین ث معنی‌دار بود (جدول ۲). روی با غلظت ۱۰ mg/l ویتامین ث را به‌میزان ۱۳/۴۲٪ نسبت به شاهد (۱۰/۹۶ mg/100g) افزایش داد. آهن با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث را به‌ترتیب ۸/۶۴ ٪ و ۱۳/۹۸٪ نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول۳). برهمکنش آهن و روی بر میزان اسیدآسکوربیک (ویتامین ث) معنی‌دار بود. کمترین میزان ویتامین ث (۸/۵۱ mg/100g) در تیمار Fe1Zn2 و بیشترین میزان آن (۱۴/۵۸ mg/100g) در تیمار Fe1Zn3 مشاهده شد (جدول۴). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج (Aboutalebi & Hassanzadeh, 2013) که افزایش میزان آهن باعث افزایش میزان ویتامین ث در میوه لیموشیرین شده است و همچنین در میوه توت‌فرنگی (Kazemi, 2014) مطابقت دارد. کاهش در میزان ویتامین ث را می‌توان به کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در مدت انبارمانی نسبت داد (Arena *et al*.,2001). روی نقش مهمی در تولید اکسین در گیاهان ایفا می‌کند و تولید اکسین نیز باعث افزایش میزان آسکوربیک اسید (ویتامین ث) می‌شود (Alloway, 2008).

در مورد محتوای فنول میوه‌ها، با گذشت زمان مقدار آن کاهش نشان داد (جدول ۳). اثر آهن نیز بر فنول معنی‌دار بود و افزایش غلظت آهن تا ۵۰ mg/l، فنول را به‌میزان ۱۵/۳۷ ٪ نسبت به شاهد افزایش داد اما غلظت بالاتر یعنی ۱۰۰ mg/l میزان فنول را به‌میزان ۲۴/۹۱٪ و ۴۷/۶۱ ٪ به‌ترتیب نسبت به شاهد و سطح دوم آهن (۵۰mg/l) کاهش داد که با نتایج Pestana *et al*. (2010) مطابقت دارد. آنزیم PAL از آنزیم‌های اصلی در سنتز ترکیبات فنولی است که فعالیت آن می‌تواند مستقیما با مقدار ترکیبات فنلی در ارتباط باشد (Lemoine *et al*., 2007). میزان فعالیت این آنزیم با تنش‌های زیستی و غیرزیستی تحریک می‌شود که نتیجه آن تجمع فنول‌هاست (Zhao *et al*., 2007).

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش ترکیبات فنولی در طی انبارمانی بیانگر اهمیت بازدارندگی آنزیم PAL است. ضریب ضداکسایشی در طی دوره انبارمانی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). Davari Negad *et al.* (2013) نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه آلو در مدت انبارمانی کاهش یافت و در ابتدای آزمایش بسیار بیشتر از انتهای انبارمانی بوده است که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. برهمکنش آهن و روی نیز بر ضریب ضد اکسایشی میوه معنی‌دار بود. بالاترین محتوای این صفت (۷۳/۱۱٪) با تیمار Fe1Zn3 حاصل شد که با پایین‌ترین مقدار (۵۰/۷۹٪) که متعلق به تیمار Fe1Zn1 بود تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۴). آهن از طریق افزایش فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهان، در تعدیل رادیکال‌های آزاد و اثرهای تخریبی آنها در سیستم‌های غشایی نقش بسزایی ایفا می‌کند (Hosseini Molla *et al.*, 2014). در گیاهانی که کمبود روی دارند سطح گونه‌های فعال اکسیژن افزایش پیدا می‌کند (Cakmak, 2000). افزایش غلظت آهن ظرفیت ضد اکسایشی را در میوه گلابی افزایش داد (Manafi *et al.*, 2015)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

ایجاد تعادل و رعایت نسبت میان عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای، نه‌تنها افزایش عملکردی رخ نمی‌دهد بلکه اختلالاتی در رشد گیاه ایجاد شده که در نهایت، افت محصول را به‌همراه دارد. نتایج حاصل از این پژوهش که شامل محلول‌پاشی کلات‌آهن و سولفات‌روی هرکدام در سه سطح در سه زمان بوده است نشان داد که درختان سیب رقم دلباراستیوال در منطقه کرج با تغذیه این عناصر، افزایش قابل‌قبولی در عملکرد و کیفیت نشان دادند. در این پژوهش آهن باعث افزایش میزان TSS، ویتامین ث، ماده خشک میوه و حفظ سفتی بافت میوه شده است. آهن اثر معنی‌داری بر مقدار آنتی‌اکسیدان‌ها نداشت. در این پژوهش، افزایش میزان روی توانسته است عملکرد را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. افزایش در میزان ویتامین ث، TSS و ماده خشک و کاهش در میزان سفتی بافت میوه با کاربرد روی ایجاد شد. با تنظیم سطوح تغذیه‌ای می‌توان شاخص‌های کمی و کیفی سیب رقم دلباراستیوال را بهبود بخشید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، بهترین زمان محلول‌پاشی با این عناصر یک ماه بعد از مرحله تمام‌گل و در سه نوبت به‌فاصله زمانی یک ماهه از هم و همچنین تیمار Fe3ZN3 (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلات آهن و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سولفات روی) می‌باشد. لازم به ذکر است که برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر انجام آزمایش‌های بیشتری مورد نیاز می‌باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب طرح پژوهشی ۶/۳۲/ ۷۱۰۳۰۰۳ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است، همچنین از معاونت محترم پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور که کمک مالی داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Aboutalebi, A. & Hassanzadeh, H. (2013). Effect of iron and zinc on sweet lime (*Citrus limmetta*) fruit quantity and quality in calcareous soils. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2 (18), 675-677.
2. Alloway, B.J. (2008). Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Brussel, Belgium.
3. Alvarez-Fernandez, A., Melgar, J.C., Abadia, J. & Abadia, A. (2011). Effects of moderate and severe iron deficiency chlorosis on fruit yield, appearance and composition in pear (*Pyrus communis* L.) and peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Environmental and Experimental Botany*, 71 (2), 280-286 .
4. Alvarez-Fernandez, A., Paniagua, P., Abadia, J. & Abadia, A. (2003). Effects of Fe deficiency chlorosis on yield and fruit quality in peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (19), 5738-5744.
5. Amaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S. & Karapetsas, N. (2002). Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. *Acta Horticulturae*, 567, 447-450.
6. Amiri, M.E., Fallahi, E. & Golchin, A. (2008). Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf and fruit mineral nutrition in apple. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 515-525.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Arena, E., Fallico, A. & Maccarone, E. (2001). Evalution of antioxidant capacity of blood orange juice as influenced by constituents concentrate. *Food Chemistry*, 74, 423-427.
8. Ashoori, M., Lolaei, A., Ershadi, A., Kolhar, M. & Rasoli, A. (2013). Effects of N, Fe and Zn nutrition on vegetative and reproductive growth and fruit quality of grapevine (*Vitis viniferea* L.). *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 3 (1), 49-58.
9. Ben, J. and Gaweda, M. (1985). Changes of pectic compounds in 'Jonathan' apples under various storage conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 7, 45-54.
10. Brummel, D.A. & Harpster, M.H. (2001). Cell wall metabolism in fruit softening and quality its manipulation in transgenic plants. In: *Plant Cell Walls* (pp. 311-340): Springer.
11. Cakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *The New Phytologist*, 146 (2), 185-205.
12. Crouch, I. (2003). 1-Methylcyclopropene (Smartfresh TM) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of apples and pears. *Acta Horticulturae*, 600: 433-436.
13. Davarinejad, G. H., Zaeri, M., Nasrabadi, M. E. & Ardakani, E. (2013). Effects of salicylic acid and putrescine on storability, quality attributes and antioxidant activity of plum cv. Santa Rosa. *Journal of Food Science and Technology*, 1-100.
14. Davarpanah, S., Akbari, M., Askari, M.A., Babalar, M. & Naddaf, M.E. (2013). Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate CV. "Malas -e-Saveh". *World of Sciences Journal*, ISSN 2307-3071. 179-187.
15. Dixi, C. X. & Gamdagin, R. (1978). Effect of foliar application of zinc and iron on chlorsis and yield of 'Kinnow'. In: *Proceeding of Horticultural Science*, 10 (1), 13-19.
16. Echeverrıa, G., Fuentes, T., Graell, J., Lara, I. & López, M. (2004). Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and cold storage technology: A comparison of two seasons. *Postharvest Biology and Technology*, 32(1), 29-44.
17. El-Shewy, A.A. & Adel-Khalek, I. (2014). Physiological studies on the effect of foliar sprays with some micronutrients on leaf mineral content, yield and fruit quality of 'Florida Prince' and 'Desert Red' peach trees. *Trends in Horticultural Research*, 4 (1), 20-30.
18. Erdal, I., Atilla Askin, M., Kucukyumuk, Z., Yildirim, F. &Yildirim, A. (2008). Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 173-177.
19. Faniadis, D., Drogoudi, P. D. & Vasilakakis, M. (2010). Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus aviumn* L.). *Scientia Horticulturae*, 125(3), 301-304.
20. Fernandez, A.A., Melgar, J.C., Abadia, J. & Abadia, A. (2011). Effects of moderate and severe iron deficiency chlorosis on fruit yield, appearance and composition in pear (*Pyrus communis* L.) and peach (*Prunus persica*(L.) Batsch). *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 280-286.
21. Hannafy Ahmed, A.H., Khalil, M.K., Abd El-Rahman, A.M. & Nadia, A.M. (2012). Effect of zinc, tryptophan and indole acetic acid on growth, yield and chemical composition of 'Valencia' orange trees. *Journal of Applied Sciences Research*, 8 (2), 901-914.
22. Hassan, H.S.A., Sarrwy, S.M.A. & Mustafa, E.A.M. (2010). Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield and fruit quality of 'Hollywood' plum trees. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4), 638-643.
23. Herrera, A.E. (2001). *Fertilization programs for apple orchard*. NMSU and the U.S. Department of Agriculture Coopering, Guide H-319, 1-4.
24. Hosseini Molla, M., Rezaee, A., Askari Sarcheshmeh, M. A. & Khademi, A. (2015). Effect of foliar application of iron chelate on attributer of quantitative, qualitative and physiological of peach fruit (*Prunus persica* cv. Alberta), *Process Plant Function*, 4(14), 124-155. (in Farsi)
25. Hamouda, H. A. L., El-Dahshouri, M. F., Omaima M. Hafez & Nagwa, G. (2015). Response of 'Le Conte' pear performance, chlorophyll content and active iron to foliar application of different iron sources under the newly reclaimed soil conditions. *International Journal of ChemTech Research*, 8(4), 1446-1453.
26. Junus, M. A. & Cox, F. R. (1987). A zinc soil test calibration based upon mehlich 3 extractable zinc, pH, and cation exchange capacity. *Soil Science Society of America Journal*, 51, 678-683.
27. Kamiloglu, O. (2011). Influence of some cultural practices on yield, fruit quality and individual anthocyanins of table grape cv. Horoz Karasi. *The Journal Animal and Plant Sciences*, 21 (2), 240-245.
28. Kazemi, M. (2014). Influence of foliar application of iron, calcium and zinc sulfate on vegetativr growth and reproductive characteristics of strawberry cv. 'PAJARO'. *Trakia Journal of Sciences*, 1, 21-26.
29. Keverset, C., Pincemail, J., Tabart, J., Defraigne, J. O. & Dommes, J. (2011). Influence of cultivar, harvest time, storage conditions and peeling on the antioxidant capacity and phenolic and ascorbic acid contents of apple and pear. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 59 (11), 6165-6171.
30. Khadivi, A. (2010). *Pomology*. (2nd ed.). Agricultural Extension and Education Pubilcations. 470p. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

31. Lemoine, M. L., Civello, P. M., Martınez, G. A. & Chaves, A. R. (2007). Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1132-1139.
32. Link, S. O., Drake, S. R. & Thiede, M. E. (2007). Prediction of apple firmness from mass loss and shrinkage. *Journal of Food Quality*, 27 (1), 13-26.
33. Manafi, H., Babalar, M., Talaei, A. & Askari Sarcheshme, M. A. (2015). *The effect of nitrogen nutrition and iron spraied on quantitative and qualitative characteristics and storage life of pear fruit cv Shahmiveh*. M.Sc. Thesis. College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (in Farsi).
34. Mohebi, M., Babalar, M., Talaei, A. & Askari Sarcheshme, M. A. (2014). *Study of the effect of iron leaf solubility and soil nutrition on ammonium nitrate on yield and post-harvest quality of apple (Fuji Cultivar) in compact Y-shaped culture*. M.Sc. Thesis. College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (in Farsi).
35. Mansouri, S., Babalar, M. & Kalantari, S. (2015). *Effect of different concentrations of iron and ammonium nitrate on the quality, quantity and shelf life of apple 'Dalbar Stival' cultivar*. M.Sc. Thesis. College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (in Farsi).
36. Moustafa, A., Elshazly, A. S. A., Eissa, A. M. & Zahran, M. A. (1986). Effect of foliar applications of chelate Fe, Zn and Mn on leaf mineral content, yield and fruit quality of 'Romani Red' grape-vines. *Annals of Agricultural Sciences*, 31, 623-635.
37. Ough, C. & Amerine, M. (1988). *Phenolic Compounds. Methods for Analysis of Musts and Wines*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
38. Pascal, N. & Douce, R. (1993). Effect of iron deficiency on the respiration of sycamore (*Acer pseudoplatanus* 1.) cells. *Journal of Plant Physiology*, 103, 1329-1338.
39. Pestana, M., Varennes, A. D., Miguel, M. G. & Correia, P. J. (2010). Consequences of iron deficiency on fruit quality in citrus and strawberry. *Sapienta Universidade do Algarve*, 25, 193-201.
40. Rasouli-Sadeghiani, M. H., Malakouti, M. J. & Samar, S. M. (2002). The effectiveness of different application methods of zinc sulfate on nutritional conditions of apple in calcareous soil of Iran. 17th *World Congress of Soil Science*, Thailand, Paper No, 2151.
41. Razzaq, K., Khan, A. S., Malik, A. U., Shahid, M. & Ullah, S. (2013). Foliar application of zinc influences the leaf mineral ststus, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin. *Journal of Plant Nutrition*, 36, 1479-1495.
42. Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, S. M. H. & Seyyednejad, S. M. (2013). Effects of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening. *Scientia Horticulturae*, 164, 30-34.
43. Schulte, E. E. (1992). *Soil and applied iron*. University of Wisconsin-Extension.
44. Soliemanzadeh, A., Mozafari, V., Tajabadi Pour, A. & Akhgar, A. (2013). Effect of Zn, Cu and Fe foliar application on fruit set and some quality and quantity characteristics of pistachio trees. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 4 (1), 19-34
45. Swietlik, D. (2002). Zinc nutrition of fruit crops. *Hort Technology*, 12 (1), 45-50.
46. Yadav, V., Singh, P. N. & Yadav, P. (2013). Effect of foliar fertilization of boron, zinc and iron on fruit growth and yield of low-chili peach cv. Sharbati. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(8), 1-6.
47. Zaiter, H. Z., Saad, I. & Nimah, M. (1993). Yield of iron-sprayed strawberry cultivars grown on high pH calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 16, 281-296.
48. Zhao, X., Carey, E. E., Young, J. E., Wang, W. & Iwamoto, T. (2007). Influences of organic fertilization, high tunnel environment, and postharvest storage on phenolic compounds in lettuce. *HortScience*, 42(1), 71-76.

www.SID.ir