مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۳ شماره ۲ صفحه‌های ۲۴۹ تا ۲۶۴ (۱۴۰۱)
مقاله پژوهشی

اثر ۱–متیل‌سیکلوپروپن و پوشش‌های خوراکی و غیرخوراکی بر حفظ کیفیت و ماندگاری میوه‌های انار 'ملس ساوه' در طی انبار سرد[1]

Effect of 1-MCP and Edible and Non-Edible Coatings on Maintaining the Quality and Shelf Life of Pomegranate 'Malas-E-Saveh' Fruits During Cold Storage

سیدمحمد حسینی ملا، سیمه رستگار*، ولی اله قاسمی عمران، اورنگ خادمی[2]

چکیده

سرمازدگی و آسیب ناشی از آن یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت میوه انار در زمان نگهداری در انبار سرد است. در این پژوهش، اثر برهمکنش ۱-متیل‌سیکلوپروپن و سه نوع پوشش مختلف شامل سلوفان، کاغذ واکسی و آلژینات سدیم (۱ و ۲٪ وزنی حجمی) بر حفظ کیفیت میوه‌های انار رقم ملس ساوه در مدت ۱۲۰ روز نگهداری در انبار سرد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میوه‌های بدون پوشش، کاهش وزن و مواد جامد محلول بالاتری نسبت به میوه‌های پوشش داده شده در طول انبارداری داشتند. همچنین، میوه‌های بدون تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن (شاهد) در مقایسه با میوه‌های تیمار شده با ۱-متیل‌سیکلوپروپن، کاهش وزن، نشت یونی، شدت پوسیدگی و مواد جامد محلول بیشتری در طی نگهداری در دمای سرد نشان دادند. سلوفان اثر قابل توجهی در تاخیر نشت یونی و جلوگیری از کاهش وزن میوه انار داشت. تیمار با کاغذ واکسی + ۱-متیل سیکلوپروپن و سلوفان + ۱-متیل سیکلوپروپن می‌تواند با تأخیر در کاهش ترکیب‌های فعال زیستی مانند ترکیب‌های فنولی کل و حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، سرمازدگی را کاهش دهد. کم‌ترین شدت فساد نیز در میوه‌های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپن مشاهده شد. به‌طور کلی، می‌توان بیان کرد که کاربرد سلوفان + ۱-متیل سیکلوپروپن به‌طور کارآمدی در ایجاد تحمل به تنش سرما و افزایش عمر انباری میوه‌های انار موثر بود.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، انبارمانی، سرمازدگی، کیفیت میوه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یکی از مهم‌ترین محصول‌های میوه‌ای است که در مقیاس تجاری در ایران پرورش می‌یابد. میوه انار با ارزش اقتصادی بالا به شرایط آب و هوایی نیمه گرمسیری احتیاج دارد و به دمای پایین‌تر از ۵ درجه سلسیوس حساس است که این شرایط منجر به آسیب سرمازدگی می‌شود (۱۸، ۴۲). استفاده از انبارهای سرد، به‌طور گسترده‌ای برای افزایش ماندگاری محصول‌های باغبانی همراه با حفظ کیفیت حسی و ویژگی‌های دارویی-تغذیه‌ی از راه کاهش تنفس و به کمینه رساندن رشد عوامل بیماری‌زای قارچی به‌کار می‌رود (۱). با توجه به ارزش اقتصادی و تاثیر میوه انار بر سلامت انسان، پژوهش‌های مختلفی در زمینه کنترل سرمازدگی میوه انار با استفاده از تیمارهای پس از برداشت مانند تیمار آب گرم (۳۱)، پلی‌آمین (۳۲)،

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۲۱

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری تخصصی و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، استادیار پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی ساری و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (rastegarhort@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

متیل سالیسیلات و متیل جاسمونات (۴۳)، اسید سالیسیلیک و استیل سالیسیلیک اسید (۴۵، ۴۴)، آرژنین (۷)، ملاتونین (۳۴ ،۲۰)، سالیسیلویل-کیتوزان (۴۲) و پوشش‌های خوراکی همراه با تیمارهای اسید مالیک و اگزالیک (۱۸) انجام شده است.

ترکیب هیدروکربنی ۱-متیل‌سیکلوپروپن (1-MCP)، به‌عنوان ترکیبی جدید به لیست مواد طبیعی و مؤثر در افزایش عمر قفسه‌ای، انبارمانی و حفظ کیفیت محصول‌های باغبانی اضافه شده است (۵۲). طی نیم قرن گذشته، بیشتر مطالعات بر اثرها مفید ۱-متیل‌سیکلوپروپن روی پس از برداشت میوه‌های فرازگرا تمرکز داشته است (۲۹) بنابراین، بررسی سودمندی‌های این ماده در پس از برداشت میوه‌های نافرازگرا مانند انار حائز اهمیت است. طی پژوهشی Zhang و همکاران (۵۱) گزارش کردند که تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن می‌تواند میزان قهوه‌ای شدن پوست میوه انار رقم داهونگ پاوو در طول انبارداری، در دمای پایین را با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنول‌اکسیداز کنترل کند. به‌تازگی، Khademi و همکاران (۲۶) نشان داده‌اند که تیمار میوه‌ها با غلظت ۱ میکرولیتر در لیتر ۱-متیل‌سیکلوپروپن، می‌تواند تاثیر شایانی بر حفظ ویژگی‌های ظاهری و حسی انار رقم ملس یوسف‌خانی داشته باشد. با این حال، این ماده بر کاهش وزن میوه انار تاثیر قابل توجهی نداشت. از جمله فاکتورهای محدود کننده عمر انباری میوه انار عارضه خشک شدن سطح پوست و قهوه‌ای شدن پوست می‌باشد که در نتیجه‌ی نگهداری طولانی مدت اتفاق می‌افتد. با کاربرد تیماری مناسب می‌توان خشکیدگی پوست میوه را به تأخیر انداخت. از آنجایی که تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن به تنهایی بر مهار آب از دست‌دهی میوه انار تأثیر چشمگیری نداشته است، ترکیب آن با پوشش‌های مختلف به‌منظور کاهش از دست دادن آب و خشک شدن پوست و همچنین، حفظ کیفیت ظاهری میوه پیشنهاد می‌شود.

پوشش‌ها به دو دسته خوراکی و غیرخوراکی تقسیم‌بندی می‌شوند. پوشش‌های خوراکی مواد سازگار با محیط‌زیست هستند و برای حفظ کیفیت محصول‌های فسادپذیر به‌کار می‌روند (۱۸). آلژینات سدیم از آلژینیک اسید و یک پلی‌ساکارید خطی محلول در آب مشتق شده است که از چندین گونه جلبک قهوه‌ای استخراج می‌شود. آلژینات سدیم به‌دلیل غیر سمی بودن، سازگاری با محیط زیست، قابلیت تجزیه‌پذیری زیستی و قیمت پایین آن، ترکیب جذابی است که تمایل به استفاده از آن برای پوشش‌دهی سطح میوه افزایش یافته است (۱۶). سلوفان و کاغذ واکسی (مومی قنادی)، مواد پوششی غیرخوراکی محسوب می‌شوند. پوشش سلوفان به‌دلیل ارزان بودن برای افزایش عمر انباری محصول‌های باغبانی بکار می‌رود (۳۳). برخی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پوشش سلوفان می‌تواند ماندگاری میوه پرتقال توسرخ (۳) و ازگیل ژاپنی (۶) را افزایش دهد. نتایج پژوهش Mohammadi و همکاران (۳۳) نشان داد که استفاده هم‌زمان سلوفان و کیتوزان می‌تواند خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل‌دلمه‌ای را بهتر از زمانی که این پوشش‌ها به‌تنهایی بکار رفتند، حفظ نماید. کارایی تاثیر انواع کاغذها در مقایسه با پوشش‌های پلی‌اتیلنی بر حفظ کیفیت و ماندگاری میوه‌هایی مانند خرمالو (۲۷)، پرتقال (۳۶) و گوجه فرنگی (۴۷) گزارش شده است. به روشنی، هدف چنین پژوهش‌هایی یافتن پوشش کاغذی است که بتواند آب از دست‌دهی را مهار نموده و تاثیر منفی ورود ترکیب‌های پلی‌اتیلنی به محیط زیست را کاهش دهند. به‌تازگی Babalar و همکاران (۸) تاثیر دو روش پوشاندن با کاغذ بر میوه انار در مدت نگهداری در انبار سرد را بررسی و گزارش نمودند که پوشاندن میوه انار درون صفحه‌های کاغذی و پوشال کاغذ، توانایی مهار آسیب ناشی از تنش سرمایی در بافت‌های مختلف میوه انار را دارد.

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تاثیر پوشش‌های مختلف (آلژینات سدیم، کاغذ واکسی و سلوفان) و ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌تنهایی یا به‌صورت ترکیبی برای افزایش عمر انبارمانی، حفظ برخی از شاخص‌های کیفی و تاخیر در سرمازدگی میوه انار رقم ملس ساوه (پرورش یافته در منطقه ساری)، طی مدت نگهداری در انبار سرد بود. عقیده بر این است که با دستیابی به اثرهای مورد نظر و گزینش بهترین تیمار، می‌توان سلامت عمومی جامعه را بهبود بخشید و جایگاه ایران در صادرات میوه انار را بالا برد.

مواد و روش‌ها

نمونه میوه و محل انجام آزمایش

میوه انار رقم ملس ساوه در مرحله بلوغ تجاری (رنگ‌گیری کامل آریل با توجه به تجارب) از باغی تجاری (شرکت تعاونی گل انار صاحبی) واقع در حوالی شهرستان ساری در اوایل مهرماه سال ۱۳۹۸ برداشت شد. یک روز پس از برداشت (روز صفر) میوه‌های به تقریب یک شکل و یک‌دست و بدون آسیب‌هایی مانند آفتاب سوختگی و ترک خوردگی انتخاب شده و بی‌درنگ تیمارها روی آن‌ها اعمال شد و بعد از اعمال تیمار به سردخانه بهمن ساری با دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

۸۰-۸۵ درصد منتقل شدند. ارزیابی ویژگی‌های مد نظر در پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام پذیرفت.

تیمار

تیمارهای اعمال شده شامل ۱-متیل سیکلوپروپن و نوع پوشش بود. بدین منظور تعداد ۳۶۰ عدد میوه انار به ۲ گروه (هر گروه شامل ۱۸۰ میوه) تقسیم شد. گروه اول با ۱-متیل سیکلوپروپن با غلظت ۱ میکرولیتر در لیتر (۲۶) تیمار شد. گروه دوم به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن با استفاده از روش بیان شده توسط Salvador و همکاران (۴۱)، درون بشکه‌ای مهر و موم شده به‌مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اعمال شد. میوه‌های هر گروه به ۵ زیر گروه شامل ۳۶ میوه تقسیم شدند. زیر گروه اول به‌عنوان شاهد بدون پوشش در نظر گرفته شد. زیر گروه دوم با پوشش سلوفان، زیرگروه سوم با کاغذ واکسی (۸) و زیرگروه چهارم و پنجم به‌ترتیب با آلژینات سدیم با غلظت ۱ و ۲ درصد پوشش داده شدند. سه تکرار به ازای هر تیمار و ۳ عدد میوه در هر تکرار در نظر گرفته شد. بعد از اعمال تیمار، میوه‌ها درون جعبه‌های پلاستیکی یک ردیفه قرار گرفتند و به سردخانه با دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۸۵ تا ۸۰ درصد منتقل شدند. در زمان‌های صفر ، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰روز میوه‌ها از سردخانه خارج و به مدت ۳ روز در شرایط محیط (دمای اتاق)، به‌عنوان عمر قفسه‌ای نگهداری شدند و سپس مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ویژگی‌های شاخص اندازه‌گیری شده

کاهش وزن نمونه‌ها با اندازه‌گیری وزن هر میوه پیش و پس از دوره انبارداری و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۴۵).

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{(\text{وزن میوه در پایان انبارداری} - \text{وزن میوه در ابتدای انبارداری})}{\text{وزن میوه در ابتدای انبارداری}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری نشت یونی (نشت الکترولیت)، از هر واحد آزمایشی، تعداد ۶ دیسک از پوست میوه به‌وسیله پانچ دستی برداشته شد و در ارلن‌های حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. پس از ۴ ساعت شیکر با سرعت۱۵۰ دور در دقیقه، هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) محلول توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی (Met Rohm، 664) ساخت کشور آلمان خوانده شد. سپس هر یک از ارلن‌های حاوی دیسک‌های پوست در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر به‌مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند. پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول زیر، درصد نشت یونی محاسبه گردید (۳۲).

$$\text{درصد نشت الکترولیت} = \frac{\text{هدایت الکتریکی اولیه}}{\text{هدایت الکتریکی ثانویه}} \times ۱۰۰$$

وجود نقطه‌های فرورفته با رنگ قهوه‌ای، قهوه‌ای شدن آریل و قهوه‌ای شدن پره‌ها به‌عنوان نشانه‌های قابل مشاهده خسارت سرمازدگی در نظر گرفته شد. شدت سرمازدگی میوه به صورت مشاهده‌ای در چهار درجه شامل صفر: بدون نشانه آسیب سرمازدگی، یک: بیشتر از ۱٪ و کمتر یا مساوی ۲۵ ٪ از سطح میوه دارای علامت سرمازدگی، دو: بیشتر از ۲۶٪ و کمتر یا مساوی ۵۰٪ از سطح میوه دارای علامت سرمازدگی و سه: بیشتر از ۵۱٪ از سطح میوه دارای علامت سرمازدگی، نمره‌دهی شد. شاخص سرمازدگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۴۴):

$$\text{شاخص سرمازدگی} = \frac{\sum[(\text{تعداد میوه مربوط به آن}) \times (\text{درجه سرمازدگی})]}{(۴ \times \text{تعداد کل میوه})}$$

وجود نخینه[۱](ریسه- هیف یا ریشه قارچ‌ها) روی سطح هر میوه به عنوان علایم آلودگی میوه در نظر گرفته شد. شدت فساد (پوسیدگی) میوه به صورت مشاهده‌ای در پنج درجه شامل صفر: سطح میوه عاری از هرگونه علامت نخینه یا هیف قارچی، یک: ۱-۲۵٪ سطح میوه دارای علایم پوسیدگی و وجود نخینه ، دو: ۲۶٪-۵۰ سطح میوه دارای علایم پوسیدگی و وجود نخینه،

۱- Hypha

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

سه: ۵۱٪ - ۷۵ سطح میوه دارای علایم پوسیدگی و وجود نخینه و چهار: بیشتر از ۷۵٪ سطح میوه دارای علایم پوسیدگی و وجود نخینه، نمره‌دهی شد (۳۶). شدت پوسیدگی با استفاده از فرمول زیر برآورد شد:

$$\text{شدت فساد میوه} = \frac{\sum[(\text{تعداد میوه مربوط به آن}) \times (\text{درجه پوسیدگی})]}{(\text{تعداد کل میوه} \times ۵)}$$

مقدار مواد جامد محلول کل بعد از عصاره‌گیری آریل انار، با استفاده از دستگاه قند سنج (رفراکتومتر[1] دستی ساخت کشور ژاپن در دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری و بر اساس درجه بریکس بیان شد. برای اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده گردید (۴۳).

انباشت فنول‌ها با استفاده از روش فولین سیوکالتیو[2] با توجه به‌روش Sayyari و همکاران (۴۳) مورد سنجش قرار گرفت و به صورت معادل میلی‌گرم اسید تانیک در لیتر بیان شد. ظرفیت پاداکسندگی (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) آریل‌ها از راه ویژگی خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲و۲ دی فنیل۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH[3]) تعیین گردید. بدین منظور مقدار ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی به دو میلی‌لیتر محلول DPPH یک میلی‌مولار اضافه شد. محلول حاصل، به‌منظور رسیدن به‌حالت یکنواخت به مدت ۴۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت. سپس میزان جذب نمونه‌ها در ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (طیف سنج نوری) خوانده شد و ظرفیت پاداکسندگی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH براساس فرمول زیر محاسبه شد (۴۳).

$$\text{درصد بازدارندگی DPPH} = \frac{(\text{میزان جذب کنترل} - \text{میزان جذب نمونه})}{\text{میزان جذب کنترل}} \times ۱۰۰$$

طرح آزمایش و واکاوی آماری

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی بر پایه طرح به‌طور کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل ۱-متیل‌سیکلوپروپن (صفر و ۱ میکرولیتر در لیتر)، پوشش‌ها (بدون پوشش، سلفون، کاغذ واکسی و آلژینات سدیم ۱ و ۲ درصد) و زمان اندازه‌گیری (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰روز) بودند. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (V.9.1) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن ($P\leq0.05$) انجام گردید. نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۶ رسم شدند.

نتایج و بحث

کاهش وزن

اثر اصلی تیمارها و برهمکنش پوشش و زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش ۱-متیل سیکلوپروپن و زمان نگهداری در سطح احتمال پنج درصد بر درصد کاهش وزن میوه انار معنی‌دار شد (جدول تجزیه واریانس در متن نیامده است). کاهش وزن هم‌زمان با افزایش مدت زمان نگهداری، روند افزایشی داشت. براساس نتایج آزمایش، نمونه‌های شاهد درصد کاهش وزن بیشتری نسبت به تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن داشتند (شکل ۱-الف). مقایسه میانگین‌ها بین اثر دو گانه تیمارهای پوشش و زمان نشان داد که طی زمان نگهداری، درصد کاهش وزن میوه افزایش یافت به‌طوری‌که کاهش وزن میوه در روز ۱۲۰ به‌طور معنی‌داری بیشتر از روزهای ۸۰ و ۴۰ بود. کاهش وزن میوه‌های پوشش داده شده با سلوفان و کاغذ واکسی در تمامی روزهای نگهداری به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها، کمتر بود (شکل ۱-ج). پس از ۱۲۰ روز انبارمانی، کم‌ترین درصد کاهش وزن میوه در تیمار سلوفان با ۷۲/۷۵٪ تفاوت در مقایسه با شاهد مشاهده شد (شکل ۱-ج). تاثیر طولانی شدن مدت انبارمانی بر تشدید کاهش وزن میوه‌های انار در این پژوهش با نتایج پژوهش‌های پیشین (۳۰، ۳۱، ۴۳) هم‌خوانی دارد.

کاهش وزن اغلب میوه‌ها در طول دوره نگهداری در نتیجه خروج آب از سطح میوه‌ها، اکسیداسیون، سوخت و ساز یاخته‌ای و مصرف ذخایر درون میوه‌ها در نتیجه فرآیند تنفس می‌باشد (۳۵). تیمارهای پوشش دهنده با محدود کردن انتقال آب و حفاظت از پوست در برابر آسیب سرمازدگی مانع خروج رطوبت می‌شوند و به‌عنوان یک مانع گاز در برابر اکسیژن، دی اکسید کربن و بخار آب عمل می‌کنند که می‌تواند از دست دادن آب میوه‌ها را کاهش دهد (۳۰). از این رو، در این پژوهش کاهش وزن

۱- Refractometer ۲- Folin-Ciocalteu ۳- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

کمتر میوه‌های پوشش داده شده با سلوفان و کاغذ واکسی در طول انبارداری می‌تواند مربوط به تشکیل سدی در برابر خروج بخار آب از میوه‌ها باشد. بدیهی است، تیماری که از دست دادن رطوبت را مهار می‌کند و تنش را کاهش می‌دهد، می‌تواند در تعدیل سرمازدگی نقش داشته باشد. نتایج ما با گزارش‌هایی که اثر پوشش بر کم کردن میزان اُفت وزن میوه‌های پرتقال (۳۷)، انار (۹، ۱۸، ۳۰) و سیب (۴۰) را نشان دادند، هم‌خوانی دارد.

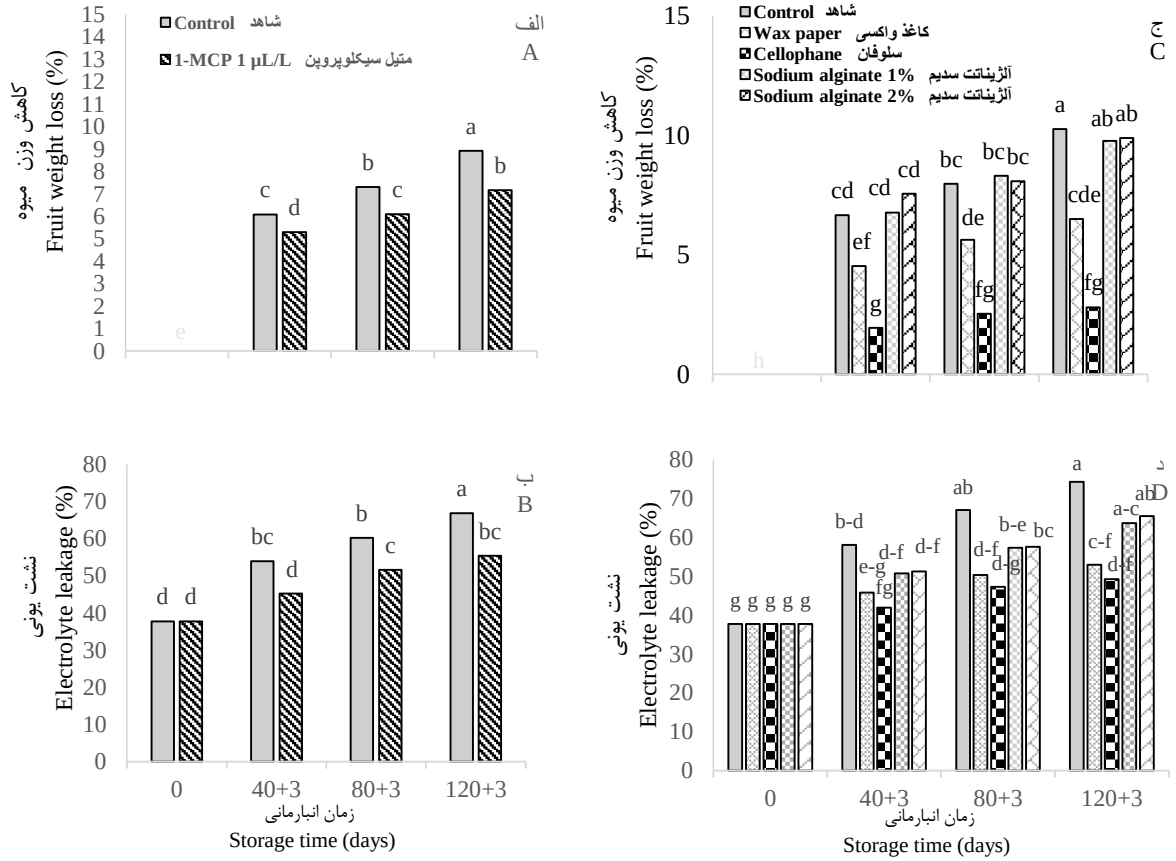

Fig. 1. Interaction effect of 1-MCP and time of storage on weight loss (%) (A) and electrolyte leakage (%) (B); Interaction effect of cover and time of storage on weight loss (%) (C) and electrolyte leakage (%) (D) of pomegranate 'Malas-E-Saveh' fruits during 120-days cold storage at 4 ± 1 °C and 80-85% RH plus 3 days at 20 °C. Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan test.

شکل۱- اثر برهمکنش ۱-متیل‌سیکلوپروپن و زمان انبارمانی بر کاهش وزن(٪) (الف) و نشت یونی(٪) (ب) همچنین، اثر برهمکنش پوشش‌دهی و زمان انبارمانی بر کاهش وزن(٪) (ج) و نشت یونی(٪) (د) میوه انار 'ملس ساوه' طی مدت۱۲۰ روز نگهداری در انبار دمای۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰٪ و سپس ۳ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس. میانگین‌هایی (n=3) که دارای حرف‌های مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ ٪آزمون Duncan تفاوت معنی‌داری ندارند.

به‌طور مشابهی گزارش شده است که پوشش‌های خوراکی پلی‌ساکاریدی مانند آلژینات ممکن است توانایی کاهش آب کمتر میوه‌های سیب را طی دوره نگهداری نداشته یا اثر کمی داشته باشند (۳۹). دلیل بیش‌تر بودن مقدار کاهش وزن در ۴۰ روز اول با تیمار آلژینات سدیم دو درصد نسبت به شاهد، ممکن است با ضخامت زیاد پوشش مرتبط باشد. همچنین، در تحقیقی دیگر بیان شد که علت اصلی بالا بودن کاهش وزن در خیارهای پوشش داده شده با ضخامت زیاد ممکن است به‌دلیل تولید گرما و تولید محصول‌های نهایی حاصل از تخمیر بی‌هوازی باشد (۵). مشابه با نتایج پژوهش حاضر، Sepahvand و همکاران (۴۶) و Khademi و همکاران (۲۶) به‌ترتیب روی میوه انار رقم ملس ساوه و ملس یوسف خانی نشان دادند که تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

از کاهش وزن سریع میوه‌ها در طی انبار سرد ممانعت کرده و سبب کاهش علایم سرمازدگی می‌شود. در میوه‌های نافرازگرا که سرعت تولید اتیلن کمتری دارند، استفاده از تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن ممکن است با کاهش اکسیداسیون و سرعت تنفس یاخته‌ای، کاهش وزن را کنترل کند (۴۸). نتایج Chen و همکاران (۱۲) نشان داد که تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌طور موثری کاهش وزن قارچ چینی را کاهش می‌دهد، بنابراین، بازارپسندی ظاهری و طراوت آن‌ها را افزایش می‌دهد.

نشت یونی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای اصلی تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن، پوشش‌دهی و زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد و اثرهای متقابل ۱-متیل‌سیکلوپروپن و زمان نگهداری و نیز پوشش و زمان نگهداری در سطح احتمال پنج درصد روی نشت یونی اثر معنی‌داری داشتند. بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش مدت زمان انبارمانی، میزان نشت یونی افزایش پیدا کرد؛ به‌طوری که درصد نشت یونی نمونه‌ها در روز ۱۲۰ بیشتر از ۸۰ و روز ۸۰ بیشتر از روز ۴۰ بود (شکل۱-ب و د). میوه‌های تیمار شده با ۱-متیل‌سیکلوپروپن در تمامی مراحل نمونه‌برداری از نشت یونی کمتری نسبت به شاهد (بدون تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن) برخوردار بودند. در روز ۱۲۰ (پایان آزمایش) میوه‌های تیمار شده با ۱-متیل‌سیکلوپروپن ۱۷/۱۷٪ نشت یونی کمتری نسبت به شاهد داشتند (شکل ۱-ب). همچنین، تیمار پوشش سلوفان و کاغذ واکسی تاثیر مثبتی بر کنترل میزان نشت یونی نسبت به شاهد داشتند، به‌طوری‌که در پایان مدت زمان انبارمانی ۱۲۰ روز، درصد نشت یونی میوه‌های تیمار شده با سلوفان و کاغذ واکسی، بدون تفاوت نسبت به یکدیگر، کمتر از درصد نشت یونی سایر تیمارها بود. بیش‌ترین درصد نشت یونی در تمامی مراحل نمونه‌برداری در تیمار شاهد دیده شد. افزون بر این، بین تیمارهای آلژینات سدیم یک و دو درصد، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان نشت یونی مشاهده نشد (شکل ۱-د).

نشت یونی یکی از بارزترین شاخص‌ها در ارزیابی میزان نفوذپذیری و بیان پایداری غشاها است که در میوه انار در پوست آن اندازه‌گیری می‌شود (۳۱، ۴۲، ۴۵). در آزمایش حاضر نتایج نشت یونی با میزان سرمازدگی و کاهش وزن هم‌خوانی داشت. نمونه‌های شاهد دارای نشت یونی و آسیب سرمازدگی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های میوه پوشش‌داده شده و ۱-متیل‌سیکلوپروپن بود. یکی از پاسخ‌های داده‌شده به تنش سرمازدگی افزایش میزان نشت یونی است که در پوست میوه انار (۷، ۳۲) گزارش شده است. نتایج پژوهش حاضر با نتیجه Babalar و همکارن (۸) هم‌سو است. آن‌ها گزارش کردند که میوه‌های انار پوشانده‌شده با صفحه کاغذی و پوشال کاغذ طی انبارمانی، نشت یونی و پراکسیدهیدروژن کمتری نسبت به میوه‌های شاهد بدون پوشش داشتند. در واقع دمای کم، موجب تغییر در حالت لیپیدهای غشای یاخته‌ای می‌گردد؛ به‌طوری که آن‌ها را از حالت مایع به حالت ژل-جامد، تبدیل می‌نماید. کاهش سیالیت غشاء منجر به افزایش نفوذپذیری و تراوش یون‌ها می‌شود. بررسی‌های مختلف در میوه انار نشان داده است که ترکیب و مقدار لیپیدهای غشاء در طول انبار سرد دست‌خوش تغییر می‌شود؛ درحالی‌که اعمال تیمارهای موثر از کاهش مقدار اسیدهای چرب ممانعت نموده و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع را بالاتر نگه می‌دارد. از این رو، استحکام و ساختار غشاء یاخته‌ای در طی مدت قرار گرفتن در معرض تنش سرمایی را حفظ می‌کند (۳۱). نتایج Chen و همکاران (۱۲) نشان داد که تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌طور موثری میزان نشت یونی قارچ چینی را کنترل می‌کند و میزان قهوه‌ای شدن آن را در طول ذخیره‌سازی سرد کاهش می‌دهد. تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن می‌تواند به‌عنوان ترکیب ضد عمل اتیلن از افزایش اکسیداسیون درون یاخته‌ای و به‌دنبال آن از آسیب غشاء یاخته‌ای و نشت یونی جلوگیری نماید (۱۴). بررسی‌ها قبلی ثابت می‌کند که تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن افزون بر ممانعت از عمل اتیلن با افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسندگی نیز مانع یا سبب کاهش تنش اکسیداسیونی و آسیب به غشاء یاخته‌ای می‌گردد (۵۲). از سویی، در آزمایش حاضر تیمار ترکیب پوشش غیرخوراکی با ۱-متیل‌سیکلوپروپن بهترین اثر را بر حفظ ظرفیت پاداکسندگی نسبت به بقیه داشت.

میزان آسیب سرمازدگی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرها ساده تیمارهای استفاده شده (۱-متیل‌سیکلوپروپن، پوشش‌دهی و زمان نگهداری) و اثرها دوگانه و اثر سه‌گانه بین آن‌ها روی میزان آسیب سرمازدگی میوه انار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با گذشت زمان، میزان سرمازدگی میوه‌های انار به‌تدریج افزایش می‌یابد. به‌طورکلی استفاده از ۱-متیل‌سیکلوپروپن و پوشش غیرخوراکی سبب به‌تاخیرافتادن این شاخص در میوه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد شد؛ به‌طوری‌که در روز پایان انبارداری (۱۲۰) بیش‌ترین شاخص خسارت سرمازدگی مربوط به تیمار پوشش آلژینات سدیم ۲

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

درصد (با میانگین ۷۰ ٪) و شاهد (با میانگین ۶۵٪) بود، در صورتی‌که کم‌ترین آسیب سرمازدگی با تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان (با میانگین ۳۷/۵٪) ۴۲/۳٪ کمتر از شاهد ثبت شد (شکل ۲-الف). به‌طورکلی، ۱-متیل‌سیکلوپروپن + پوشش سلوفان و پس از آن به‌ترتیب ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌تنهایی و ۱-متیل‌سیکلوپروپن + کاغذ واکسی بیش‌ترین تأثیر را بر کاهش خسارت سرمازدگی طی ۱۲۰ روز داشتند (شکل ۲-الف). گزارش‌های پیشین نشان می‌دهند که استفاده از دماهای پایین در طی مدت نگهداری میوه‌های انار باعث افزایش قهوه‌ای شدن پوست (میزان سرمازدگی) آن‌ها گردیده است (۲، ۷، ۳۴،۱۳، ۴۴). پوشش سلوفان و کاغذ واکسی نیز با تشکیل یک لایه نیمه‌نفوذپذیر، هرچند اجازه عبور برخی مولکول‌های کوچک مشخص را می‌دهد، اما با مانع‌شدن در برابر حرکت اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و رطوبت، باعث کاهش تنفس و تعرق سطح میوه می‌شود. تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن در به‌تاخیر انداختن پیری و کاهش خسارت سرمازدگی میوه و سبزی مؤثر می‌باشد (۴۰، ۵۲). نقش مثبت تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن در کاهش نشانه‌های سرمازدگی انار در رقم‌های 'واندرفول'[۴] (۱۵)، 'ملس ساوه' (۴۶)، 'داهونگپاو'[۲] (۵۱) و 'ملس یوسف‌خانی' (۲۶) گزارش شده است که نتایج پژوهش حاضر با این یافته‌ها هم‌راستا است. در پژوهش حاضر نیز کاهش از دست‌دهی رطوبت می‌تواند به‌دلیل کاهش سرمازدگی میوه‌ها باشد. همچنین، Defilippi و همکاران (۱۵) و Zhang و همکاران (۵۱) در پژوهش‌شان گزارش نمودند که قرار گرفتن در معرض ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌ترتیب بروز قهوه‌ای شدن پوست میوه رقم‌های 'واندرفول' و 'داهونگپاو' را کاهش می‌دهد. در پژوهشی دیگر تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن، قهوه‌ای شدن بادمجان را طی انبار سرد به‌تاخیر انداخت و انبارمانی و کیفیت آن را تقویت نمود. بر اساس یافته‌های موجود، تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن می‌تواند قهوه‌ای شدن ناشی از سرمازدگی پس‌از برداشت در میوه‌ها و سبزی‌های مختلف را طی زمان انبارداری با مهار فعالیت آنزیم PPO به‌تأخیر اندازد (۵۳، ۵۲).

در پژوهش ما پایین بودن دمای نگهداری، بروز نشانه‌های سرمازدگی در میوه‌ها را تشدید نمود. از طرفی پوشش‌های غیرخوراکی، سبب کاهش ظهور علایم سرمازدگی (فرورفتگی و قهوه‌ای شدن) گردیدند. کاهش میزان سرمازدگی به صورت چشم‌گیری در میوه‌های تیمار شده با پوشش + ۱-متیل سیکلوپروپن، مشاهده گردید. در پژوهشی، Babalar و همکاران (۸) با مطالعه تاثیر دو روش پوشاندن در مهار آسیب سرمازدگی میوه انار در سردخانه، نشان دادند که پوشاندن میوه‌ها با پوشال یا صفحه کاغذ مومی، شدت قهوه‌ای شدن در سطح داخلی پوست میوه‌ها (علایم خسارت سرمازدگی) را کاهش داده است، به‌نحوی که استفاده از صفحه کاغذی تاثیر بیشتری داشت. در پژوهش ما نیز پوشش سلوفان و کاغذ واکسی چنین اثر مثبتی را نشان داد. ترکیب پوشش با ۱-متیل سیکلوپروپن، بهترین اثر را در کاهش علایم سرمازدگی داشت. در پژوهش دیگری، Brooks و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که پوشاندن میوه‌های سیب با کاغذهای روغنی می‌تواند سبب مهار سوختگی سطحی[۳] در دوره پس از برداشت و افزایش ماندگاری میوه شود. Huelin و Coggiola (۲۲) ارتباط این موضوع را به جذب یک ترکیب فرار به‌نام آلفا- فارنسین نسبت داده‌اند.

شدت فساد

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که که اثرها ساده تیمارهای استفاده شده و اثرها برهم‌کنش دوگانه و اثر سه‌گانه بین آن‌ها بر میزان پوسیدگی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در طول مدت انبارداری مشاهده نشانه‌های ظاهری رشد قارچی به‌عنوان ایجاد آلودگی در نظر گرفته شد. بدین ترتیب در ۴۰ روز اول، پوسیدگی اندکی در تیمارهای شاهد، کاغذ واکسی، سلوفان و ۱-متیل‌سیکلوپروپن+ آلژینات سدیم دو درصد مشاهده شد که قابل چشم‌پوشی بودند. با افزایش مدت انبارمانی، شاخص فساد (پوسیدگی) در میوه انار افزایش یافت؛ به‌طوری که شدت شاخص فساد میوه در روز ۱۲۰ به‌طور معنی‌داری بیشتر از روزهای ۸۰ و ۴۰ بود. پس از ۸۰ روز انبارمانی، بالاترین مقدار شاخص فساد در تیمار آلژینات سدیم دو درصد در مقایسه با روز ۴۰ انبارمانی به‌دست آمد و کم‌ترین شدت پوسیدگی در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن + کاغذ واکسی و ۱-متیل‌سیکلوپروپن، با ۷۵٪ کاهش در مقایسه با شاهد، مشاهده شد. پس از ۱۲۰ روز انبارمانی، کم‌ترین میزان شاخص فساد میوه به تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن با ۳۸/۴٪ تفاوت در مقایسه با شاهد، اختصاص یافت. بیش‌ترین مقدار شاخص فساد نیز در تیمار آلژینات سدیم

۱- Wonderful ۲- Dahongpao ۳- Superficial skald

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

دو درصد با ۸۲/۵٪ تفاوت در مقایسه با شاهد مشاهده شد (شکل ۲- ب). این نتایج نشان دهنده اثر سودمند ۱-متیل‌سیکلوپروپن در کاهش توسعه پوسیدگی است.

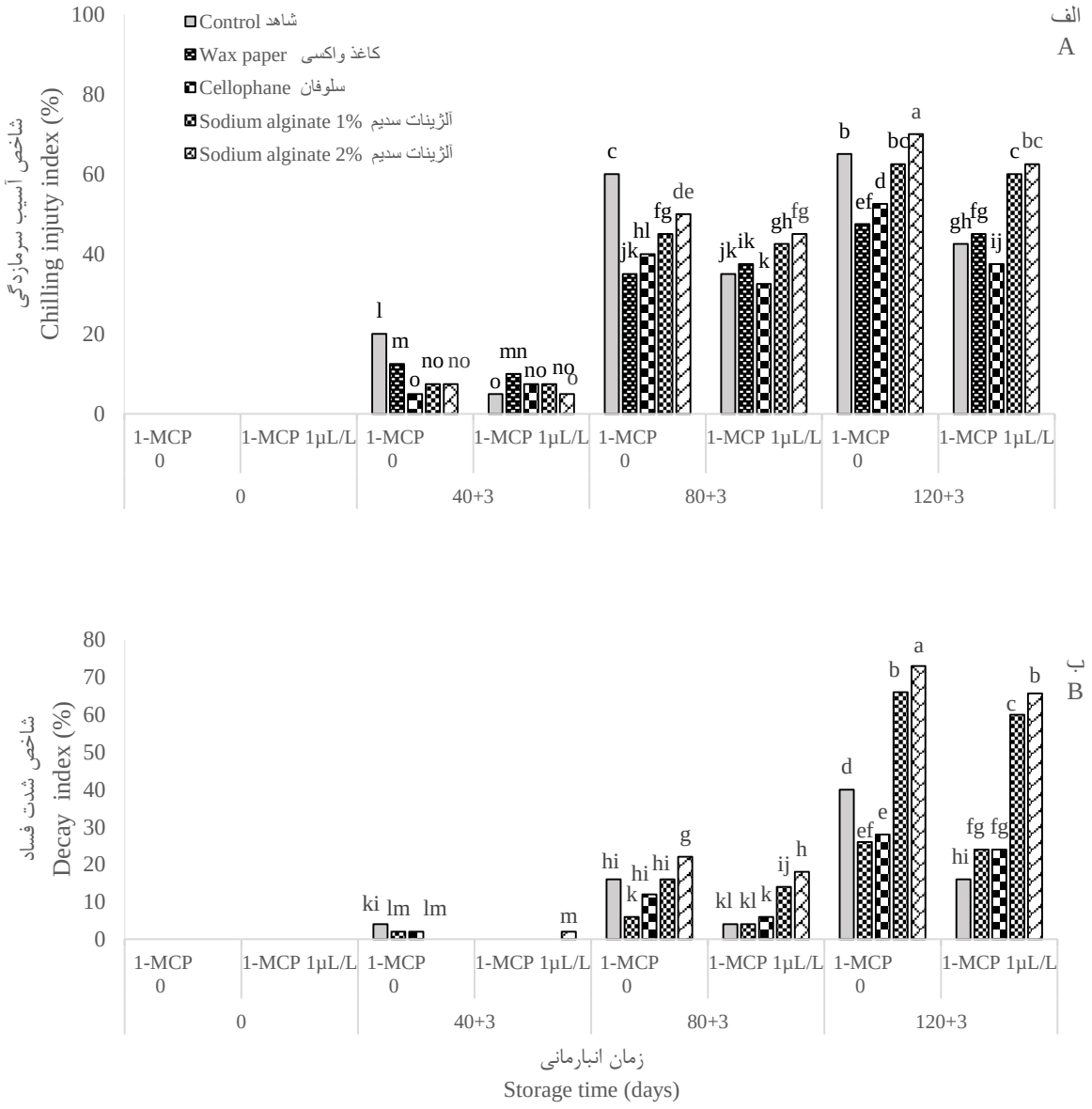

Fig. 2. The interaction effect of 1-MCP, cover type and time of storage on A) chilling injuty (%) and B) decay (%) of pomegranate 'Malas-E-Saveh' fruits during 120-days cold storage at 4 ± 1 °C and 80-85% RH plus 3 days at 20 °C. Means with similar letters are not significantly different at 1% level of probability using Duncan test.

شکل ۲- اثر برهمکنش تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن، پوشش‌دهی و زمان انبارمانی بر الف) درجه سرمازدگی (%) و ب) شدت فساد (پوسیدگی) (%) میوه انار 'ملس ساوه' طی مدت ۱۲۰روز نگهداری در انبار دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ ٪ و سپس ۳ روز نگهداری در ۲۰ درجه سلسیوس. میانگین‌هایی (n=3) که دارای حرف‌های مشابه هستند، در سطح احتمال ۱٪ آزمون Duncan تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

بر اساس پژوهش‌های پیشین، افزایش میزان تنفس و کاهش وزن در شرایط سرد ذخیره‌سازی می‌تواند سبب آسیب سرمازدگی (۳۱) یا توسعه پوسیدگی باشد (۲۴). این ترکیب در بسیاری از مطالعه‌ها سبب کاهش پوسیدگی شده است (۵۳). پوشش‌دهی از جمله راهکارهای مورد استفاده جهت جلوگیری از توسعه فساد میوه و سبزی در شرایط پس از برداشت است. در این رابطه، عملکرد انواع مختلف پوشش‌ها به ترکیب آن‌ها بستگی دارد (۳۶). در پژوهشی، پیچیدن میوه‌های بومی نیجریه درون صفحه‌های کاغذی، به‌دلیل کاهش آسیب‌های مکانیکی، جلوگیری از انتشار آلودگی و حفظ کیفیت میوه‌ها، تأثیر قابل توجهی بر افزایش عمر قفسه‌ای داشت (۴۹).

مواد جامد محلول کل (TSS) و اسید قابل تیتر (TA)

اثر اصلی تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن در سطح احتمال پنج درصد و اثر اصلی تیمار پوشش و زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر مقدار مواد جامد محلول معنی‌دار بود. همچنین، مشاهده شد که تنها عامل موثر بر میزان TA زمان است. مقدار مواد جامد محلول در مدت زمان انبارمانی روند افزایشی داشت و در پایان زمان انبارمانی به مقدار ناچیز کم شد، هرچند این کاهش در TSS بسیار ناچیز بود (شکل ۳-الف). میوه‌های انار در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن مقدار مواد جامد محلول کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند (شکل ۳-ج) همچنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین تیمارهای پوششی، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مواد جامد محلول به‌ترتیب در شاهد (۱۶/۸۶ درجه بریکس) و سلوفان (۱۵/۹۶درجه بریکس) بود. با این حال، بین سلوفان و کاغذ واکسی نسبت به یکدیگر همچنین، دو غلظت آلژینات سدیم نسبت به یکدیگر از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳- د). نتایج پژوهش‌های پیشین روی میوه انار (۳۵)، لیچی (۱۷) و خرمالو (۳۳) بیانگر آن است که تیمار پوشش می‌تواند به‌طور قابل توجهی تغییر TSS میوه را نسبت به شاهد کاهش دهد که نتایج پژوهش حاضر با این یافته‌ها هم‌سو است.

همان‌طوری که در شکل ۳-ب مشاهده می‌شود، به مرور زمان، اسید قابل تیتراسیون، کاهش معنی‌داری نسبت به روز اول انبارمانی پیدا کرده است. تغییرات TSS و TA در حین نگهداری در میوه‌های انار می‌تواند نتیجه فرآیند تنفس و پیری باشد (۳۱، ۴۲). از آنجایی که اسیدهای آلی به‌عنوان ماده زمینه در واکنش‌های آنزیمی تنفس به‌کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوران پس از برداشت، TA اغلب میوه‌ها کاهش یابد (۴۳، ۴۷). نتیجه پژوهش حاضر نشان داد که بین میوه‌های تیمار شده و شاهد در هر زمان، تفاوت چشم‌گیری به‌لحاظ تغییرات TA وجود نداشت. گزارش‌های پیشین در مورد انار نشان داده است که TA در هنگام انبارداری سرد کاهش می‌یابد (۳۵، ۲۶).

گزارش شده است که میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت در هویج پوشش داده شده با سلوفان در طول ۱۴ روز انبارمانی حفظ می‌شود. این پوشش از کاهش وزن هویج جلوگیری نمود (۳۸). در مقابل، Ghasemnezhad و همکاران (۲۰) بیان کردند که میزان TSS و TA در انارهای پوشش داده شده با کیتوزان در حین نگهداری به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس، به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. همچنین، گزارش شده است که میزان اسید کل آب میوه انار در طول مدت انبارداری به تدریج به‌علت مصرف در فرآیند تنفسی، کاهش می‌یابد (۲۵). کاهش مواد جامد محلول در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن نسبت به شاهد می‌تواند به‌دلیل کاهش تنفس میوه توسط ۱-متیل‌سیکلوپروپن و تیمار پوشش غیرخوراکی باشد. افزون بر این، از دست دادن رطوبت میوه نیز در افزایش مواد جامد محلول تأثیر به سزایی دارد (۲۸). بررسی‌های دیگر نشان داد، تیمار ترکیبی کیتوزان و آلژینات سدیم اثر معنی‌داری بر تغییرات میزان مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتر میوه توت‌فرنگی (۵۰) و گیلاس گراس استار[۱](۱۵) نداشت. این گزارش با نتایج ما در مورد اثر پوشش آلژینات سدیم هم‌خوانی دارد. تاثیر ۱-متیل‌سیکلوپروپن در پژوهش حاضر با مطالعه Khademi و همکاران (۲۶) مشابه بود. در پژوهشی دیگر گزارش شده است که تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌طور موثری مانع افزایش مواد جامد محلول قارچ چینی شد که نتایج پژوهش نیز با یافته‌های آن‌ها مطابقت مطابقت دارد (۱۲).

۱- Grace Star

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

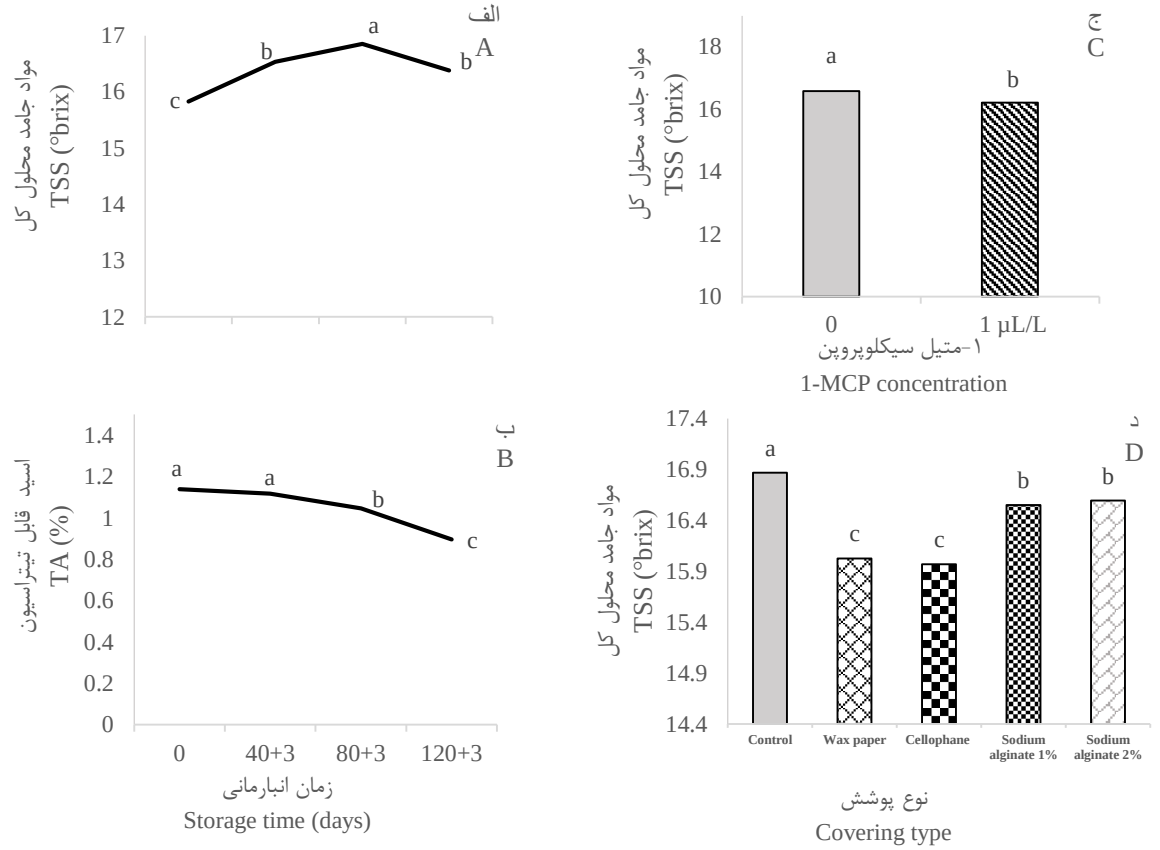

Fig. 3. Main effects of treatments on the measured traits in pomegranate 'Malas-E-Saveh' fruits. Effect of time on TSS (A) and TA (B); impact of 1-MCP on TSS (C), changes in TSS using different covers (D). Means in with similar letters are not significantly different at 1% level of probability using Duncan test.

شکل ۳- اثرهای اصلی تیمارها بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در میوه انار 'ملس ساوه'. اثر زمان بر TSS (الف) و TA (ب)؛ اثر ۱-متیل‌سیکلوپروپن روی TSS (ج)، تغییرات در TSS با استفاده از پوشش‌های مختلف (د). میانگین‌هایی (n=3)که دارای حرف‌های مشابه، در سطح احتمال ۱٪ با استفاده از آزمون Duncan تفاوت معنی‌داری ندارند.

پاداکسندگی

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن، پوشش‌دهی و زمان نگهداری و اثرها برهم‌کنش دوگانه (به‌جز پوشش و زمان نگهداری) و اثرها سه گانه بین آن‌ها بر ظرفیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. منحنی تغییرات میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شکل ۴- الف نشان می‌دهد که مقادیر این شاخص در تمام تیمارها با گذشت زمان کاهش یافته است؛ در حالی که تیمارهای انجام شده باعث حفظ میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار در طول مدت زمان نگهداری نسبت به شاهد شدند. به‌طورکلی، تیمارهای تلفیقی پوشش + ۱-متیل‌سیکلوپروپن میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به هر تیمار به‌تنهایی داشتند. بیش‌ترین میزان آن در روز ۴۰ دوره انباری در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن مشاهده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در روز ۴۰ انباری در تیمارهای ۱-متیل‌سیکلوپروپن، ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان، ۱-متیل‌سیکلوپروپن + کاغذ واکسی، ۱-متیل‌سیکلوپروپن + آلژینات سدیم یک درصد و ۱-متیل‌سیکلوپروپن + آلژینات سدیم درصد (دو تیمار اخیر، تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند)، به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. کم‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های شاهد دیده شد (شکل ۴- الف). پس از ۸۰ روز انبارمانی، بیش‌ترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان (میزان ۸۱/۳۱ ٪) با ۵۰/۰۴ ٪ تفاوت در مقایسه با شاهد به دست آمد. در این زمان، بین نمونه تیمارشده با ۱-متیل‌سیکلوپروپن + کاغذ واکسی و ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان تفاوت معنی‌داری از نظر تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشد. کم‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در روز ۸۰ در تیمار شاهد (۵۴/۱۹ ٪) دیده شد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (شکل ۳)، در پایان دوره انبارمانی (روز ۱۲۰) به‌ترتیب در تیمار

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان (با میزان ۸۰/۷۵٪) و شاهد (با میزان ۳۹/۷۵ ٪) مشاهده شد (به تقریب دو برابر بیشتر از شاهد). نتیجه‌های مطالعه پیش‌رو با یافته‌های Zhang و همکاران (۵۲) روی شلیل و Khademi و همکاران (۲۶) روی انار هم‌سو بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی محصول‌های گیاهی بیشتر به‌دلیل وجود رنگدانه‌ها، ویتامین‌ها و ترکیب‌های فنولی است (۹). گزارش شده است که استفاده پس از برداشت از ۱-متیل‌سیکلوپروپن می‌تواند به‌طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD، CAT و APX را افزایش دهد (۵۲). به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر ۱-متیل‌سیکلوپروپن با تاثیر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شده است. پوشش‌ها نیز با حفظ طراوت، جلوگیری از کاهش وزن و چروکیدگی پوست میوه، سبب حفظ پایداری غشاء و فعالیت بیشتر آنتی‌اکسیدانت‌ها شده‌اند. علاوه بر این، همبستگی مثبتی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیب‌های فنولی موجود در میوه انار پیش از این گزارش شده است (۳۲). امروزه ثابت شده است که پوشش‌های خوراکی و غیرخوراکی می‌توانند با کاهش نفوذ اکسیژن و کاهش مصرف متابولیت‌ها توسط یاخته، سبب کاهش فرآیندهای اکسیداتیو شوند (۱۰). در بسیاری از پژوهش‌ها گزارش شده است که میزان اسید اسکوربیک، آنتوسیانین کل و سایر ترکیب‌های فنولی نقش موثری در فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند (۲،۳۲). در پژوهش Ghasemnezhad و همکاران (۲۰)، کاهش قابل توجهی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی آریل انار پوشش‌دار و بدون پوشش نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس گزارش کردند. با این حال، این کاهش در تیمار پوشش داده شده کمتر از شاهد بود. دلیل افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های پوشش داده با سلوفان و کاغذ واکسی ممکن است با کاهش تلفات از دست‌دهی آب، آنتوسیانین، کل فنول‌ها و فلاونوئیدها توضیح داده شود (۳۰). هم‌راستا با نتایج این تحقیق، فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های کیوی پوشش داده شده با واکس در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش، بیشتر بود (۲۱). در مقابل، Mirdehghan و همکاران (۳۲) افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در میوه‌های انار تیمار شده با پلی‌آمین طی ۶۰ روز نگهداری در دمای ۲ درجه سلسیوس به‌علاوه ۳ روز نگهداری در ۲۰ درجه سلسیوس مشاهده کردند.

فنول کل

نتیجه‌های به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای اصلی تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن، پوشش و زمان نگهداری همچنین، برهمکنش ۱-متیل‌سیکلوپروپن و زمان نگهداری، پوشش و زمان نگهداری و پوشش در ۱-متیل‌سیکلوپروپن و همچنین، اثر سه‌گانه پوشش، ۱-متیل‌سیکلوپروپن و زمان نگهداری روی میزان فنول کل، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتیجه‌های این مطالعه نشان داد که میزان فنول در طول دوره انبارداری با یک روند متغیر افزایشی و کاهشی روبرو شد. به‌عبارت دیگر، میزان فنول کل تا روز ۴۰ انباری افزایش قابل توجهی نشان داد؛ درحالی که میزان آن از روز ۴۰ تا پایان مدت نگهداری کاهش یافت. با این حال، شدت این کاهش در تیمارهای مختلف، تفاوت چشم‌گیری با یکدیگر داشت (شکل ۴-ب)؛ به‌طوری که میوه‌های ترکیب ۱-متیل‌سیکلوپروپن با پوشش سلوفان و کاغذ واکسی، به‌طور قابل توجهی فنول بالاتری را در مقایسه با میوه‌های پوشیده شده آلژینات سدیم و شاهد نشان دادند. میزان اولیه ترکیب‌های فنولی در انار رقم ملس ساوه در حدود ۱۲۰میلی‌گرم اسیدتانیک در لیتر بود که این مقدار در طول ۴۰ روز ابتدای انبارمانی افزایش یافت. در روز ۴۰ انبارمانی، بالاترین مقدار فنول در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن + کاغذ واکسی (مقدار ۱۴۶/۵۶ میلی‌گرم اسیدتانیک درلیتر) با ۴/۴۶ ٪ افزایش در مقایسه با شاهد به‌دست آمد. کم‌ترین مقدار فنول کل در تیمار آلژینات سدیم دو درصد به دست آمد (شکل ۴-ب). ترکیب‌های فنولی پس از ۸۰ روز انبارمانی در دمای ۴ درجه سلسیوس نسبت به روز ۴۰ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ترکیب‌های فنولی در روز ۸۰ به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان و آلژینات سدیم یک درصد بود. در ادامه مدت ذخیره‌سازی در انبار سرد نیز روند کاهش میزان فنول در تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان آهسته‌تر از سایر تیمارها بود. در روز ۱۲۰ انبارمانی بین تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن + کاغذ واکسی و ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان تفاوت معنی‌داری از نظر میزان ترکیب‌های فنولی مشاهده نشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

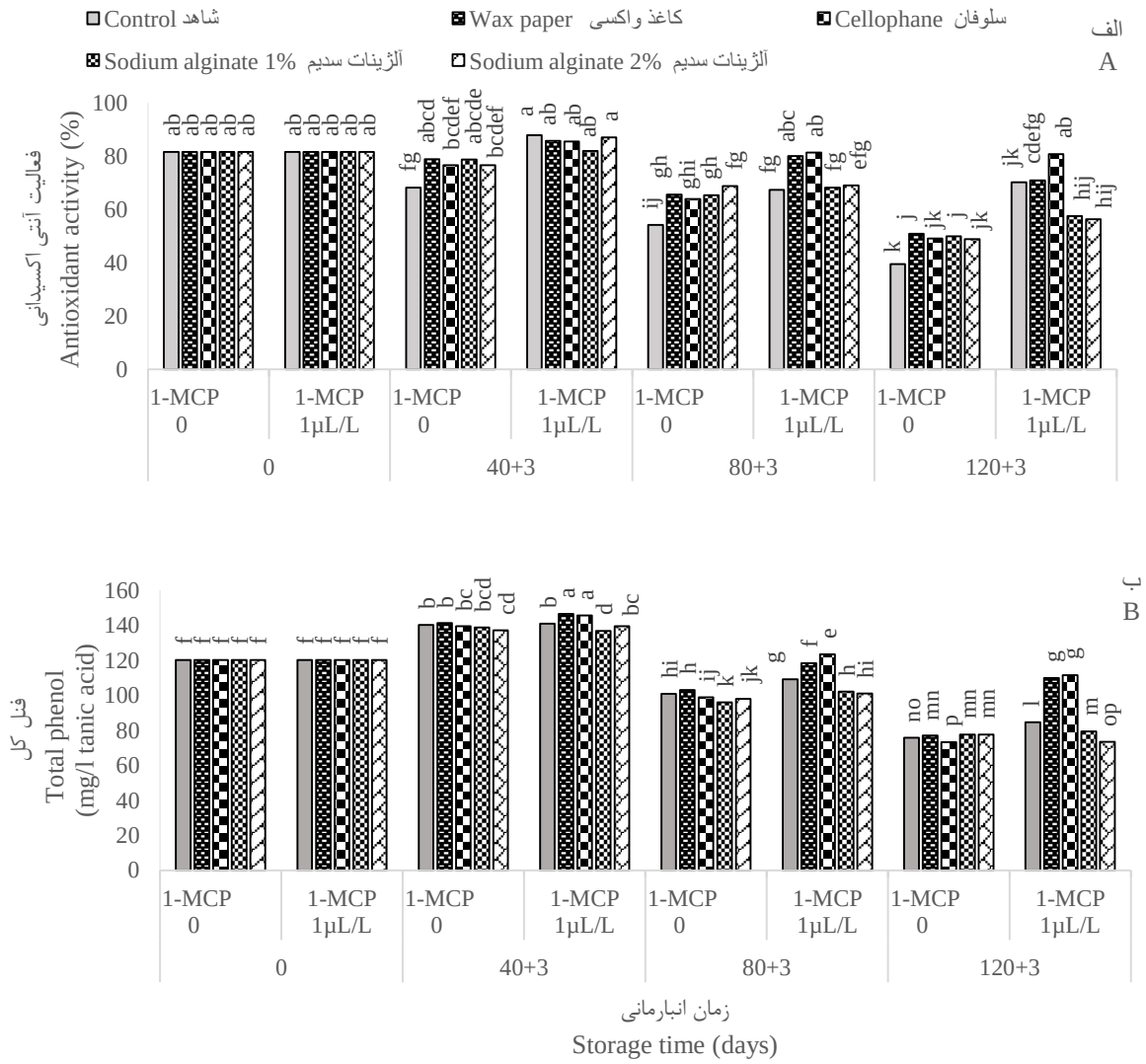

Fig. 4. The interaction effect of 1-MCP, covering type and time of storage on A) antioxidant activity (%) and B) total phenol (mg TAE g^{-1} FW) of pomegranate fruit during 120-day cold storage at 4 ± 1 °C and 80- 85% RH plus 3 days at 20 °C. Means in each column with similar letters are not significantly different at 1% level of probability using Duncan test.

شکل ۴- برهمکنش اثر تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن، نوع پوشش و زمان انبارمانی بر الف) فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪) و ب) ترکیب‌های فنول کل (میلی‌گرم اسید تانیک در لیتر) میوه انار 'ملس ساوه' طی مدت ۱۲۰روز نگهداری در انبار دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۸۵-۸۰ ٪ سپس ۳ روز نگهداری در ۲۰ درجه سلسیوس. در هر ستون میانگین‌هایی (n=3) که دارای حروف مشابه هستند، در سطح احتمال ۱٪ آزمون Duncan تفاوت معنی‌داری ندارند.

روند تغییرات میزان پاداکسندگی و فنل آریل میوه انار در طول مدت زمان نگهداری با پژوهش MOlla و همکاران (۳۴) مطابقت دارد. در پژوهشی مشابه روی میوه انار رقم ملس یوسف خانی نشان داده شد که ترکیب‌های فنولی و ظرفیت پاداکسندگی در طول نگهداری طولانی مدت در نمونه‌های شاهد و تیمار اتیلن کاهش یافت، اما کاربرد پس از برداشت ۱-متیل سیکلوپروپن سبب حفظ مقدار فنول کل و ظرفیت پاداکسندگی در طول انبار شد، که نتایج ما با این یافته‌ها هم‌سو است و مطابقت دارد (۲۶). تغییر در محتوای فنولی در حین ذخیره‌سازی سرد ممکن است مربوط به نوسانات فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) باشد. آنزیم PAL، آنزیم اصلی در مرحله اول مسیر فنیل پروپانوئید است که به‌طور مستقیم در ساخت ترکیب‌های فنولی نقش دارد (۴۳). افزایش فعالیت این آنزیم به‌عنوان یک سازوکار دفاعی در برابر سرمازدگی شناخته می‌شود. افزون بر این، کاهش ثانویه محتوای فنولی می‌تواند به‌دلیل تخریب آنزیمی باشد (۲۴). مهار فعالیت پلی فنول اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

با تیمار پوششی نیز با میوه‌های لانگان و لیچی ذخیره شده در دمای پایین مشاهده شده است (۱۷، ۲۴). افزایش اولیه محتوای فنول پس از ۴۰ روز انبارداری سرد به احتمال مربوط به سنتز فلاونوئیدها و آنتوسیانین ها در میوه انار طی ذخیره‌سازی پس از برداشت است (۱۹). کاهش اخیر می‌تواند با تخریب فلاونوئیدها مرتبط باشد. یافته‌های ما با نتایج گزارش شده توسط Fawole و Opara (۱۹) مبنی بر کاهش محتوای فنولی در میوه انار ('باگوا[۱]' و 'روبی[۲]') پس از ۱۶ هفته نگهداری در دمای ۵ تا ۷ درجه سلسیوس، هم‌خوانی دارد. علاوه بر این، Ghasemnezhad و همکاران (۲۰) کاهش محتویات فنولی را در میوه انار رقم 'تارم[۳]' پوشانده شده با کیتوزان پس از ۱۲ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس گزارش کردند. میوه‌های گوجه‌فرنگی پوشش داده شده با صمغ عربی نسبت به نمونه‌های شاهد بدون پوشش، میزان فنول‌ها و ظرفیت ضداکسایشی بالاتری داشتند. وجود یک لایه نازک در پیرامون میوه، غلظت اکسیژن مورد استفاده برای فرآیندهای اکسیداتیو را کاهش داده است (۴). بنابراین، میزان اتلاف و تخریب فنول نمونه‌های تیمارشده در این پژوهش نسبت به شاهد کمتر بوده است. همراستا با پژوهش حاضر آلژینات سدیم مانع افزایش میزان فنول کل در میوه گیلاس دو رقم 'گراس استار' و 'بیگ لوری[۴]' نسبت به میوه‌های بدون پوشش شد (۱۳) که با نتایج ما در رابطه با اثر آلژینات سدیم بر میزان تغییرات فنولی میوه انار در روزهای ۴۰ و ۸۰، مطابقت داشت. به احتمال تیمار پوشش، باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های PPO و POD در پاسخ به تغییرات جو داخلی میوه‌های پوشیده شده می‌شود. به‌طور مشابهی Dong و همکاران (۱۷) تخریب آنتوسیانین ناشی از PPO و POD را در میوه لیچی گزارش کردند. استفاده از پوشش کیتوزان فعالیت آنزیم در زمان نگهداری را کاهش داد.

نتیجه‌گیری

داده‌های ارائه شده در این پژوهش نشان می‌دهد که ویژگی کیفیت میوه‌های انار در مدت زمان نگهداری و ماندگاری در سردخانه زیر تأثیر تیمارهای پوشش و ۱-متیل‌سیکلوپروپن قرار می‌گیرند. در شرایط انبار سرد با دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۸۵-۸۰ درصد می‌توان تا ۴۰ روز میوه‌های انار رقم ملس ساوه را با کم‌ترین مقدار کاهش کیفیت نگهداری نمود که ممکن است ناشی از خوگیری میوه‌ها به سرما باشد. در پژوهش حاضر، تیمار ۱-متیل‌سیکلوپروپن به‌همراه پوشش سلوفان و کاغذ واکسی در حفظ کیفیت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تاخیر در کاهش آن‌ها نسبت به تیمار آلژینات سدیم و شاهد، کارا بود. به‌طور کلی، ۱-متیل‌سیکلوپروپن + سلوفان موثرترین تیمار در حفظ پارامترهای کیفیت، محتوای فنولی کل، آنتی‌اکسیدان‌ها، کاهش سرمازدگی و کاهش فساد میوه انار طی نگهداری در سردخانه به‌مدت ۱۲۰ روز بود و به‌منظور نگهداری میوه‌های انار رقم ملس ساوه در شرایط انبارداری سرد پیشنهاد می‌گردد.

منابع

References

1. Aghdam, M.S., Z. Luo, A. Jannatizadeh, M. Sheikh-Assadi, Y. Sharafi, B. Farmani, and F. Razavi. 2019. Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12 giving rise to promoting endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity. Food Chem. 275: 549-556.
2. Aghdam, M.S., Z. Luo, L. Li, A. Jannatizadeh, J.R. Fard, and F. Pirzad. 2020. Melatonin treatment maintains nutraceutical properties of pomegranate fruits during cold storage. Food Chem. 303, 125385.
3. Ahmad, M., Z. Shah, J. Durrani, M. A. Chaudhry, and E. Khan. 1989. Effect of film packaging physicochemical characteristics of blood red oranges during storage at room conditions. J. Pak. Agr. Res. 10: 66-73.
4. Ali, A., M. Maqbool, S. Ramachandran, and P.G. Alderson. 2010. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 58: 42–47.
5. Al-Juhaimi, F., K. Ghafoor, and E. E. Babiker. 2012. Effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit during storage. Pak. J. Bot. 44(4): 1439-1444.
6. Ashornejad, M. and M. Ghasemnejad. 2012. Effect of packaging with cellophane and cold storage on quality and shelf life of Japanese Medlar fruit, Ira. J. Nutr. Sci. Food. Technol. 7:2. 95-375.

۱- Bhagwa ۲- Ruby ۳- Tarom ۴- Big Lory

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

7. Babalar, M., F. Pirzad, M. A. A. Sarcheshmeh, A. Talaei, and H. Lessani. 2018. Arginine treatment attenuates chilling injury of pomegranate fruit during cold storage by enhancing antioxidant system activity. Postharvest Biol. Technol. 137: 31-37.
8. Babalar, M., M. Mosayyebzadeh, Z. Zamani, A. Mousavi, and M.R. Fattahi Moghadam. 2017. The effect of two covering methods with waxed paper to inhibit chilling injury in pomegranate Malas-e-Saveh fruit during cold storage. Iran. J.of Hort. Sci .48 (2). 251 – 263. (In Persian)
9. Barman, K., Asrey R, and RK. Pal. 2011. Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. Sci Hort. 130:795–800.
10. Bonilla, J., L. Atares, M. Vargas, and A. Chiralt. 2012. Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. J. Food Eng. 110:2, 208-213.6
11. Brooks, C., and Cooley, J. S. 1924. Oiled paper and other oiled materials in the control of scald on barrel apples. J. Agr. Res. 26:3. 129-135.
12. Chen, B., G. Wu, L. Li, Q. Wei, Q. Zhong, X. Chen, and Y. Jiang. 2019. Effects of 1-methylcyclopropene on the quality attributes of harvested Chinese mushroom (*Volvariella volvacea*) fruiting bodies. J. Food Sci. Nutr. 7:2. 747-754.
13. Chiabra, V. and G. Glacalone. 2015. Efects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. J. Food Sci. 27: 173-180.
14. De Martino G., K. Vizovitis R. Botondi A. Bellincontro, and F. Mencarelli. 2006. 1-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. Postharvest Biol. Technol. 39: 38-47.
15. Defilippi, B.G., B.D. Whitaker, B.M. Hess-Pierce, and K. Kader. 2006. Development and control of scald on wonderful pomegranates during long-term storage. Postharvest Biol. Technol. 41: 234-243.
16. Dhanapal, A., P. Sasikala, L. Rajamani, V. Kavitha, G. Yazhini, and M. S. Banu. 2012. Edible films from polysaccharides. Food Sci. and Qual. Manage. 3: 9-18.
17. Dong, H., L. Cheng, J. Tan, K. Zheng, and Y. Jiang. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. J. Food Eng. 64:355–358.
18. Ehteshami, S., F. Abdollahi, A. Ramezanian, A. M. Dastjerdi, and M. Rahimzadeh. 2019. Enhanced chilling tolerance of pomegranate fruit by edible coatings combined with malic and oxalic acid treatments. J.Sci. Hort. 250. 388-398.
19. Fawole, OA. And UL. Opara. 2013. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. Ind. Crop Prod. 47:300–309.
20. Ghasemnezhad, M., S. Zareh, M. Rassa, and R. H. Sajedi. 2013. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. J. Sci. Food Agric. 93:2. 368-374.
21. Hu, H., H. Zhou, and P. Li. 2019. Lacquer wax coating improves the sensory and quality attributes of kiwifruit during ambient storage. Sci. Hort. 244: 31–41.
22. Huelin, F. E. and I. M. Coggiola. 1968. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. IV: Effect of variety, maturity, oiled wraps and diphenylamine on the concentration of a-farnesene in the fruit. J. Sci. Food Agric. 19:6. 297-301.
23. Jamjumroon, S., C. W. Wongs-Aree, B. McGlasson, V. Srilaong, P. Chermklin, and S. Kanlayanarat. 2013. Alleviation of cap browning of 1-MCP /High CO_2-treated straw mushroom buttons under MAP. Inter Food Res J. 20: 581–585.
24. Jiang, Y., J. Li, and W. Jiang. 2005. Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. LWT Food Sci. Technol. 38:757–761.
25. Kader, A. A. 2006. 14 Postharvest Biology and Technology of Pomegranates. Pomegranates. pp: 211-218.
26. Khademi, O., S.M. Hosseini Molla, D. Talei. and E. Sepahvand. 2017. The Effects of Ethylene and 1-MCP on Storability of *Pomegranate Fruit* cv. Malase Yosef Khani. The Plant Prod. 40 (2): 25– 36. (In Persian)
27. Khan, D., R. A. Khan, S. Bibi, S. Ali, and A. I. Khalil. 2007. Storage stability of persimmon fruits (*Diospuros kaki*) stored in different packaging materials. J. Agri. Biol Sci. 2 (2): 20-23.
28. Malik, A.U .and Singh, Z. 2016. Improved fruit retention yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. Sci. Hort. 2: 167-74.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

29. Massolo, J.F., Concellon, A., Chaves, A.R. and Vicente. A.R. 2011. 1-Methyl-cyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 59: 10-15.
30. Meighani, H., Ghasemnezhad, M., and Bakhshi. D. 2015. Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. J. Food Sci. Technol. 52(7): 4507-4514.
31. Mirdehghan S. H., Rahemi M., Martinez-Romero D., Guillen F., Valverde J. M., Zapata P. J., Serrano M. and Valero. D. 2007[a]. Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: Role of polyamines. Postharvest Biol. Technol. 44: 19-25.
32. Mirdehghan, S.H., M. Rahemi, S. Castillo, D. Martínez-Romero, M. Serrano, and D. Valero. 2007[b]. Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf-life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels. Postharvest Biol. Technol. 44: 26–33.
33. Mohammadi, M., M. Saidi, and O. Khademi. 2016. Effect of Cellophane and Chitosan Coatings on Qualitative and Biochemical Characteristics of Sweet Pepper, Cultivar "California wonder" during Storage. Ira. Food Sci. and Technol. Res. J. 13 (5): 720 – 729. (In Persian)
34. Molla, S. M. H., S. Rastegar, V. G. Omran, and O. Khademi. 2022. Ameliorative effect of melatonin against storage chilling injury in pomegranate husk and arils through promoting the antioxidant system. Sci. Hort. 295: 110889.
35. Nanda, S., D. V. Sudhakar-Rao and S. Krishnamurthy. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. Postharvest Biol. Technol. 22: 61-69.
36. Nyanjage, M.O., S. P. O. Nyalala, A. O. Illa, B W. Mugo, A. E. Limbe, and E. M. Valimu. 2005. Extending postharvest life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L. "California Wonder") with modified atmosphere packaging and storage temperature, J. Agri. Trop. et Subtrop. 38: 28-34.
37. Rab, A., S. Haq, S. A. Khalil, and S. G. Ali. 2010. Fruit quality and senescence related changes in sweet orange cultivar 'Blood Red' unipacked in different packing materials. Sar. J. Agr. 26: 221-227.
38. Rashidi, M., M. Hosseini Bahri, and S. Abbassi. 2009. Effects of relative humidity, coating methods and storage periods on some qualitative characteristics of carrot during cold storage, Journal of American-Eurasian Agr. Environ. Sci. 5:3:359-367.
39. Rojas-Grau, M.A., M.S.Tapia, and O. Martin-Belloso. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. LWT- Food Sci. Technol. 41(1): 139-147.
40. Sabir, S. M., S. Z. A. Shah, and A. Afzal. 2004. Effect of chemical treatment, wax coating, oil dipping and different wrapping materials on physio-chemical characteristics and storage behavior of apple (*Malus domestica* Borkh). Pak. J. Nutr. 3(2): 122-127.
41. Salvador A., L. Arnal, A. Monterde, and J. Cuquerella. 2004. Reduction of chilling injury symptoms in persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante' by 1-MCP. Postharvest Biol. Technol. 33: 285-291.
42. Sayyari, M., M.S. Aghdam, F. Salehi, and F. Ghanbari. 2016. Salicyloyl chitosan alleviates chilling injury and maintains antioxidant capacity of pomegranate fruit during cold storage. Sci. Hortic. 211: 110–117.
43. Sayyari, M., M. Babalar, S. Kalantari, D. Martínez-Romero, F. Guillén, M. Serrano, and D. Valero. 2011[a]. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. Food Chem. 124: 964–970.
44. Sayyari, M., M. Babalar, S. Kalantari, M. Serrano, and D. Valero. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biol. Technol. 53: 152–154.
45. Sayyari, M., S. Castillo, D. Valero, H.M. Díaz-Mula, and M. Serrano. 2011[b]. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. Postharvest Biol. Technol. 60. 136–142.
46. Sepahvand, E., M. Ghasemnezhad, A. Salvador, and O. Khademi. 2013. Comparison of 1-MCP and hot water treatment on maintenance of postharvest quality of pomegranate fruits. Acta Hort.1012: 1217-1222.
47. Shahnawaz, M., S. A. Sheikh, A. H. Soomro, A. A. Panhwar, and S. G. Khaskheli. 2012. Quality characteristics of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) stored in various wrapping materials. African J. Food Sci. Technol. 3(5): 123-128.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

48. Tian, M.S., S. Prakash, H.J. Elgar, H. Young, D.M. Burmeister, and G.S. Ross. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. Plant Growth Regul. 32: 83-90.
49. Ubani, O. N. and E. U. Okonkwo. 2011. A review of shelf-life extension studies of Nigerian indigenous fresh fruits and vegetables in the Nigerian Stored Products Research Institute. Afr. J. Plant Sci. 5:10. 537-546.
50. Vargas, M., A. Albors, A. Chiralt, and C. Gonzalez-Martinez. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. Postharvest Biol. Technol. 41: 164-71.
51. Zhang, L.H., Y.H. Zhang, L. L. Li, and Y.X. Li. 2008. Effect of 1-MCP on peel browning of pomegranates. Acta Hort. 774. 275–281.
52. Zhang, W., H. Zhao, H. Jiang, Y. Xu, J. Cao, and W. Jiang. 2020. Multiple 1-MCP treatment more effectively alleviated postharvest nectarine chilling injury than conventional one-time 1-MCP treatment by regulating ROS and energy metabolism. Food Chem. 127-256.
53. Zhang, Z., S. Tian, Z. Zhu, Y. Xu, and G. Qin. 2012. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and resistance of jujube (*Zizyphus jujuba* cv. Huping) fruit against postharvest disease. LWT Food Sci. Technol. 45: 13–19.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 23 (2): 249-264 (2022)
Research article

Effect of 1-MCP and Edible and Non-Edible Coatings on Maintaining the Quality and Shelf Life of Pomegranate 'Malas-E-Saveh' Fruits During Cold Storage

S.M. Hosseini Molla, S. Rastegar, V. Ghasemi Omran and O. Khademi[1]

Chilling injury (CI) is one of the main factors involved in reducing pomegranate quality during cold storage. In the present study, the interaction between 1-MCP and three different coatings (cellophane, confectionery waxy paper and 1%, 2% sodium alginate) on maintenance of postharvest quality of pomegranate fruits were investigated during 120 days of cold storage .The results showed that uncoated fruits had higher weight loss and total soluble solids (TSS) than coated fruits during storage. The results also showed that untreated (control) fruits showed higher weight loss, decay and total soluble solids (TSS) than 1-MCP treated fruits during cold storage. Cellophane had a significant effect on delaying ion leakage and preventing weight loss of pomegranate fruit.The 1-MCP+cellophane and 1-MCP+confectionery wax paper could reduce chilling injury by delaying the reduction of bioactive compounds such as total phenolics and antioxidant activity. The lowest decay severity was also observed in fruits treated with 1-MCP. In general, it can be concluded that postharvest application of 1-MCP+cellophane was the most effective treatment to induce chilling tolerance and extend the storage life of pomegranate.

Keywords: Postharvest, Storability, Chillling, Fruit quality, Antioxidant activity.

1. Former Ph.D. Student and Associate Professor of Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops, Department of Horticultural Science, University of Hormozgan; Assistant Professor of Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari; Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, respectively.
* Corresponding Author, Email: (rastegarhort@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.2.5.5]