

# بررسی اثر استفاده از ۱- متیل سیکلوپروپن در کیفیت پس از برداشت

## سیب

فروغ شواخی<sup>۱\*</sup>، هما بهمدی<sup>۲</sup>

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۲)

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر ۱-متیل سیکلوپروپن (1-MCP) به منظور کاهش ضایعات پس از برداشت سیب، انجام گرفت. آزمایش به صورت طرح کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و با استفاده از ۱-متیل سیکلوپروپن در دو سطح (صفر و یک پی پی ام) و دو رقم سیب (قرمز و زرد لبنانی) انجام شد. نمونه‌های تیمار شده و شاهد به طور جداگانه برای مدت ۵ ماه در سردخانه با دمای  $0 \pm 0.5$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰٪ قرار داده شدند. از نمونه‌ها قبل از سردخانه گذاری و همچنین هر ماه یکبار نمونه برداری شده و ارزیابی کیفی (فاکتورهای رنگ پوست ( $L^*a^*b^*$ )، سفتی بافت، pH، اسیدیته، کل مواد جامد محلول) انجام گرفت. غلظت ویتامین ث و مقدار تولید اتیلن در ابتدا و انتهای انبارداری تعیین گردید. نتایج آزمایش‌ها در پایان ماه پنجم نگهداری، نشان داد که اعمال تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن باعث تفاوت معنی داری در میزان درخشندگی واریته زرد لبنانی و فاکتور  $b^*$  در هر دو واریته، نگردید. کاربرد تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن باعث جلوگیری از توسعه رنگ قرمز (فاکتور  $a^*$ ) و حفظ سفتی بافت در هر دو واریته گردید. کمترین pH، بیشترین اسیدیته، پایین‌ترین مواد جامد محلول، بالاترین مقدار ویتامین ث و کمترین مقدار تولید اتیلن نیز در صورت اعمال تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن، مشاهده شد. استفاده از این تیمار، موجب تأخیر در رسیدگی و در نتیجه حفظ بهتر کیفیت در هر دو واریته سیب شد.

**کلید واژگان:** پس از برداشت، سیب، ۱-متیل سیکلوپروپن

\* مسئول مکاتبات: frshavakhi@yahoo.com

## ۱- مقدمه

۱- متیل سیکلوپروپین به عنوان مسدودکننده گیرنده‌های اتیلن در جهت افزایش ماندگاری و ارتقای خصوصیات کیفی سیب قرمز و زرد لبنانی تولید ایران، استفاده شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌های سیب قرمز<sup>۱</sup> و زرد لبنانی<sup>۲</sup> از منطقه سمیرم در تاریخ ۱۷ مهرماه برداشت شد و پس از انتخاب بر اساس یکخواختی از نظر اندازه و رنگ به صورت کاملاً تصادفی، در سبدهای پلاستیکی به صورت جداگانه برای هر رقم و در دو ردیف قرار داده شدند. تیماردهی با ۱- متیل سیکلوپروپین طبق نظر سازنده برای حصول غلظت یک پی‌پی‌ام و به مدت ۸ ساعت، انجام شد. سپس نمونه‌ها به جعبه‌های مقوایی منفذ دار منتقل شده و در شرایط انبار با دمای  $\pm 0/5$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۵ ماه، قرار داده شدند. نمونه‌گیری قبل از اعمال تیمار و پس از پایان هر ماه صورت گرفت. مقدار غلظت ویتامین ث در ابتدا و انتهای انبارداری تعیین شد. مواد شیمیایی شامل اسید اسکوربیک از شرکت ریدل آلمان، محلول سود ۰/۱ نرمال از شرکت سیگما، اسپری ۱- متیل سیکلوپروپین (Lopofresh) ساخت شرکت Vankor Technologies چین و سایر مواد شامل فنل فتالین، اسید متافسفریک، نمک EDTA، ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل و بی‌کربنات سدیم از شرکت مرک خریداری شد.

طرح آزمایشی مورد استفاده به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان<sup>۳</sup> در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹ انجام گرفت. برای مقایسه میانگین

با وجودی که کشور ایران جزو ۸ کشور اول تولیدکننده سیب جهان است جایگاه بالایی در صادرات این میوه ندارد [۱]. به دلیل اینکه میوه‌ها پس از برداشت هم سامانه‌های بیولوژیکی زنده هستند، فعالیت‌های متابولیکی آن‌ها ادامه داشته و دچار تغییرات مکرر می‌شوند [۲ و ۳]. میوه‌های فراز گرا مثل سیب، عموماً میزان بالایی اتیلن تولید می‌کنند و همچنین به این هورمون بسیار حساس هستند (غلظت‌های ۰/۰۳-۰/۱ میکرو لیتر در لیتر) [۴]. در نتیجه عمده‌ترین اهداف حفظ کیفیت در مرحله پس از برداشت سیب، باید بر اساس کاهش فرآیندهای متابولیکی مثل تنفس و تولید اتیلن باشد. از این رو استفاده از یک ترکیب ضد اتیلن به نام ۱- متیل سیکلوپروپین (1-MCP) به منظور کاهش ضایعات پس از برداشت، گسترش یافته است. در بسیاری از نقاط جهان از ۱- متیل سیکلوپروپین در نگهداری سیب استفاده می‌شود. در ایالات متحده آمریکا تیمار سیب با این ماده به فرم گازی در محفظه‌های بدون منفذ و در غلظت یک پی‌پی‌ام به مدت ۲۴ ساعت انجام می‌گیرد [۵]. کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپین پس از برداشت سیب باعث کاهش یا تأخیر در تولید اتیلن، تنفس، از دست دادن آب، نرمی بافت، سوختگی سطحی، اسکالد نرم، تشکیل استر و الکل فرار، تغییر رنگ، قهوه‌ای شدن و تخریب در حمل‌ونقل شده است [۶-۱۴]. تفاوت‌های مشاهده شده در اثر غلظت‌های متفاوت ۱- متیل سیکلوپروپین در محصولات مختلف در مهار نمودن درجات رسیدگی آن‌ها نیز، مهم است. برای مثال استفاده از غلظت یک پی‌پی‌ام از ۱- متیل سیکلوپروپین جهت مهار نمودن فرایندهای رسیدگی در بیشتر ارقام سیب و گلابی مؤثر بوده است [۱۵]. با توجه به اینکه سیب به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع صادرات غیرنفتی کشورمان به شمار می‌آید در تحقیق حاضر از

1. Red delicious  
2. Golden delicious  
3. Split plot in time

ساخت شرکت هانسفیلد<sup>۴</sup> (انگلستان)، با روش نفوذسنجی با لودسل ۵۰۰ نیوتن انجام گرفت. این کار با برش لایه نازکی از پوست به قطر یک سانتی متر مربع در سه قسمت میوه به وسیله کارد تیز و تعیین ماکزیمم نیروی وارده بر سطح برحسب نیوتن بر میلی متر مربع برای نفوذ میله‌ای به قطر ۶/۴ میلی متر و سرعت ۲۰ میلی متر در دقیقه در بافت سیب و با سه تکرار انجام شد [۱۶]. اعداد به دست آمده برای هر میوه و هر تیمار به طور جداگانه ثبت می شد که در نهایت با گرفتن میانگین از هر تکرار یک عدد به دست آمد.

#### ۲-۴- اندازه گیری های شیمیایی

بر اساس استاندارد [۱۷] از ۵ عدد میوه موجود در هر تکرار یک برش عمودی به اندازه یک پنجم حجم میوه جدا شده و قسمت های بافت تخمدان از گوشت میوه جدا گردید. تکه های گوشت میوه به وسیله دستگاه آب میوه گیری آبگیری شد پس از قرائت pH، آب میوه صاف شد و از آب صاف شده میوه در آزمایش های شیمیایی شامل سنجش مقدار کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون استفاده گردید. pH نمونه ها در سه تکرار با استفاده از pH متر پس از کالیبره کردن دستگاه با بافر ۴ و ۷، قرائت گردیده و ثبت شد [۱۸]. مقدار کل مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی و پس از کالیبره کردن دستگاه با آب مقطر، قرائت گردید [۱۹]. اسیدیته قابل تیتر به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و محاسبه برحسب اسید مالیک برحسب درصد بیان شد. ویتامین ث طبق روش تیتراسیون با ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل اندازه گیری شد و برحسب میلی گرم اسید اسکوربیک در صد گرم نمونه، محاسبه گردید [۱۸].

تیمارهای مختلف از روش دانکن با حداکثر خطای قابل قبول ۵٪ استفاده شد؛ و اثرات متقابل احتمالی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

#### ۲-۱- اندازه گیری اتیلن

میزان اتیلن تولید شده با استفاده از دستگاه اتیلن سنج Bioconservation (اسپانیا) و به روش سیستم بسته اندازه گیری شد. سه عدد سیب پس از تعیین وزن در ظرف شیشه ای یک لیتری قرار داده شدند و پس از شانزده ساعت، نمونه گازی داخل ظرف با استفاده از دستگاه اتیلن سنج برحسب پی پی ام اندازه گیری شد (دستورالعمل شرکت سازنده).

#### ۲-۲- اندازه گیری رنگ پوست میوه

اندازه گیری رنگ پوست با قرار دادن سه قسمت از پوست هر میوه روی دستگاه رنگ سنج هانتر لب مدل DP9000 (آمریکا)، انجام گرفت. شاخص های  $(L^*, a^*, b^*)$  قرائت شده برای هر نمونه ثبت شد.  $L^*$  بیانگر روشنایی است که دامنه آن از ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) است و  $a^*$  در صورت مثبت بودن قرمز و در صورت منفی بودن سبز است و  $b^*$  مثبت زرد و در صورت منفی بودن آبی است.  $a^*$  و  $b^*$  دو مؤلفه رنگی با محدوده وسیع هستند ولی در اغلب مقالات محدوده آن ها از ۱۲۰ الی ۱۲۰- ذکر شده است. اعداد به دست آمده برای هر میوه و هر تیمار به طور جداگانه ثبت شد که در نهایت با گرفتن میانگین از هر تکرار یک عدد به دست آمد.

#### ۲-۳- اندازه گیری سفتی بافت میوه

سفتی بافت با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل H5KS

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تغییرات میزان اتیلن

اثر مدت زمان انبارداری در هر دو واریته و کلیه تیمارها نشان داد که علیرغم اینکه مقدار اتیلن در پایان دوره به نحو معنی داری، در همه تیمارها افزایش داشته اما مقدار تولید آن در نمونه های تیمار شده به طرز معنی داری کمتر از شاهد بوده است. میزان تولید اتیلن در نمونه های سیب زرد بالاتر از سیب قرمز بود (جدول ۱). کمترین مقدار ثبت شده اتیلن برای واریته قرمز لبنانی، در تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین با میزان ۶۵/۶۵ (پی پی ام در کیلوگرم در ساعت) مشاهده شد که اختلاف معنی داری با شاهد داشت. میزان اتیلن نمونه های تیمار شده واریته زرد لبنانی پس از ۵ ماه انبارمانی ۸۸/۴۶ (پی پی ام در کیلوگرم در ساعت) در مقابل ۱۳۶/۰۳ (پی پی ام در کیلوگرم در ساعت) در نمونه شاهد، مشاهده شد. در نتیجه مطابق با تحقیقات پیشین ۱-متیل سیکلوپروپین در کاهش تولید اتیلن در هر دو واریته، مؤثر بوده است. بررسی اثر ۱-متیل سیکلوپروپین و نوع واریته مشخص نمود که در سیب واریته رویال گالا<sup>۵</sup> و رد چف دلشیز<sup>۶</sup> مقدار تولید اتیلن در نمونه های تیمار شده پایین تر از شاهد بود اما در سیب واریته جینگر گلد<sup>۷</sup> میزان اتیلن ابتدا کم شد اما پس از مدتی بالا رفت [۲۰]. در کل مقدار تولید اتیلن با افزایش دوره انبارداری افزایش یافته است. این بدان معنی است که ۱-متیل سلولز تولید اتیلن را به طور کامل متوقف نکرده است. فرض بر این است که کارایی ۱-متیل سیکلوپروپین ممکن است در اثر تولید زیاد اتیلن در هنگام تیماردهی و یا پس از آن، کاهش یابد یعنی هرچه فاصله برداشت تا تیماردهی کمتر باشد، کارایی تیمار افزایش می یابد [۲۱].

علاوه بر این روپاسینته<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۰) اظهار کردند که افزایش تولید تدریجی اتیلن طی انبارداری در سیب های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین می تواند به علت آزاد شدن جزئی ۱-متیل سیکلوپروپین باند شده به گیرنده های اتیلن باشد که نتیجه آن فعال شدن و حساسیت دوباره این گیرنده ها به اتیلن است [۲۲].

#### ۳-۲- تغییرات فاکتورهای رنگی پوست میوه

مقایسه میانگین ها بر اساس جدول شماره ۲ مشخص کرد که میزان درخشندگی نمونه های سیب زرد تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین در ماه های سوم، چهارم و پنجم نسبت به نمونه های شاهد، بالاتر بوده است. میزان فاکتور  $a^*$  در کلیه ماه های نگهداری در نمونه های تیمار شده پایین تر از نمونه های شاهد بود. به عبارت دیگر استفاده از تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین در جلوگیری از افزایش  $a^*$  در هر دو واریته سیب، مؤثر بوده است. میزان فاکتور  $b^*$  تا ماه چهارم نگهداری در نمونه های تیمار شده پایین تر از نمونه های شاهد بود اما در ماه پنجم تفاوت معنی داری با شاهد مشاهده نشد.

جلوگیری از کاهش رنگ سبز پوست میوه توسط ۱-متیل سیکلوپروپین مورد تأیید محققین زیادی قرار گرفته است [۲۴، ۲۳، ۱۵، ۱۲]. در تحقیق حاضر میزان فاکتور  $L^*$  در صورت استفاده از ۱-متیل سیکلوپروپین در نمونه های سیب زرد بالاتر از نمونه شاهد بود یعنی میوه های تیمار شده در پایان انبارداری درخشنده تر از میوه های شاهد بودند اما در واریته قرمز اختلاف معنی داری بین نمونه های تیمار شده و شاهد وجود نداشت.

5. Royal Gala  
6. Redchief Delicious  
7. Ginger Gold

جدول ۱ مقایسه میانگین تغییرات مقدار تولید اتیلن برحسب نوع وارپته و تیمار با I-MCP در مدت انبارداری

زمان نگهداری (ماه)		تیمار	وارپته
۵	۰		
<sup>a</sup> ۱۳۶/۰۳±۳۱/۱۵	<sup>d</sup> ۱۶/۸۰±۰/۵۴	شاهد	
<sup>b</sup> ۸۸/۴۶±۱۰/۴۳	<sup>d</sup> ۱۴/۰۳±۱/۱۵	MCP	زرد
<sup>b</sup> ۷۶/۱۳±۳/۷۵	<sup>c</sup> ۱۲/۸۱±۲/۵۱	شاهد	
<sup>c</sup> ۶۵/۶۵±۱۰/۶۶	<sup>e</sup> ۱۱/۹۴±۱/۶۷	MCP	قرمز

اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن ( $p < 0/05$ ) تفاوت نداشتند.

جدول ۲ مقایسه میانگین تغییرات مقدار فاکتورهای رنگی پوست میوه در طی زمان نگهداری

زمان نگهداری در انبار (ماه)						تیمار	وارپته	فاکتور رنگی
۵	۴	۳	۲	۱	صفر			
<sup>h</sup> ۲۸۸±۱/۰۴	<sup>g</sup> ۲۹۹±۰/۸۳	<sup>g</sup> ۳۰/۰۵±۱/۱	<sup>g</sup> ۳۰/۸۴±۰/۴۷	<sup>g</sup> ۳۰/۶۳±۰/۱۸	<sup>g</sup> ۳۱/۷۱±۱/۶۹	شاهد		
<sup>g</sup> ۳۱/۳۷±۲/۸۷	<sup>g</sup> ۳۱/۸۴±۰/۳۶	<sup>g</sup> ۳۲/۲۱±۱/۴۶	<sup>g</sup> ۳۲/۹۶±۲/۷	<sup>g</sup> ۳۲/۳۷±۱/۸۷	<sup>g</sup> ۳۳/۸۷±۲/۰۹	MCP	قرمز	L*
<sup>d</sup> ۷/۵۰±۱/۱	<sup>d</sup> ۷/۵۵±۰/۸۵	<sup>c</sup> ۷/۰۷±۱/۶۷	<sup>b</sup> ۷/۸۷±۱/۸۳	<sup>b</sup> ۷/۷۸±۰/۴۰	<sup>a</sup> ۸/۲۲±۰/۲۰	شاهد	زرد	
<sup>b</sup> ۷۷/۷۲±۴/۲۱	<sup>a</sup> ۷۹/۸۴±۰/۹۸	<sup>b</sup> ۷۹/۳۳±۰/۳۲	<sup>a</sup> ۷۹/۳۵±۰/۸۳	<sup>a</sup> ۸۰/۰۶±۱/۱۰	<sup>a</sup> ۸۱/۳۶±۰/۳۱	MCP		
<sup>a</sup> ۳۵/۴۱±۰/۰۷	<sup>a</sup> ۳۷/۴۷±۰/۱	<sup>a</sup> ۳۷/۳۳±۰/۰۹	<sup>b</sup> ۳۰/۶۱±۰/۱۱	<sup>d</sup> ۳۷/۴۲±۰/۳۳	<sup>f</sup> ۳۷/۵۶±۰/۱۲	شاهد	قرمز	a*
<sup>b</sup> ۳۱/۴۷±۰/۰۹	<sup>c</sup> ۲۹/۴۹±۰/۱۲	<sup>d</sup> ۳۷/۱۶±۰/۲۱	<sup>a</sup> ۳۷/۳۷±۰/۱۵	<sup>e</sup> ۳۴/۵۲±۰/۲۲	<sup>f</sup> ۳۱/۶۴±۰/۰۶	MCP	زرد	
<sup>e</sup> ۲/۳۳±۰/۳۳	<sup>h</sup> ۰/۵۵±۰/۱۲	<sup>h</sup> ۰/۵۵±۰/۰۸	<sup>h</sup> ۰/۵۷±۰/۰۲	<sup>h</sup> ۰/۶۲±۰/۰۲	<sup>k</sup> ۰/۸۸±۰/۱۳	شاهد		b*
<sup>h</sup> ۰/۷۸±۰/۲۴	<sup>h</sup> ۰/۲۲±۰/۱۶	<sup>k</sup> ۰/۸۳±۰/۰۲	<sup>k</sup> ۰/۸۳±۰/۰۷	<sup>k</sup> ۰/۸۳±۰/۰۴	<sup>k</sup> ۰/۸۵±۰/۰۱	MCP		
<sup>h</sup> ۱۵۰/۲±۰/۸۷	<sup>h</sup> ۱۴/۸۵±۰/۸۷	<sup>h</sup> ۱۴/۶۸±۰/۶۱	<sup>j</sup> ۱۲/۵۴±۰/۴۶	<sup>k</sup> ۱۱/۵۱±۱/۴۷	<sup>h</sup> ۹/۸۶±۱/۱	شاهد	قرمز	
<sup>h</sup> ۱۳/۳۳±۰/۵۶	<sup>j</sup> ۱۲/۴۷±۰/۳۲	<sup>k</sup> ۱۱/۷۷±۰/۳۴	<sup>k</sup> ۱۰/۸۶±۰/۰۶	<sup>l</sup> ۱۰/۰۴±۰/۲۲	<sup>m</sup> ۹/۳۳±۱/۳۲	MCP		
<sup>a</sup> ۵۹/۸۱±۰/۵۱	<sup>a</sup> ۵۸/۷±۰/۱۲	<sup>b</sup> ۵۶/۶۱±۰/۶۲	<sup>b</sup> ۵۵/۸±۰/۳۶	<sup>e</sup> ۵۰/۵۴±۰/۷۴	<sup>g</sup> ۴۴/۱۷±۱/۳۵	شاهد	زرد	
<sup>a</sup> ۵۷/۵۲±۰/۲۴	<sup>b</sup> ۵۵/۵۴±۲/۳۳	<sup>c</sup> ۵۴/۸۰±۰/۴	<sup>d</sup> ۵۲/۸۰±۰/۸	<sup>f</sup> ۴۶/۸۵±۱/۳۰	<sup>g</sup> ۴۵/۸±۲/۱۹	MCP		

اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن ( $p < 0/05$ ) تفاوت نداشتند.

انبارداری به تدریج کاهش می‌یابد. اثر نوع تیمار نشان داد که اعمال تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن نسبت به شاهد در جلوگیری از کاهش سفتی بافت مؤثر بوده است (شکل ۱). سفتی بافت در هر دو وارپته و با افزایش زمان نگهداری، کاهش یافت اما تیمار با ۱-متیل سیکلوپروپن اثر قابل توجهی در جلوگیری از کاهش سفتی بافت نسبت به شاهد داشت. پژوهش‌های پیشین نیز تأثیر ۱-متیل سیکلوپروپن در جلوگیری از کاهش سفتی بافت را تأیید می‌کنند [۹، ۱۳، ۲۱، ۲۵، ۲۶].

### ۳-۳- سفتی بافت میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر وارپته، زمان و تیمار بر میزان سفتی بافت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. کلیه اثرات متقابل نیز معنی‌دار نبود. اثر نوع رقم بر میزان سفتی بافت در همه تیمارها و در مدت‌زمان انبارداری نشان داد که میزان سفتی بافت در سیب قرمز لبنانی بیشتر از زرد لبنانی بوده است. اثر مدت‌زمان انبارداری بر میزان سفتی بافت در همه تیمارها و هر دو رقم نشان داد که سیب در زمان برداشت دارای حداکثر مقدار سفتی بافت است و این مقدار تا پایان

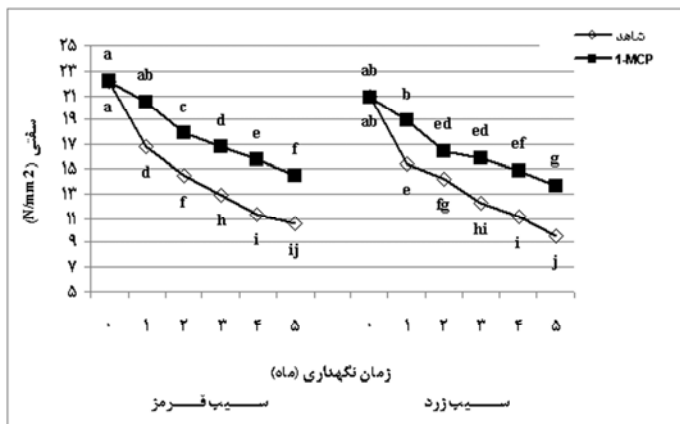
### ۳-۴- pH و اسیدیته قابل تیتراسیون

اثر مدت زمان انبارداری برای هر دو رقم و هر دو تیمار نشان داد که مقدار pH با افزایش دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه افزایش داشته و درصد اسیدیته برعکس کاهش داشته است. بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار شاهد رقم قرمز لبنانی (۹/۹۹) و کمترین pH مربوط به تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین (۴/۶۹) بوده است (شکل ۲). نتایج اسیدیته برعکس نتایج pH است (شکل ۳). پاره‌ای از تحقیقات قبلی ۱-متیل سیکلوپروپین را در حفظ مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون مؤثر دانسته‌اند [۹،۱۳،۲۵،۲۷،۲۸]. حال آنکه میر و همکاران (۲۰۰۱) عنوان کردند که این تیمار اثری بر روی درصد اسیدیته قابل تیتراسیون سیب واریته قرمز لبنانی، ندارد [۱۲]. دلیل کاهش اسید قابل تیتر در طول انبارداری، مصرف آن در فعالیت‌های تنفسی است و می‌توان تفاوت ارقام را در این مورد به تفاوت سرعت تنفس آن‌ها نسبت داد [۲۹ و ۳۰].

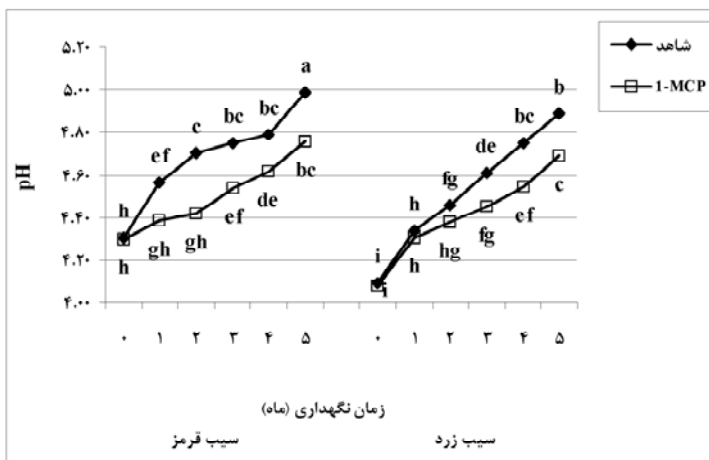
### ۳-۵- مقدار کل مواد جامد محلول (TSS)

اثر تیمار در هر دو رقم و در مدت زمان انبارداری مشخص نمود که تیمار شاهد بالاترین مقدار TSS را داشته است. بیشترین مقدار TSS در دوم انبارداری در تیمار شاهد رقم زرد لبنانی و با مقدار میانگین ۱۷/۱۷ مشاهده و کمترین مقدار آن با میزان ۱۳/۹ با تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین در رقم قرمز لبنانی و در پایان ماه پنجم نگهداری ثبت شد (شکل ۴). بر اساس پژوهش‌های پیشین اثر ۱-متیل سیکلوپروپین بر میزان TSS یکسان نیست. در مواردی مقدار مواد جامد محلول میوه‌های تیمار شده با شاهد برابر بوده و در مواردی بالاتر از آن دیده شده است. این نتایج متناقض در سیب قابل توجه بوده و به نظر می‌رسد تحت تأثیر نوع واریته و شرایط دیگر آزمایش است [۳۱]. در پژوهش حاضر مقدار TSS در واریته زرد بالاتر از قرمز لبنانی، دیده شد. در تحقیق حاضر نیز در بررسی اثر زمان انبارداری بر مقدار TSS، مشخص گردید تا

ماه دوم انبارداری مقدار TSS افزایش داشته ولی پس از آن روند کاهشی داشته است. به عبارتی در ابتدا که میوه حاوی نشاسته بوده در اثر هیدرولیز موجب افزایش قندهای محلول شده است و سپس با افزایش زمان انبارداری و مصرف قندها در تنفس از مقدار TSS، کاسته شده است. بررسی مقایسه میانگین‌ها برحسب تیمار نیز نشان داد که اثر ۱-متیل سیکلوپروپین در جلوگیری از افزایش TSS بهتر از شاهد بوده است.



شکل ۱ مقایسه میانگین تغییرات سفتی بافت برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

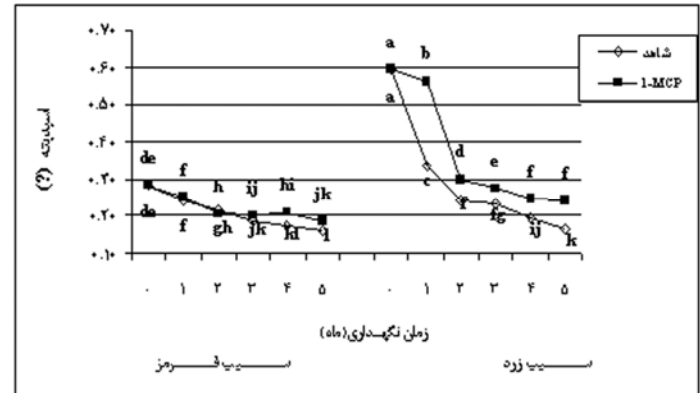


شکل ۲ مقایسه میانگین تغییرات pH برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

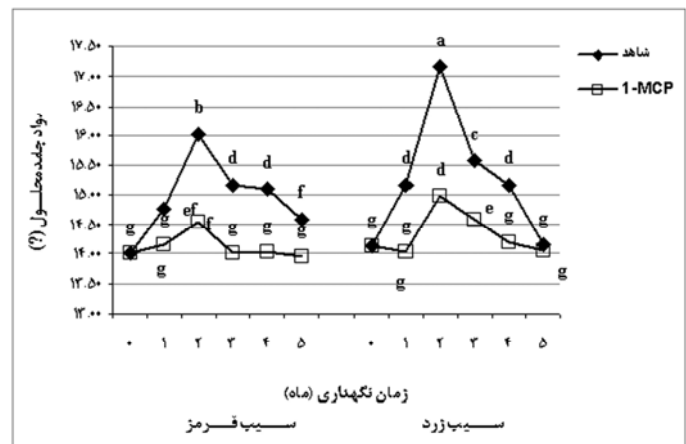
اسید آل- اسکوربیک در طی مراحل پس از برداشت و انبارداری مستعد اکسیداسیون شیمیایی و آنزیمی است. کاهش غلظت ویتامین ث در طی انبارداری قابل توجه بوده و فاکتورهای زیادی بر آن اثر دارند هرچند پایداری ویتامین ث به مقدار pH بافت میوه بستگی دارد [۳۲]. شهام<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپین در سیب واریته گرانی اسمیت باعث کاهش فعالیت آنزیمهای اکسیدکننده و بالا بودن ویتامین ث، نسبت به شاهد می‌شود [۳۳]. کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپین در واریته سیب امپایر نشان داد که غلظت ویتامین ث پوست و گوشت میوه در هر دو تیمار شاهد و ۱-متیل سیکلوپروپین پس از ۵ ماه انبارداری کاهش یافت. اختلاف مقدار غلظت این ویتامین در پوست سیب تیمار شده با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت اما ویتامین ث گوشت میوه در سیب شاهد کمی بیشتر از سیب تیمار شده بود. اگرچه، میزان کل آنتی‌اکسیدان‌ها در سیب تیمار شده بیشتر بود [۲۴]. در این پژوهش غلظت ویتامین ث پس از ۵ ماه انبارداری در همه نمونه‌ها، کاهش یافت البته مقدار این ویتامین در صورت اعمال تیمار، بهتر از نمونه‌های شاهد حفظ شد که احتمالاً به علت کاهش فعالیت آنزیمهای اکسیدکننده نسبت به شاهد است.



شکل ۵ مقایسه میانگین تغییرات غلظت ویتامین ث برحسب نوع واریته و نحوه تیماردهی در طی زمان نگهداری



شکل ۳ مقایسه میانگین تغییرات اسیدیته برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری



شکل ۴ مقایسه میانگین تغییرات مواد جامد محلول برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

### ۶-۳- ویتامین ث

اثر نوع رقم برای همه تیمارها طی مدت انبارداری، نشان داد که غلظت ویتامین ث در واریته زرد لبنانی با مقدار ۶/۸۸ بیشتر از ۴/۶۱ در واریته قرمز لبنانی بوده است که شاید به علت مقدار pH کمتر این واریته و اثر حفاظتی آن روی این ویتامین، باشد. اثر مدت زمان انبارداری در هر دو رقم و کلیه تیمارها نشان داد که مقدار ویتامین ث در پایان دوره به نحو معنی‌داری، کاهش داشته است اما تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین در جلوگیری از این کاهش به شکل معنی‌داری مؤثرتر از شاهد بوده است (شکل ۵).

- [5] Paliyath, G., Murr, D.P., Handa, A.K. and Lurie, S. 2009. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Wiley-Blackwell Publishing. Chapter 7. P. 139-141.
- [6] Crouch, I. 2003. 1-Methylcyclopropene (Smart Fresh TM) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of apple and pears. *Acta Horticulture*, 600, 433-439.
- [7] DeEll, J. R., Murr, D. P., Mueller, R., Wiley, L., and Porteous, M. D. (2005). Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP), diphenylamine (DPA), and CO<sub>2</sub> concentration during storage on 'Empire' apple quality. *Postharvest biology and technology*, 38(1), 1-8.
- [8] DeEll, J. R., Lum, G. B., and Ehsani-Moghaddam, B. (2016). Effects of multiple 1-methylcyclopropene treatments on apple fruit quality and disorders in controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 93-98.
- [9] DeEll, J.R., Murr, D.P., Porteous, M.D. and Rupasinghe, H.V., 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3):349-353.
- [10] Defilippi, B.G., Dandekar, A.M. and Kader, A.A., 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (*Malus domestica* Borkh) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(18):5694-5701.
- [11] Lurie, S. 2005. Application of 1- methyl cyclopropene to prevent spoilage. *Postharvest Rievew*, 1-4.
- [12] Mir, N.A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M. and Beaudry, R.M., 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of Redchief Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(5):618-624.
- [13] Moran, R.E. and McManus, P. 2005. Firmness retention, and prevention of coreline browning and senescence in "Macoun" apples with 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage

## ۴- نتیجه گیری

به طور کلی نگهداری سیب در سردخانه باعث کاهش کیفیت آن می شود. با توجه به وجود رقابت شدید بین تولیدکنندگان و صادرکنندگان سیب در دنیا از یک طرف و افزایش توقعات و سطح آگاهی مصرف کنندگان از طرف دیگر، استفاده از فناوری های نوین در جهت افزایش عمر انبارمانی و حفظ خصوصیات مورد نظر مصرف کننده همراه با حفظ خواص تغذیه ای، امری اجتناب ناپذیر است. تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از ۱- متیل سیکلوپروپین، باعث به تأخیر افتادن فرآیندهای رسیدگی میوه در هر دو وارسته بررسی شده که در نهایت کیفیت میوه تیمار شده بهتر از نمونه های شاهد خواهد بود. با این وجود احتمال دارد در اثر افزایش مدت انبارمانی، گیرنده های جدید اتیلن در سلول میوه به وجود آید و باعث کاهش اثر ۱-متیل سیکلوپروپین شود. بنابراین در صورت نیاز به افزایش مدت انبارمانی اعمال تیمار مجدد، مفید خواهد بود.

## ۵- منابع

- [1] FAO. 2010. Food and Agriculture organization of United Nations; Available from <http://faostat.fao.org>.
- [2] Lee, S. K., and Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest biology and technology*, 20(3): 207-220.
- [3] Davey, M. W., Montagu, M. V., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I.J.J., Strain, J.J., Favell, D. and Fletcher, J. 2000. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7): 825-860.
- [4] Martínez-Romero, D., Bailén, G., Serrano, M., Guillén, F., Valverde, J.M., Zapata, P., Castillo, S. and Valero, D. 2007. Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(6):543-560.



- 'Empire' apples in air and controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 52(1):30-37.
- [25] Jeziorek K. and Woźniak M, Tolmala K. Response of 'golden delicious' apples to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in conditions of normal and controlled atmosphere. *J Fruit Ornamental Plant Research* 2010; 18(2): 223-237.
- [26] Vidrih, R., Hribar, J. and Zlatic, E., 2011. The aroma profile of apples as influenced by 1-MCP. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 19(1):101-111.
- [27] Saftner, R.A., Abbott, J.A., Conway, W.S. and Barden, C.L., 2003. Effects of 1-methylcyclopropene and Heat Treatments on Ripening and Postharvest Decay in Golden Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(1):120-127.
- [28] Johnson, D.S. 2000. Mineral composition, harvest maturity and storage quality of 'Red Pippin', 'Gala' and 'Jonagold' apples. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(6), 697-704.
- [29] Konopacka, D and Plochanski, W.J., 2004. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 205-211.
- [30] Kvikliene, N., Kviklys, D. and Viskelis, P., 2006. Changes in fruit quality during ripening and storage in the apple cultivar 'Auksis'. *Journal of fruit and ornamental plant research*, 14, p.195.
- [31] Blankenship, S.M. and Dole, J.M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 1-25.
- [32] Klein, B.P. 1987. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, 10, 179-193.
- [33] Shaham, Z., Lers, A. and Lurie, S., 2003. Effect of heat or 1-methylcyclopropene on antioxidative enzyme activities and antioxidants in apples in relation to superficial scald development. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(5):761-766.
- temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 285-292
- [14] Pechous, S.W., Watkins, C.B. and Whitaker, B.D., 2005. Expression of  $\alpha$ -farnesene synthase gene AFS1 in relation to levels of  $\alpha$ -farnesene and conjugated trienols in peel tissue of scald-susceptible 'Law Rome' and scald-resistant 'Idared' apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 35(2):125-132.
- [15] Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology advances*, 24(4):389-409.
- [16] Finny E.E. and Massie D.R. 1975. Instrumentation for testing the response of fruits to mechanical impact. *Trans ASAE*; 18(6): 1184-1187.
- [17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1992. Fresh fruits and vegetables – sampling. ISIRI NO. 622.1st Revision. 2nd Edition. (In Farsi).
- [18] Hoseini, Z. 1990. Common Methods in Food Analysis. Shiraz University Pub. (In Farsi).
- [19] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2004. Fruit and vegetable products – Determination of soluble solids content – Refractometric method. ISIRI NO. 7994. 1st Edition. (In Farsi).
- [20] Weis SA, Bramlage WJ. 1-MCP: How useful can it be on New England apples? *Fruit Notes* 2002; 67: 5-9.
- [21] Tatsuki, M., Endo, A. and Ohkawa, H., 2007. Influence of time from harvest to 1-MCP treatment on apple fruit quality and expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors. *Postharvest Biology and Technology*, 43(1):28-35.
- [22] Rupasinghe, H.P.C. et al. 2000. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. *Journal of Hort Science Biotechnology*, 75(3), 271-276.
- [23] Lanka, B.S., Jayathunge, K.G.L.R., Prasad, H.U.K.C., Fernando, M.D. and Palipane, K.B., 2011. Prolonging the postharvest life of papaya using modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural Technology*, 7(2):507-518.
- [24] Fawbush, F., Nock, J.F. and Watkins, C.B., 2009. Antioxidant contents and activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated

## Investigation on the Effects of 1-Methylcyclopropene on the Post-Harvest Quality Attributes of Apple

Shavakhi, F. <sup>1\*</sup>, Behmadi. H. <sup>2</sup>

1. Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

2. Member of Scientific Board, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

(Received: 94/6/17 Accepted: 94/9/12)

This study aimed to investigate the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) to reduce of postharvest losses of apples. The split plot in time design based on complete randomized design with three replications and using (1-MCP) on two levels (0 and 1ppm) and two varieties of apples (Red Delicious and Golden Delicious) were investigated. Treated and untreated samples were placed in cold storage at  $\pm 0.5$  °C and 90% R.H. for 5 months separately. The samples were taken before cold storage period and once a month. Qualitative evaluation including (skin color indices ( $L^* a^* b^*$ ), firmness, pH, acidity, total soluble solids) was analyzed. Concentration of vitamin C and ethylene production rate were determined at the beginning and end of storage. The results at the end of the fifth month of storage showed that 1-MCP treatment resulted insignificant differences in the brightness of the Golden Delicious variety and  $b^*$  in both varieties. Application of 1-MCP treatment prevents the development of red color ( $a^*$ ) and maintain firmness in both varieties. The lowest amounts of pH, soluble solids, ethylene and the highest amounts of acidity and vitamin C were found in the apples treated with 1-MCP, respectively. The treatment of 1-MCP, causing delay in the ripening and resulted maintaining of a better quality in both varieties of apple.

**Keywords:** Post-Harvest, Apple, 1-Methylcyclopropene

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: frshavakhi@yahoo.com