Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 48, No 3, Autumn 2017 (503-515)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.123602.758

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶ (ص ۵۱۵-۵۰۳)

تأثیر محلول‌پاشی آهن و تغذیهٔ خاکی نیترات آمونیوم بر کیفیت پس از برداشت میوهٔ سیب رقم دلبار استیوال

سیروان منصوری[۱]، مصباح بابالار[۲*]، سیامک کلانتری[۳] و محمدعلی عسگری سرچشمه[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۳/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۲)

چکیده

افزون بر شرایط انبار، عامل‌های پیش از برداشت از جمله تغذیه بر کیفیت تازه‌خوری و افزایش ماندگاری میوه دخالت دارد. در این پژوهش، تأثیر محلول‌پاشی آهن (سکوسترین ۱۳۸) در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و کاربرد خاکی نیتروژن به‌صورت نیترات آمونیوم در سه سطح (۲۰، ٤۰ و ٦۰ میلی‌گرم در لیتر) روی برخی از ویژگی‌های کیفی میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال در زمان برداشت و در مدت انبارمانی آزمایش شده است. نتایج نشان داد، سطوح مختلف نیتروژن استفاده‌شده منجر به افزایش میزان فنول‌های کل و در سطوح بالا باعث افزایش درصد کاهش وزن میوه‌ها طی انبارمانی شد. سطوح آهن به‌کار برده شده نیز منجر به افزایش مواد جامد محلول (TSS)، محتوای فنولی و پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان)های کل شد و درصد کاهش وزن در فرآیند انبارمانی را نیز کاهش داد. اثر متقابل تیمارهای آهن و نیتروژن موجب حفظ بیشتر ویتامین ث، افزایش میزان فنول کل، کاهش سفتی بافت میوه شده است. تأثیر انبارمانی بر برخی شاخص‌ها مانند سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، ویتامین ث، محتوای فنولی و پاداکسنده‌های کل معنی‌دار بود و منجر به کاهش کلی کیفیت میوه‌ها شد، اما تغذیهٔ مناسب موجب حفظ بهتر کیفیت پس از برداشت میوه‌ها شد. درمجموع، می‌توان غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن را برای بهبود ویژگی‌های کیفی این رقم مناسب دانست.

واژه‌های کلیدی: آهن، انبارمانی، سیب، کیفیت، نیتروژن.

Effect of the foliar spraying of iron and soil application of the ammonium nitrate, on postharvest quality of apple 'Delbar stival'

Sirvan Mansouri[1], Mesbah Babalar[2*], Siamak Kalantari[3] and Mohammad Ali Askary Sarcheshmeh[3]
1, 2, 3. Former M.Sc. Student, Professor and Associate Professor, University College of Agriculture and Natural Resources University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: May 31, 2015 - Accepted: Aug. 2, 2016)

ABSTRACT

In addition to storage conditions, pre-harvest factors including nutrition is essential to increase the shelf life. In this experiment the effects of three different levels of iron foliar applications (0, 50 and 100 ppm) and nitrogen (20, 40 and 60 ppm) application in the soil were investigated in apple (*Malus domestica* cv. Delbar stival). Traits such as quality factors during storage period were measured. The factorial experiment was carried out based on randomized completely block design (RCBD) with three replications. According to the results of this study, iron application increased TSS, dry weight and total phenolic contents. Also, with increasing nitrogen concentration, the antioxidant level was increased. Effect of storage on some para meters such as firmness, dry matter, total phenolic content, vitamin C and total antioxidants was significant, leading to a decline in the quality of the fruits. It can be concluded that, iron application at 100 mg/l per tree was suitable for improving the quality indexes for this cultivar.

Keywords: Apple, iron, nitrogen, quality, storage.

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

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سیب با نام علمی *Malus domesitca* Borkh یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله است که بزرگ‌ترین تجارت جهانی را در بین محصولات باغبانی به خود اختصاص داده است. خواص پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) میوهٔ سیب برای همگان آشکار و روشن است و با توجه به حساسیت بالای این ترکیب‌ها به تخریب پس از برداشت محصول، امروزه تلاش زیادی برای حفظ و جلوگیری از تخریب این ترکیب‌ها در مرحلهٔ پس از برداشت صورت می‌گیرد (Tarko *et al.*, 2009). میزان ظرفیت پاداکسندگی و سفتی بافت میوه تحت تأثیر مدیریت تغذیه پیش از برداشت قرار می‌گیرد و میوه‌های با فعالیت پاداکسندگی بالاتر مقاومت بیشتری به شرایط پس از برداشت از خود نشان می‌دهد و در نتیجه ارزش غذایی و ویژگی‌های انبارمانی بهتری خواهد داشت (Rahemi, 2008). افزون بر شرایط انبار، عامل‌های پیش از برداشت زیادی از جمله تغذیه و محتوای عنصرها بر کیفیت تازه‌خوری و عمر انباری محصول دخیل هستند (Bramlage *et al.*, 1980). برای به‌دست آوردن کیفیت مطلوب میوهٔ سیب، با توجه به فراز گرا بودن این محصول انبارمانی و تیمارهای پیش از برداشت از جمله تغذیه اهمیت بسیاری دارد (Kader, 2002). تغذیهٔ درست محصولات باغبانی نقش مهمی در کاهش ضایعات، بهبود کیفیت محصول تولیدی و انبارمانی محصولات برداشت‌شده دارد. بنابراین، لازم است در فرآیند رشد محصول و همچنین در دورهٔ پیش از برداشت بر پایهٔ اصول علمی نسبت به توصیهٔ کودی مناسب اقدام کرد تا نه تنها عملکرد مطلوبی به‌دست آید، بلکه کیفیت محصول تولیدی و انبارمانی آن نیز افزایش یابد. در این بین تغذیهٔ آهن و نیتروژن اهمیت بالایی دارند (Babalar & Pirmoradian, 2008). نیتروژن از عنصرهای مهم و حیاتی در ساختار و رشد و نمو گیاه است که تأثیر زیادی بر افزایش سبزینه (کلروفیل)، رشد شاخساره، درصد باردهی درخت، کیفیت میوه، میزان عملکرد و رشد درخت دارد (Drake *et al.*, 2002). بنابر بررسی‌هایی که تاکنون صورت گرفته است، میزان بالای نیتروژن به دلیل ایجاد افزایش در اندازهٔ یاخته‌های میوه منجر به آسیب بافت میوه و کاهش انبارمانی می‌شود (Rahemi, 2008). تأثیر منفی نیتروژن بالا بر کیفیت میوه و تأثیر زیانبار زیست‌محیطی این عنصر منجر به پرهیز از کاربرد بیش‌ازحد این عنصر و توصیه به تنظیم برنامه‌های دقیق مصرفی شده است و بهترین کیفیت سیب با کاربرد ۲۸/۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (Raese & Drake, 1997). نیتروژن در محلول‌پاشی برگی به‌کار گرفته‌شده منجر به کاهش کیفیت میوه‌ها ، کاهش مواد جامد محلول، افزایش زنگار پوست میوهٔ سیب رقم گلدن دلیشس شد. غلظت بالای نیتروژن به‌کار برده شده (۱۰۰kg/h) درصد سرخی سطح پوست میوه سیب را کاهش داد (Amiri *et al.*, 2008).

آهن از جمله عنصرهای ضروری در بحث تغذیهٔ کانی درختان است. تثبیت عنصر آهن در خاک، به‌ویژه در خاک‌های آهکی (خاک زراعی غالب در ایران)، یکی از چالش‌های تغذیه‌ای در مورد این عنصر است (Schulte, 1992). سبزروی (کلروز) ناشی از کمبود آهن از جمله عارضه‌های شایع به‌ویژه در زمین‌های آهکی است و یکی از عامل‌های محدودکننده در رشد و پرورش درختان میوه در بسیاری از نقاط جهان است (Abadia *et al.*, 2011). این مشکل موجب اهمیت استفاده از فرم و شکل مناسب کاربرد این عنصر به‌صورت محلول‌پاشی برای رفع نیاز گیاه است. محلول‌پاشی عنصرها مورد نیاز درختان میوه به‌ویژه در شرایط نامساعد خاکی دارای کارایی بالاتری نسبت به استفادهٔ خاکی عنصرها دارد (Borowski & Michalek, 2011). کمبود آهن منجر به کاهش در محتوای فنولی میوهٔ توت‌فرنگی می‌شود (Pestana *et al.*, 2010). بالاترین محتوای مواد جامد محلول، سفتی میوه و محتوای لیکوپن میوهٔ هلو در حالت تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به‌دست آمد. کمبود آهن موجب کاهش سفتی میوه‌های هلو در رقم کارسون شدند (Alvarez-Fernandez *et al.*, 2003). تیمار خاکی و برگی آهن منجر به افزایش محتوای آب‌میوه (۱۰درصد)، کاهش اسیدیتهٔ قابل عیارسنجی (تیتراسیون، ۱۰درصد) و افزایش درصد

Archive of SID

www.SID.ir

اسید آسکوربیک (۱۰درصد) در درختان نارنگی که دارای نشانه‌های کمبود آهن بودند شد (El-Kassas, 1984). محلول‌پاشی آهن در مرکبات منجر به افزایش معنی‌دار در اندازهٔ میوه، محتوای آب‌میوه، درصد مواد جامد محلول و کاهش درصد سیتریک اسید شد (Pestana *et al*., 2001).

با توجه به اهمیتی که تغذیهٔ درست درختان میوه در عملکرد و کیفیت پس از برداشت میوهٔ سیب دارند، در این تحقیق تأثیر تغذیهٔ آهن و نیتروژن بر کیفیت پس از برداشت سیب رقم دلبار استیوال بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر سه غلظت مختلف آهن و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی محصول درخت سیب رقم دلبار استیوال، طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بر پایهٔ فاکتوریل، روی درختان ۸ سالهٔ سیب رقم دلبار استیوال پیوند شده بر پایهٔ پاکوتاه مالینگ ۹ واقع در مرکز تحقیقات گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران در محمدشهر کرج با سه تکرار انجام شد. آزمایش به‌صورت یک‌ساله و نظام کشت درختان متراکم به شکل V است. سطوح تغذیهٔ آهن شامل غلظت‌های، F_0=۰، F_2=۵۰ و F_3=۱۰۰ mg/L بود، که به شکل سکوسنرین ۱۳۸و در سه تاریخ و با فاصلهٔ ۳۰ روزه از اواسط اردیبهشت تا اواسط تیرماه در سه مرتبه روی درختان در ساعت‌های خنک روز، محلول‌پاشی شد. سطوح تغذیهٔ نیتروژن نیز شامل: N_1=۲۰ یا شاهد (خاک قطعهٔ آزمایش ۲۰ قسمت در میلیون نیتروژن داشت)، N_2= ۴۰ppm و N_3= ۶۰ ppm در خاک برای هر درخت تنظیم شد که به شکل نیترات آمونیوم به‌صورت خاکی استفاده شد. برداشت میوه‌ها در اواخر مرداد ۱۳۹۳ برابر با شاخص رسیدگی آزمون نشاسته و تجربه انجام گرفت و بی‌درنگ به سردخانه با دمای ۰/۵ درجهٔ سلسیوس و رطوبت ۹۰درصد منتقل و تا ۱۵۰ روز در سردخانه نگهداری شدند. برای انجام آزمایش‌های کیفی به آزمایشگاه تغذیهٔ گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران انتقال یافت. نخستین دورهٔ آزمایش شامل اندازه‌گیری صفات کیفی در آغاز انبار کردن محصول انجام شد.

ارزیابی صفات

درصد کاهش وزن میوه‌ها

برای محاسبهٔ درصد کاهش وزن در طی مدت انبارداری شمار ده میوه از هر تکرار در آغاز دورهٔ انبارمانی، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد. میانگین اختلاف‌های کاهش وزن هر دوره با رابطهٔ زیر محاسبه شد (Jan *et al*., 2012).

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{(وزن ثانویه - وزن اولیه)}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

سفتی بافت میوه

با انتخاب میوه‌های سالم و یکنواخت، از هر تکرار مربوط به تیمارهای مختلف، سه عدد میوه انتخاب و پوست میوه‌ها از دو قسمت مقابل هم توسط یک چاقو برداشته شد. با استفاده از نفوذسنجی (پنترومتر) دستی با قطر (۰/۸ mm) و با فشار عمود به گوشت میوه میزان سفتی بافت برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تعیین شد.

مجموع مواد جامد محلول کل (TSS)

میزان مواد جامد محلول توسط دستگاه شکست‌سنج (رفرکتومتر) دستی مدل ATAGO-ATC- 20E در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. یک قطره از عصارهٔ هر میوه مربوط به تکرار از هر تیمار روی منشور دستگاه قرار داده شد و با قرار دادن دستگاه رو به سمت نور، شکست نور که عدد آن معرف درصد بریکس است به‌دست آمد (روکلی و همکاران، ۲۰۰۴).

وزن خشک میوه

مادهٔ خشک بافت گیاهی حاوی ترکیب‌های آلی و کانی بافت است. در آغاز نمونه و ظرف را جداگانه وزن، آنگاه نمونه را همراه با ظرف درون دسیکاتور یا دستگاه خشک‌کننده قرار داد. پس از ۲۴ تا ۷۲ ساعت گرما دیدن خارج کرده، سپس آن‌ها را دوباره وزن کرده و با استفاده از رابطهٔ زیر درصد مادهٔ خشک محاسبه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{درصد وزن خشک میوه} = \frac{\text{(وزن خشک میوه - وزن میوهٔ تازه) - ۱}}{\text{وزن میوهٔ تازه}}$$

$$\text{محتوای پاداکسنده کل (درصد)} = \frac{\text{خواندن نمونهٔ مورد نظر}}{\text{خواندن نمونهٔ شاهد}} \times ۱۰۰$$

ویتامین ث

برای اندازه‌گیری ویتامین ث (اسکوربیک اسید) میوه‌ها، میزان ۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ میوهٔ صاف‌شده را با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده و ۱ میلی‌لیتر محلول نشاستهٔ ۱ درصد به آن اضافه شد و با محلول یدور پتاسیم تهیه‌شده عیارسنجی شد. ظهور رنگ آب تیره با دوام نشان پایان آزمایش خواهد بود. سپس با استفاده از رابطهٔ میزان ویتامین ث به‌دست می‌آید (Marandi, 2004).

$$\text{میلی‌گرم ویتامین C در ۱۰۰ گرم نمونه} = \frac{\text{۰/۸۸ × حجم محلول یدیدور پتاسیم مصرفی}}{\text{میزان عصاره صاف‌شده میوه}}$$

اندازه‌گیری ظرفیت پاداکسندگی

به ۰/۵ گرم از بافت میوهٔ پودر و له‌شده با نیتروژن مایع، ۴ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه شد. بافت میوه به همراه متانول با دور ۹۵۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر عصاره به ۳۴۰۰ میکرولیتر محلول ۲و ۲ - دی فنیل ۱ - پیکریل هیدرازیل ۰/۱ میلی مولار اضافه شد. مخلوط به‌دست‌آمده پس از افزودن DPPH در دمای اتاق در تاریکی به مدت یک ساعت نگهداری شدند. رادیکال DPPH چربی‌دوست است که بیشینه جذب آن در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر است. در این آزمون رادیکال‌های DPPH با پاداکسنده‌های موجود در بافت واکنش داده و میزان آن کاهش می‌یابد. کاهش مولکول‌های DPPH با شمار گروه‌های هیدروکسیل در دسترس تا حدودی معادل است. گروه‌های هیدروکسیل با دادن هیدروژن به رادیکال‌های DPPH، آن‌ها را از رنگ بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می‌کنند. بر پایهٔ روش یادشده توسط (Sayyari *et al.*, 2009)، فعالیت خنثی‌کنندگی محلول رادیکال DPPH توسط عصاره که معیاری از میزان فعالیت آنتی‌رادیکالی عصاره است، بنا بر رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

محتوای ترکیب‌ها فنلی کل میوه

در این روش ۰/۵ گرم نمونهٔ تر بافت میوه را در ۴ میلی‌لیتر اتانول له کرده و محلول همگنی تهیه شد که پس از ۲۰ دقیقه در ۹۵۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ و محلول شفاف رویی آن جدا شد. سپس در یک لولهٔ خلاء (ونوژکت) جدا، محلولی حاوی ۸ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیرشده، ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷درصد و ۰،۵ میلی‌لیتر فولین تهیه می‌شود. ۰/۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ شفاف میوه را با محلول دوم اضافه کرده و به مدت ۹۰ دقیقه در محل تاریک قرار می‌گیرد. پس از طی شدن مدت‌زمان لازم، میزان جذب توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) در طول‌موج ۶۲۵ نانومتر برای هر نمونه اندازه‌گیری و سپس با استفاده از نمودار اسید گالیک، فنل کل برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم بافت تازهٔ میوه به‌دست می‌آید.

نتایج و بحث

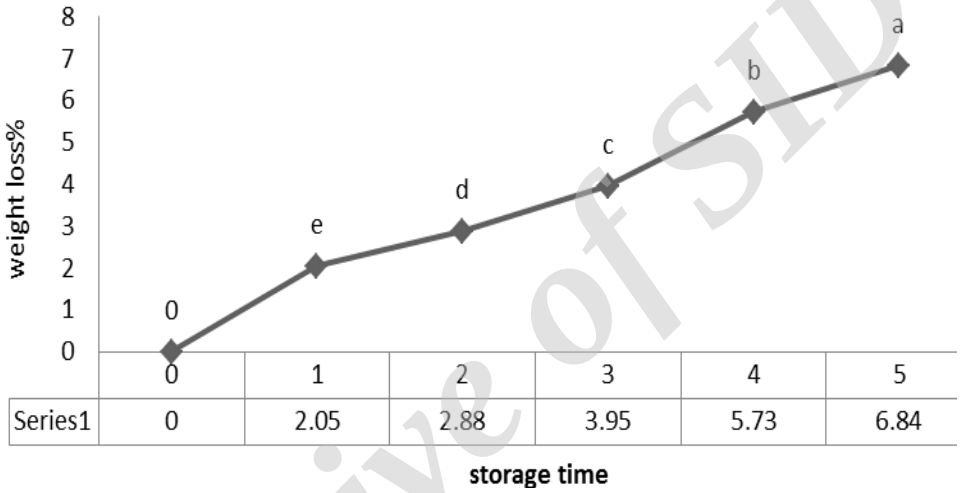
درصد کاهش وزن

بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول-۱) دورهٔ انبارمانی بر میزان کاهش وزن میوه تأثیر معنی‌داری داشته است. با گذشت زمان وزن میوه‌های ذخیره‌شده در سردخانه کاهش یافته است و کاهش وزن در هر دورهٔ سی روزه بیش از دورهٔ پیش بوده است (شکل-۱). با افزایش مدت انبارمانی، افزایش تبخیر و تعرق به دلیل یکسان نبودن فشار بخارآب در فضای بین یاخته‌ای و اتمسفر و افزایش فرآیند سوخت‌وسازی (متابولیکی) تنفس، افزایش کاهش وزن در دورهٔ انبارمانی طبیعی است (Rahemi, 2004). صرف‌نظر از تأثیر تیمارها بر میزان کاهش وزن، مشاهده می‌شود که میوه‌ها در مدت نگهداری به سبب از دست دادن آب درون بافت خود، دچار کاهش وزن می‌شوند (Razavi, 2014). (Davarynejad et al., 2013) گزارش کردند از دست دادن وزن میوهٔ آلو به‌تدریج در طول ذخیره‌سازی در دمای ۴ درجهٔ سلسیوس افزایش یافته است، که سطح

Archive of SID

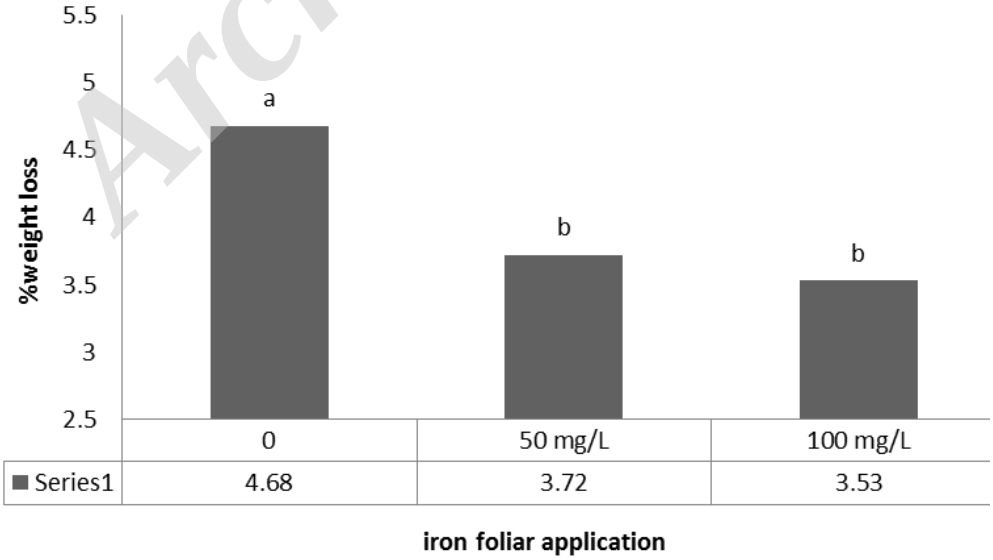
www.SID.ir

کاهش وزن در نخستین دورهٔ ذخیره‌سازی کم‌تر از پایان دوره بوده است. بنا بر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) محلول‌پاشی با آهن موجب تأثیر معنی‌دار بر کاهش وزن شده است. تیمار با غلظت‌های مختلف آهن منجر به کاهش آب از دست‌دهی میوه‌ها در سردخانه شده و از کاهش وزن آن‌ها نسبت به میوه‌های شاهد به‌طور محسوس و معنی‌داری جلوگیری کرده است. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آهن قدری مؤثرتر از غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بوده است، اما این کاهش زیاد نبوده و هردو غلظت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (شکل ۲). تیمار نیتروژن و همچنین اثر متقابل تیمارها باهم بر این عامل معنی‌دار نبود. یکی از مهم‌ترین ناهنجاری‌هایی که پس از برداشت محصولات باغی منجر به کاهش کیفیت می‌شود، کاهش وزن از راه تبخیر از سطح فرآورده است (Galindo *et al*., 2004). با افزایش انبارمانی، افزایش تبخیر و تعرق به دلیل یکسان نبودن فشار بخارآب در فضای بین یاخته‌ای و اتمسفر و افزایش فرآیند سوخت‌وسازی تنفس، افزایش کاهش وزن در فرآیند انبارمانی طبیعی است (Rahemi, 2008).



شکل ۱. تأثیر دورهٔ انبارمانی بر درصد کاهش وزن میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 1. The effect of storage time on fruit weight loss percentage in apple 'Delbar stival'



شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف آهن بر درصد کاهش وزن میوه‌ی سیب رقم دلباراستیوال

Figure 2. The effect of different levels of iron on weight loss percentage of apple fruit 'Delbar stival'

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. جدول تجزیهٔ واریانس صفات کیفی میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال، تیمارشده با سطوح آهن و نیتروژن در مدت انبارمانی
Table 1. Variance analysis of quality parameters of apple 'Delbar stival' treated with nitrogen and iron levels during storage time

	Weight Loss	Firmness	TSS	Dry Weight	Vitamin C	Total Antioxidants	Total Phenol
Nitrogen (N)	0.097 ns	0.166 ns	0.788 ns	0.166 ns	5.14 ns	767.21 *	228.48 **
Iron (Fe)	6.207 *	0.11 ns	6.39 **	15.16 **	4.42 ns	245.71 ns	23.71 ns
Storage (S)	10.69 **	61.44 **	4.76 *	232 ns	66.36 **	1246.35 **	214.34 **
N×Fe	0.139 ns	0.64 ns	2.28 ns	7.04 *	31.21 *	85.77 ns	74.78 ns
N×S	0.076 ns	1.72 *	1.38 ns	282 ns	74.45 **	823.31 *	279.82 *
Fe×S	0.068 ns	1.68 *	1.85 ns	1.23 ns	3.64 ns	238.31 ns	32.91 ns
N×Fe×S	0.069 ns	0.76 ns	1.12 ns	3.62 ns	11.21 ns	361.24 ns	35.32 ns
Block	0.043 ns	1.05 ns	1.12 ns	16.12 *	6.14 ns	42.91 ns	24.51 ns
Error	0.183	0.535	1.9	3.41	3.57	26.73	24.97
CV	21.39	12.51	6.38	14.68	19.57	21.81	15.58

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

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels and no significantly difference, respectively.

سفتی بافت

نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد محلول‌پاشی آهن باعث افزایش سفتی نسبت به نمونه‌های شاهد شده است و به‌تدریج در دورهٔ انبارمانی سفتی کم شده است اما در پایان آن باز بیشترین سفتی مربوط به تیمار Fe2 بود و در بین تیمار Fe1 و شاهد تفاوت نبود (شکل ۳). بنابر بررسی‌های انجام‌شده در میوهٔ گلابی، کمبود آهن، هیچ‌گونه تأثیری بر میزان سفتی بافت میوه نگذاشته است (Fernandez *et al.*, 2004). بنابر نتایج به‌دست‌آمده تیمار نیتروژن در آغاز دورهٔ انبارمانی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت اما در پایان دورهٔ انبارمانی نمونهٔ شاهد سفتی بیشتری نسبت به نمونه‌های تیمارشده با نیتروژن داشت. در نتایج تحقیق دیگر صورت گرفته توسط Hsu *et al.* (1984) میوه‌هایی که میزان نیتروژن بیشتری در زمان برداشت داشتند در دورهٔ انبارمانی نیز زودتر نرم شدند. نرم شدن پس از برداشت میوهٔ سیب به دلیل فروپاشی دیوارهٔ یاخته‌ای ناشی از فعالیت آنزیمی، حلالیت پکتین و کاهش مقاومت مکانیکی دیواره‌های یاخته‌ای است که باعث کاهش سفتی میوه می‌شوند. نتایج جدول نشان می‌دهد که تأثیر تیمار نیتروژن× انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت میوه داشته و پایین‌ترین سطح سفتی بافت میوه با سطح سوم نیتروژن به‌کار برده شده در پایان دورهٔ انبارمانی به‌دست آمد درحالی‌که همین سطح نیتروژن در آغاز انبارمانی بالاترین سفتی را موجب شد (شکل ۴). بنابر نتایج به‌دست‌آمده انبارمانی موجب کاهش سفتی محصول شده است (شکل ۵). رسیدن میوه با تحریک تولید اتیلن منجر به تغییرپذیری فیزیولوژیکی در اندام‌های گیاهی مانند نرم شدن بافت میوه، تجزیهٔ رنگیزه‌های گیاهی، تغییرپذیری‌هایی در محتوای اسیدهای آلی (ارگانیک) و قندها و همچنین آزادسازی ترکیب‌های معطر و آروماتیک می‌شود. نابودی غشای نازک (ممبران) یاخته‌ای به‌عنوان عاملی مؤثر بر سفتی بافت میوه شناخته می‌شود که با پراکسیداسیون لیپید غشا مرتبط است. محصولات حد واسط و نهایی پراکسیداسیون لیپیدهای غشا، رادیکال‌های آزاد H_2O_2 و O_2 هستند که نقش مهمی در فرآیند رسیدن میوه مانند سازوکار نرم شدن آن ایفا می‌کنند. فعالیت لیپواکسیژناز و تولید رادیکال آزاد پراکسید به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان عامل‌های القاکنندهٔ اختلال در عملکرد غشاء و زوال در رسیدن میوه شناخته شده‌اند (Kader, 2002). انبارمانی میوه‌ها در دمای پایین با حفظ ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی منجر به افزایش عمر پس از برداشت محصول می‌شود. اما در هر صورت میوه‌ها پس از طی این مدت در نتیجهٔ برخی واکنش‌های فیزیولوژیکی سفتی خود را از دست داده و نرم می‌شوند (شکل ۵) که منجر به کاهش کیفیت می‌شود (Brummell & Harpster, 2001).

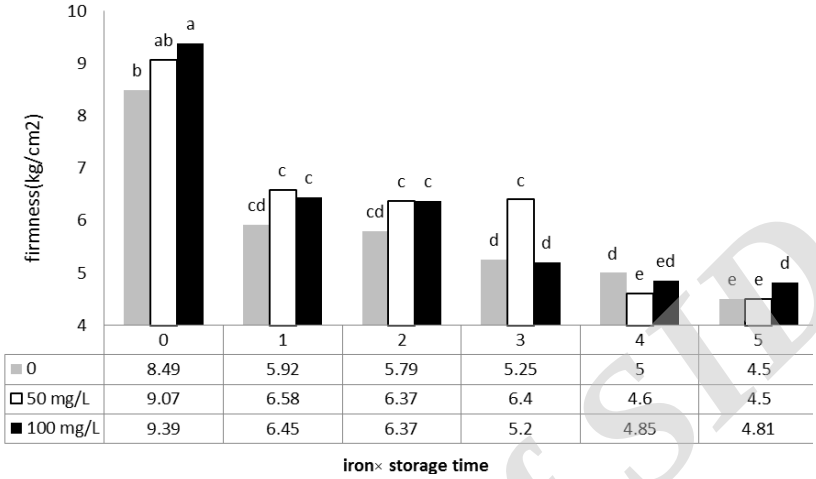
مواد جامد محلول (TSS)

بررسی جدول تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد، تیمارهای به‌کار برده شدهٔ نیتروژن هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر محتوای مواد جامد محلول میوه نداشت و تأثیر آهن و انبارمانی بر این شاخص معنی‌دار بود. دلیل این افزایش ناشی از شکسته شدن تدریجی پلی ساکاریدها

Archive of SID

www.SID.ir

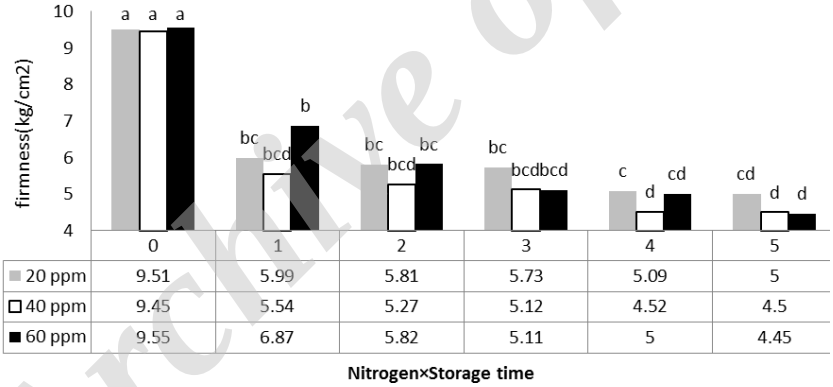
به قندهای ساده در فرآیند انبارمانی است. چنانچه در شکل ۴ مربوطه نشان داده شده است افزایش مواد جامد محلول (TSS) با افزایش آهن همراه بوده است که با نتایج تحقیقات انجام شده توسط Raese & Parish (1984) و Kazemi (2013) نیز همخوانی دارد زیرا آنان این افزایش TSS را ناشی از افزایش میزان سبزینۀ موجود در برگ و در نتیجه افزایش تولید و ساخت مواد قندی بیشتر دانستند.



	0	1	2	3	4	5
0	8.49	5.92	5.79	5.25	5	4.5
50 mg/L	9.07	6.58	6.37	6.4	4.6	4.5
100 mg/L	9.39	6.45	6.37	5.2	4.85	4.81

شکل ۳. اثر متقابل سطوح مختلف آهن و انبارمانی بر سفتی بافت میوۀ سیب رقم دلبار استیوال

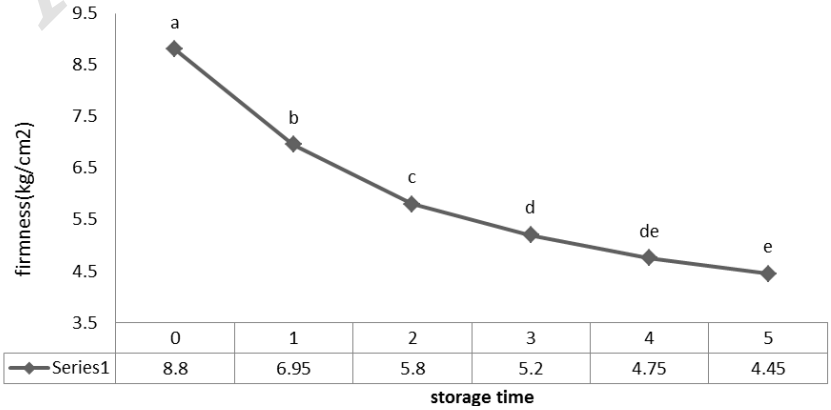
Figure 3. interaction effect of iron treatment and storage time on fruit firmness of apple 'Delbar stival'



	0	1	2	3	4	5
20 ppm	9.51	5.99	5.81	5.73	5.09	5
40 ppm	9.45	5.54	5.27	5.12	4.52	4.5
60 ppm	9.55	6.87	5.82	5.11	5	4.45

شکل ۴. اثر متقابل سطوح مختلف نیترات آمونیوم و انبارمانی بر سفتی بافت میوۀ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 4. interaction effect of nitrogen and storage time on fruit firmness of apple 'Delbar stival'



	0	1	2	3	4	5
Series1	8.8	6.95	5.8	5.2	4.75	4.45

شکل ۵. تأثیر مراحل سی روزه طی انبارمانی بر سفتی بافت میوۀ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 5. Effect of period of 30 days during storage time on fruit firmness of apple 'Delbar stival'

Archive of SID

www.SID.ir

مواد جامد محلول از شاخص‌های کیفی میوه است که رابطهٔ بالایی با ساختار میوه دارد. میوه حاوی نشاسته، مواد پکتینی و قندهای مانند گلوکز، فروکتوز و ساکارز است. مقادیر این قندها در مرحلهٔ رسیدن میوه به علت آبکافت (هیدرولیز) کامل نشاسته افزایش می‌یابد و در فرآیند سوخت‌وساز تنفسی قندها و اسیدها به‌عنوان بسترهٔ (سوبسترای) اصلی در سوخت‌وساز تنفسی هستند. ساکارز رایج‌ترین شکل کربوهیدرات‌ها در بین تولیدهای نورساختی (فتوسنتزی) است و از محل منبع به محل مخزن[1] منتقل شده و منجر به افزایش میزان مواد جامد محلول و درصد قند محلول در میوه‌ها می‌شود. در فرآیند رسیدن میوه، کاهش در میزان قند غیرکاهنده که به‌طور عمده ساکارز است، با تبدیل به قندهای کاهنده (مانند فروکتوز و گلوکز) باعث افزایش آن‌ها می‌شود. این فرآیند به میزان زیادی با افزایش فعالیت آنزیم اینورتاز مرتبط است. هردو آنزیم ساکارز-فسفات سنتاز و اینورتاز با فعال کردن عمل پشت سرهم اتیلن در طی فرآیند رسیدن میوه فعال می‌شوند (Asghari & Aghdam, 2010).

درصد وزن خشک میوه

درصد وزن خشک میوه‌ها بنا بر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) تحت تأثیر آهن و اثر متقابل آهن× نیتروژن قرار گرفت. و چنانچه در شکل ۸ نشان داده شده است اثر متقابل آهن × نیتروژن بر این شاخص معنی‌دار بود. افزایش سطوح آهن و نیتروژن منجر به افزایش در محتوای مادهٔ خشک شده است که علت آن را افزایش در محتوای سبزینه با افزایش سطوح آهن و نیتروژن باید دانست که منجر به نورساخت بالا و ایجاد مادهٔ خشک بیشتر نیز می‌شود که دلیل آن افزایش عصاره و تولید کربوهیدرات بیشتر توسط درخت ناشی از نتیجهٔ کاربرد تیمارهاست و بیشترین وزن خشک نیز ناشی از اثر متقابل (F2N2) است. بنابر نتایج Fernandez *et al.* (2003) افزایش میزان نیتروژن و آهن منجر به نورساخت بالا و ایجاد مادهٔ خشک بیشتر می‌شود.

1. Sink

ویتامین ث

ویتامین ث ترکیبی زیست فعال (بیواکتیو) است که خواص پاداکسندگی دارد (Latta, 2002) و به‌طور عمده به‌عنوان شاخص کیفیت تغذیه‌ای میوهٔ سیب شناخته می‌شود. با وجود خواص زیست فعالی که ویتامین ث دارد این ترکیب ممکن است اکسیده شده و بافت میوه را به آسیب‌های فیزیولوژیکی دیگر در فرآیند انبارمانی حساس کند (Watkins, 2005). بنابر نتایج به‌دست‌آمده دورهٔ انبارمانی نیز بر میزان ویتامین ث میوه تأثیرگذار بوده است و با گذشت زمان میزان آسکوربیک اسید در طی مدت‌زمان انبارمانی در حال کم شدن است و این یافته‌ها با نتایج Lee & Kader (2000) همخوانی داشت. نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد اثر متقابل تیمارهای آهن × نیتروژن، و نیتروژن × انبارمانی نیز بر این شاخص تأثیر معنی‌داری داشتند. بالاترین سطح نیتروژن بکار برده شده (۶۰ و ۴۰ ppm) در زمان برداشت به‌طور معنی‌داری بالاترین محتوای ویتامین ث را موجب شده است (شکل ۹). به‌طوری‌که در انتهای انبارمانی پایین‌ترین محتوای ویتامین ث نیز متعلق به همین سطوح تیمار نیتروژن بود. که می‌توان علت را ناشی از فعالیت سوخت‌وسازی بالاتر در نمونه‌های تیمارشده با این سطح نیتروژن نسبت به سطوح دیگر دانست که منجر به کاهش کمتری از این ویتامین در انبار شده. کاربرد آهن تأثیر معنی‌داری بر محتوای ویتامین ث نداشت اما اثر متقابل آهن سطح دوم (۵۰ ppm) و نیتروژن سطح سوم (۶۰ ppm) بیشترین میزان ویتامین ث را موجب شد (شکل ۱۰) که دلیل آن را می‌توان ناشی از افزایش فعالیت آنزیم اسکوربیت اکسیداز توسط آهن و در نتیجهٔ بهبود ویتامین ث دانست (Taiz & Zeiger, 2006).

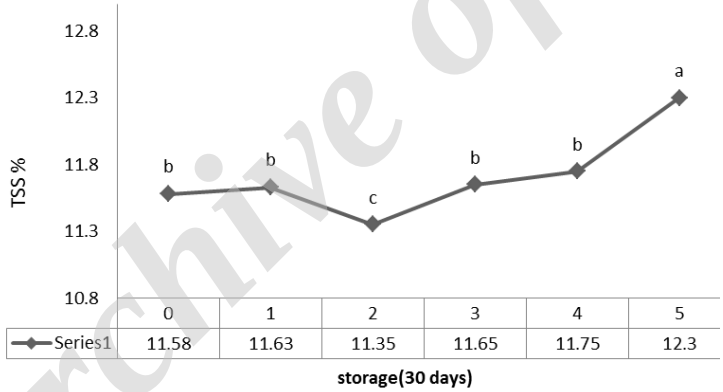
درصد پاداکسنده‌های کل گوشت میوه

بنابر نتایج جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) تیمار نیترات آمونیوم تأثیر معنی‌داری بر میزان پاداکسندهٔ کل داشته است و میزان ظرفیت پاداکسندگی میوه‌های تیمارشده با نیتروژن نسبت به میوه‌های شاهد بیشتر است (شکل ۱۱). نیتروژن در ساختار

Archive of SID

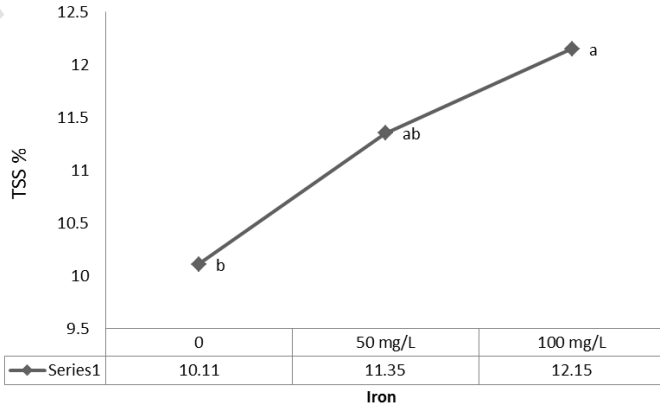
www.SID.ir

پروتئین در گیاه شرکت می‌کند و باعث تولید زیست‌ساخت (بیوسنتز)های ثانویه‌ای چون فلائونوئیدها، کارتنوئیدها و غیره می‌شود (Aires *et al.*, 2006). اثر متقابل تیمارهای نیتروژن × انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر میزان پاداکسنده‌های کل داشته است. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس دورهٔ انبارمانی نیز صرف‌نظر از اعمال تیمارها، توانسته تأثیر معنی‌داری بر درصد ظرفیت پاداکسندگی میوه‌های سیب بگذارد و موجب کاهش چشمگیر میزان پاداکسندگی در طول دورهٔ انبارمانی شده است. Davarynejad *et al.* (2010) در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند فعالیت پاداکسندگی به‌طور معنی‌داری در مدت انبارمانی در ۴ درجهٔ سلسیوس کاهش یافته و در آغاز آزمایش بسیار بیشتر از پایان دورهٔ انبارمانی بوده است. همچنین نتایج این تحقیق با نتایج بررسی‌های Sayyari *et al.* (2011) و Siboza *et al.* (2013) همخوانی داشته است. افزایش نابسامانی‌های ناشی از افزایش مدت انبارمانی می‌تواند منجر به کاهش ترکیب‌های پاداکسندگی میوه شود (Watkins *et al.*, 2005). قابل بیان است ظرفیت پاداکسنده‌ها به‌کلی مرتبط با گونه و رقم گیاهی است. در این تحقیق محلول‌پاشی آهن تأثیر معنی‌داری بر میزان ظرفیت پاداکسندگی کل سیب دلبار استیوال نداشته است. در نتایج پژوهشی گزارش شد که کمبود آهن موجب افزایش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز برای تبدیل رادیکال اکسیژن به پراکسید هیدروژن شد و باعث ایجاد تنش اکسایشی (اکسیداتیو) از راه ایجاد گونه‌های اکسیژن واکنشگر و یا مهار نظام‌های پاداکسندگی می‌شود. با این حال، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز کاهش یافت. آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز از آنزیم‌های محتوای هِم هستند که به‌طور همسانی تحت تأثیر کمبود آهن قرار می‌گیرند (Taiz & Zeiger, 2006).



شکل ۶. تأثیر انبارمانی بر محتوای مواد جامد محلول کل میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 6. Effect of storage time on TSS in apple 'Delbar stival'

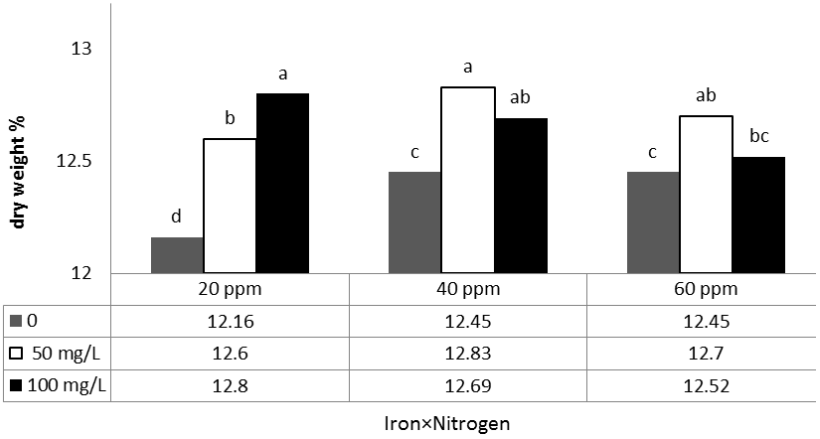


شکل ۷. تأثیر سطوح مختلف آهن بر محتوای مواد جامد محلول میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 7. Effect of different levels of iron on TSS in apple fruit 'Delbar stival'

Archive of SID

www.SID.ir

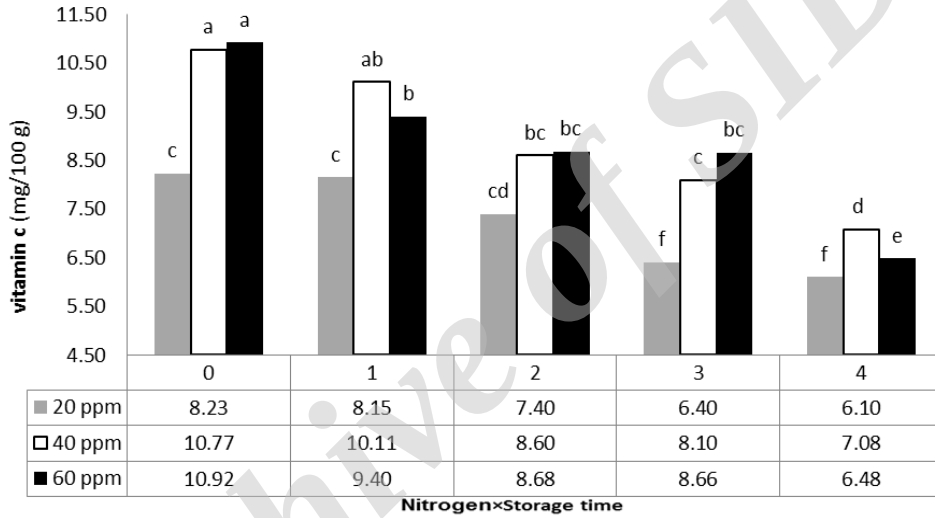


	20 ppm	40 ppm	60 ppm
0	12.16	12.45	12.45
50 mg/L	12.6	12.83	12.7
100 mg/L	12.8	12.69	12.52

Iron×Nitrogen

شکل ۸. اثر متقابل سطوح مختلف آهن و نیترات آمونیوم بر درصد مادهٔ خشک میوهٔ سیب رقم دلبار استیوال

Figure 8. Interaction effect of iron and ammonium nitrate on dry weight in apple fruit 'Delbar stival'

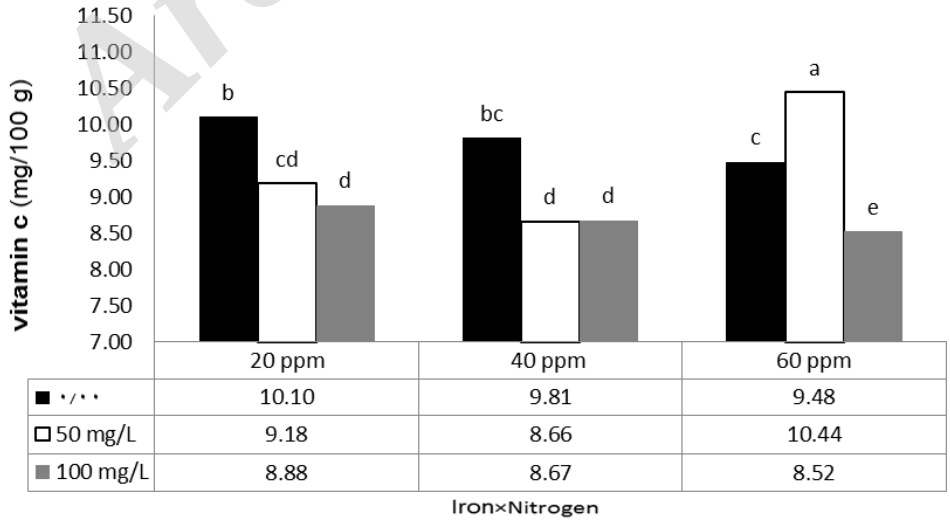


	0	1	2	3	4
20 ppm	8.23	8.15	7.40	6.40	6.10
40 ppm	10.77	10.11	8.60	8.10	7.08
60 ppm	10.92	9.40	8.68	8.66	6.48

Nitrogen×Storage time

شکل ۹. اثر متقابل سطوح مختلف نیترات آمونیوم و مدت انبارمانی بر ویتامین ث میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 9. Interaction effect of ammonium nitrate and storage time on Vitamin C in apple 'Delbar stival'



	20 ppm	40 ppm	60 ppm
۰/۰۰	10.10	9.81	9.48
50 mg/L	9.18	8.66	10.44
100 mg/L	8.88	8.67	8.52

Iron×Nitrogen

شکل ۱۰. اثر متقابل سطوح آهن و نیترات آمونیوم بر ویتامین ث میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال

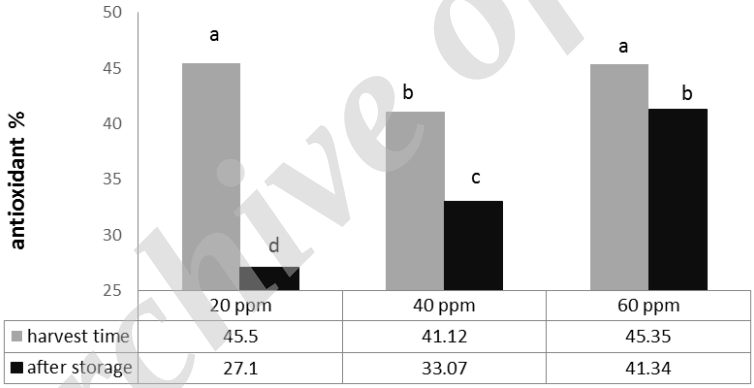
Figure 10. Interaction effect of ammonium nitrate and Iron levels on Vitamin C in apple 'Delbar stival'

Archive of SID

www.SID.ir

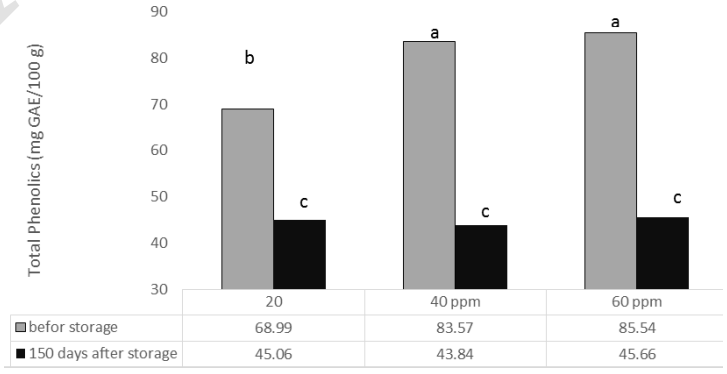
محتوای فنول کل بافت میوه

با توجه به جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) آشکار است که تیمار نیتروژن به‌کار برده شده و دورهٔ انبارمانی هریک به تنهایی بر این شاخص تأثیر داشتند. چنانچه نشان داده می‌شود با افزایش سطوح نیتروژن به‌کار برده شده محتوای فنول کل میوه‌ها نیز افزایش یافته است. تیمار نیتروژن به‌کار برده شده در سطح سوم خود (۶۰ ppm) نسبت به سطح دوم و شاهد منجر به افزایش در محتوای فنول کل گوشت میوه‌ها شد به‌ویژه در آغاز دورهٔ انبارمانی که این افزایش آشکار است (شکل ۱۲). فنول یک ترکیب ساده با خواص گوناگون است که به‌طور طبیعی توسط گیاهان مختلف تولید می‌شود. این ماده به‌عنوان یک ترکیب فراگیر در قلمرو گیاهی، شماری از فرآیندهای فیزیولوژیکی را در گیاه تنظیم می‌کند. در نتیجهٔ تغذیهٔ درست نیتروژن موجب بهبود میزان فنول کل شده است (Eberhardt *et al*., 2011) . میزان فنول کل تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن قرار نگرفت اما گفته می‌شود میوه‌های تحت تأثیر کمبود آهن گرایش به افزایش میزان فنول نشان می‌دهند و این کاهش آهن باعث افزایش کیفیت محصول مربوط به فنول شده است (Fernandez *et al*., 2003). مدت انبارمانی نیز تأثیر معنی‌داری بر محتوای فنول کل میوه‌ها داشته است و در نتیجه منجر به کاهش محتوای فنولی در پایان مدت انبارمانی پس از ۱۵۰ روز نسبت به آغاز انبارمانی (بی‌درنگ پس از برداشت) شد. اثر متقابل تیمار نیتروژن و انبارمانی نیز بر میزان فنول کل میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال معنی‌دار بود. در مدت انبارمانی نیز محتوای فنول کل به شکل معنی‌داری کاهش یافته است اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای به‌کار برده شده در مدت انبار دیده نشد.



شکل ۱۱. اثر متقابل مدت انبارمانی و سطوح مختلف نیترات آمونیوم بر درصد پاداکسنده‌های کل میوهٔ سیب دلباراستیوال

Figure 11. Interaction between different levels of ammonium nitrate and storage time on antioxidant contents in apple 'Delbar stival'



شکل ۱۲. اثر متقابل سطوح مختلف نیترات آمونیوم و انبارمانی بر محتوای کل فنولی میوهٔ سیب رقم دلباراستیوال

Figure 12. Interaction between different levels of ammonium nitrate and storage time on total Phenolic contents in apple 'Delbar stival'

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. اثر متقابل تیمار نیتروژن و آهن در طی انبارمانی بر برخی از فراسنجه‌های کمی و کیفی میوهٔ سیب دلبار استیوال
Table 2. Interaction effect of nitrogen and iron during storage time on some qualitative and quantitative parameters in apple 'Delbar stival'

N (mg/kg)	Fe(mg/l)	Weight Loss (%)	Firmness (kg/cm2)	TSS (%)	Dry Weight (%)	Vitamin c (Mg/100g)	Total Antioxidants (%)	Total Phenolic (mgGAE/100g)
N 0	Fe 0	4.74 a	6.88 a	11.04 a	12.16 d	10.10 b	41.44 a	65.13 a
	Fe 50	4.88 a	6.58 a	11.13 a	12.60 b	9.18 cd	44.21 a	66.15 a
	Fe 100	4.68 a	6.77 a	10.98 a	12.80 a	8.88 d	43.87 a	63.95 a
N 40	Fe 0	4.92 a	6.67 a	10.88 a	12.45 c	9.81 bc	45.04 a	65.88 a
	Fe 50	4.81 a	6.77 a	11.10 a	12.83 a	8.66 d	42.22 a	64.45 a
	Fe 100	4.85 a	6.69 a	11.16 a	12.69ab	8.67 d	41.78 a	64.33 a
N 60	Fe 0	4.82 a	6.83 a	11.05 a	12.45 c	9.48 c	42.95 a	65.04 a
	Fe 50	4.85 a	6.81 a	10.83 a	12.70ab	10.44 a	41.11 a	64.75 a
	Fe 100	4.94 a	6.85 a	11.21 a	12.52bc	8.52 e	43.44 a	65.06 a

نتیجه‌گیری کلی

مدیریت مناسب عامل‌های پیش از برداشت می‌تواند بازدهٔ تولید را افزایش داده و کیفیت محصول را نیز تا حد زیادی ارتقا دهد. یکی از این عامل‌ها تغذیهٔ درست درختان میوه است که رکن بسیار مهمی در پرورش درختان میوه است. تیمار آهن محتوای فنولی میوه را افزایش داد و باوجود تأثیر زیانبار انبارمانی بر این ترکیب، آهن در تقابل با انبارمانی توانست بالاترین محتوای فنولی را در فرآیند انبارمانی را داشته باشد. ازآنجایی‌که محتوای فنول‌ها از ترکیب‌های ثانوی مهم و از پاداکسنده‌های بافت میوه است، حفظ این ترکیب می‌تواند عامل ارتقای کیفیت محصول باشد. همچنین کاربرد آهن منجر به افزایش در مواد جامد محلول میوه‌ها می‌شود و این به افزایش شاخص طعم محصول و بهتر شدن آن کمک می‌کند و این بر کیفیت محصول نیز بی‌تأثیر نخواهد بود. تیمار سطح سوم نیتروژن در ابتدای انبارمانی منجر به ایجاد سفتی مطلوب و مناسب در میوه شده ولی با گذشت انبارمانی، میوه‌های محتوای سطوح نیتروژن بالا نسبت به میوه‌های حاوی سطوح کمتر نیتروژن، به‌سرعت سفتی خود را از دست داده و به فساد و ازهم‌پاشیدگی انباری حساس‌تر بودند. نرمی بافت میوه از عامل‌های مهم مستعدسازی محصول به آسیب است.

REFERNCES

1. Abadía, J., Vázquez, S., Rellán-Álvarez, R., El-Jendoubi, H., Abadía, A., Álvarez-Fernández, A. & López-Millán, A. F. (2011). Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. *Plant Physiology and Biochemistry,* 49(5), 471-482.
2. Ahmad, M. S., Nayyer, M. A., Aftab, A., Nayak, B. & Siddiqui, M. W. (2014). Quality prerequisites of fruits for storage and marketing. *Journal of Post-Harvest Technology*, 2(1), 107-123.
3. 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.
4. 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.
5. Babalar, M. & Pirmoradian, M. (2008). *Trees fruit nutrition.* (Third ed.). University of Tehran Press. (in Farsi)
6. Beavers, W. B., Sams, C. E., Conway, W. S. & Brown, G. A. (1994). Calcium source affects calcium content, firmness, and degree of injury of apples during storage. *HortScience*, 29(12), 1520-1523.
7. Borowski, E., & Michałek, S. (2011). The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 10(2), 183-193.
8. Bramlage, W. J., Greene, D. W., Autio, W. R. & McLaughlin, J. M. (1980). Effects of aminoethoxyvinylglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105(6), 847-851.
9. Davarynejad, G. H., Zarei, M., Nasrabadi, M. E., and E. Ardakani. 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*, 1-10.

Archive of SID

www.SID.ir

10. Degman, E. S. (1929). Firmness and keeping quality of fruits as affected by nitrogen fertilizers. In *American Society for Horticultural Science*, 26, 182-186.
11. Drake, J. B., Dubayah, R. O., Clark, D. B., Knox, R. G., Blair, J. B., Hofton, M. A., ... & Prince, S. (2002). Estimation of tropical forest structural characteristics using large-footprint lidar. *Remote Sensing of Environment*, 79(2), 305-319.
12. El-Kassas, S. E. (1984). Effect of iron nutrition on the growth, yield, fruit quality, and leaf composition of seeded Balady lime tress grown on sandy calcareous soils. *Journal of plant nutrition* 7(1-5), 301-311.
13. Faniadis, D., Drogoudi, P. D. & Vasilakakis, M. (2010). Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 125(3), 301-304.
14. Galindo, F. G., Bråthen, E., Knutsen, S. H., Sommarin, M., Gekas, V. & Sjöholm, I. (2004). Changes in the carrot (*Daucus carota* L. cv. Nerac) cell wall during storage. *Food Research International*, 37(3), 225-232.
15. 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(6), 133-138.
16. Hsu, H. & H. Ashmead. (1984). Effect of urea and ammonium nitrate on the uptake of iron through leaves. *Journal of Plant Nutrition, 7*(1-5), 291-299
17. Jan, I., Rab, A., & Sajid, M. (2012). Storage performance of apple cultivars harvested at different stages of maturity. *J. Anim. Plant Sci*, 22, 438-447.
18. Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. UCANR Publications.
19. Kazemi, M. (2013). Effects of Zn, Fe and their Combination Treatments on the growth and yield of tomato. *BulletinofEnvironment, PharmacologyandLife Sciences*, *3*(1), 109-114.
20. Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M. & Gliszczyńska-Świgło, A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3), 313-322.
21. Lyons, J. M. & Raison, J. K. (1970). Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. *Plant Physiology*, 45(4), 386-389.
22. Marandi, R.(2004). Postharvest physiology. *Jihad-Daneshgahi Pub*. Urmia. (in Farsi)
23. Ough, C. S. & Amerine, M. A. (1988). Acidity and individual acids. *Methods for Analysis of Musts and Wine*, 50-70.
24. 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.
25. Pestana, M., Varennes, A. D., Miguel, M. G., & Correia, P. J. (2010). Consequences of iron deficiency on fruit quality in citrus and stawberry. *Environmentally Friendly and Safe Technologies for Quality of Fruit and Vegetables*, 90-94.
26. 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.
27. 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.
28. Rahemi, M. (2008). *Postharvest: an introduction to thephysiology and handeling*. University of Shiraz Press. (in Farsi)
29. Rocculi, P., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2004). Evaluation of physico-chemical parameters of minimally processed apples packed in non-conventional modified atmosphere. *Food Research International*, 37(4), 329-335.
30. Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., and D. Valero. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates .*Postharvest biology and technology*, 53(3), 152-154
31. Schulte, E. (1992). *Soil and applied manganese*. University of Wisconsin--Extension.
32. Tarko, T., Duda-Chodak, A. & Tuszyński, T. (2009). Simulation of phenolic compounds transformations and interactions in an in vitro model of the human alimentary tract. *Revista de Agaroquimica y Tecnologia de Alimentos*, 15(3), 235-241.
33. Wills, R., et al. (1998). *An Introduction to the Physiology and Handling of fruits, vegetables and ornamentals*. UNSW Press. Desiccation trial CATIE: the seeds were desiccated to 26(21.3): 10.15.
34. Wrona, D. (2011). The influence of nitrogen fertilization on growth, yield and fruit size of 'Jonagored'apple trees. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 10(2).

Archive of SID

www.SID.ir