مقاله پژوهشی

تأثیر تغذیه نیتروژن و آهن بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سیب رقم گرانی اسمیت

صفورا دهقانی‌پوده[۱]*، محمدعلی عسکری‌سرچشمه[۲]، علیرضا طلایی[۳] و مصباح بابالار[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۲۱- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۳)

چکیده

این تحقیق با هدف تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و آهن بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب رقم گرانی‌اسمیت به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۴ انجام شد. فاکتور اول، نیتروژن از منبع نیترات آمونیوم در سه سطح صفر، ۱۴۴ و ۲۸۸ گرم به ازای هر درخت و فاکتور دوم، آهن از منبع Fe-EDDHA در سه سطح صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم به ازای هر درخت به صورت کاربرد خاکی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص سبزینگی و کارایی عملکرد توسط کاربرد نیتروژن افزایش یافت. بیشترین میزان شاخص سبزینگی (۵۸/۷۷) و کارایی عملکرد (۰/۸۸۹ کیلوگرم بر مترمربع) در سطح ۲۸۸ گرم نیترات آمونیوم مشاهده شد. کلات آهن موجب افزایش pH عصاره میوه، غلظت آهن میوه و کاهش غلظت پتاسیم برگ شد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین آنتی‌اکسیدان کل و آهن برگ (r=۰/۸۴)، شاخص*a و آهن برگ (r=۰/۶۸)، پتاسیم برگ و نیتروژن برگ (r=۰/۶۹)، پتاسیم میوه و نیتروژن میوه (r =۰/۷۴)، نیتروژن برگ و نیتروژن میوه (r=۰/۶۶) مشاهده شد. در مجموع نیترات آمونیوم در سطح ۲۸۸ گرم، تأثیر بیشتری در بهبود خصوصیات ذکر شده داشت و تغذیه آهن تأثیر چندانی نداشت و به نظر می‌رسد به مقادیر بالاتری به منظور تأثیرگذاری بهتر، مورد نیاز باشد.

کلمات کلیدی: کلات آهن، کیفیت میوه، گرانی اسمیت، نیترات آمونیوم

۱- دانش‌آموخته دکتری علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

۲ - دانشیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

۳ - استاد گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

* پست الکترونیک: dehghanipoodeh@ut.ac.ir

مقدمه

سیب با نام علمی *Malus× domestica* Borkh. از خانوادهٔ رزاسه بوده و یکی از مهمترین میوه‌های مهم مناطق سردسیری و معتدله است (جنیک[1] و همکاران، ۱۹۹۶) که هر ساله سهم عمده‌ای از صادرات کشور را به خود اختصاص داده است. بر اساس آخرین آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد[2] (فائو) تولید سیب در جهان در سال ۲۰۱۷ حدود ۸۳ میلیون تن تخمین زده شده است و ایران با تولید بیش از دو میلیون تن مقام ششم دنیا را به خود اختصاص داده است (فائو، ۲۰۱۷). سیب گرانی اسمیت یکی از مهمترین ارقام تجاری است که در بیشتر نقاط جهان کشت و کار می‌شود. میوه این رقم سبز رنگ، سفت، ترشمزه و دیر رس با قابلیت انباری بالا می‌باشد (جنیک و همکاران، ۱۹۹۶؛ وستوود[3]، ۱۹۹۳). در بین ارقام تجاری سیب، رقم گرانی اسمیت دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی است و بیشترین مقدار فنل را دارد (لی و اسمیت[4]، ۲۰۰۰).

تغذیه بهینهٔ درختان میوه یکی از راهکارهای موثر به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد میوه، افزایش کیفیت محصول تولیدی و همچنین افزایش قابلیت انبارمانی آن‌ها است (برونتو[5] و همکاران، ۲۰۱۵؛ کریسسو و کستا[6]، ۲۰۰۸). نیتروژن عنصری ضروری مورد نیاز برای تمام گیاهان است و بعد از کربن، نیتروژن فراوان ترین عنصری است که گیاهان به آن نیاز دارند و تقریبا ۵-۱ درصد وزن خشک گیاهان را شامل می‌شود. نیتروژن در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژی گیاه از جمله فتوسنتز نقش بارز دارد و باعث افزایش دوام سطح برگ و به تاخیر افتادن پیری می‌شود (بارکر و پیلبیم[7]، ۲۰۰۷). به طور کلی نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در تغذیه درختان میوه است (بی[8] و همکاران، ۲۰۰۴). کمبود نیتروژن باعث کاهش رشد عمومی و کلی گیاه می‌شود و با توجه به اینکه نیتروژن جزئی از ساختمان کلروفیل است، بر اثر کمبود آن، کلروفیل بخوبی ساخته نمی‌شود و برگ‌های گیاه زرد می‌گردند (بارکر و پیلبیم، ۲۰۰۷). از طرف دیگر زیادی نیتروژن خاک نیز موجب مصرف تجملی آن می‌گردد و همچنین سبب کاهش رنگ‌اندازی میوه در ارقام قرمز سیب و کاهش سخت شدن شاخه‌ها می‌شود (برونتو و همکاران، ۲۰۱۵). طبق گزارش فلاحی و موهان[9] (۲۰۰۰)، درختان سیب که با مقدار ۶۸ گرم نیتروژن تیمار شده بودند رنگ میوه بهتر، غلظت نیتروژن برگ و آتشک کمتر نسبت به درختانی که میزان بیشتری از آن را دریافت کرده بودند را داشتند. کاربرد کود نیتروژن در میوه پرتقال سبب افزایش میزان قند جامد محلول و بهبود کیفیت میوه شد (کواجیو[10] و همکاران، ۲۰۰۶). بهبود خصوصیات کیفی محصول سیب رقم فوجی توسط کاربرد نیتروژن نیز گزارش شده است (بابالار و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیق دیگری مشخص شد که غلظت کاربرد خاکی نیتروژن به منظور دستیابی به کیفیت مطلوب میوه سیب رقم فوجی، ۳۱/۸ تا ۹۹/۸ گرم به ازای هر درخت در سال می‌باشد (فلاحی و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به تأثیر تغذیه نیتروژن بر رشد درخت، عملکرد و کیفیت میوه، مدیریت نیتروژن به منظور دستیابی به عملکرد بالا و کیفیت میوه در تولید تجاری سیب ضروری می‌باشد (ونگ و چنگ[11]، ۲۰۱۱).

کلروز ناشی از کمبود آهن یکی از مهمترین مشکلات فیزیولوژیکی است که بسیاری از گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (فرناندز[12] و همکاران، ۲۰۰۹؛ روت و ساهو[13]، ۲۰۱۵). بالا بودن pH خاک، سطح بالای آهک، زیاد بودن غلظت بیکربنات محلول در خاک، کمبود مواد آلی، ناتوانی ریشه گیاهان در جذب آهن و رطوبت زیاد خاک از مهمترین عواملی هستند که سبب کمبود آهن در گیاهان می شوند (سلیک و کتکت[14]، ۲۰۰۷؛ اردال[15] و همکاران، ۲۰۰۸). آهن نقش مستقیمی در فتوسنتز، تنفس و تثبیت نیتروژن دارد و نیز در فعالیت آنزیم‌ها و انتقال الکترون دخالت دارد (الوارز فرناندز[16] و همکاران، ۲۰۱۱) و به عنوان فعال‌کننده آنزیم‌ها و یا کوفاکتور در ساخت

1. Janick
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations
3. Westwood
4. Lee and Smith
5. Brunetto
6. Crisosto and Costa
7. Barker and Pilbeam
8. Bi
9. Fallahi and Mohan
10. Quaggio
11. Wang and Cheng
12. Fernandez
13. Rout and Sahoo
14. Çelik and Katkat
15. Erdal
16. Alvarez-Fernandez

کلروفیل عمل می‌کند (مهدوی‌کیا و مهنا[1]، ۲۰۱۲؛ توماس و همکاران، ۲۰۰۳). کلروز آهن اثرات مختلفی بر رشد و نمو درختان دارند که می‌توان به کاهش رشد شاخه‌ها، کاهش عملکرد میوه، برگ‌ریزی درخت و کاهش عمر درخت اشاره کرد (الوارز فرناندز، ۲۰۱۱؛ سورنتی[2] و همکاران، ۲۰۱۲). منابع مختلف حاکی از تاثیر مخرب کلروز آهن بر تولید میوه، تعداد میوه، اندازه میوه و عملکرد است (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۹). کاهش عملکرد میوه در شرایط کمبود آهن در درختان گلابی، هلو و کیوی گزارش شده است (الوارز فرناندز، ۲۰۱۱). گزارشات متعددی مبنی بر بهبود کیفیت و عملکرد میوه در بسیاری از گیاهان توسط کاربرد آهن وجود دارد (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۹). کلروز آهن در درختان میوه به طور موفقیت‌آمیزی توسط کاربرد خاکی و محلول‌پاشی کلات-های آهن کنترل شده است (تلیاوینی[3] و همکاران، ۲۰۰۰). به عنوان مثال کاربرد آهن کاهش عملکرد و کیفیت پرتقال را که در اثر کلروز ایجاد شده بود را جبران کرد (امری و شهسوار[4]، ۲۰۰۹). مشاهدات مشابهی در افزایش عملکرد توسط کاربرد آهن در گلابی (سورنتی و همکاران، ۲۰۱۲)، انار (داورپناه[5] و همکاران، ۲۰۱۳) و هلو (هزنا و مصطفی[6]، ۲۰۱۴) گزارش شد. در تحقیقات داورپناه و همکاران (۲۰۱۳) محلول‌پاشی آهن موجب افزایش تعداد میوه به ازای هر درخت، اندازه میوه، مواد جامد محلول کل و وزن خشک درختان انار گردید.

ایران به دلیل داشتن شرایط آب و هوایی مناسب برای کشت سیب، جایگاه ممتازی در دنیا دارد و از نظر تولید سیب در جهان جایگاه ششم را داراست (فائو، ۲۰۱۷)؛ این درحالیست که بیشتر خاک‌های ایران منشا آهکی داشته (روزی‌طلب[7] و همکاران، ۲۰۱۸) و علایم کمبود آهن در بیشتر باغات مشهود است. بنابراین مصرف بهینه کودهای شیمیایی و کاربرد ریز مغذی‌ها از جمله آهن به منظور بهبود عملکرد و کیفیت محصولات ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تغذیه آهن و نیتروژن به تنهایی و به طور ترکیبی با یکدیگر بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی، جذب عناصر غذایی، عملکرد، کیفیت میوه و ارزیابی غلظت‌های مورد استفاده از هر کدام و تعیین موثرترین ترکیب تغذیه‌ای است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ابتدای فصل رشد سال ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در جاده محمد شهر استان البرز انجام گرفت. میانگین ارتفاع، دمای سالیانه و تعداد روزهای آفتابی و بارانی به ترتیب ۱۳۲۱متر، ۱۴/۴ درجه سلسیوس، ۲۰۳ و ۲۴۷/۳ روز می‌باشد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود خاک دارای بافت لومی، pH=۷/۷۵ با میزان ۱۱/۴۶ درصد کربنات کلسیم می‌باشد.

در این آزمایش درختانی ۲۲ ساله، با فاصله کاشت حدود ۲×۱/۵ متر با اندازه و باردهی یکسان بر اساس نقشه طرح انتخاب شدند. پس از آغاز فصل رشد آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر درختان سیب رقم گرانی‌اسمیت بر پایه M_{26} با ۹ تیمار (مرکب از نیتروژن و آهن و هر کدام در سه سطح) و چهار تکرار انجام گرفت. فاکتور اول، نیتروژن از منبع نیترات آمونیوم (۳۴/۵ درصد نیتروژن) و در سه سطح صفر (شاهد)، ۱۴۴ و ۲۸۸ گرم به ازای هر درخت و فاکتور دوم، کلات آهن از منبع Fe-EDDHA (از نوع سکوسترین ۱۳۸ حاوی ۶ درصد آهن) در سه سطح صفر (شاهد)، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم به ازای هر درخت به کار برده شد. تیمارهای مورد استفاده به صورت N_0F_0، N_0F_1، N_0F_2، N_1F_0، N_1F_1، N_1F_2، N_2F_0، N_2F_1 و N_2F_2 اعمال شد. مقادیر محاسبه شده نیتروژن و آهن نصف شد و در هر دو طرف درخت به صورت نواری در سه مرحله (در زمان تمام گل، ۳۰ و ۶۰ روز بعد از تمام گل و در هر مرحله یک‌سوم غلظت‌های کود استفاده شد) زیر قطره چکان‌ها در عمق ۲۰ سانتی‌متر ریخته شد. آبیاری به صورت قطره‌ای بعد از زمان شکوفه‌دهی هفته‌ای دوبار انجام گرفت. مبارزه با آفات و بیماری‌ها برای همه درختان تیمار شده بطور یکسان و یکنواخت انجام پذیرفت. حدود ۵۰ روز پس از

1. Mahdavikia and Mahna
2. Sorrenti
3. Tagliavini
4. Amri and Shahsavar
5. Davarpanah
6. Hasna and Mustapha
7. Roozitalab

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل اجرای آزمایش

بافت	تجزیه اندازه‌ای ذرات			فسفر قابل استفاده (ppm)	پتاسیم قابل استفاده (ppm)	درصد نیتروژن کل (٪)	درصد ماده آلی (٪)	درصد کربنات کلسیم معادل (٪)	pH	EC (ds/m)
	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)							
لومی	۲۰	۴۱	۳۹	۵/۱۸	۱۷۵/۶۶	۰/۱	۱/۰۳	۱۱/۴۶	۷/۷۵	۱/۰۱

اعمال تیمارها، از هر درخت ۲۰ برگ جوان کاملا رشد یافته از قسمت میانی شاخه‌های سال جاری انتخاب گردید و میزان شاخص سبزینگی آن در دو طرف برگ توسط دستگاه کلروفیل متر دستی مدل (SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter) ساخت کشور ژاپن قرائت و میانگین آن ثبت شد. سطح برگ های انتخاب شده نیز توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Windias, Delta-T Devices, England) ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. میوه‌ها در اواخر شهریور مطابق با شاخص‌های رسیدگی و زمان برداشت تجاری منطقه برداشت شدند. در زمان برداشت، به منظور اندازه‌گیری عملکرد، میوه‌ها به طور جداگانه از هر درخت جمع‌آوری گردید و توسط ترازو توزین شد. سطح مقطع تنه درخت در فاصله حدود ۳۰ سانتیمتر از محل پیوند اندازه‌گیری شد و بدین وسیله کارایی عملکرد از طریق رابطه زیر محاسبه گردید (جمریک[1] و همکاران، ۲۰۰۳).

= کارایی عملکرد ($kgcm^{-2}$)

سطح مقطع تنه (cm^2) / میزان میوه تولید شده (kg)

از هر درخت، تعداد کافی میوه برای آزمایش‌های کیفی به طور تصادفی انتخاب گردید و به آزمایشگاه گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران انتقال یافت. پس از تهیه عصاره ۱۰ میوه از هر تکرار میزان مواد جامد محلول کل (TSS) با استفاده از دستگاه رفرکتومتر (ATC-20E, Atago, Japan) و pH عصاره میوه با دستگاه pHمتر اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین میزان سفتی میوه از دستگاه پنترومتر (FT 327, Effegi, Italy). استفاده شد. برای این کار ابتدا پوست میوه در دو طرف میوه به مساحت تقریبی ۲ سانتی‌متر از ناحیه مرکزی میوه برداشته و با نفوذ میله با نوک ۱۱ میلی‌متری انجام گرفت و بر اساس نیروی لازم برای نفوذ میله (کیلوگرم بر سانتی متر مربع) بیان شد. اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کل (TA) با استفاده از تیتراسیون آب میوه با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH = ۸/۱ انجام شد و مقدار آن بر حسب درصد مالیک اسید بیان شد. شاخص طعم میوه نیز از طریق رابطه TSS/TA محاسبه شد. برای اندازه‌گیری رنگ، از هر تکرار ۱۰ میوه انتخاب و توسط دستگاه رنگ‌سنج (CR-403, Konica Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. در این دستگاه شاخص‌های L* (درخشندگی)، a* (رنگ قرمز سبز) و b* (رنگ آبی زرد) اندازه‌گیری شد. شاخص رنگ کروما و هیو با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد.

$h^0= \arctan (b^*/a^*)$ و $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$

آنتی‌اکسیدان کل نیز به روش روش فانیادیس[2] و همکاران (۲۰۱۰) اندازه‌گیری شد. یک گرم از بافت میوه در متانول ۸۰ درصد همگن شد و مخلوط حاصل در ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس ۳۴۰۰ میکرولیتر از محلول ۱،۱- دی فنیل ۲- پیکریل هیدرازیل به همراه ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی میوه به مدت دو ساعت در شرایط تاریکی نگهداری گردید و میزان جذب نوری آن در ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. محتوای آنتی اکسیدان کل بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

= محتوای آنتی‌اکسیدان کل (٪)

۱۰۰ × (مقدار جذب شاهد/مقدار جذب نمونه-مقدار جذب شاهد)

در اواسط مرداد ماه نمونه‌های برگ از قسمت میانی شاخه‌های سال جاری جهت اندازه‌گیری عناصر برداشت و آماده‌سازی شد. مقدار مورد نیاز از نمونه‌های پودر شده توزین و در کوره به مدت ۳ تا ۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس منتقل شد. پس از سرد شدن نمونه‌ها به هرکدام ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه شد و سپس روی گرم‌کن در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار

1. Jemric

2. Faniadis

گرفت. برای اندازه‌گیری غلظت پتاسیم، استانداردهای لازم با استفاده از نمک‌های کلرید پتاسیم خالص تهیه شد. غلظت پتاسیم نمونه‌ها (برگ و میوه) توسط دستگاه شعله‌سنج مدل (Corning 410, England) و غلظت آهن به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل (AA-670, Shimadzu, Japan) و نیتروژن بوسیله دستگاه کجلدال مدل 1030 Analyzer ساخت کشور سوئد اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد توسط نرم افزار سیستم پردازش آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام گردید.

نتایج و بحث

شاخص سبزینگی، عملکرد، کارایی عملکرد، وزن میوه و سطح برگ

تغذیه نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار میزان شاخص سبزینگی شد، به‌طوری که با افزایش کاربرد نیترات آمونیوم میزان شاخص سبزینگی برگ افزایش یافت (جدول ۲). بیشترین میزان شاخص سبزینگی (۵۸/۷۷) در سطح ۲۸۸ گرم نیترات آمونیوم مشاهده شد. کاربرد کلات آهن تاثیر معنی داری بر میزان شاخص سبزینگی نداشت (جدول ۲). عملکرد تحت تأثیر تغذیه نیتروژن و آهن قرار نگرفت. با افزایش سطوح کاربرد نیترات آمونیوم میزان کارایی عملکرد نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که کاربرد ۱۴۴ و ۲۸۸ گرم میزان آن را به ترتیب ۱۳/۴۸ و ۲۴/۸۵ درصد افزایش داد (جدول ۲). کارایی عملکرد به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل بین نیترات آمونیوم و کلات آهن قرار گرفت. بیشترین و کمترین میزان آن (۱/۱۲ و ۰/۶۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) در تیمار N_2F_1 و N_0F_1 مشاهده شد (شکل ۱). pH خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده حلالیت و جذب عناصر غذایی در خاک است. خاک‌هایی که دارای pH= ۷/۵- ۸/۵ می‌باشند جزء خاک‌های آهکی محسوب می‌شوند (مارشنر[1]، ۱۹۹۵). این خاک‌ها دارای حداقل ۱۵ درصد کربنات کلسیم هستند (فائو، ۲۰۱۴). در این شرایط حلالیت آهن به حداقل می‌رسد (پندی[2]، ۲۰۱۵) و علایم کلروز آهن آشکار می‌گردد. بر اساس گزارشات موجود کاربرد خاکی کودهای آهن مطمئن‌ترین و گسترده‌ترین تکنیک مورد استفاده به منظور کنترل کمبود آهن می‌باشد و تولیدات تجاری آن‌ها بر اساس Fe(III)-EDDHA مؤثرترین کودهای استفاده شده در تصحیح کلروز آهن است (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۹) و به عنوان پرکاربردترین و پایدارترین کود در خاک‌های آهکی در نظر گرفته می‌شود (هزنا و مصطفی، ۲۰۱۴). تغذیه بهینهٔ درختان میوه یکی از راهکارهای موثر به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد میوه، افزایش کیفیت محصول تولیدی و همچنین افزایش قابلیت انبارمانی آن‌ها است (برونتو و همکاران، ۲۰۱۵؛ کریسسو و کستا، ۲۰۰۸). نیتروژن در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژی گیاه از جمله فتوسنتز نقش بارز دارد و باعث افزایش دوام سطح برگ و به تاخیر افتادن پیری می‌شود (بارکر و پیلبیم، ۲۰۰۷). با توجه به نقش ساختاری نیتروژن در کلروفیل برگ، تشکیل کلروپلاست و تجمع رنگدانه‌های کلروفیل تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد (بوجویک و مارکویک[3]، ۲۰۰۹). از طرف دیگر نیتروژن بخشی از آنزیم‌های مرتبط با ساخت کلروفیل است بنابراین غلظت کلروفیل می تواند وضعیت نسبی نیتروژن را در گیاه بازتاب کند (حکمعلی‌پور و حامله دربندی[4]، ۲۰۱۱). از طرف دیگر کاربرد نیتروژن، ظرفیت فتوسنتزی برگ و نسبت سطح برگ به میوه را افزایش می‌دهد و در نتیجه باعث تولید سلول‌های بیشتر در هر میوه، میوه‌های بزرگ‌تر و عملکرد بالاتر می‌شود (ابوطالبی[5]، ۲۰۱۳). کاربرد آهن و نیتروژن تأثیر معنی داری بر وزن میوه و سطح برگ نداشت (جدول ۲). طبق گزارشات موجود عملکرد سیب رقم آروما نیز توسط کاربرد نیتروژن افزایش یافت (طهیر[6] و همکاران، ۲۰۰۷). تولید میوه‌های بزرگتر و کارایی عملکرد بیشتر با افزایش کاربرد نیتروژن در سیب رقم گالا نیز مشاهده شد (ونگ و چنگ، ۲۰۱۱) که با نتایج حاضر مطابقت دارد.

سفتی بافت، TSS، TA، TSS/TA، pH و میزان آنتی اکسیدان کل

میزان سفتی، TA، TSS/TA میوه تحت تاثیر معنی‌دار کاربرد نیتروژن و آهن قرار نگرفت (جدول ۳). کاربرد نیترات آمونیوم تأثیر متفاوتی بر pH عصاره میوه داشت؛

1. Marschner
2. Pandey
3. Bojović Marković
4. Hokmalipour and Hamele Darbandi
5. Aboutalebi
6. Tahir

به گونه‌ای که در سطح ۱۴۴ گرم کاهش یافت و سطح ۲۸۸ گرم موجب افزایش معنی‌دار آن شد. کلات آهن در هر دو سطح، pH عصاره میوه را افزایش داد (جدول ۳). میزان آنتی‌اکسیدان‌های میوه تحت تأثیر معنی‌دار تغذیه نیتروژن و آهن قرار نگرفت (جدول ۳). همبستگی مستقیم و معنی‌داری بین میزان آنتی‌اکسیدان کل و غلظت آهن برگ (r= ۰/۸۴) مشاهده شد (جدول ۶).

گزارشات متعددی مبنی بر بهبود کیفیت میوه در بسیاری از گیاهان توسط کاربرد آهن وجود دارد (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۹). لیکن در این تحقیق تنها اسیدیته میوه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. بدین صورت که کاربرد آهن موجب کاهش اسیدیته شد. طبق گزارشات موجود در شرایط کلروز آهن میزان اسیدیته و کربوکسیلات‌ها میوه هلو افزایش یافته است که احتمالا به دلیل تأخیر در رسیدن میوه است. افزایش کربوکسیلات‌ها در شرایط کمبود آهن در بسیاری از گونه‌ها گزارش شده است (الوارز فرناندز و همکاران، ۲۰۱۱). در هلو نیز کاربرد خاکی کلات آهن اسیدیته را کاهش داد (هزنا و مصطفی، ۲۰۱۴). از طرف دیگر میزان آنتی‌اکسیدان میوه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. وجود همبستگی مستقیم بین میزان آنتی‌اکسیدان کل و غلظت آهن برگ را می توان اینگونه شرح داد که سنتز ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در گیاه ارتباط نزدیکی با فتوسنتز دارد و تغذیه می‌تواند به میزان قابل توجهی فتوسنتز را افزایش دهد (مورتیک[1] و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیقات پستانا[2] و همکاران (۲۰۱۰) افزایش میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه توسط کاربرد آهن گزارش شده است.

میزان رنگ میوه

شاخص‌های L* (درخشندگی) و a* تحت تأثیر معنی‌دار تغذیه نیتروژن قرار گرفت. جدول ۴ نشان می‌دهد، با افزایش سطوح نیترات آمونیوم میزان درخشندگی میوه‌ها کاهش یافت در صورتی که تغذیه آهن تأثیر معنی‌داری نداشت. کمترین میزان درخشندگی (۶۳/۹۸) در سطح ۲۸۸ گرم نیترات آمونیوم مشاهده شد. شاخص a* توسط کاربرد نیترات آمونیوم در سطح ۲۸۸ گرم به طور معنی‌داری کاهش یافت. شاخص b*، کروما و زاویه هیو تحت تأثیر معنی‌دار تغذیه نیتروژن و آهن قرار نگرفتند.

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص a* و آهن برگ (r= ۰/۶۸) به دست آمد (جدول۶).

رنگ پوست میوه یکی از مهمترین شاخص‌های کیفی برای مصرف کننده در هنگام خرید سیب است و اساسا به طور ژنتیکی تعیین می‌گردد (کوهن[3] و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش شاخص a* توسط تغذیه نیتروژن در سیب رقم گالا گزارش شده است (ونگ و چنگ، ۲۰۱۱). در تحقیق دیگر گزارش شده است که کاربرد نیتروژن قبل از برداشت، سبب حفظ رنگ سبز میوه‌های سیب طی زمان برداشت و بعد از برداشت شده است (نوین[4] و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش رنگ قرمز توسط کاربرد بیش از حد نیتروژن در هلو نیز گزارش شده است (کریسوستو[5] و همکاران، ۱۹۹۵). نتایج حاضر با یافته‌های پژوهش‌های ذکر شده هماهنگ است.

غلظت عناصر غذایی برگ و میوه

سطح ۲۸۸ گرم نیترات آمونیوم موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم برگ و میوه شد (جدول ۵).کاربرد کلات آهن موجب کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم برگ شد به طوری که با افزایش کاربرد سطوح کلات آهن غلظت پتاسیم به ترتیب به میزان ۲/۷ و ۷/۴ درصد کاهش یافت. مقایسه میانگین اثر مقابل نیترات آمونیوم و کلات آهن نشان می‌دهد بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم برگ (۷۲/۸۸ و ۵۲/۵۴ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) به ترتیب در تیمارهای N_2F_0 و N_0F_0 مشاهده شد (شکل ۲). افزایش معنی‌دار میزان نیتروژن برگ توسط کاربرد نیترات آمونیوم در سطح ۲۸۸ گرم مشاهده شد. سطح ۱۴۴ گرم نیترات آمونیوم با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. از طرف دیگر با افزایش سطوح نیترات آمونیوم به کار برده شده، میزان آن نیز در میوه افزایش یافت، بدین صورت که بیشترین مقدار آن (۰/۴۳۶ درصد) در سطح ۹۶ گرم و کمترین آن (۰/۳۳۹ درصد) در شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

با توجه به نتایج، غلظت بعضی از عناصر غذایی برگ و میوه تحت تأثیر کاربرد نیتروژن و آهن قرار گرفت. افزایش پتاسیم توسط کاربرد نیترات آمونیوم را می‌توان اینگونه شرح داد که پتاسیم اغلب به عنوان یون همراه نیترات برای انتقال به مسافت‌های طولانی در آوند چوب برای

1. Murtić
2. Pestana
3. Kühn
4. Nguyen
5. Crisosto

جدول ۲- اثر سطوح مختلف نیترات آمونیوم و کلات آهن بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی و صفات کمّی میوه سیب گرانی‌اسمیت

تیمار		شاخص سبزینگی	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	عملکرد (کیلوگرم)	کارایی عملکرد (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	وزن میوه (گرم)
نیترات آمونیوم (گرم)	۰	۵۵/۵۲ c	۲۱/۰۶ a	۶۱/۵۲ a	۰/۷۱۲ c	۱۳۱ a
	۱۴۴	۵۶/۵۲ b	۲۰/۳۸ a	۷۴/۸۶ a	۰/۸۰۸ b	۱۳۴ a
	۲۸۸	۵۸/۷۷ a	۲۲/۴۱ a	۶۳/۲۱ a	۰/۸۸۹ a	۱۲۹ a
کلات آهن (میلی‌گرم)	۰	۵۷/۰۶ a	۲۲/۴۴ a	۷۰/۳۶ a	۰/۸۰۵ a	۱۳۳ a
	۱۵۰۰	۵۵/۸۴ a	۲۰/۸۹ a	۷۱/۳۴ a	۰/۸۲۵ a	۱۲۸ a
	۳۰۰۰	۵۷/۹۱ a	۲۰/۶۹ a	۵۹/۰۴ a	۰/۷۷۹ a	۱۳۴ a

میانگین‌های هر تیمار که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند

ذخیره در واکوئل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (مارشنر، ۱۹۹۵) و از طرف دیگر بهره‌گیری آمونیوم را افزایش می‌دهد و اثرات سمی آن را می‌کاهد (هیگین[1] و همکاران، ۱۹۹۰ و روستا و شیرینگ[2]، ۲۰۰۸). نتایج مشابهی نیز توسط سکری[3] و همکاران (۲۰۱۴) در سیب گزارش شده است. در تحقیق دیگر کاربرد نیتروژن نیز موجب افزایش پتاسیم میوه شد (طهیر و همکاران، ۲۰۰۷). طبق گزارشات موجود، کاربرد آهن موجب کاهش غلظت پتاسیم برگ و میوه شده است. کاهش غلظت پتاسیم توسط کاربرد آهن احتمالا به دلیل اثر آنتاگونیستی آهن و پتاسیم می‌باشد (سورنتی و همکاران، ۲۰۱۲). بررسی همبستگی بین صفات نشان داد رابطه مستقیم و معنی‌داری بین پتاسیم برگ و نیتروژن برگ (r= ۰/۶۹)، پتاسیم میوه و نیتروژن میوه (r=۰/۷۴) وجود دارد (جدول ۶). نیتروژن نیز تأثیر معنی‌داری بر غلظت آهن میوه نداشت (جدول ۵). در این پژوهش کاربرد نیتروژن و آهن تاثیری بر غلظت آهن برگ نداشت. در صورتی که با افزایش کاربرد کلات آهن غلظت آهن در میوه افزایش یافت به طوری که ۲۵/۵۴ درصد افزایش در سطح ۳۰۰۰ میلی‌گرم مشاهده شد. افزایش میزان نیتروژن برگ به دنبال کاربرد نیتروژن در گلابی گزارش شد (کیورتی[4] و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیقات فلاحی و همکاران (۲۰۰۱) تغذیه نیتروژن نیز موجب افزایش نیتروژن میوه سیب رقم فوجی شد. نتایج مشابهی نیز در سیب رقم گالا مشاهده شد (ونگ و چنگ، ۲۰۱۱). همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین نیتروژن میوه و نیتروژن برگ (r=۰/۶۶) حاصل شد (جدول ۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد تحت شرایط این آزمایش، کاربرد خاکی نیتروژن به شکل نیترات آمونیوم موجب افزایش میزان شاخص سبزینگی، کارایی عملکرد، پتاسیم برگ و میوه، نیتروژن برگ و میوه شد. عملکرد، درصد ماده خشک میوه، میزان آنتی‌اکسیدان میوه، میزان سفتی میوه تحت تأثیر معنی‌دار تغذیه نیتروژن و آهن قرار نگرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، تغذیه نیترات آمونیوم در سطح ۲۸۸ گرم تأثیر بیشتری در بهبود خصوصیات ذکر شده داشت. تغذیه کلات آهن در غلظت های مورد استفاده تأثیر چندانی نداشت و به نظر می‌رسد به غلظت‌های بیشتری از آن به منظور تأثیرگذاری بهتر مورد نیاز است. بنابراین پیشنهاد می‌شود کاربرد همزمان نیترات آمونیوم و همچنین غلظت های بالاتر کلات آهن در طی سه مرحله به منظور بهبود عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی سیب مورد بررسی قرار گیرد.

1. Hagin
2. Roosta and Schjoerring
3. Sokri
4. Curetti

جدول ۳- اثر سطوح مختلف نیترات آمونیوم و کلات آهن بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی میوه سیب گرانی‌اسمیت

تیمار		سفتی میوه (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	کل مواد جامد محلول (٪)	اسید قابل تیتراسیون (٪)	شاخص طعم میوه	اسیدیته	آنتی‌اکسیدان کل (٪)
نیترات آمونیوم (گرم)	۰	۸/۳۸ a	۱۰/۲۲ a	۰/۸۱۶ a	۱۲/۵ a	۳/۳۲۱ b	۳۷/۶۴ a
	۱۴۴	۸/۳۸ a	۹/۸۵ a	۰/۸۴۱ a	۱۱/۷۶ a	۳/۳۰۰bc	۳۲/۴۸ a
	۲۸۸	۸/۳۷ a	۱۰/۱۶ a	۰/۸۱۸ a	۱۲/۴۶ a	۳/۳۴۴ a	۳۰/۹۰ a
کلات آهن (میلی‌گرم)	۰	۸/۴۲ a	۹/۹۲ a	۰/۸۲۳ a	۱۲/۰۱ a	۳/۳۱۰ b	۳۸/۴۰ a
	۱۵۰۰	۸/۴۵ a	۱۰/۳ a	۰/۸۱۷ a	۱۲/۶۷ a	۳/۳۲۹ a	۳۲/۶۲ a
	۳۰۰۰	۸/۲۷ a	۱۰/۰۱ a	۰/۸۳۵ a	۱۲/۰۳ a	۳/۳۳۰ a	۲۹/۷۴ a

میانگین‌های هر تیمار که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند

جدول ۴-. اثر سطوح مختلف نیترات آمونیوم و کلات آهن بر شاخص‌های رنگ میوه سیب گرانی‌اسمیت

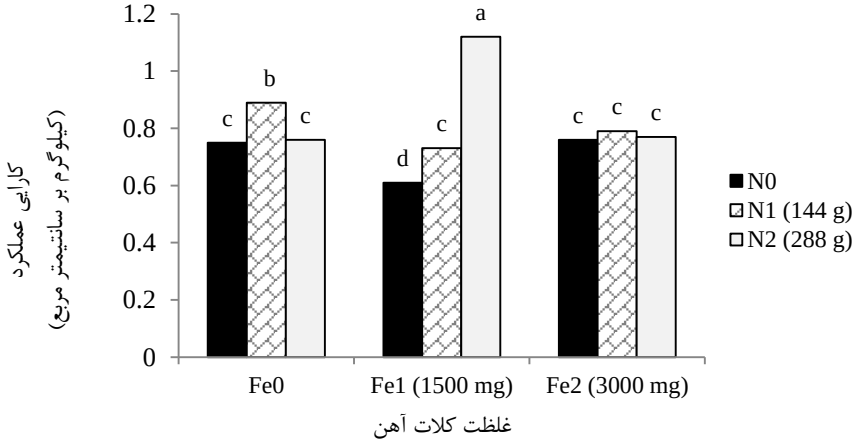
تیمار		L*	a*	b*	هیو	کروما
نیترات آمونیوم (گرم)	۰	۶۵/۰۸ a	-۱۹/۸۲ a	۳۷/۷۹ a	۲۹۷/۷۷ a	۴۲/۷۲ a
	۱۴۴	۶۴/۵ b	-۱۹/۹۳ a	۳۷/۴۹ a	۲۹۷/۶۶ a	۴۲/۳۴ a
	۲۸۸	۶۳/۹۸ c	-۱۹/۲۷ b	۳۸/۱۸ a	۲۹۷/۸۵ a	۴۳/۱۸ a
کلات آهن (میلی‌گرم)	۰	۶۴/۴۵ a	-۱۹/۷۸ a	۳۷/۲۸ a	۲۹۷/۹۷ a	۴۲/۲۱ a
	۱۵۰۰	۶۴/۶۲ a	-۲۰/۱۷ a	۳۸/۴۴ a	۲۹۷/۷ a	۴۳/۴۲ a
	۳۰۰۰	۶۴/۵ a	-۲۰/۰۷ a	۳۷/۷۵ a	۲۹۷/۶۱ a	۴۲/۶۲ a

میانگین‌های هر تیمار که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند

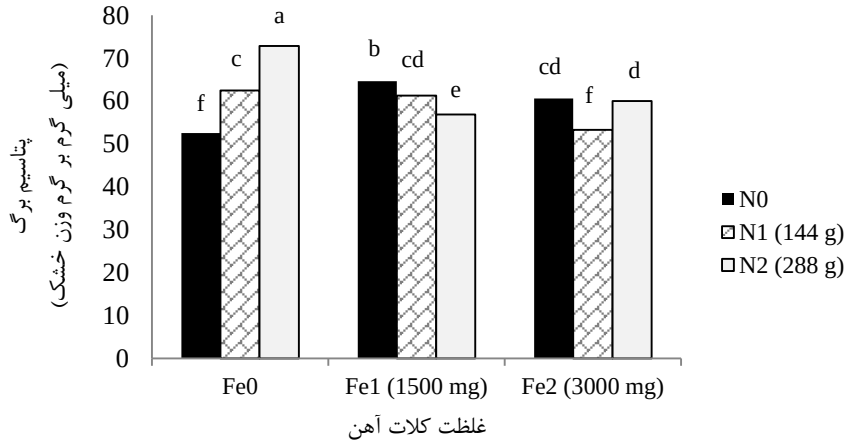
جدول۵ - اثر سطوح مختلف نیترات آمونیوم و کلات آهن بر غلظت عناصر غذایی برگ و میوه سیب گرانی‌اسمیت

تیمار		پتاسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	پتاسیم میوه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	آهن برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	آهن میوه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	نیتروژن برگ (٪)	نیتروژن میوه (٪)
نیترات آمونیوم (گرم)	۰	۵۹/۲۷ b	۸/۱۹ b	۳۲/۲۸ a	۲/۱۴ a	۱/۹۷۶ b	۰/۳۳۹ c
	۱۴۴	۵۹/۰۴ b	۸/۱۵ b	۲۶/۴۸ a	۲/۱۱ a	۱/۹۸۱ b	۰/۴۰۹ b
	۲۸۸	۶۳/۲۶ a	۸/۵۴ a	۲۹/۹ a	۱/۹۸ a	۲/۱۰۳ a	۰/۴۳۶ a
کلات آهن (میلی‌گرم)	۰	۶۲/۶۴ a	۸/۴۱ a	۳۰/۶۹ a	۱/۸۴ c	۲/۰۲۵ a	۰/۴۰۲ a
	۱۵۰۰	۶۰/۹۳ b	۸/۰۹ a	۲۶/۲ a	۲/۰۷ b	۲/۰۰۰ a	۰/۳۷۷ a
	۳۰۰۰	۵۷/۹۹ c	۸/۳۷ a	۳۱/۷۷ a	۲/۳۱ a	۲/۰۲۶ a	۰/۴۰۵ a

میانگین‌های هر تیمار که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف نیترات آمونیوم و کلات آهن بر کارایی عملکرد. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند



شکل۲- مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف نیترات آمونیوم و کلات آهن بر پتاسیم برگ. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند

جدول ۶- ضرایب همبستگی میان آهن و نیتروژن برگ و میوه و سایر صفات اندازه‌گیری شده

صفات اندازه گیری شده	آهن برگ	آهن میوه	نیتروژن برگ	نیتروژن میوه
آهن برگ	۱			
آهن میوه	-۰/۵۹	۱		
نیتروژن برگ	-۰/۴۰	۰/۰۲	۱	
نیتروژن میوه	-۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۶۶*	۱
شاخص سبزینگی	-۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۶۲	۰/۶۶
سطح برگ	-۰/۰۴	-۰/۴۷	۰/۳۵	۰/۳۳
عملکرد	۰/۴۰	-۰/۵۴	-۰/۲۶	۰/۰۵
کارایی عملکرد	۰/۰۶	-۰/۲۲	-۰/۰۰۹۳	۰/۱۹
وزن میوه	-۰/۰۷	۰/۱۸	-۰/۰۰۲۵	۰/۲۵
پتاسیم برگ	-۰/۳۰	-۰/۱۳	۰/۶۹*	۰/۴۶
پتاسیم میوه	-۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۵۴	۰/۷۴*
سفتی میوه	۰/۴۹	-۰/۵۱	۰/۱۵	-۰/۱۸
کل مواد جامد محلول	-۰/۶	-۰/۰۴	-۰/۰۵	-۰/۴۷
اسید قابل تیتراسیون	-۰/۲۸	۰/۴۳	۰/۲۱	۰/۵۱
شاخص طعم میوه	۰/۰۷	-۰/۲۳	-۰/۱۷	-۰/۵۴
اسیدیته	-۰/۶۳	۰/۱۱	۰/۴۹	۰/۱۵
آنتی اکسیدان کل	۰/۸۴**	-۰/۵۲	-۰/۵۳	-۰/۶۱
شاخص رنگ*L	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۲	-۰/۶۲
شاخص رنگ*a	۰/۶۸*	۰/۰۵	-۰/۲۹	-۰/۲۷
شاخص رنگ*b	-۰/۶۶	۰/۱۶	۰/۳۴	-۰/۰۱
هیو	۰/۳۳	-۰/۶۶	۰/۰۴	-۰/۲۳
کروما	-۰/۶۰	۰/۰۱	۰/۳۶	-۰/۰۵

**و * به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار است

منابع

بابالا، م.، محبی، م.، عسگری‌سرچشمه، م.، ملائی، ع. ۱۳۹۴. تأثیر کاربرد آهن و نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب فوجی. علوم باغبانی ایران، ۴۶(۳): ۳۹۹-۴۰۸.

Aboutalebi, A. 2013. Effects of nitrogen and iron on sweet lime (*Citrus limmetta*) fruit quantity and quality in calcareous soils. Journal of Novel Applied Sciences, 2 (8): 211-213.

Alvarez-Fernandez, A., Melgar, J.C., Abadia, J. and 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). Experimental Botany, 71: 280–286.

Amri, E. and Shahsavar, A.R. 2009. Comparative Efficacy of Citric Acid and Fe(II) Sulfate in the Prevention of Chlorosis in Orange Trees (*Citrus sinensis* L. cv 'Darabi'). Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 3(8): 61-65.

Barker, A.V. and Pilbeam, D.J. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press.

Bi, G., Scagel, C.F. and Fuchigami, L.H. 2004. Effects of spring soil nitrogen application on nitrogen remobilization, uptake, and partitioning for new growth in almond nursery plants. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79 (3): 431–436.

Bojović, B. and Marković, A. 2009. Correlation between nitrogen and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.). Kragujevac Journal of Science, 31: 69-74.

Brunetto, G., Melo, G.W.B.D., Toselli, M., Quartieri, M. and Tagliavini, M. 2015. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. Revista Brasileira de Fruticultura, 37(4): 1089-1104.

Çelik, H. and Katkat, A.V. 2007. Some parameters in relation to iron nutrition status of peach orchards. Journal of Environmental Sciences, 1(3): 111-115.

Crisosto, C.H. and Costa, G. 2008. 20 preharvest factors affecting peach quality. CAB International, pp. 236-249.

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G. and Johnson, R.S. 1995. Factors in fresh market stone fruit quality. Journal of Environmental Sciences, 6: 17–21.

Curetti, M., Sánchez, E., Tagliavini, M. and Gioacchini, P. 2013. Foliar-applied urea at bloom improves early fruit growth and nitrogen status of spur leaves in pear trees, cv. Williams Bon Chretien. Scientia Horticulturae, 150: 16–21.

Davarpanah, S., Akbari, M., Askari, M.A., Babalar, M. and 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, 4, 179-187.

Erdal, I., Askin, M.A., Kucukyumuk, Z., Yildirim, F. and Yildirim, A. 2008. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple tree. World Journal of Agricultural Sciences, 4(2): 173-177.

Fallahi, E., Colt, W.M., Baird, C.R., Fallahi, B. and Chun., I.J. 2001. Influence of Different Rates of Nitrogen on Fruit Quality, Yield and Photosynthesis of 'Fuji' Apple. Acta Horticulturae, 564: 261-268.

Fallahi, E. and Mohan, S. K. 2000. Influence of nitrogen and rootstock on tree growth, precocity, fruit quality, leaf mineral nutrients and leaf blight in "Scarlet Gala" Apple. Horttechnology, 10(3): 589-592.

FAO. 2017. Production: Apple production in FAO. http:// faostat.fao.org.

Faniadis, D., Drogoudi, P.D. and Vasilakakis, M. 2010. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Scientia Horticulturae, 125: 301–304.

Fernandez, V., Orera, I., Abadia, J. and Abadia, A. 2009. Foliar iron-fertilization of fruit trees: present knowledge and future perspectives–a review. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 84 (1): 1–6.

Hagin, J., Olsen, S.R. and Shaviv, A. 1990. Review of interaction of ammonium-nitrate and potassium nutrition of crops. Journal of Plant Nutrition, 13(10): 1211-1226.

Hasna, G.H. and Mustapha, S. 2014. Improvement of Fruit Yield and Quality by Iron Chelates Addition. Greener Journal of Agricultural Sciences, 4 (4), 166-170.

Hokmalipour, S. and Hamele Darbandi, M. 2011. Effects of Nitrogen Fertilizer on Chlorophyll Content and Other Leaf Indicate in Three Cultivars of Maize (*Zea mays* L.). World Applied Sciences Journal, 15 (12): 1780-1785.

Jackson, J.E. 2003. Biology of apples and pears. Cambridge University Press, New York.

Janick, J., Cummins, J.N., Brown, S.K. and Hemmat, M. 1996. Apples, p. 1-77. In: Janick, J. and J.N. Moore (eds), Fruit Breeding: Tree and tropical fruits, vol. 1. John Wiley and Sons, New York.

Jemric, T., Pavicic, N., Blaskovic, D., Krapac, M. and Pavicic, D. 2003. The effect of hand and chemical fruit thinning on ‚Golden Delicious cl. B' apple fruit quality. Current Studies of Biotechnology, 3: 193-198.

Kühn, B.F., Bertelsen, M. and Sorensen, L. 2011. Optimising quality-parameters of apple cv. 'Pigeon' by adjustment of nitrogen. Scientia Horticulturae, 129: 369-375.

Lee, C.Y. and Smith, N.L. 2000. "Apples: An Important Source of Antioxidants in the American Diet". New York Fruit Quarterly, 8 (2): 8-10.

Mahdavikia, H. and Mahna, N. 2012. In vitro evaluation of iron-deficiency tolerance in an endemic putative apple rootstock. Research in Plant Biology, 2(6): 23-29.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed., Academic Press, San Diego.

Murtić, S., Čivić, H., Đurić, M., Paunović, G., Šekularac, G., Behmen, F. and Krsmanović, M. 2013. The content of some antioxidants in apple depends on the type of fertilization. Polish Journal of Environmental Studies, 22 (2): 475-480.

Nguyen, H., Hofman, P., Holmes, R., Bally, I., Stubbings, B. and Mcconchie, R. 2004. Effect of nitrogenon the skin colour and other quality attributes of ripe "Kensington pride" mango (*mangifera indica* L.) fruit. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79(2): 204-210.

Pandey, R. 2015. Mineral nutrition of plants. pp. 499-537, In: Bahadur, B. Venkat Rajam, M. Sahijram, L. and Krishnamurthy, K. (eds), Plant biology and biotechnology, Springer, New Delhi.

Pestana, M., Varennes, A.D., Miguel, M.G. and Correia, P.J. 2010. Consequences of iron deficiency on fruit quality in citrus and strawberry. Sapientia - Universidade do Algarve, 25: 193-201.

Quaggio, J.A., Mattos, D. Jr. and Cantarella, H. 2006. Fruit yield and quality of sweet oranges affected by nitrogen, phosphorus and potassium fertilization in tropical soils. Fruits, 61 (5), 293-302.

Roosta, H.R. and Schjoerring, J.K. 2008. Effects of Nitrate and Potassium on Ammonium Toxicity in Cucumber Plants. 31(7): Journal of Plant Nutrition, 1270-1283.

Roozitalab, M.H., Siadat, H. and Farshad, A. 2018. The soils of Iran. Springer International Publishing AG., Switzerland.

Sokri, S.M., Babalar, M., Barker, A.V., Lesani, H. and Asgari, M.A. 2014. Fruit Quality and Nitrogen, Potassium, and Calcium Content of Apple as Influenced by Nitrate: Ammonium Ratios in Tree Nutrition. Journal of Plant Nutrition, 38(10): 1619-1627.

Sorrenti, G., Toselli, M. and Marangoni, B. 2012. Use of compost to manage Fe nutrition of pear trees grown in calcareous soil. Scientia Horticulturae, 136: 87–94.

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

Tagliavini, M., Abadía, J., Rombolà, A.D., Abadía, A., Tsipouridis, C. and Marangoni, B. 2000. Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. Journal of Plant Nutrition, 23 (11-12): 2007-2022.

Tahir, I.I., Johansson, E. and Olsson, M.E. 2007. Improvement of quality and storability of apple cv. Aroma by adjustment of some pre-harvest conditions. Scientia Horticulturae, 112: 164–171

Wang, H. and Cheng, L. 2011. Differential effects of nitrogen supply on skin pigmentation and flesh starch breakdown of 'Gala' apple. Hortscience, 46(8):1116–1120.

Westwood, M.R. 1993. Temperature zone pomology: Physiology and culture. Timber Press, Portland.