مقاله پژوهشی

بررسی اثرات پایه و پیوندک بر ویژگی‌های انبارمانی سیب (*Malus domestica* Borkh)

حسین محمدپور، یحیی سلاح ورزی*، عطیه اورعی و علی تهرانی‌فر

گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۸/۱۱)

چکیده

امروزه در صنعت باغداری کاربرد پایه‌های رویشی پاکوتاه و نیمه‌پاکوتاه جهت احداث باغ‌های یکنواخت با عملکرد بالا و کیفیت محصول مطلوب جهت کاهش هزینه‌های تولید میوه امری ضروری است. در این میان استفاده از پایه‌ها و پیوندک‌های مناسب به‌دلیل صرفه‌جویی در هزینه‌های تهیه و تولید، سازگاری با اقلیم منطقه، افزایش ماندگاری میوه‌ها دارای اهمیت فراوانی هستند. در سال ۱۳۹۸، ویژگی‌های کیفی و انبارمانی میوه‌های سیب ارقام برابرن و گلدن دلیشز تحت‌تأثیر پایه‌های رویشی MM106 و M9 در باغ متراکم آستان قدس رضوی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه انجام‌شده نشان داد که صفاتی نظیر آنتی‌اکسیدان، فنل کل، قند محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، سفتی و درصد کاهش وزن بطور معنی‌داری طی انبارمانی تحت‌تأثیر اثرات متقابل پایه و پیوند قرار گرفت. به‌طوری‌که، مواد جامد محلول کل (۱۳/۹ ٪)، pH (۱۵/۷ ٪)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۲۱/۶ ٪) و قند محلول کل (۳/۵ ٪) میوه‌های سیب طی دوره انبارمانی باگذشت زمان افزایش و صفاتی نظیر، اسیدیته قابل تیتراسیون (۶۰/۸ ٪)، میزان فنل (۷۰ ٪) و سفتی میوه (۴۴/۵ ٪) کاهش یافت. کاهش وزن میوه‌ها در پایه M9 از ماه دوم و برای پایه MM106 از ماه اول انبارمانی شروع شد. بیشترین درصد کاهش وزن از ماه دوم، برای رقم گلدن دلیشز بر پایه M9 (۵۰ ٪) و کمترین درصد کاهش وزن برای پیوندک برابرن بر پایه MM106 (۶۴ ٪)، نسبت به ماه پنجم، مشاهده شد. کاهش سفتی بافت طی دوره انبارمانی برای سیب برابرن پایه M9 و برای پیوندک گلدن دلیشز پایه MM106 به‌ترتیب، ۴۲ و ۳۸٪ بود.

واژه‌های کلیدی: عمر پس از برداشت، کیفیت میوه، پایه‌های پاکوتاه ونیمه‌پاکوتاه، تغییرات بیوشیمیایی

مقدمه

سیب با نام علمی *Malus domestica* متعلق به خانواده Rosaceae است. سیب از مهم‌ترین محصولات باغی در ایران است که در سال ۱۳۹۷ بین محصولات کشاورزی با بیشترین سطح تولید بعد از خرما، رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. در سال ۱۳۹۷، ۱۴/۳ درصد (حدود ۲/۹ میلیون تن) از کل محصولات باغبانی ایران متعلق به تولید سیب بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). سیب در بین محصولات عمر ماندگار بالایی دارد که تحت‌تأثیر عوامل پیش از برداشت و پس از برداشت قرار می‌گیرد. میوه‌های سیب به‌دلیل تولید زیاد در یک بازه زمانی، پس از برداشت جذب بازار نمی‌شوند و نیاز به انبارمانی دارند و در صورت عدم نگهداری کیفیت بافت میوه از دست می‌رود (Wills and Golding, 2016).

علاوه بر ژنتیک، عوامل متعددی مانند شرایط دمای نگهداری، غلظت گازهای دی‌اکسید کربن و اکسیژن، میزان

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: selahvarzi@um.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

تنفس و همچنین غلظت اتیلن و عوامل قبل از برداشت، بر ماندگاری مؤثر هستند. به‌طورمعمول برای حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت سیب از روش‌های مختلفی همچون نگهداری در دمای پایین و یا اتمسفر کنترل‌شده استفاده می‌شود (Kawhena *et al*., 2021). اگرچه استفاده از روش‌های مختلف طی انبارداری به‌همراه درجه حرارت پایین سبب افزایش عمر پس از برداشت سیب می‌شود، از طرف دیگر، مشکلات اجرایی در تأمین امکانات لازم، درعمل استفاده از این روش‌ها مشکلاتی به‌همراه دارد (Hassan *et al*., 2021)؛ بنابراین، بایستی از روش‌های دیگری برای حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت سیب استفاده کرد.

به‌منظور افزایش راندمان تولید سیب، باید تمام تلاش را با اقدامات مناسب باغی برای افزایش کیفیت میوه انجام داد. انتخاب پایه و رقم مطلوب یکی از مهم‌ترین این موارد است (Saghafian Larijani *et al*., 2021). پایه و پیوندک مناسب در کنار عواملی زیستی دیگر، بر کیفیت میوه، اندازه میوه، استحکام گوشت، غلظت مواد جامد محلول و پتانسیل انبارمانی میوه‌ها تأثیرگذار است (Sharma *et al*., 2021). با این‌حال، درک بر همکنش پایه و رقم به‌دلیل ماهیت تعاملی آنها کار آسانی نیست.

پایه‌های سیب از نظر سازگاری با خاک، شرایط اقلیمی و مقاومت در برابر بیماری‌ها متفاوت هستند. علاوه بر این، پایه‌های سیب بر اندازه و قدرت درخت، تغذیه، بهره‌وری و بازده عملکرد، میزان فتوسنتز و اندازه و کیفیت میوه تأثیرگذارند (قاسمی، ۱۳۹۰؛ بهرامی و حاج نجاری، ۱۳۹۸). پایه‌های سیب براساس قدرت درخت طبقه‌بندی می‌شوند، به‌عنوان مثال، پاکوتاه، نیمه‌پاکوتاه، نیمه پر رشد و پر رشد. پایه‌های پاکوتاه عملکرد، کارایی، اندازه میوه و کیفیت را در باغ‌های تجاری سیب بسیار افزایش داده است (Dallabetta *et al*., 2021)، در مطالعات انجام‌شده مربوط به اثر پایه بر کیفیت میوه و تجمع ترکیبات زیست‌فعال، نتایج نشان داد که بواسطه اثر پایه‌های P61 و P22، میزان فنول کل بطور قابل‌توجهی بالاتر از میوه‌های تولیدشده روی پایه P67 بوده است. در بسیاری از کشورها، پایه‌های مربوط به مالینگ و مالینگ مرتون به‌صورت گسترده استفاده می‌شود (Kviklys *et al*., 2014; 2017). ارقام پیوندی روی پایه MM106 استقرار خوبی دارند، پاجوش نمی‌دهند و نیمه‌پاکوتاه و بسیار پرمحصول هستند (Milosevic and Milosevic, 2021).

در مورد اثرات متقابل پایه و رقم بر ماندگاری میوه‌های سیب در ایران، تحقیقات کمی صورت پذیرفته است. در تحقیقی مشخص شد که سفتی میوه‌های حاصل از ارقام پیوند شده روی پایه‌های M9 در پایان دوره نگهداری در انبار نسبت به ارقام پیوندشده روی پایه M26 تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین مواد جامد محلول کل در میوه‌های حاصل از درختان پیوندشده روی پایه M26 به میزان ۹/۸۱ درصد از پایه M9 بیشتر بود. اما pH (۴/۲۴) و اسیدیته (۰/۲۳ درصد) تحت‌تأثیر نوع پایه واقع نشد (پیرمرادیان و بابالار، ۱۳۷۴).

نتایجی که از ترکیب یک واریته خاص با یک پایه تحت شرایط ویژه یک منطقه بدست می‌آید نمی‌توان به مناطق دیگر تأمین داد. از این‌رو در مناطق مختلف تأثیر پایه‌ها باید بررسی شود تا مناسب‌ترین پایه برای هر منطقه توصیه گردد (Rasool *et al*., 2020). تاکنون تحقیقات زیادی با توجه به اثر پایه بر صفات رویشی و زایشی درختان سیب انجام شده است (محرمی و همکاران، ۱۳۹۰؛ شاعری و همکاران، ۱۳۹۳) بنابراین علاوه بر توجه به بیشترین عملکرد و تولید، باید به عمر پس از برداشت درختان سیب نیز توجه نمود. یکی از راه‌های افزایش کیفیت و انبارمانی سیب‌ها استفاده از پتانسیل ارقام روی پایه‌های رویشی جهت توصیه در مناطق مختلف کشور است. بدین منظور یافتن بهترین پایه و پیوندک که بتوان بهترین کیفیت رقم موردنظر را از آن بدست آورد از ضروریات اساسی در توسعه باغ‌های متراکم سیب است؛ لذا آزمایشی با هدف بررسی تأثیر دوپایه رویشی M9 و MM106 بر انبارمانی و کیفیت میوه‌های ارقام سیب گلدن دلیشز (Golden Delicious) و برابرن (Brabern) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر متقابل پایه و رقم بر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

جدول ۱- شرایط آب و هوایی در باغ آستان قدس در سال ۱۳۹۸

میانگین دما	دمای حداکثر	دمای حداقل	میزان بارندگی (میلی‌متر)	روزهای برفی	روزهای یخ‌بندان
(درجه سانتی‌گراد)					
۱۶/۸	۲۳/۳	۱۰/۳	۲۳۷	۷	۴۲

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ متراکم آستان قدس

شن	رس	سیلت	هدایت الکتریکی	pH	ماده آلی	نیتروژن (٪)	فسفر	پتاسیم
							(پی‌پی‌ام)	
۳۸	۳۶	۲۶	۱/۹	۷/۹	۱/۶	۱/۱	۱۵	۱۷۵

جدول ۳- برنامه کوددهی در طی یک سال در باغ آستان قدس

نوع کود	اوره	دی‌آمونیوم فسفات	سولوپتاس	۲۰-۲۰-۲۰	فروت ست	گوگرد مایع	محلول‌پاشی اسیدآمینه و ریزمغذی
	کیلوگرم						
میزان	۵۰	۵	۱۰	۱۰	۲	۱۰ لیتر	-
دفعات	۳ نوبت	۲ نوبت	۴ نوبت	۳ نوبت	اول بهار و آخر پاییز	به فاصله یک ماه	۲ نوبت

ویژگی‌های پس از برداشت میوه‌های سیب در سال ۱۳۹۸ در باغ‌های متراکم آستان قدس (طول و عرض جغرافیایی ۲۵/۸ ۴۳ ۵۹ شرقی و ۱۹/۳ ۱۱ ۳۶ شمالی) انجام شد. درختان سیب ارقام گلدن دلیشز (Golden Delicious) و برابرن (Brabern) که بر روی پایه‌های M9 و MM106 پیوند زده شده بودند، در زمان آزمایش پنج ساله بودند. شرایط آب‌وهوایی تا قبل از برداشت میوه در سال ۱۳۹۸ در جدول ۱ بیان شده است. فاصله کشت در برای درختان پایه رویشی M9 ۳۲۰×۸۰ سانتی‌متر و برای پایه MM106 ۳۲۰×۱۵۰ سانتی‌متر بود. خصوصیات خاک نیز در جدول ۲ ذکر شد. عملیات داشت، شامل کوددهی (جدول ۳)، آبیاری قطره‌ای (هر سه روز یکبار به‌مدت چهار ساعت)، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز طی دوره این آزمایش به‌صورت یکنواخت در کلیه تیمارها انجام شد.

به‌منظور انجام تحقیق برای هر رقم و پایه، درختانی با مشخصات ظاهری یکسان و فاقد بیماری انتخاب شد و از هر تیمار سه درخت و از هر درخت ۲۴ میوه بطور تصادفی ۱۶۴ روز پس از تمام گل برداشت شد. سپس در سردخانه‌ای با دمای ۱± صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شد و در زمان‌های برداشت، یک، دو، سه، چهار و پنج ماه انبارمانی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ها شامل مواد جامد محلول کل (TSS)، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، فنل کل، آنتی‌اکسیدان، قند محلول کل، سفتی بافت و کاهش وزن میوه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد جامد محلول کل (TSS)، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): مواد جامد محلول کل با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (PR-201 Palette, Atago, Japan) اندازه‌گیری و به‌صورت درجه بریکس آب میوه گزارش شد (Pradhan *et al*., 2019). برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH متر استفاده شد. اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از دستگاه pHمتر و به کمک تیتراسیون ۵ سی‌سی آب میوه ۰/۱ درصد با سود ۰/۱ نرمال تا زمان رسیدن به pH =۸/۱ اندازه‌گیری شد و به‌صورت درصدی از اسید مالیک (اسید غالب سیب) بیان گردید (Abid *et al*., 2013).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

فنل کل: تعیین میزان فنل کل سیب با استفاده از معرف فولین – سیکالتو انجام گرفت. در ابتدا آب سیب به میزان یک‌به‌یک با استفاده از محلول متانول (۴۰ درصد) و آب (درصد) رقیق شد. ابتدا ۳۰۰ میکرولیتر آب میوه رقیق‌شده به ۱/۵ میلی‌لیتر فولین ۱۰ درصد اضافه شد و بعد از گذشت ۵ دقیقه ۱/۲ میلی‌لیتر سدیم کربنات ۷/۵ درصد به آن اضافه شد. میزان جذب نور محلول حاصل پس از ۱/۵ ساعت نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق و شرایط تاریکی، در طول‌موج ۷۶۰ نانومتر ثبت شد. در پایان میزان فنل کل با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه و برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد (Singleton *et al*., 1999).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با استفاده از خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH صورت گرفت. در این روش ۰/۱ میلی‌لیتر آب میوه سیب پس از سانتریفیوژ (۱۵ دقیقه در ۴۰۰۰ دور) به یک میلی‌لیتر DPPH (۵۰۰ میکرومولار در متانول) افزوده شد. پس از ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی و دمای اتاق میزان جذب نور در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد (Yi *et al*., 2008).

قند محلول کل: اندازه‌گیری قند کل به روش McCready و همکاران (۱۹۵۰) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری قند کل ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره غلیظ‌شده با ۳ میلی‌لیتر آنترون مخلوط و به‌مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر معرف آنترون، ۷۶ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد با ۳۰ میلی‌لیتر آب رقیق شد. بعد از سرد شدن ۱۵۰ میلی‌گرم آنترون در آن حل شد. میزان جذب نور پس از سردشدن در طول‌موج ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد با استفاده از گلوکز با غلظت‌های مختلف بدست آمد.

سفتی بافت میوه: سفتی بافت میوه‌ها با استفاده از پنترومتر دستی با پیستون ۸ میلی‌متری (Effegi 8 mm Plunger, Tokyo, Japan) اندازه‌گیری شد و نتایج برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد (Molina-Delgado *et al*., 2009).

کاهش وزن: برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن، در زمان نمونه‌برداری میوه‌ها توزین شده و با استفاده از رابطه زیر درصد کاهش وزن آن محاسبه شد (Jan *et al*., 2012).

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

داده‌ها توسط برنامه SPSS نسخه ۲۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پایه و رقم در زمان نگهداری بر درصد مواد جامد محلول، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون معنی‌دار بود (جدول ۴). طی دوره انبارمانی، پایه MM106 نسبت به پایه M9 محتوای مواد جامد محلول بیشتری (۶/۸۱ درصد) را در میوه‌های سیب رقم گلدن دلیشز به خود اختصاص داد. این در صورتی است که تأثیر پایه از این نظر برای رقم برابرن بسیار کمتر بود (شکل 1b). میزان مواد جامد محلول در سیب‌های گلدن دلیشز پیوند زده‌شده بر پایه M9 و MM106 به‌ترتیب، ۱۱/۴ و ۱۷/۲ درصد از ماه اول تا پایان آزمایش افزایش یافت. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد با گذشت زمان انبارمانی، در تمام تیمارها میزان pH افزایش یافته است. به‌طورکلی پایه M9 برای سیب گلدن دلیشز و پایه M106 برای سیب برابرن میزان pH بالاتری را در طی دوره انبارمانی سبب شدند (شکل 1a). در مقابل اسیدیته قابل تیتراسیون در تمام تیمارها باگذشت زمان، روندی کاهشی را نشان داد. در سیب‌های گلدن دلیشز پیوندشده روی پایه M9 نسبت به پایه MM106 اسیدیته کمتری را طی دوره انباری نشان دادند. این در حالی است که برای رقم برابرن مقادیر پایه MM106 سبب کاهش شدید اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها در زمان برداشت و پس از آن در انبار سرد شد. بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در پیوندک برابرن بر پایه MM106 در ابتدای آزمایش به ثبت رسید و با گذشت زمان این روند نزولی به مقدار ۵۳ درصد کاهش یافت (شکل 1c).

چندین مطالعه روی سیب، مرکبات و دیگر درختان

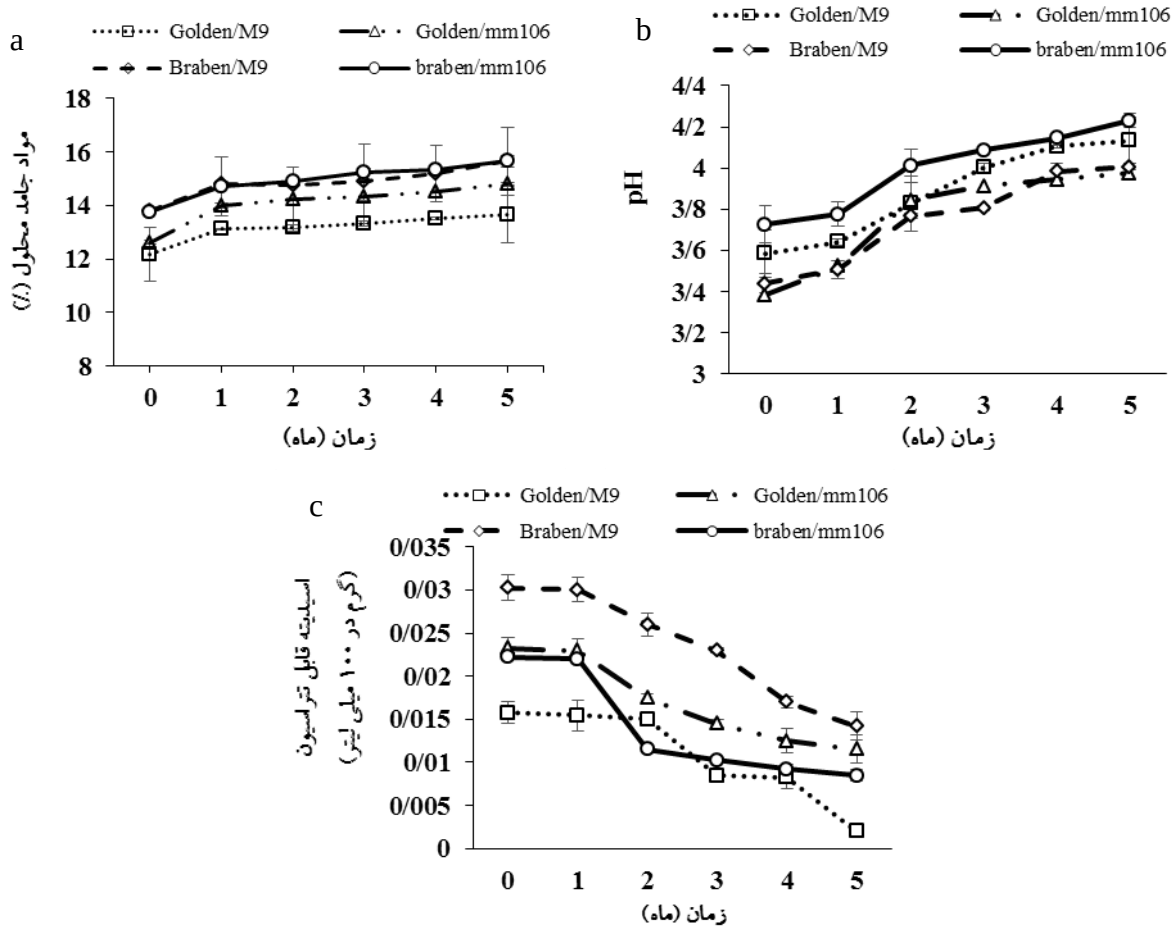
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر کاربرد پایه و پیوندک بر برخی ویژگی‌های سیب در طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		مواد جامد محلول	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون	فنل	آنتی‌اکسیدان	قند محلول کل	سفتی	کاهش وزن
پایه (A)	۱	۱۶/۸۶۷**	۰/۰۹۴**	۰/۰۰۰۲**	۹۹/۴۹**	۲۷۰/۲۰**	۱۹/۲۰**	۱۱/۵۵**	۰/۰۰۵^{ns}
پیوندک (B)	۱	۲۸/۹۹۶۰**	۰/۰۶۳**	۰/۰۰۰۲**	۵۹/۴۷**	۸/۴۳۷**	۱۸/۰۴**	۰/۷۱۸**	۰/۳۵۴**
زمان انبارمانی (C)	۵	۶/۰۵۶۵**	۰/۸۳۵**	۰/۰۰۰۴**	۲۳۸/۲۸**	۸۹/۴۷**	۱۰/۰۲**	۵۴/۱۱**	۹/۶۰**
(B) × (A)	۱	۴/۶۱۱۳**	۰/۸۹۴**	۰/۰۰۰۹**	۱۸۰/۱۸**	۵۶/۵۴۹**	۱۱/۹۳**	۴۶/۶۲**	۰/۰۰۳^{ns}
(C) × (A)	۵	۰/۳۶۴۴**	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۰۰۴**	۶۱/۰۴**	۹۶/۳۲۵**	۰/۱۲۳*	۰/۲۸۷**	۰/۳۸۹**
(C) × (B)	۵	۰/۸۹۴۵**	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۰۰۹**	۳۴/۷۷*	۶/۷۳**	۰/۷۷۹**	۰/۰۶۶^{ns}	۰/۰۵**
(C) × (B) × (A)	۵	۲/۰۷۰۷**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۰۰۵**	۴۹/۷۹**	۱۴/۸۳۶**	۰/۱۱۶**	۰/۶۱۹۹**	۰/۰۱۷**
خطا	۴	۰/۰۴۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۱۱/۵۳	۰/۸۷۴	۰/۰۴۵	۰/۰۵۲۹	۰/۰۰۲

** و * به‌ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است. ^{ns} از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.



شکل ۱- اثر پایه و پیوند بر مواد جامد محلول (a)، pH (b) و اسیدیته قابل تیتراسیون (c) میوه سیب در طی انبارمانی. (مقادیر شامل میانگین چهار میوه ± خطای استاندارد)

برگ‌ریز نشان داده است که روابط بین نوع پایه و پیوندک در درخت پیوندی براساس پارامترهای مختلف فیزیولوژیکی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

است. انتخاب ترکیب مناسب پیوند می‌تواند از نظر جذب مواد مغذی، پتانسیل آب، قدرت گیاه، کیفیت میوه و بازده عملکرد مؤثر باشد. نتایج پیرمرادیان و بابالار (۱۳۷۴) نشان داد که نوع پایه اثر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول دارد به‌طوری‌که میوه‌های تولید روی پایه مالینگ M26 مواد جامد محلول بیشتری (۹/۸۱ درصد) نسبت به میوه‌های تولیدی روی پایه M9 داشتند. شاعری و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که اثرات متقابل پایه و پیوندک بر میزان مواد جامد محلول تأثیرگذار بود اما مواد جامد محلول در پایه و پیوندک‌های گلدن دلیشز روی M9 و گلدن روی MM106 در سال ۱۳۹۱ تفاوت معنی‌داری نداشت (۱۳/۷ درصد). در مقایسه بین دو پایه M9 و MM106 و پیوندک فوجی نیز تفاوتی مشاهده نشد (در حدود ۱۵/۱ درصد)، اما پیوندک دلباراستیوال میزان مواد جامد محلول آن بر پایه M9 بیشتر (۱۳/۸ درصد) بود. در آزمایش حاضر میزان مواد جامد محلول در ابتدای ماه اول بین ۱۲ تا ۱۴درصد ثبت شد که همسو با نتایج شاعری و همکاران (۱۳۹۳) بود. در خصوص تأثیر پایه نتایج متفاوتی گزارش شده است که برخی به عدم‌تأثیر پایه بر مواد جامد محلول (Barden and Marini, 1992) و برخی دیگر بر تأثیر مثبت آن اشاره نمودند (Massonnet *et al*., 2007).

بسیاری از پژوهشگران به کاهش درصد مواد جامد محلول در طول انبارمانی اشاره نمودند (مستوفی و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول طی دوره انبارداری با گذشت زمان در تیمارها ۱۳/۹ درصد افزایش نشان داد. نتایج این تحقیق با گزارشات Mahajan و Sharma (۲۰۰۰) مطابق است، آنها نشان دادند که میزان مواد جامد محلول در میوه‌های هلو (۲۴ درصد) در طی دوره انبارمانی افزایش یافت. میزان مواد جامد محلول یکی از شاخص‌های اصلی رسیدگی میوه‌ها به شمار می‌آید. افزایش مواد جامد محلول به‌دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول رخ می‌دهد. نشاسته از ترکیبات ذخیره‌ای سیب به شمار می‌آید که طی رشد میوه انباشته می‌شود و تجزیه آن پیش از بلوغ میوه، منبع عمده قندهای میوه است که منجر به شیرینی میوه می‌شود (هادیان دلجو و ساری خانی، ۱۳۹۱)؛ بنابراین تغییرات اصلی در میزان مواد جامد محلول سیب به‌مدت زمان انبارداری و نوع سیب بستگی دارد، زیرا در صورت انبارداری طولانی مدت و اتمام ذخیره نشاسته در اثر مصرف آنها در فرایند متابولیکی تنفس، میزان مواد جامد محلول کاهش می‌یابد (عشقی و همکاران، ۱۳۹۰). از طرفی می‌توان اختلاف بین دو رقم در طی انبارمانی را به نوع بافت میوه نسبت داد زیرا ویژگی‌های فیزیولوژیکی، متابولیسم و تنفس در طی انبار در ارقام مختلف متفاوت است (یاوری و همکاران، ۱۳۹۳).

صفت اسیدیته قابل تیتراسیون بطور معنی‌داری تحت‌تأثیر نوع پایه و پیوندک قرار گرفت و این شاخص در پایه MM106 بیشتر بود. Barascu و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیقی نشان دادند که میزان اسیدیته در پایه میوه‌های Pinova پیوند زده‌شده بر پایه MM106 نسبت به پایه‌های دیگر بیشتر است. پاشازاده و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که در مدت انبارمانی میزان اسیدیته سیب در رقم دیررس مشهد و ولثی (Wealthy) تا ماه چهارم روندی صعودی و سپس روندی نزولی داشته است. همچنین میزان اسیدیته در پیوندک دیررس مشهد نسبت به ولثی بیشتر بود. در بررسی صفات اسیدیته قابل تیتراسیون و pH نتایج نشان داد که طی انبارمانی، pH افزایش یافت و اسیدیته قابل تیتراسیون نیز در دوره انبارمانی از ماه اول تا پنجم روندی نزولی داشت یکی از سازوکارهای مهم در توضیح این روند به مصرف اسید مالیک طی دوره انبارمانی به‌دلیل فعالیت‌های تنفسی بر می‌گردد. هر چه میزان اسیدیته میوه کمتر باشد، pH آن بالاتر است و از آنجا که یکی از مواد اولیه برای تنفس، استفاده اسیدهای آلی است با توجه به کاهش اسیدیته و افزایش pH در طول نگهداری در سردخانه به‌نظر می‌رسد این تغییرات به‌دلیل مصرف اسیدهای آلی در تنفس و یا تبدیل آن به قند باشد (قادرزاده و ارشد، ۱۳۹۳). در آزمایش حاضر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون طی انبار از زمان برداشت روندی کاهشی داشته و این شتاب کاهش در تیمارهای مختلف متفاوت بوده است، به‌نحوی‌که در پیوندک گلدن دلیشز بر روی پایه‌های M9 و MM106 میزان این شاخص به‌ترتیب، ۸۷ و ۵۲

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

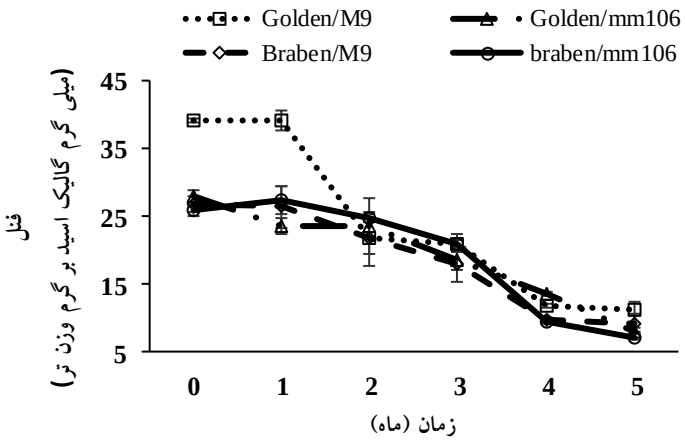
درصد کاهش یافت، و در پیوندک برابرن نیز ۵۳ و ۶۳ درصد به ثبت رسید. هر چند که این صفت متأثر از ویژگی‌های ژنتیکی پایه و رقم بوده ولی میزان اسیدیته میوه‌ها براساس میزان اسیدهای آلی قابل تیتراسیون آنها تغییر می‌یابد (بخشی خانیکی و همکاران، ۱۳۹۰).

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پایه و رقم در زمان نگهداری بر فنل، فعالیت آنتی‌اکسیدان، قند محلول کل معنی‌دار بود (جدول ۴). براساس نتایج بدست آمده در بررسی میزان فنل کل طی انبارمانی در تمام تیمارها روند کاهشی مشاهده شده است. در ابتدای آزمایش تیمار گلدن دلیشز بر پایه M9 بیشترین میزان فنل را داشت و با گذشت زمان در ماه پنجم حدود ۳/۵ برابر کاهش یافت. اما در مقابل پایه MM106 با گذشت زمان و در ماه پنجم انبارمانی، میزان فنل ارقام گلدن دلیشز و برابرن را به‌ترتیب ۲/۹ و ۳/۶ برابر کاهش داد (شکل ۲). سیب منبع خوبی از ترکیبات فنلی است (وجودی مهربانی و همکاران، ۱۳۸۹). محتوای فنلی قابل استخراج کل از ۱۱۰ تا ۳۵۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم سیب تازه است (Liu *et al.*, 2001). هادیان دلجو و ساری خانی (۱۳۹۱) نشان دادند که میزان فنل در میوه‌های سیب در طی انبارمانی ۴۵٪ کاهش یافت. ترکیبات فنلی علاوه بر خاصیت اکسیدانی در کیفیت میوه‌ها نیز مؤثر است (Rojas-Lema *et al.*, 2021). میوه‌های با ترکیبات فنولی بالا دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی هستند به‌نحوی‌که در آزمایش حاضر گلدن دلیشز روی پایه M9 بین تیمارها دارای بیشترین میزان فنل و از طرفی دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. دلیل کاهش ترکیبات فنلی در طی انبار را می‌توان براساس نتایج Castillo-Luna و همکاران (۲۰۲۱) به فرایند پیری و میزان فنل اولیه نسبت داد. در آزمایش حاضر، میزان ترکیبات فنولی بطور معنی‌داری علاوه بر پیوندک، تحت‌تأثیر پایه نیز قرار گرفتند. به‌طوری‌که این شاخص در رقم پاکوتاه M9 نسبت به پایه نیمه‌پاکوتاه MM106 بیشتر بود. ارقام مختلف سیب حساسیت‌های متفاوتی نسبت به ماندگاری در انبار دارند که این موضوع به مقدار ترکیبات فنلی تخریب‌شده ارتباط دارد. در تحقیقی محتوای فنول کل تحت تأثیر نوع پایه قرار گرفت و در سیب‌های پایه آدارد (Idared) نسبت به روم بیوتی (Room beauty) و گلدن دلیشز این شاخص بیشتر بود (Wolfe *et al.*, 2003). در گیلاس نیز ترکیبات فنولی تحت‌تأثیر اثرات متقابل پایه و پیوندک قرار گرفت، به‌نحوی‌که استفاده از پایه نیمه‌پاکوتاه گیزلا (Gisela 5) نسبت به پایه‌های پر رشد سبب افزایش میزان ترکیبات فنولیک شد که میزان این ترکیبات علاوه بر پایه به قدرت درخت نیز بستگی دارد (Usenik and Stampar, 2002).

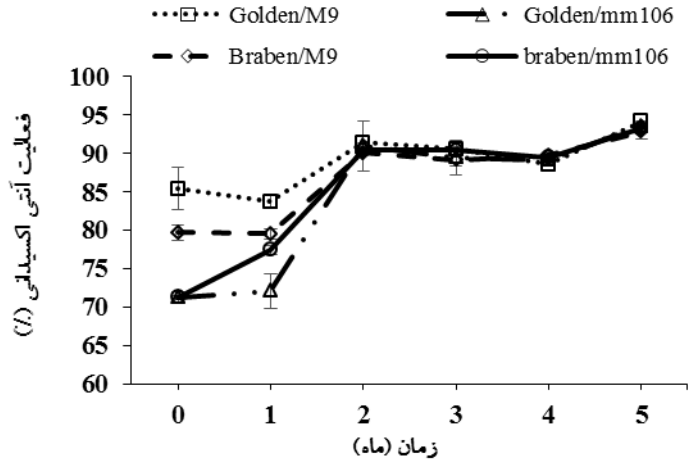
فعالیت آنتی‌اکسیدانی تحت‌تأثیر متقابل پایه و پیوندک قرار گرفت، به‌نحوی‌که بیشترین میزان این شاخص در تیمار گلدن دلیشز روی پایه M9 به ثبت رسید. مهار رادیکال‌های آزاد یا قدرت ضداکسایشی علاوه بر رقم تحت‌تأثیر پایه نیز قرار می‌گیرد (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۴). Wolfe و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که پایه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب‌ها مؤثر است به‌نحوی‌که بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در پایه آدارد (۳۱۲ میکرومول ویتامین سی بر گرم وزن تر) نسبت به پایه روم بیوتی و گلدن دلیشز به ثبت رسید. در مرکبات نیز پایه پونسیروس باعث بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها شده است (تاجور و همکاران، ۱۳۹۱). Liu و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سیب رقم گالا بر روی پایه سیب مالوس سیورسی (*Malus sieversii*) نسبت به پایه مالوس هی پنسیس (*Malus hupehensis*) بیشتر بود. همچنین سیب پایه *M. sieversii* فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی بالاتری نسبت به ارقام دیگر داشت (Chen *et al.*, 2014).

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تمامی تیمارها روند صعودی داشته است. اما بین چهار تیمار در ماه دوم هیچ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و این روند عدم تفاوت معنی‌داری، در ماه‌های سوم، چهارم و پنجم نیز به ثبت رسید. فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای پیوندک گلدن دلیشز روی دو پایه M9 و MM106 باگذشت زمان و از ابتدای آزمایش تا ماه پنجم به‌ترتیب ۱۰ و ۳۱ درصد و برای رقم برابرن پیوندشده روی این دوپایه به‌ترتیب ۱۶/۵ و ۳۱ درصد افزایش یافت (شکل ۳).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]



شکل ۲- اثر پایه و پیوند بر میزان فنل میوه سیب در طی انبارمانی. (مقادیر شامل میانگین چهار میوه ± خطای استاندارد)



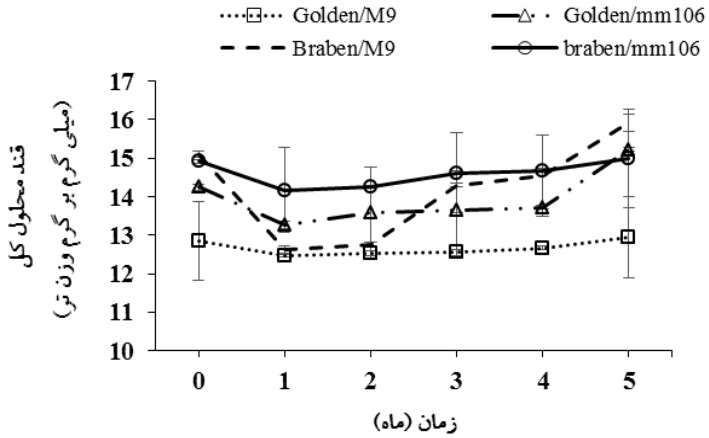
شکل ۳- اثر پایه و پیوند بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه سیب در طی انبارمانی. (مقادیر شامل میانگین چهار میوه ± خطای استاندارد)

اما در مورد تأثیر زمان انبارمانی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، LoScalzo و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند میزان این شاخص در ارقام پرتقال طی دوره انبارمانی افزایش یافت که بیشتر به علت تغییرات ویتامین c بوده است. بطور معمول محصولات با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر مقاومت بهتری در مقابل تنش‌های محیطی نشان می‌دهند، چنین میوه‌هایی کیفیت تغذیه‌ای و ویژگی‌های انباری بهتری دارند (Lata, 2007).

میزان قند محلول کل بطور معنی‌داری تحت‌تأثیر پایه و پیوندک قرار گرفت، به‌نحوی‌که بیشترین میزان این شاخص در تیمار برابرن پیوند زده‌شده بر پایه MM106 به ثبت رسید. همسوبودن میزان قند محلول کل و مواد جامد محلول نشان‌دهنده این مطلب است که بخش اعظم از مواد جامد محلول را قندهای محلول تشکیل می‌دهد که میزان آن بستگی به پایه و پیوندک دارد، به‌طوری‌که در بررسی دخانی و بهشتی (۱۳۸۲)، نشان دادند که سیب رقم زرد لبنانی نسبت به قرمز دارای ساکارز بیشتر و گلوکز کمتری بود.

نتایج بررسی میزان قند محلول کل با گذشت دوره انبارمانی، روند صعودی را نشان داده است. اما بین تمامی تیمارها، پیوندک برابرن روی پایه M9 بیشترین میزان قند محلول کل را در زمان برداشت به خود اختصاص داد، اما پس از برداشت با شیب زیادی میزان این شاخص تا ماه اول کاهش یافت. در بین تیمارها، پیوندک گلدن دلیشز بر پایه MM106 بیشترین میزان افزایش در ماه پنجم را نسبت به دیگر تیمارها به ثبت رسانید. به‌طورکلی و طی دوره انبارمانی سیب‌های پیوندک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]



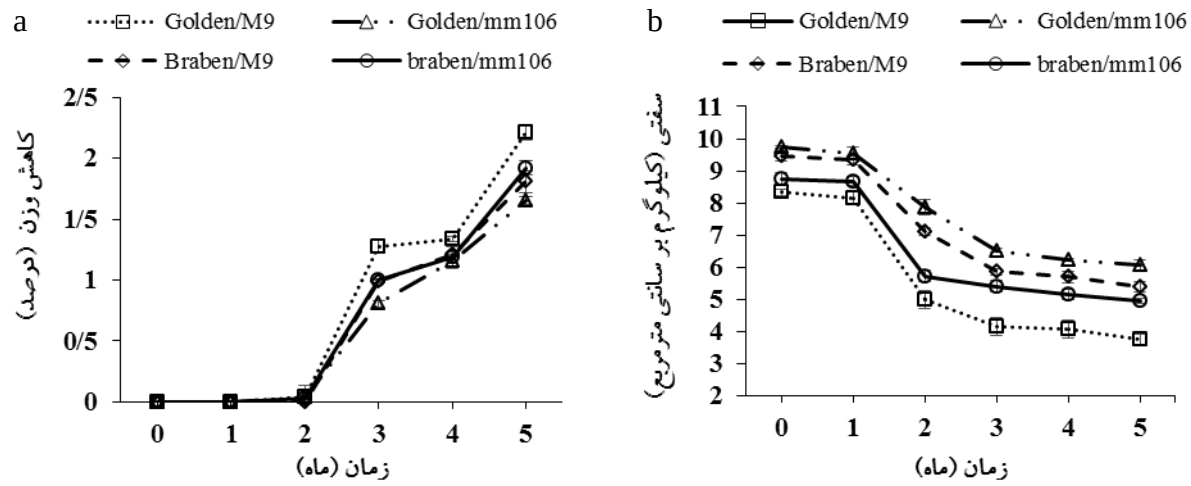
شکل ۴- اثر پایه و پیوند بر قند محلول کل میوه سیب در طی انبارمانی. (مقادیر شامل میانگین چهار میوه ±خطای استاندارد)

گلدن دلیشز در مقایسه با رقم برابرن، کاهش بیشتری را در محتوای قند محلول کل خود نشان داد (شکل ۴). بیرانوند و همکاران (۱۳۹۰) سیب رقم گلوکرافل (*Glockerapfel*) را در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵٪ نگهداری کردند و به این نتیجه رسیدند که بعد از انبارداری مقدار قند میوه افزایش پیدا کرد دلیل افزایش میزان قندها در طی انبارداری در میوه سیب به این علت است که مقدار نشاسته موجود در میوه در حین رسیدگی تبدیل به قندهای ساده می‌شود که میزان نشاسته در میوه‌های سیب نارس نسبتاً زیاد است اما در اواخر انبارداری میوه به‌علت افزایش فعالیت تنفسی میزان آن کاهش می‌یابد. افزایش ۱۵ درصدی میزان قند در ابتدای ماه‌های انبارداری و ثابت ماندن این شاخص در میوه‌های سیب توسط Barboni و همکاران (۲۰۱۰) به اثبات رسیده است. این نتایج نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی سیب در سردخانه است (یاوری و همکاران، ۱۳۹۳).

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پایه و پیوندک در زمان نگهداری بر میزان کاهش وزن معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی کاهش وزن در طی انبارمانی نشان داد که کاهش وزن با گذشت زمان در تمام تیمارها افزایش یافته است. براساس شکل ۵a مشخص است که طی ماه اول انبارمانی تفاوت معنی‌داری در صفت کاهش وزن میوه‌ها مشاهده نشد اما این تغییرات در رقم پیوندی برابرن روی پایه M9 از ماه سوم و در دیگر تیمارها از ماه دوم آغاز شد. طی انبارمانی بلند مدت تا ماه پنجم میزان کاهش وزن در میوه‌های پیوندک برابرن و گلدن دلیشز روی پایه نیمه‌پاکوتاه MM106 در مقایسه با پایه M9 بطور معنی‌داری کمتر بود و از ماه دوم تا پنجم این شاخص به‌ترتیب ۳۸ و ۶۶ برابر شدند. همچنین این شاخص تحت اثرات پایه و پیوندک قرار گرفت، به‌نحوی‌که که بیشترین کاهش وزن در تیمار گلدن دلیشز بر پایه M9 (۲/۲ درصد) ثبت شد. در بررسی اثر پیوندک و پایه، Amiri و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که بیشترین وزن میوه در رقم گلدن دلیشز بر پایه‌های M9 و MM106 مشاهده شد. سیب گلدن دلیشز نسبت به کولتیوارهای دیگر سریع‌تر چروکیده می‌شود (بخشی خانیکی و همکاران، ۱۳۹۰).

بیشترین عامل کاهش وزن انبار از دست رفتن میزان آب بافت است که اگر به چروکیدگی بافت منجر شود، از ارزش اقتصادی محصول سیب می‌کاهد و بنابراین استفاده از ارقامی که کمتر دچار این پدیده می‌شوند ارجحیت دارند (Jupa *et al.*, 2021). یکی از دلایل اصلی کاهش وزن میوه، تنفس و سوختن مواد آلی طی انبارمانی است. یکی دیگر از تفاوت ماندگاری در انبار همراه با افت شاخص وزن میوه به‌دلیل تفاوت ژنتیکی ضخامت پوست و ضخامت کوتیکول در برابر تلفات آب از میوه است (Veraverbeke *et al.*, 2001) که در تیمار برابرن بر پایه MM106 میزان افت وزن میوه کمتر بود. از طرفی عامل کاهش سفتی بافت میوه و تجزیه ترکیبات پکتینی در فرایند رسیدن میوه در طول دوره انبارمانی نیز می‌تواند سبب کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]



شکل ۵- اثر پایه و پیوند بر سفتی (a) و کاهش وزن (b) میوه سیب در طی انبارمانی. (مقادیر شامل میانگین چهار میوه ± خطای استاندارد)

بیشتر وزن میوه‌ها گردد (Chen *et al*., 2006). کاهش وزن میوه در طی انبار نیز به‌دلیل تفاوت در اتصالات سلولی، میزان فشردگی تعداد سلول‌ها در واحد سطح، ضخامت دیواره سلولی (Brummell, 2006) و میزان کلسیم (Gayed *et al*., 2017) خواهد بود. در اصل پایه MM106 توانایی جذب کلسیم بالاتری دارد که می‌تواند سفتی و ضخامت پوست بیشتری را در میوه‌های سیب فراهم آورد (محرمی و همکاران، ۱۳۹۰).

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پایه و زمان نگهداری در سردخانه بر میزان سفتی معنی‌دار بود (جدول ۴). براساس بررسی انجام‌شده، صفت سفتی در طی انبارمانی از شروع آزمایش تا ماه اول تغییری ننمود اما پس از ماه اول در تمام تیمارها روندی نزولی به ثبت رسانید. در مقایسه سفتی تیمارها کمترین مقدار به تیمار پیوندک گلدن دلیشز بر پایه M9 (۳/۷۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و بیشترین سفتی به تیمار پیوندک گلدن بر پایه MM106 (۶/۰۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) اختصاص یافت. از طرفی با گذشت زمان از شروع آزمایش تا ماه پنجم این شاخص در این دو تیمار به‌ترتیب ۵۴/۹ و ۳۷/۹ درصد کاهش یافت. در دو تیمار پیوندک برابرن بر پایه‌های M9 و MM106 نیز سفتی میوه ۴۲/۹ و ۴۳/۴ درصد در ماه پنجم کاهش یافت (شکل ۵b).

سفتی میوه در درجه اول تحت‌تأثیر پایه و رقم قرار می‌گیرد که این موضوع رابطه مستقیمی با جذب عناصر در گیاهان دارد. جذب و حمل و نقل مواد معدنی می‌تواند توسط اثرات متقابل پایه و پیوندک در محیط‌های مختلف تغییر کند. در بررسی دو پیوندک گلدن دلیشز و رویال گالا (Royal Gala)، سفتی میوه‌ها بر پایه‌های محلی بیشتر از پایه M9 بود، زیرا پایه M9 حداقل میزان کلسیم را در میوه به خود اختصاص داد؛ بنابراین نوع پایه نیز می‌تواند بر سفتی میوه مؤثر باشد (Amiri *et al*., 2013). پیرمرادیان و بابالار (۱۳۷۴) در تحقیقی نشان دادند که نوع پایه بر تولید اتیلن اثر معنی‌داری دارد به‌نحوی‌که میوه‌های حاصل از درختان پیوندشده روی پایه M26 اتیلن بیشتری را تولید نمودند و پایه M به مراتب میوه‌های سفت‌تری به نسبت به پایه M26 تولید نمودند. در آزمایش حاضر نشان داده شد که میوه پیوندک گلدن دلیشز از سفتی بیشتری نسبت به برابرن برخوردار است (شکل ۵b). اثرات متقابل پایه و پیوندک نیز نشان داد که بیشترین سفتی را پیوندک گلدن دلیشز پیوندشده بر روی پایه MM106 داشت. پور آذرنگ (۱۳۷۱) گزارش نمود که سفتی میوه سیب رقم گلشاهی نسبت به رقم رد دلیشز، گلدن دلیشز و عباسی در منطقه خراسان بیشتر بود. احتمال می‌رود شرایط آب و هوایی و فیزیولوژیکی درخت بر سفتی میوه نیز تأثیرگذار باشد. نوع پایه همچنین می‌تواند بر جذب کلسیم و انتقال آن به میوه مؤثر باشد. زمان نگهداری در سردخانه تأثیر معنی‌داری بر سفتی میوه داشت، به‌طوری‌که بر اثر گذشت زمان نگهداری در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

سردخانه سفتی میوه به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت (۴۴/۵٪) و بیشترین سفتی در ۳۰ روز اول نگهداری در سردخانه بدست آمد (۸-۹/۷۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و پس از آن سفتی میوه کاهش یافت. نتایج فوق با نتایج سایر محققین مطابقت دارد، حسینی فرهی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که صفت سفتی علاوه بر پایه تحت‌تأثیر پیوندک نیز قرار می‌گیرد، به‌نحوی‌که پایه بذری به میزان ۱۲/۵ درصد نسبت به پایه MM106 سفتی میوه را افزایش داد و پیوندک رد دلیشر نسبت به گلدن دلیشز این شاخص را ۶/۱۲ درصد افزایش داد، از طرفی با گذشت ۱۵۰ روز میزان سفتی ۱۵ درصد کاهش یافت. نرم‌شدن میوه در طول انبارداری می‌تواند وابسته به میزان کلسیم باندشده به ظرفیت کل دیواره سلولی در باند کردن کلسیم باشد. کلسیم یک ماده اساسی در فیزیک بافت است و نقش مهمی در استحکام دارد زیرا با اتصال با پلی گالاکتورونیک اسید در سنتز تیغه‌های میانی دیواره‌های سلولی، تشکیل پکتاتی که سلول‌های تقسیم‌شده جدید را جدا می‌کند و افزایش انسجام نقش اساسی دارد. پیوند عرضی پکتات‌های دیواره سلولی توسط کلسیم بطور مستقیم با سفتی میوه ارتباط دارد (Taiz and Zeiger, 2010). کاهش سفتی بافت میوه در مدت انبارداری به‌دلیل تغییرات فیزیولوژیک دیواره سلول‌ها و کاهش خاصیت تراوایی آنها و افزایش نشت الکترولیت‌ها است (زارع و سیاری، ۱۳۹۷).

نتیجه‌گیری

از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که در بین صفات اندازه‌گیری‌شده سفتی، قند محلول کل، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون تحت‌تأثیر اثرات متقابل پایه، رقم و مدت‌زمان انبارمانی قرار گرفتند، اما سرعت تغییرات صفات بررسی‌شده بسته به عامل ژنتیکی پایه و پیوندک داشت و نتایج نشان داد که تغییرات پیوندک گلدن دلیشز بر روی پایه M9 نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بود و ارقامی که در واحد زمان دچار تغییرات کمتری می‌شوند و قدرت بیشتری در حفظ سفتی و ویژگی‌های اولیه خود دارند درنتیجه از انبارمانی بالاتری برخوردار هستند؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد استفاده از پیوندک گلدن دلیشز بر روی پایه MM106 و همچنین استفاده از پیوندک برابرن روی پایه M9 بر ماندگاری میوه‌های سیب تأثیر مثبت دارد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، حسینپور، ر. و عبدشاه، ه. (۱۳۹۷) آمارنامه کشاورزی. تهران. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

بخشی خانیکی، غ.، قربانلی، م. و میرباقری، ش. (۱۳۹۰) تغییرات بیوشیمیایی دو رقم سیب گلاب و شفیع آبادی در زمان برداشت و پس از انبارداری. تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی ۲: ۵۹-۶۵.

بهرامی، ح. و حاج نجاری، ح. (۱۳۹۸) بررسی کارآیی پایه‌های بذری اصلاح‌شده بر کنترل رشد برخی ارقام پیوندی سیب. پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی) ۲۶: ۲۳۴-۲۱۹ .

بیرانوند، ن.، مصطفوی، م. و ارشادی، الف. (۱۳۹۰) تأثیر پایه‌های بذری و MM106 روی صفات کمی و کیفی ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان.

پاشازاده، ب.، سیدین اردبیلی، س.، حاج نجاری، ح.، شواخی، ف. و اسدی، غ. (۱۳۹۳) تأثیر ۱- متیل سیکلو پروپن و نانوذرات پرمنگنات پتاسیم بر خصوصیات کیفی و ماندگاری دو رقم سیب. علوم غذایی و تغذیه ۱۱: ۹۵-۸۱ .

پور آذرنگ، ه. (۱۳۷۱) اثر کلرید کلسیم بر حفظ خصوصیات کیفی ارقام سیب در سردخانه. پژوهش در علم و صنعت ۱۳: ۲۶-۲۳.

پیرمرادیان، م. و باباالار، م. (۱۳۷۴) بررسی اثرات پایه و کلرید کلسیم برروی تولید اتیلن و برخی صفات کیفی میوه رد دلیشز در سردخانه. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۶: ۷۶-۶۹.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

تاجور، ی.، فتوحی قزوینی، ر.، حمیداوغلی، ی. و حسن ساجدی، ر. (۱۳۹۱) بررسی اثرات پایه و دمای پایین بر واکنش‌های آنتی‌اکسیدانی نارنگی پیج .[(*Citrus reticulata* × *C. paradise*) × (*C. clementina*)] علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶: ۳۲۶-۳۲۱.

حسینی فرهی، م.، ابوطالبی جهرمی، ع.، و پناهی کردلاغری، خ. (۱۳۸۷) بررسی تغییرات سفتی بافت میوه سیب رد و گلدن دلیشز پس از برداشت با توجه به نوع پایه، رقم و تیمار کلرید کلسیم. پژوهش و سازندگی ۲۱: ۷۹-۷۴.

دخانی، ش. و بهشتی، ر. (۱۳۸۲) تجزیه کیفی و کمی قندها و اسیدهای آلی غالب در دو رقم سیب درختی سمیرم در طی بسته‌بندی و انبارمانی، با بهره‌گیری از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی) ۷: ۱۸۴-۱۶۹.

زارع، ص. و سیاری، م. (۱۳۹۷) اثر آسکوربات کلسیم بر سفتی بافت میوه، فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی و کیفیت پس از برداشت گوجه‌فرنگی رقم ریو گرند. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران) ۴۹: ۶۷۹-۶۶۹.

شاعری، م.، ربیعی، و. و طاهری، م. (۱۳۹۳) اثر پایه و پیوندک بر جذب عناصر معدنی و برخی صفات کمی و کیفی سیب ارقام گلدن دلیشزفوجی و دلبار استیوال. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲: ۳۷۳-۳۵۷.

عشقی، م.، حاج نجاری، ح.، کلانتری، س.، دامیار، س. و رسولی، و. (۱۳۹۰) روند تغییرات صفات فیزیکی و زیست شیمیایی میوه ارقام بومی تابستانه سیب (*Malus domestica* Borkh) در سردخانه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۱۲: ۷۰-۵۹.

فرامرزی، ش.، یدالهی، ع.، برزگر، م. و کریم‌زاده، ق. (۱۳۹۴) مقایسه مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه سیب گوشت قرمز و تعدادی از ارقام سیب گلاب. به‌زراعی کشاورزی (مجله کشاورزی پردیس ابوریحان) ۱۷: ۷۴۱-۷۲۹.

قادرزاده، ر. و ارشد، م. (۱۳۹۳) بررسی و مقایسه تغییرات کیفی میوه دو رقم انگور حسینی و شاهانی قرمز در سردخانه. اولین سمپوزیوم ملی میوه‌های ریز. دانشگاه بوعلی سینا ۵۷۳-۵۶۷.

قاسمی، الف. ع. (۱۳۹۰) معرفی دو پایه محلی سیب پاکوتاه ایران جهت تکثیر ارقام سیب. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان.

محرمی، ر.، ربیعی، و.، امیری، م. و عظیمی، م. (۱۳۹۰) اثر پایه بر برخی صفات سیب رقم دلبار استیوال. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱: ۳۳۷-۳۲۳.

مستوفی، ی.، سیدحاجی‌زاده، ح.، طلایی، ع. و ابراهیم‌زاده موسوی، س. (۱۳۸۶) حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری سیب محلی گلاب کهنز با استفاده از روش بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل‌یافته. نهال و بذر ۲۳: ۹۹-۸۷ .

وجودی مهربان، ل.، دادپور، م.، دل‌آذر، ع.، موافقی، ع. و حاجیلو، ج. (۱۳۸۹) شناسایی ترکیبات پلی‌فنلی و فلاونوئیدی میوه سیب ارقام «زنوز» و «گالا» با استفاده از کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا. پژوهش‌های صنایع غذایی (دانش کشاورزی) ۲۰: ۱۲-۱.

هادیان دلجو، م. و ساری خانی، ح. (۱۳۹۱) ارزیابی اثر سالیسیلیک اسید بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه سیب رقم «گلاب کهنز». به‌زراعی کشاورزی (مجله کشاورزی پردیس ابوریحان) ۱۴: ۸۲-۷۱.

یاوری، ب.، چاپارزاده، ن.، نژاوند، س.، قدرتی، م. و محمدپور، ع. (۱۳۹۳) تأثیر مدت زمان انبارداری سردخانه‌ای روی برخی خواص فیزیولوژیکی دو رقم سیب. فرآیند و کارکرد گیاهی ۳: ۱۲۳-۱۱۵.

Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M. M., Hu, B., Lei, S., Zhang, Z. and Zeng, X. (2013) Effect of ultrasound on different quality parameters of apple juice. Ultrasonics Sonochemistry 20: 1182-1187.

Amiri, M. E., Fallahi, E. and Safi-Songhorabad, (2013) Influence of rootstock on mineral uptake and scion growth of 'Golden Delicious' and 'Royal Gala' apples. Journal of Plant Nutrition 37: 16-29.

Barascu, R., Hoza, D., Ion, L. and Hoza, G. (2018) Effects of grafting combinations on the fruit quality for the pinova apple tree. Scientific Papers Series B, Horticulture 2018: 59.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

Barboni, T., Cannac, M. and Chiaramonti, N. (2010) Effect of cold storage and ozone treatment on physicochemical parameters, soluble sugars and organic acids in *Actinidia deliciosa*. Food Chemistry 121: 946-951.

Barden, J. A. and Marini, E. (1992) Maturity and quality of 'Golden Delicious' apple as influence by rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science 117: 457-550.

Brummell, D. A. (2006) Cell wall disassembly in ripening fruit. Functional Plant Biology 33: 103.

Castillo-Luna, A., Criado-Navarro, I., Ledesma-Escobar, C. A., Lopez-Bascon, M. A. and Priego-Capote, F. (2021) The decrease in the health benefits of extra virgin olive oil during storage is conditioned by the initial phenolic profile. Food Chemistry 336: 127730.

Chen, J. L., Wu, J. H., Wang, Q., Deng, H. and Hu, X. S. (2006) Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of kuerle fragrant pear (*Pyrus serotina* Reld) during storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 8842-8847.

Chen, X. S., Zhang, J., Liu, D. L., Ji, X. H., Zhang, Z. Y., Zhang, R., Mao, Z. Q., Zhang, Y. M., Wang, L. X. and Li, M. (2014) Genetic variation of F1 population between Malus ,ties and evaluation on fruit characters of functional apple excellent strains. Scientia Agricultura Sinica 47: 2193-2204.

Dallabetta, N., Guerra, A., Pasqualini, J. and Fazio, G. (2021) Performance of Semi-dwarf Apple Rootstocks in two-dimensional training systems. HortScience 56: 234-241.

Gayed, A. A. N. A., Shaarawi, S. A. M. A., Elkhishen, M. A. and Elsherbini, N. R. M. (2017) Pre-harvest application of calcium chloride and chitosan on fruit quality and storability of "Early Swelling" peach during cold storage. Ciencia e Agrotecnologia 41: 220-231.

Hassan, B., Bhattacharjee, M. and Wani, S. (2021) Post-harvest management inadequacy and its impact on apple industry in Kashmir. International Journal of Applied Research and Studies7: 246-250.

Jan, I., Rab, A. and Sajid, M. (2012) Storage performance of apple cultivars harvested at different stages of maturity. Journal of Animal and Plant Science 22: 438-447.

Jupa, R., Meszaros, M., Hoch, G. and Plavcova, L. (2021) Trunk radial growth, water and carbon relations of mature apple trees on two size-controlling rootstocks during severe summer drought. Tree Physiology. In press.

Kawhena, T. G., Fawole, O. A. and Opara, U. L. (2021) Application of dynamic controlled atmosphere technologies to reduce incidence of physiological disorders and maintain quality of 'Granny Smith'apples. Agriculture 11: 491.

Kviklys, D., Vikelis, P., Rubinskiene, M., Kvikliene, N., Liaudanskas, M., Lanauskas, J. and Janulis, V. (2014) Rootstock affects apple fruit biochemical content. Acta Horticulturae 1058: 595-599.

Kviklys, D., Lanauskas, J., Uselis, N., Viskelis, J., Viskeliene, A., Buskiene, L., Staugaitis, G., Mazeika, R. and Samuoliene, G. (2017) Rootstock vigour and leaf colour affect apple tree nutrition. Zemdirbyste-Agriculture 104.

Lata, B. (2007) Relationship between apple peel and the whole fruit antioxidant content: Year and cultivar variation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 663-671.

Liu, R. H., Eberhardt, M. V. and Lee, C. Y. (2001) Antioxidant and antiproliferative activites of selected New York apple cultivars. New Yourk Fruit Quality 9: 15-17.

Liu, B., Li, M., Cheng, L., Liang, D., Zou, Y. and Ma, F. (2012*)* Influence of rootstock on antioxidant system in leaves and roots of young apple trees in response to drought stress. Plant Growth Regulation 67: 247-256.

LoScalzo, R., Innoccari, T., Summa, C., Morelli, R. and Rapisarda, P. (2004) Effect of thermal treatment on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. Food Chemistry 85: 41-47.

Mahajan, B. and Sharma, R. (2000) Effect of preharvest applications of growth regulators and calcium chloride on physico-chemical characteristics and storage life of peach (*Prunus persica* Batsch) cv. Shane-e-Punjab. Haryana Journal of Horticultural Sciences 29: 41-43.

Massonnet, C., Costes, E., Rambal, S., Dreyer, E. and Lucregnard, J. (2007) Stomatal regulation of photosynthesis in apple leaves: Evidence for different water-use strategies between two cultivars. Annals of Botany 100: 1347-1356.

McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H. S. (1950) Determination of starch and amylase in vegetables. Analytical Chemisty 22: 1156-1158.

Milosevic, T. and Milosevic, N. (2021) Impact of rootstock on fruit physical properties of Pink Lady'apple. Acta Agriculturae Serbica 26: 49-53.

Molina-Delgado, D., Alegre, S., Barreiro, P., Valero, C., Ruiz-Altisent, M. and Recasens, I. (2009) Addressing potential sources of variation in several non-destructive techniques for measuring firmness in apples. Biosystems Engineering 104: 33-46.

Pradhan, P. C., Panigrahi, B., Paul, J. C., Sahu, B. C. and Behera, B. (2019) Productivity and quality response of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) under different fertigation levels and emitter types in a tropical region of eastern India. International Journal of Chemical Studies 7: 1217-1221.

Rasool, A., Mansoor, S., Bhat, K. M., Hassan, G. I., Baba, T. R., Alyemeni, M. N., Alsahli, A. A., El-Serehy, H. A., Paray, B. A. and Ahmad, P. (2020) Mechanisms underlying graft union formation and rootstock scion interaction in horticultural plants. Frontiers in Plant Science 11: 1778.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

Rojas-Lema, S., Torres-Giner, S., Quiles-Carrillo, L., Gomez-Caturla, J., Garcia-Garcia, D. and Balart, R. (2021) On the use of phenolic compounds present in citrus fruits and grapes as natural antioxidants for thermo-compressed bio-based high-density polyethylene films. Antioxidants 10: 14.

Saghafian Larijani, A., Hajnajari, H., Khosrowshahli, M. and Mousavi, A. (2021) Influence of improved seedling rootstocks on dwarfism, uniformity, and fruit set of apple cultivars in a 15-year scheme. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 1-16.

Sharma, M., Sharma, R., Sharma, N. C., Rana, N., Sharma, P. and Chauhan, N. (2021) Graft-induced variations on morphological, biochemical and molecular parameters in apple (*Malus x domestica* Borkh.). Indian Journal of Experimental Biology 59: 339-348.

Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol 299: 152-178.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5th Ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Usenik, V. and Stampar, F. (2002) Influence of scion/rootstock interaction on seasonal changes of phenols. Phyton 42: 279-290.

Veraverbeke, E. A., Lammertyn, J., Saevels, S. and Nicolai, B. M. (2001) Changes in chemical wax composition of three different apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars during storage. Postharvest Biology and Technology 23: 197-208.

Wills, R. B. H. and Golding, J. B. (2016) Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. School of Environmental and Life Sciences, University of Newcastle, University Dr, Callaghan NSW 2308, Australia.

Wolfe, K., Wu, X. and Liu, R. (2003) Antioxidant activity of apple peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 609-614.

Yi, Z., Yu, Y., Liang, Y. and Zeng, B. (2008) In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of *Pericarpium Citri* Reticulatae of a new citrus cultivar and its main flavonoids. LWT – Food Science and Technology 41: 597-603.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]

Evaluation of rootstock and scion interactions on apple storage characteristics (*Malus domestica* Borkh)

Hossein Mohammadpour,Yahya Selahvarzi*, Atiyeh Oraee, Ali Tehranifar

Department of Horticultural Science and Landscape Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 29/08/2021, Accepted: 02/11/2021)

Abstract

Nowadays, because of making uniform orchards with high yield and desirable product quality the use of dwarf and semi dwarf rootstocks is necessary to reduce fruit production costs in the horticultural industry. Therefore, the appropriate rootstocks and scion is a critical factor to cost savings in fruit production, adaptation to the regional climate, and increasing the shelf life of fruits. In 2019, the quality and storage attributes of 'Brabern' and 'Golden Delicious' cultivars apple fruits under the influence of vegetative rootstocks MM106 and M9 were investigated at the dense gardens of Astan Quds Razavi. Results showed that traits such as antioxidants, total phenols, total soluble sugar, titratable acidity, pH, fruit firmness, as well as weight loss percentage during storage were significantly affected by the interactions of rootstocks and scion. Total soluble solids (13.9%), pH (15.7%), antioxidant activity (21.6%), and total soluble sugar (3.5%) of apple fruits increased whereas traits such as, titratable acidity (60.8%), phenol content (70%), and fruit firmness (44.5%) decreased during the storage period over time. Fruit weight loss in M9 rootstock started from the second month and in MM106 rootstock from the first month of storage. The highest weight loss (50%) in Golden Delicious cultivar in M9 and the lowest weight loss (64%) in scion Brabern in MM106 was observed in the second month compared to the fifth month. The reduction in tissue firmness during storage was 42% and 38% for Brabern in M9 and Golden Delicious in MM106, respectively.

Keyword: Biochemical changes, Dwarf and semi-dwarf rootstocks, Fruit quality, Postharvest life

Corresponding author, Email: selahvarzi@um.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.4.5]