

تأثیر تغذیه آهن و نیتروژن بر شاخص‌های کیفی میوه سیب (*Malus domestica* cv. Fuji) طی انبارمانی و درصد برخی عناصرهای کانی برگ و میوه

مینا محبی^۱، مصباح بابالار^{۲*}، محمدعلی عسکری سرچشمه^۳ و علی‌رضا طلایی^۲
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق دکتری، استاد و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۴)

چکیده

در این تحقیق تأثیر تغذیه آهن و نیتروژن، در سه سطح (کلات آهن با غلظت‌های ۰، ۵ و ۱۰ قسمت در میلیون (پی‌پی‌ام) و نترات آمونیوم با غلظت‌های ۰، ۴۰ و ۶۰ قسمت در میلیون) بر درصد عناصرهای نیتروژن، پتاسیم و فسفر برگ و میوه در زمان برداشت و برخی از ویژگی‌های کیفی محصول سیب رقم فوجی طی انبارمانی بررسی شد. بنابر نتایج این پژوهش، سطوح نیتروژن استفاده‌شده تأثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی میوه نداشت و تنها میزان ویتامین ث میوه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. سطوح آهن به‌کار برده شده به‌طور معنی‌داری درصد کاهش وزن میوه در دوره انبارمانی را کاهش داد. تأثیر انبارمانی بر برخی از شاخص‌های کیفی میوه معنی‌دار بود و منجر به کاهش کیفیت شد به‌طوری‌که این افت کیفیت از ۹۵ روز انبارمانی به بعد ملموس‌تر بود. میزان ویتامین ث، سفتی بافت، وزن خشک و اسیدهای آلی (اسیدپته) میوه در مدت انبارمانی کاهش معنی‌داری داشت. تیمار نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار محتوای نیتروژن برگ و میوه شد، اما پتاسیم برگ و میوه را کاهش داد. تأثیر تیمار آهن بر میزان این سه عنصر در برگ و میوه معنی‌دار نبود و تنها پتاسیم میوه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان‌دهنده نگهداری سه‌ماهه این رقم بدون کاهش کیفیت است.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، تغذیه کانی، سیب، کلات آهن، نترات آمونیوم.

Effects of Iron and Nitrogen nutrition on apple fruit (*Malus domestica* cv. Fuji) quality during storage and on mineral contents in fruits and leaves

Mina Mohebi¹, Mesbah Babalar^{2*}, Mohammad Ali Askary Sarcheshme³ and Alireza Talaei²
1, 2, 3. Former Ph.D. Student, Professor and Associate Professor, University College of Agriculture & Natural Resources,
University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Mar. 11, 2016 - Accepted: Aug. 14, 2016)

ABSTRACT

In this research, effects of iron and nitrogen nutrition in three concentration (Iron chelate 0, 5 and 10 ppm and Ammonium nitrate, 0, 40 and 60 ppm) were evaluated on nitrogen, potassium and phosphorous contents in fruits and leaves of apple (cv. Fuji) in harvesting time and on fruit quality during storage. The experiment was carried out using a factorial completely randomized block design (CRBD) with three replications in 2013. Results showed that nitrogen treatment had no significant effect on fruit quality, except Vitamin C content that significantly increased. Iron nutrition mainly decreased the fruit weight loss during the storage. Storage time affected fruit quality and decreased that, which after 95 days, fruit were more injured. During the storage, Vitamin C, fruit firmness, dry weight and total acid were decreased. Nitrogen nutrition increased the nitrogen content in fruits and leaves but decreased potassium level in these organs. Iron treatment had no significant effects on nitrogen and phosphorous contents but significantly decreased potassium content in fruits. These results indicated that, storage of Fuji cultivar for three month had no reducing effects on quality.

Keywords: Ammonium nitrate, apple, Iron chelate, mineral nutrition, storage.

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

مقدمه

میوه‌ها از جمله مهم‌ترین محصولات باغبانی هستند که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی و سلامت انسان دارند. این گروه از محصولات کشاورزی به دلیل داشتن آب بالا فسادپذیر بوده و در دوره پس از برداشت بخش عمده‌ای از آن‌ها (بین ۵ تا ۵۰ درصد) از بین می‌رود (Kaider, 2002). در کشورهایی که نظام کشاورزی پیشرفته‌ای دارند، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه فناوری پس از برداشت صورت گرفته است. چنین عملیاتی نه تنها ضایعات این گروه از محصولات را به کمترین می‌رساند بلکه کیفیت آن‌ها را نیز در چرخه حمل و نقل، جابه‌جایی، انبارمانی و توزیع حفظ خواهد کرد. همه این دستاوردها و پیشرفت‌ها در زمینه نگهداری محصولات و مواد غذایی، نشان‌دهنده اهمیت نگهداری درازمدت است. افزون بر شرایط سردخانه، عامل‌های پیش از برداشت زیادی نیز بر کیفیت تازه‌خوری و عمر انباری محصول دخیل هستند یکی از این عامل‌ها تأثیر تغذیه درخت است (Mashaiekh & Rajaei, 2013). تغذیه بهینه گیاه شرط اصلی بهبود کمی و کیفی محصول است. در تغذیه گیاه و درخت نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس باشد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت تناسب میان همه عنصرهای غذایی اهمیت زیادی دارد. سیب رقم فوجی از رقم‌های جدید در کشور ما به شمار می‌آید که به علت عملکرد و کیفیت بالا و مقاومت نسبی به آفات و بیماری‌ها مورد توجه قرار گرفته است (Babalar *et al.*, 2015). به‌رغم میزان بالای تولید محصول سیب در کشور، صادرات آن به نسبت کم و در رتبه پایینی قرار دارد. به‌نظر می‌رسد تغذیه نامناسب درختان، شرایط برداشت و نگهداری نامناسب و بسته‌بندی‌های غیراستاندارد، عامل کاهش کیفیت محصول سیب است. بنابراین با توجه به اهمیت نقش تغذیه در بهبود کمی و کیفی محصول که باعث بهبود رنگ، طعم، شکل میوه، کاهش ریزش میوه، افزایش مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها و افزایش ترکیب‌های ثانوی کل میوه شده و از سویی تعادل‌دهنده شرایط فیزیولوژی برای ماندگاری بیشتر است، می‌توان اظهار داشت تغذیه درست و بهینه درختان در باغبانی نقش مهمی در بهبود کیفیت، کاهش ضایعات و طولانی کردن انبارمانی محصولات

برداشت‌شده دارد. در این بین تغذیه آهن و نیتروژن اهمیت بالایی داشته و در همه مراحل رشد گیاه نقش تعیین‌کننده‌ای دارند (Babalar & Pirmoradian, 2008). نیتروژن از عنصرهای مهم و حیاتی در ساختار و رشد و نمو گیاه است که تأثیر زیادی بر شدت رنگ سبز برگ و رشد شاخساره در گیاهان مختلف دارد که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم کیفیت و کمیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Derik *et al.*, 2002). در شرایط کمبود و بیش‌بود عنصر نیتروژن افزون بر رشد درخت و باردهی، عمر انباری میوه‌ها نیز کاهش یافته و میوه به انواع عارضه‌های انباری حساس‌تر می‌شود (Ernani, 2008). کمبود آهن در باغ‌های میوه بسیاری از نقاط کشورمان گزارش شده است که می‌تواند ناشی از جذب نشدن آن در شکل کاربرد خاکی باشد (Eskulte, 1992). این مشکل منجر به گسترش کاربرد دیگر شکل‌های آهن شده است که گفته می‌شود قابلیت جذب بسیار بالاتری را نسبت به شکل کاربرد خاکی داشته و برای گیاه قابل استفاده‌تر است (Browski & Michaski, 2011; Erdal *et al.*, 2009). از سویی افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب بافت خاک در نتیجه کاربرد بی‌رویه و یا ناآگاهانه کودهای شیمیایی مشکلاتی هستند که بایستی با تدابیر هوشمندانه آن‌ها را حل کرد (Malakoti & Tabatabaee, 1955). آهن در تشکیل سیتوکروم‌ها و پروتئین‌های "غیر هم" آهن‌دار دخیل در نورساخت (فتوسنتز)، تثبیت نیتروژن و تنفس نقش دارد. این عنصر به‌عنوان جزئی از آنزیم‌های دخیل در انتقال الکترون است و کمبود آن به علت تحریک‌پذیری کم، اغلب در برگ‌های جوان‌تر مشاهده می‌شود، که به‌صورت سبزدی (کلروزیس) بین رگبرگی است (Taiz & Zeiger, 1998). در نتایج تحقیق گزارش شده روی دو رقم هلو (کارسون (Carson) و بی‌بی‌گلد (Baby gold))، کمبود آهن منجر به کاهش زیادی در وزن تازه و شمار میوه در هر دو رقم شد، که نتیجه این کاهش وزن در سطح تجاری، کاهش میزان عملکرد بود (Alvarez-Fernández *et al.*, 2003). تحقیقات انجام شده در

(EDDHA) و نیتروژن آمونیومی (NH_4NO_3) بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصول سیب رقم فوجی (*Malus domestica* cv. Fuji) در مدت انبارمانی و بر درصد عنصرهای فسفر، پتاسیم و نیتروژن برگ و میوه بررسی شده است. در این تحقیق درختان هشت‌ساله رقم فوجی پیوندشده بر پایه کوتاه‌کننده مالینگ (M9) با روش کشت Y شکل استفاده شده و آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شده است. در اواخر اسفندماه پیش از محلول‌پاشی، نمونه خاک قطعه آزمایشی، برای تجزیه به آزمایشگاه ارسال شد تا با توجه به نتایج آن، سطوح مناسب آهن و نیتروژن برای اجرای تحقیق انتخاب شود. شمار ۲۷ درخت سالم و یکنواخت در آغاز اردیبهشت‌ماه، با توجه به شاخص‌های سلامتی و میزان جوانه‌های درخت برای اجرای آزمایش انتخاب شد و این طرح در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. سطوح تغذیه آهن به شکل کلات آهن (EDDHA) شامل غلظت‌های، $F_1=0$ ، $F_2=5$ ، $F_3=10$ ppm بود که در سه تاریخ ۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیرماه در ساعات‌های خنک روز روی درختان، به‌طور یکنواخت محلول‌پاشی شد. تیمار نیتروژن نیز شامل: $N1=0$ (شاهد)، $N2=40$ و $N3=60$ ppm نیتروژن خالص بود که به شکل نترات آمونیوم به‌صورت تغذیه خاکی برای هر درخت تنظیم شد که به میزان ۰، ۱۴ و ۲۸ گرم به ترتیب برای تیمارهای شاهد، سطح دوم و سطح سوم نیتروژن استفاده شد. تیمارهای برهمکنش این دو عنصر نیز به‌صورت: $T1 = N1F1$ (شاهد)، $T2=N1F2$ ، $T3=N1F3$ ، $T4=N2F1$ ، $T5=N2F2$ ، $T6=N2F3$ و $T7=N3F1$ ، $T8=N3F2$ و $T9=N3F3$ بود.

هلو و مرکبات نشان داده، کمبود آهن درختان منجر به دیررس شدن این میوه‌ها می‌شود که تأخیر در رسیدن میوه به معنی تأخیر در تولید ترکیب‌های رنگی و شیمیایی مربوط به رسیدن میوه است (Lyon *et al.*, 1943; Pestana *et al.*, 2001). در نتایج تحقیقی مشاهده شد، محلول‌پاشی آهن منجر به افزایش کیفیت میوه مرکبات از راه افزایش اندازه میوه، آب‌میوه و درصد مواد جامد محلول شده است (Pestana *et al.*, 2001). همچنین نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است، کاربرد نیتروژن به شکل محلول‌پاشی و استفاده خاکی منجر به افزایش اندازه سیب رقم گلدن دلشیز (Golden Delicious) شده است. ولیکن سطوح بالای این عنصر کیفیت میوه را با کم کردن مواد جامد محلول و افزایش زنگار پوست میوه کاهش داده است (Amiri *et al.*, 2008). در رابطه با تأثیر عنصرهای آهن و نیتروژن بر محتوای ترکیب‌های کانی میوه و برگ، نتایج بررسی‌ها نیز نشان داده شده است، محلول‌پاشی آهن منجر به افزایش محتوای پتاسیم برگ درخت هلو شده است (Hsu *et al.*, 1984). در این تحقیق سعی بر آن بود که تأثیر سطوح مختلف دو عنصر آهن و نیتروژن بر کیفیت و انبارمانی سیب‌درختی رقم فوجی و بر برخی از عنصرهای برگ و میوه بررسی و ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قطعه آزمایشی سیب باغ تحقیقاتی گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج انجام گرفته است. اثر سه غلظت مختلف کلات آهن

جدول ۱. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه خاک قطعه مورد آزمایش

Saturation pressure (SP)	EC (ds/m)	pH	Carbonate calcium% (TNV%)	Organic matter % (OM%)	Total nitrogen% (N%)
38.04	1.01	7.75	11.46	1.03	0.1
Potassium (ppm)	Phosphorus (ppm)	Soil			Texture
175.66	5.81	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	L
		39	41	20	
		Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
In soil		3	4.4	1.26	0.96
Optimum		6-6.5	3-3.5	0.8-1.2	2-2.5

میزان ۱۰ سی‌سی از آب‌میوه پس از صاف کردن، با آب مقطر به حجم ۵۰ سی‌سی رسانیده شد، سپس توسط pH متر دیجیتالی pH عصاره اندازه‌گیری شد. با عمل عیارسنجی عصاره تهیه‌شده با سود ۰/۱ نرمال، درصد اسید قابل عیارسنجی هر نمونه با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Marandi, 2009).

$$A = S. N. F. E / C \times 100 \quad (2)$$

که در آن A میزان گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه، S میزان سود مصرف‌شده (ml)، N نرمالیتة سود (۰/۱ نرمال)، F عامل سود، C میزان عصاره میوه (ml) و E اکسی‌والان اسید مورد نظر است. چگالی (وزن مخصوص) میوه‌ها نسبت وزن به حجم آنهاست. برای اندازه‌گیری وزن مخصوص در آغاز وزن میوه توسط ترازوی دیجیتالی با دقت یک‌هزارم اندازه‌گیری شد و آنگاه حجم آن در یک ظرف مدرج (بشر) که حاوی آب بود اندازه‌گیری شد (Kuhn et al., 2011). برای اندازه‌گیری درصد وزن خشک از آن با دمای ۷۰ الی ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت (تا زمان رسیدن به وزن ثابت) استفاده شد و با رابطه محاسبه شد (Garcia et al., 2010):

$$\text{وزن خشک} \\ \text{وزن تر} \times 100 = \text{درصد وزن خشک میوه} \quad (3)$$

برای اندازه‌گیری ویتامین ث (اسید اسکوربیک) از روش یدورپتاسیم (Redox) استفاده شد. ۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه صاف‌شده را با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده و ۱ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱ درصد را به آن اضافه کرده و با محلول یدور پتاسیم تهیه‌شده تیتراژ شد. سپس میزان ویتامین ث با رابطه زیر به دست می‌آید (Delima et al, 2007).

$$A = \frac{(0.88 \times V)}{5} \times 100 \quad (4)$$

که در آن A میزان اسیدآسکوربیک (ویتامین ث) میلی‌گرم در صد گرم بافت، V حجم یدور پتاسیم مصرفی برحسب میلی‌لیتر است.

اندازه‌گیری عنصرهای برگ و میوه روی نمونه‌های گردآوری‌شده در زمان برداشت و بدون قرار دادن آنها در انبار انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت عنصرهای برگ و میوه (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، از

هر درخت به‌منزله یک واحد آزمایشی بوده و برداشت میوه‌ها برابر با شاخص‌های رسیدگی (محتوای نشاسته میوه) انجام گرفت (Rahemi, 2006). شمار کافی میوه از هر واحد آزمایشی، برای انجام آزمایش‌های کمی و کیفی به سردخانه نگهداری میوه با دمای 0 ± 0.5 و رطوبت نسبی ۹۵ درصد انتقال یافت و در مدت انبارمانی (۲۲۵ روز) در شرایط یکنواخت نگهداری شد. اندازه‌گیری شاخص‌های کمی و کیفی طی هر ۴۵ روز یک‌بار روی شماری از میوه‌های مربوط به هر واحد آزمایشی در آزمایشگاه انجام شد. برای محاسبه درصد کاهش وزن در مدت انبارمانی، در زمان نخستین روز برداشت (انتقال به سردخانه)، ۲۰ میوه برای هر تکرار جدا و توسط ترازوی دیجیتالی (مدل SARTORIUS GE1302) با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد. در هر دوره از آزمایش (مدت انبارمانی) این میوه‌ها دوباره وزن و میانگین اختلاف کاهش وزن هر دوره با رابطه زیر محاسبه شد (Marandi, 2009).

$$(1) \quad \text{درصد کاهش وزن میوه} = \frac{(\text{وزن ثانویه میوه} - \text{وزن اولیه میوه})}{\text{وزن اولیه میوه}} \times 100$$

سفتی بافت میوه با انتخاب ده میوه سالم و یکنواخت، از هر تکرار مربوط به تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. پوست میوه‌ها از دو قسمت مقابل هم در لوب بالایی میوه توسط یک کارد تیز برداشته شد آنگاه با استفاده از نفوذسنج (پنترومتر) دستی (Hand Penetrometer) (قطر نوک سوزن ۸mm) و با فشار عمود به گوشت میوه برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تعیین شد (Echeverria et al., 2004). میزان مواد جامد محلول (SSC) توسط دستگاه شکست‌سنج (رفرکتومتر) دستی (مدل Hand Refractometer, ATAGO MASTER-53) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (Christopher et al., 2005). یک تا دو قطره از عصاره هر میوه روی منشور دستگاه قرار داده شد و با قرار دادن دستگاه رو به سمت نور، شکست نور که عدد آن معرف درصد بریکس است به دست آمد. برای اندازه‌گیری اسید قابل عیارسنجی (تیتراسیون) و pH،

نشان می‌دهد که تیمار آهن در سطح ۱ درصد بر درصد کاهش وزن میوه تأثیر معنی‌داری دارد. چنانچه نشان داده شده است کاربرد سطح سوم تیمار آهن (۱۰ ppm) کمترین کاهش وزن را در دوره انبارمانی موجب شد. بالاترین درصد کاهش وزن نیز متعلق به تیمار شاهد بود. همچنین تأثیر دوره انبارمانی نیز در سطح ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش مدت انبارمانی درصد کاهش وزن میوه‌ها افزایش یافته و میوه‌ها در دوره انبارمانی با گذشت زمان آب بیشتری از دست دادند. اثر متقابل تیمارهای آهن و نیتروژن در سطح ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). درصد کاهش وزن در تقابل سطح سوم آهن با سه سطح نیتروژن (N1Fe3, N2Fe3, N3Fe3) کمترین میزان را نشان داد. تیمار N3Fe1 بالاترین درصد کاهش وزن (۱/۲۸٪) را نشان داد (اطلاعات آورده نشده است)، که می‌تواند به علت افزایش اندازه یاخته‌ای و فعالیت سوخت‌وسازی (متابولیسمی) با افزایش نیتروژن باشد (Beavers, 1994). در دوره انبارمانی، به دلیل یکسان نبودن فشار بخار آب در فضاهای بین یاخته‌ای و اتمسفر و افزایش فرایند سوخت‌وسازی تنفس، کاهش وزن میوه‌پرهیزناپذیر است (Rahemi, 2006). سفتی بافت میوه به عامل‌های مختلفی مانند سرعت از دست دادن آب و سرعت تنفس بستگی دارد که منجر به از دست رفتن آب و مواد محلول بافت می‌شود (Ghafir, 2009). جدول تجزیه واریانس در مورد تأثیر عامل‌های مورد بررسی بر سفتی بافت میوه نشان می‌دهد که مدت انبارمانی در سطح ۱ درصد و همچنین اثر متقابل تیمارهای نیتروژن × انبارمانی و آهن × نیتروژن بر سفتی بافت میوه تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). سفتی بافت میوه با افزایش دوره انبارمانی، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق همسان در سیب همخوانی دارد (Jan & Rob et al., 2012). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، برهمکنش تیمار نیتروژن × انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت میوه داشته و پایین‌ترین سطح سفتی بافت میوه با سطح سوم نیتروژن به‌کار

قسمت‌های مختلف درخت، برگ‌های کامل با موقعیت یکسان به شمار ۲۰ عدد چیده شد. نمونه‌های میوه نیز پس از برداشت شسته شده، ریز و به روش انجام شده برای برگ، خشک شدند و عصاره اسیدی از آن‌ها تهیه شد. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، توسط دستگاه کجلدال (Kjellect, TM 2100 FOSS) انجام شد و سپس درصد نیتروژن موجود در برگ توسط رابطه زیر به دست آمد.

$$(5) \quad \text{درصد نیتروژن} = \frac{100 \times \text{نرمالیتۀ اسیدسولفوریک} \times 0.14}{\text{اسید مصرفی}} \times 100$$

وزن ماده اولیه

غلظت پتاسیم توسط دستگاه شعله‌سنج نوری یا فلیم‌فتومتر (Flame Photometer) و با روش شعله‌سنجی (Corning-410) اندازه‌گیری شد. برای به دست آوردن پتاسیم، عصاره بدون رقیق‌سازی توسط دستگاه شعله‌سنج نوری خوانده شد و غلظت پتاسیم برحسب قسمت در میلیون (پی‌پی‌ام) با قرار دادن عدد خوانده‌شده در معادله استاندارد پتاسیم دستگاه شعله‌سنج نوری به دست آمد که به درصد تبدیل شد. برای اندازه‌گیری غلظت فسفر نیز از عصاره بالا و دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) استفاده شد (Davies & Winsor, 2006). برای انجام محاسبات آماری، داده‌ها پس از گردآوری توسط نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس (SPSS, Statistical Package for the Social Sciences, version 19 SAS, Statistical Analysis) نرمال شده و با استفاده از نرم‌افزار سس (System, version 9-4 MSTATC, Michigan State University, USA) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (Duncan) در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های کمی و کیفی طی انبارمانی

نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)

همچنین اثر متقابل تیمارهای انبارمانی × نیتروژن، آهن × انبارمانی × نیتروژن و آهن × نیتروژن نیز بر این شاخص معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش مدت انبارمانی میزان ویتامین ث کاهش می‌یابد که می‌تواند میوه را به آسیب‌های مکانیکی و زیستی (بیولوژیکی) حساس‌تر کند (Jan & Rob, 2012). جدول ۳ نشان می‌دهد که بالاترین سطح نیتروژن به‌کار برده شده (۶۰ ppm) به‌طور معنی‌داری بالاترین محتوای ویتامین ث را در زمان برداشت موجب شده است. چنانچه گفته شد در این تحقیق اثر متقابل آهن × نیتروژن بر این صفت معنی‌دار بوده و بالاترین میزان ویتامین ث متعلق به تیمار N2F3 (۹/۹۶ میلی‌گرم در صد گرم بافت تر) بود (اطلاعات نشان داده نشده است). اثر متقابل سطح سوم آهن با سطوح مختلف نیتروژن نیز باعث افزایش میزان ویتامین ث شده است که با نتایج تحقیق انجام شده در لیموشیرین نیز همخوانی دارد (Aboutalebi et al., 2013). می‌توان علت را ناشی از نقش ساختاری آهن در این زمینه دانست. درصد وزن خشک میوه‌ها برابر با جدول تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد تحت تأثیر مدت‌زمان انبارمانی قرار گرفت و چنانچه در جدول ۳ نشان داده شده است افزایش دوره‌ی انبارمانی منجر به کاهش درصد ماده خشک میوه شد که علت را می‌توان ناشی از افزایش تنفس در فرایند دوره پس از برداشت و انبارمانی دانست که منجر به مصرف کربوهیدرات‌های میوه شده است (Rahemi, 2006). چگالی میوه یکی از شاخص‌های فیزیکی مرتبط با ماده خشک، محتوای قند، نشاسته و محتوای آب‌میوه است. چگالی میوه‌ها در فرایند فصل رشد به تدریج کاهش می‌یابد. علت کاهش چگالی به دلیل افزایش فضای بین یاخته‌ای است (Jan & Rob, 2012). بنابر جدول ۲ تأثیر دوره انبارمانی بر این شاخص در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش انبارمانی، چگالی میوه‌ها کاهش یافته است. این کاهش در ۴۵ و ۱۸۵ روز پس از دوره انبارمانی محسوس‌تر است که نشان‌دهنده تغییر بیشتر فضاهای بین یاخته‌ای در این زمان است. تأثیر سطوح آهن و نیتروژن بر این شاخص معنی‌دار نبود.

برده شده در پایان دوره انبارمانی به دست آمد درحالی‌که همین سطح نیتروژن در آغاز دوره انبارمانی بالاترین سفتی را موجب شد ($9/13 \text{ kg/cm}^2$) (اطلاعات نشان داده نشده است). بنابر نتایج جدول ۲، اثر متقابل نیتروژن × آهن × انبارمانی نیز در سطح ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار بوده است. در هر سه سطح نیتروژن بکار برده شده در آغاز دوره انبارمانی پایین‌ترین سطح سفتی بافت میوه‌ها متعلق به سطح شاهد آهن بود. مواد جامد محلول از شاخص‌های کیفی میوه است که رابطه بالایی با ترکیب میوه دارد (Kamiloglu, 2011). بررسی جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، تیمارهای به‌کاربرده شده آهن و نیتروژن هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر محتوای مواد جامد محلول میوه نداشت و تنها تأثیر دوره انبارمانی در سطح ۵ درصد بر این شاخص معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابر جدول تجزیه واریانس تأثیر دوره انبارمانی بر محتوای اسیدهای میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و در دوره انبارمانی اسیدهای میوه‌ها کاهش یافته است و همین عامل می‌تواند منجر به حساس‌تر شدن میوه به فساد شود (Jan & Rob, 2012). اثر متقابل نیتروژن × انبارمانی در سطح ۱ درصد بر این شاخص معنی‌دار بوده و بیشترین اسیدها در آغاز دوره انبارمانی متعلق به سطح اول نیتروژن و در پایان دوره انبارمانی متعلق به سطح سوم نیتروژن بود، اما تفاوت معنی‌داری با سطوح دیگر نداشت (اطلاعات نشان داده نشده است). تیمار انبارمانی در سطح ۱ درصد بر pH عصاره میوه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). چنانکه مشاهده می‌شود با گذشت زمان میزان pH عصاره میوه‌ها افزایش یافته است (جدول ۳) که می‌تواند به علت مصرف شدن اسیدهای آلی در نتیجه تنفس باشد (Kadir, 2002). میزان ویتامین ث به‌طور عمده به‌عنوان شاخص کیفیت تغذیه‌ای میوه سیب شناخته می‌شود. ترکیبی زیست فعال (بیواکتیو) است که خواص پاداکسنده‌گی (آنتی‌اکسیدانی) دارد (Lata & Przeradzka, 2002). نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، دوره انبارمانی در سطح ۱ درصد بر میزان ویتامین ث تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲).

غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ و میوه

بنابر جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر درصد نیتروژن برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و با افزایش سطوح نیتروژن، درصد نیتروژن برگ نیز افزایش یافته است (جدول ۵). در تحقیق همسان صورت گرفته روی گوجه‌فرنگی نیز افزایش سطوح نیتروژن منجر به افزایش درصد نیتروژن برگ شده است (Farzane *et al.*, 2011). تأثیر تیمار آهن بر درصد نیتروژن برگ معنی‌دار نبود اما افزایش آن منجر به افزایش در این شاخص شد (جدول ۴) و با نتایج انجام شده روی میوه‌ی هلو نیز همخوانی دارد (El-Jendoubi *et al.*, 2014) که می‌تواند ناشی از افزایش نیاز گیاه به نیتروژن با تأمین آهن باشد (Malakuti & Tabatabaei, 2010). تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر درصد نیتروژن میوه در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشته و همانند آنچه در مورد برگ مشاهده شد، بالاترین سطح نیتروژن میوه با کاربرد بالاترین سطح نیتروژن به دست آمد که با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق انجام‌شده روی سیب نیز همخوانی دارد (Kohn *et al.*, 2011). تأثیر تیمار آهن بر درصد نیتروژن میوه معنی‌دار نبود (جدول ۴). پتاسیم در همه سطوح گیاهی اعم از یاخته، بافت، آوند چوبی و آبکش متحرک است (Malakuti & Tabatabaei, 2010). با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) تأثیر سطوح مختلف نیتروژن به‌کار برده شده بر درصد پتاسیم برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار

بوده و با افزایش سطوح نیتروژن درصد پتاسیم موجود در برگ کاهش نشان داد که نتیجه همسان روی سیب نیز وجود دارد (Kohn *et al.*, 2011). تأثیر سطوح آهن و اثر متقابل آهن × نیتروژن بر پتاسیم برگ معنی‌دار نبود، ولی با افزایش سطوح آهن، درصد این عنصر به‌طور غیر معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج تحقیقات انجام شده در سیب و در توت‌فرنگی نیز همخوانی دارد (Erdal *et al.*, 2009; Kohn *et al.*, 2011). تأثیر سطوح نیتروژن بر درصد پتاسیم میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و با افزایش سطوح نیتروژن درصد پتاسیم میوه کاهش یافت که با نتایج تحقیق انجام شده روی سیب نیز همانند است که گفته می‌شود اغلب به علت تحریک رشد رویشی بیشتر و تجمع عنصرهایی چون فسفر و پتاسیم در آن بخش‌ها است (Kohn *et al.*, 2011). افزایش سطوح آهن به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد منجر به کاهش درصد پتاسیم میوه شد. بنابر جدول تجزیه واریانس، درصد فسفر برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح نیتروژن به‌کار برده شده قرار گرفت (در سطح ۵ درصد) و با افزایش سطوح نیتروژن، درصد فسفر برگ کاهش یافته است (جدول ۵) که همانند با تحقیق صورت گرفته روی سیب است (Kohn *et al.*, 2011). تأثیر سطوح مختلف آهن و اثر متقابل آهن × نیتروژن بر این شاخص معنی‌دار نبود اما با افزایش سطوح آهن درصد فسفر برگ کاهش یافت (جدول ۴).

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر سطوح آهن و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی میوه سیب رقم فوجی در دوره انبارمانی

Table 2. Variance Analysis of effects of nitrogen and iron nutrition on quality and quantity of apple cv. Fuji during storage

Source of variation	Density (weight/volume)	Dry matter	Vitamin C	pH	Total acid	Total Soluble solid	Firmness	Weight loss
Nitrogen	0.001 ns	2.149 ns	6.52 [*]	0.004 ns	0.057 ns	0.784ns	0.168 ns	0.106 ns
Iron	0 ns	0.176 ns	2.33 ns	0.004 ns	0.035 ns	2.41 ns	0.109 ns	0.204 [*]
Storage	0.001 [*]	22.87 ^{**}	66.35 ^{**}	0.664 ^{**}	3.74 ^{**}	3.86 [*]	61.44 ^{**}	10.72 ^{**}
Nitrogen×Iron	0 ns	7.04 [*]	9.21 [*]	0.012 ns	0.096ns	3.29 ns	0.66 ns	0.141 [*]
Nitrogen×Storage	0.001ns	2.82 ns	9.71 ^{**}	0.024 ns	0.125 ^{**}	1.38 ns	1.72 ^{**}	0.076 ns
Storage×Iron	0 ns	1.23 ns	2.59 ns	0.01 ns	0.027 ns	1.85 ns	0.76ns	0.069 ns
N×Fe×Storage	0.001 ns	3.62 ns	5.32 [*]	0.015 ns	0.068 ns	1.12 ns	1.68 ^{**}	0.078 ns
Block	0.002 ns	16.12 ns	4.16 ns	0.025 ns	0.227 ns	1.12 ns	1.05 ns	0.043 ns
Error	0.001	3.41	3.05	0.02	0.047	1.9	0.535	0.053
Cv (%)	2.83	14.68	20.56	3.26	21.58	6.38	11.57	22.36

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

* **, ns: Significant differences at 5% and 1% probability levels and non-significantly difference, respectively.

جدول ۳. تأثیر تغذیه آهن و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی میوه سیب رقم فوجی در دوره انبارمانی

Table 3. Effects of nitrogen and iron nutrition on quality and quantity of apple cv. Fuji during storage

Treatments		Density	Dry	Vitamin	pH	Total	Total	Firm	Weight
		(weight/volume)	matter	C		acid	soluble solid	ness	
		g/cm ³	%	mg/100g	g/100mL		Brix %	Kg/cm ²	%
Nitrogen	0 ppm	0.87a	12.27a	8.31b	4.36a	1.03a	9.21a	6.33a	1.78a
	40 ppm	0.86a	12.66a	8.22b	4.38a	0.97a	9.17a	6.25a	0.98a
	60 ppm	0.87a	12.66a	9.12a	4.36a	0.99a	9.10a	6.37a	1.09a
	mean	0.86	12.53	8.59	4.36	1.00	9.16	6.32	1.28
Iron	0 ppm	0.8a	12.60a	8.75a	4.38a	1.01a	8.84a	6.29a	1.07a
	5 ppm	0.86a	12.47a	8.47a	4.36a	0.96a	9.29a	6.37a	1.04ab
	10 ppm	0.87a	12.51a	8.24a	4.36a	1.01a	9.44a	6.28a	0.95c
	mean	0.86	12.52	8.49	4.36	0.99	9.18	6.31	1.02
Storage (45 days)	0	0.87a	13.83a	9.67a	4.22c	1.61a	9.50a	8.90a	0.00f
	1	0.86b	11.79cd	9.70a	4.24c	1.08b	9.58a	6.09b	0.99e
	2	0.87ab	11.46d	9.78a	4.35b	0.94c	9.35a	5.79bc	1.16d
	3	0.87ab	13.19ab	6.48b	4.38b	0.60f	9.35a	5.63c	1.51c
	4	0.86ab	12.60bc	7.02b	4.67a	0.75d	8.20b	5.04d	1.66b
5	0.86bc	12.50bc		4.74a	0.70e	8.65b	5.00d	2.00a	
Mean		0.86	12.56	8.53	4.43	0.96	9.10	6.08	1.22

حرف‌های مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون دانکن (p ≤ 0.05) است.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 according to the Duncan's test.

جدول ۴. تجزیه واریانس درصد عنصرهای برگ و میوه سیب رقم فوجی، تیمار شده با سطوح آهن و نیتروژن

Table 4. Variance Analysis of effects of nitrogen and iron nutrition on mineral elements (nitrogen, potassium, phosphorus) in fruits and leaves of apple cv. Fuji

Source of variation	Phosphorus		Potassium		Nitrogen	
	Fruits	Leaves	Fruits	Leaves	Fruits	Leaves
Nitrogen	0.003 ns	0.028*	0.028**	0.093*	0.021**	0.022*
Iron	0.0001 ns	0.021 ns	0.021*	0.001 ns	0.01 ns	0.011 ns
Block	0.0009 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.009 ns	0.016 ns
Nitrogen×Iron	0.0004 ns	0.002 ns	0.001 ns	0.03 ns	0.011 ns	0.012 ns
Error	0.0008	0.001	0.001	0.006	0.012	0.011

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

*، **، ns: Significant differences at 5% and 1% probability levels and non-significantly difference, respectively.

جدول ۵. تأثیر نیتروژن و آهن بر درصد عنصرهای کانی برگ و میوه سیب رقم فوجی

Table 5. Effects of nitrogen and iron nutrition on mineral elements content (nitrogen, potassium, phosphorus) in fruits and leaves of apple cv. Fuji

Treatments	Phosphorus %		Potassium %		Nitrogen %		
	Fruits	Leaves	Fruits	Leaves	Fruits	Leaves	
Nitrogen	0 ppm	0.06a	0.38a	1.2a	1.6a	0.4b	2.11c
	40 ppm	0.05a	0.28b	1.1b	1.3b	0.5b	2.15ab
	60 ppm	0.05a	0.23c	0.1b	1.2c	0.65a	2.23a
Mean		0.053	0.29	1.1	1.36	0.51	2.16
Iron	0 ppm	0.054a	0.33a	1.3a	1.3a	0.45a	2.13a
	5 ppm	0.053a	0.29a	1.2b	1.4a	0.5a	2.16a
	10 ppm	0.051a	0.32a	0.8c	1.4a	0.45a	2.21a
Mean		0.052	0.3	1.1	1.36	0.47	2.16

حرف‌های مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون دانکن (p ≤ 0.05) است.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 according to the Duncan's test.

نتیجه‌گیری کلی

داده و کیفیت محصول را نیز تا حد زیادی ارتقا دهند. یکی از این عوامل، تغذیه درست و بهینه درختان میوه است که رکن بسیار مهمی در پرورش درختان میوه است. با توجه به این موضوع که امروزه کاربرد بالای کودهای نیتروژن در باغ‌های کشاورزان منجر به مشکلات زیادی در کیفیت پس از برداشت محصولات شده است و میوه‌ها را به فسادپذیری در دوره انبارمانی

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و ارتقای سطح معاش زندگی و سطح بهداشت، افزایش کمی و کیفی محصولات باغبانی موضوعی پرهیزناپذیر و ضروری خواهد بود تا بتوان نیاز غذایی جمعیت در حال رشد را پاسخگو بود. افزون بر افزایش میزان تولید، عامل‌های پیش از برداشت زیادی می‌توانند بازده تولید را افزایش

طول دوره انبارمانی میوه‌ها منجر به تخریب ویتامین ث شد و به‌طور کلی می‌توان گفت که ارزش غذایی محصول را کاهش داد. به‌ویژه از ۹۰ روز انبارمانی به بعد میزان ویتامین ث میوه‌ها را افت شدیدی نشان داد. میوه‌های تیمار شده با سطح سوم نیتروژن در پایان دوره انبارمانی، محتوای ویتامین ث بیشتری داشتند که می‌توان از این ویژگی به نحو احسن استفاده کرد. چنانچه مشاهده شد تغذیه نیتروژن و آهن منجر به کاهش محتوای پتاسیم میوه شد که با توجه به نقش پتاسیم در شاخص‌های کمی و کیفی میوه بایستی در زمینه تأمین کافی آن توجه بیشتری شود.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب طرح پژوهشی ۷۱۰۳۰۰۲/۶/۳۲ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است، که بدین‌وسیله از مسئولان مربوط در معاونت محترم پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور که مساعدت مالی داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

حساس کرده است، می‌بایست در کاربرد این کودها دقت شود. عنصر آهن نیز به گروه عنصرهای ریزمغذی تعلق دارد و می‌تواند منجر به مشکلات زیادی از سمیت تا کمبود در درختان شود (Tabatabaei, 2010). کاربرد آهن تأثیر بارزی بر جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها در دوره انبارمانی داشت و سطوح بالای این ترکیب منجر به کاهش از دست دهی آب توسط بافت شد و شدت چروکیدگی پوست میوه را در انبار کاهش داد، که این موضوع در نگهداری پس از برداشت محصول می‌تواند اهمیت داشته باشد. همچنین این تیمار منجر به افزایش ماده خشک میوه شد که از شاخص‌های مهم کیفی محصول سیب است. طول دوره انبارمانی تأثیر زیانباری را بر بافت میوه داشت و منجر به کاهش سفتی بافت میوه و افزایش از دست‌دهی آب آن شد که با چروکیدگی و بافت سست و غیرقابل‌مصرف همراه است. در دوره انبارمانی اسیدهای قابل عیارسنجی میوه‌ها کاهش یافت و چنانچه اشاره شد میزان اسید بالا یکی از عامل‌های مقاومت میوه در شرایط انبارمانی است و میوه‌های دارای اسیدهای پایین عمر انبارمانی کمتری را دارند.

REFERENCES

1. Aboutaleb, A. & Hassanzadeh, H. (2013). Effects of iron and zinc on sweet Lime (*Citrus limetta*) fruit quantity and quality in calcareous soil. *Scientia*, 3(1), 13-15.
2. Álvarez-Fernández, A., Paniagua, P., Abadía, J. & Abadía, 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.
3. Amiri, M. E., Fallahi, E. & Golchin, A. (2008). Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf, and fruit mineral nutrients in apple. *Journal of Plant Nutrition*, 31(3), 515-525.
4. Babalar, M. & Pirmoradian, M. (2008). *Trees fruit nutrition*. (3rd ed.). University of Tehran Press.
5. Babalar, M., Mohebi, M., Askary, M. & Talaie, A. (2015). Effect of iron and nitrogen application on quantitative and qualitative characteristics of apple "cv. Fuji". *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(3), 399-407.
6. Beavers, W., Sams, C., Conway, W. & Brown, G. (1994). Calcium source affects calcium content, firmness, and degree of injury of apples during storage. *HortScience*, 29(12), 1520-1523.
7. Watkins, C. P., Erkan, M. & Nock, F. J. (2005). Harvest date effects on maturity, quality and storage disorders of 'Honeyscris' apples. *Hort Science*, 40, 164-169.
8. Davies, J. N. & Winsor, G. W. (2006). Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and liming on the composition of tomato fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18(10), 459-466.
9. Drake, S., Raese, J. & Smith, T. (2002). Time of nitrogen application and its influence on Golden Delicious Apple yield and fruit quality. *Journal of Plant Nutrition*, 25(1), 143-157.
10. El-Jendoubi, H., Vázquez, S., Calatayud, Á., Vavpetič, P., Vogel-Mikuš, K., Pelicon, P. & Morales, F. (2014). The effects of foliar fertilization with iron sulfate in chlorotic leaves are limited to the treated area. A study with peach trees (*Prunus persica* L. Batsch) grown in the field and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) grown in hydroponics. *Frontiers in plant science*, 5(2), 523- 539.
11. Erdal, I., Kepenek, K. & Kizilgol, I. (2009). Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in strawberry cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(6), 421-427.

12. Ernani, P. R. (2008). Química do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas. *Journal of Lages*, 229p. (in France)
13. Echeverria, G., Fuentes, T., Graell, J., Lara, I. & López, M. L. (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, 29-44.
14. Fallahi, E., Fallahi, B. & Seyedbagheri, M. M. (2006). Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of 'Early Spur Rome' apple. *Journal of Plant Nutrition*, 29(10), 1819-1833.
15. Fallahi, E. & Simons, B. R. (1996). Interrelations among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in 'Delicious' apples. *Journal of Tree Fruit Production*, 1(1), 15-25.
16. Farzane, N. & Golchin, A. (2011). Effect of Bor and Nitrogen on growth and some mineral content of Tomato. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 1(2), 19-29.
17. Garcia, J., Doyon, G., Salaar- Garcia, S., Ricardo Goenaga, R. & Duran, J. L. (2010). Effect of harvest date and ripening degree on quality and shelf life of Hass avocado in Mexico. *Edition Diffusion Presse Sciences*, 65, 367- 375.
18. Ghafir, S. A., Gadalla, S. O., Murajei, B. N. & El-Nady, M. F. (2009). Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. *African Journal of Plant Science*, 3, 133-138.
19. Hsu, H. & Ashmead, H. (1984). Effect of urea and ammonium nitrate on the uptake of iron through leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 7(1-5), 291-299.
20. Jan, I., Rab, A. & Sajid, M. (2012). Storage performance of apple cultivars harvested at different stages of maturity. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22, 438-447.
21. Kader, A. & Barrett, D. (1996). Classification, composition of fruits, and postharvest maintenance of quality. *Science and Technology*, 1, 1-24.
22. Kader, A. A. (2002). *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (3rd Edition). UCANR Publications.
23. Kamiloglu, O. (2011). Influence of some cultural practices on yield, fruit quality and individual anthocyanins of table grape cv. 'Horoz Karasi'. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(2), 240-245.
24. Kühn, B. F., Bertelsen, M. & Sørensen, L. (2011). Optimising quality-parameters of apple cv. 'Pigeon' by adjustment of nitrogen. *Scientia Horticulturae*, 129(3), 369-375.
25. Lata, B. & Przeradzka, M. (2002). Changes of antioxidant content in fruit peel and flesh of selected apple cultivars during storage. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 10, 5-13.
26. Lima, M. A. C. D., Bassoi, L. H., Silva, D. J., Santos, P. D. S., Paes, P. D. C., Ribeiro, P. R. d. A. & Dantas, B. F. (2008). Effects of levels of nitrogen and potassium on yield and fruit maturation of irrigated guava trees in the São Francisco Valley. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(1), 246-250.
27. Lyon, C., Beeson, K. & Ellis, G. (1943). Effects of micro-nutrient deficiencies on growth and vitamin content of the tomato. *Botanical Gazette*, 495-514.
28. Malakuti, M. & Tabatabaei, J. (2010). *Fruit Tree Nutrition in Irans Alkaly Soils* (Translation of David Read Book). Sana Publication.
29. Marandi, R. (2009). *Postharvest Physiology (Handling and storage of fruits, vegetables, ornamental plants and medicinal herbs)*. (1st ed.). Jahad Daneshgahi Azarbaijan Gharbi.
30. Mashaiekh, M. & Rajae, P. (2013). *Storage and Coldroom*. Vocational Publication.
31. Ough, C. & Amerine, M. (1988). *Phenolic compounds. Methods for analysis of Musts and Wines*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
32. Pérez-Ramirez, J., Mul, G., Kapteijn, F., Moulijn, J., Overweg, A., Doménech, A. & Arends, I. (2002). Physicochemical characterization of isomorphously substituted FeZSM-5 during activation. *Journal of Catalysis*, 207(1), 113-126.
33. Pestana, M., David, M., De Varennes, A., Abadía, J. & Faria, E. A. (2001). Responses of 'Newhall' orange trees to iron deficiency in hydroponics: Effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency, and root ferric chelate reductase activity. *Journal of Plant Nutrition*, 24(10), 1609-1620.
34. Raese, J. T. & Drake, S. (1997). Nitrogen fertilization and elemental composition affects fruit quality of 'Fuji' apples. *Journal of Plant Nutrition*, 20(12), 1797-1809.
35. Raese, J. T. & Parish, C. L. (1984). Mineral analysis and performance of chlorotic pear trees sprayed or injected with iron. *Journal of Plant Nutrition*, 7(1-5), 243-249.
36. Rahemi, M. (2006). *An Introduction to the Physiology & Handling of Fruit, Vegetables & Ornamentals*. (6th ed). Shiraz University.
37. Schulte, E. (1992). *Soil and Applied Iron*. University of Wisconsin--Extension.
38. Tabatabaei, J. (2010). *Plants Mineral Nutrition*. (1st ed). Tabriz University.
39. Taiz, L. & Zeiger, E. (1998). *A book of Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts.