نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۵۶۴-۵۵۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 554-564
ISSN: 2008 - 4730

# ارزیابی کاربرد پوشش و متیل‌سالیسیلات در میزان کیفیت و آسیب سرمایی پرتقال خونی 'مورو' در سردخانه

سونیا جمالی[1*]- ولی ربیعی[2]- جواد فتاحی‌مقدم[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۲

## چکیده

در این پژوهش اثر تیمارهای پوششی (واکس و کیسه‌پلاستیکی) با میزان ۲۴ میکرولیتر متیل‌سالیسیلات بر کیفیت و آسیب سرمایی میوه پرتقال خونی 'مورو' طی انبارداری بررسی شد. میوه‌ها پس از تیماردهی، به سردخانه منتقل و در دمای ۵ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد به مدت ۸۰ روز نگهداری شدند. در روزهای صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز انبارداری با نمونه‌گیری صفات میزان فنل‌کل گوشت و پوست، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست، آنتوسیانین‌کل، پراکسیداسیون لیپید، درصد نشت یون، میزان و درصد آسیب سرمایی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که میزان فنل‌کل پوست و گوشت طی انبارداری کاهش یافت. فنل‌کل پوست در انتهای انبارداری در پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات با مقدار ۰/۲۶ میلی‌گرم، کم‌ترین کاهش را داشت. هم‌چنین فنل‌کل گوشت در کیسه پلاستیک با دو میوه (۰/۲۵ میلی‌گرم)، کم‌ترین تغییرات را طی انبارداری نشان داد. پوشش‌دهی همراه متیل‌سالیسیلات با حفظ رطوبت و ساختار سلولی سبب کند شدن فرایند پیری و حفظ ترکیبات مفید در میوه شد. به طور کلی، میزان آنتوسیانین‌کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت طی انبارداری افزایش یافت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست به ترتیب در پوشش واکس (۴۲/۹۸ درصد) و کیسه پلاستیک بادو میوه (۳۷/۴۶ درصد) و کیسه پلاستیک بادو میوه با متیل‌سالیسیلات (۳۷/۴۲ درصد) بالاترین بود. پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات با ۰/۱۸ میلی‌مول و کیسه پلاستیک با دو میوه با ۰/۱۷ میلی‌مول کم‌ترین پراکسیداسیون لیپید را در انتهای انبارداری داشت. کیسه پلاستیک تک میوه با متیل‌سالیسیلات کم‌ترین مقدار را با ۴۴/۵۴ درصد و متیل‌سالیسیلات با ۷۷/۴۱ درصد بیش‌ترین میزان نشت‌یونی را به خود اختصاص داد. مناسب‌ترین تیمارها برای کاهش آسیب پیتینگ پوشش کیسه پلاستیک تک میوه با متیل‌سالیسیلات (۱درصد) و پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات (۱درصد) بود. طی انبارداری میزان پیتینگ، نشت یونی، پراکسیداسیون لیپید افزایش پیدا کرد. ترکیب تیمارهای پس از برداشت اثر بیش‌تری نسبت به کاربرد هر یک از تیمارها به تنهایی دارد در بین تیمارهای به کار رفته میوه‌ها ی تحت پوشش واکس همراه متیل‌سالیسیلات مناسب‌ترین وضعیت را داشتند.

**واژه‌های کلیدی:** مالون‌دی‌آلدهید، پوشش‌دهی، انبارداری، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل‌کل، پیتینگ

## مقدمه

در ایران مرکبات با تولید بیش از چهار میلیون تن بالاترین میزان را در بین محصولات درختی دارد (۱۰). از این مقدار بخشی به صورت تازه‌خوری و قسمت بیش‌تر آن به‌ویژه در شمال کشور در انبار به‌مدت چندین ماه نگهداری می‌شود. آن‌چه بیش از موضوع تولید حائز اهمیت است، نگهداری و انبارداری مناسب میوه‌ها است که هزینه‌های تولید را برگشت خواهد داد (۵).

پرتقال خونی 'مورو' زودرس‌ترین رقم تجاری پرتقال خونی است. دارای رنگدانه‌های صورتی و قرمز آنتوسیانین است. وجود این رنگدانه‌ها همراه با طعم و مزه مطبوع باعث شده که مورد توجه مصرف‌کننده‌ها واقع شود (۱۱). پرتقال‌های خونی آسیب‌پذیری بالایی به سرمازدگی دارند و هنگامی که در دمای کم‌تر از هفت درجه سانتی‌گراد نگهداری شوند، می‌تواند طی انبارداری دستخوش تغییرات متابولیکی شوند (۳۸).

نگهداری میوه در دمای بالا مشکلاتی از قبیل کاهش وزن، چروکیدگی، تنفس بالا، خشک شدن پوست و پوسیدگی حاصل از فعالیت پاتوژن‌های قارچی را به دنبال دارد که برای دوری از آن‌ها

۱ و ۲-دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*-نویسنده مسئول: Email: S.jamali8490@yahoo.com)
۳-استادیار موسسه تحقیقات مرکبات، رامسر

حفظ میوه در دماهای پایین‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد توصیه شده‌است. از طرفی ممکن است میوه مرکبات (پرتقال) در این دماها دچار آسیب سرمایی شود (۱۰). آسیب سرمازدگی محدودکننده انبارداری میوه‌ها بوده و سبب افزایش ضایعات پس از برداشت است (۲۵). با این‌که دمای سرد می‌تواند مؤثرترین روش برای افزایش عمرانباری میوه مرکبات باشد ولی تغییرات فیزیولوژی زیادی در اثر خسارت سرمازدگی در بافت میوه به‌وجود می‌آید (۱۴ و ۲۵).

اولین آسیب تنش سرمایی اختلال در عملکرد غشای سلولی و نفوذپذیری انتخابی آن است که به دنبال آن نشت یون‌ها به خارج از سلول اتفاق می‌افتد (۴ و ۴۸). در شرایط تنش تولید رادیکال‌های آزاد بیش از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بافت متأثر از تنش سرمایی است. در این حالت رادیکال‌های آزاد با اسید چرب غیراشباع غشای سلولی واکنش داده و باعث پراکسیده شدن لیپیدهای غشا می‌شود. به دنبال آن نفوذپذیری انتخابی ازدست رفته و یون‌ها به سمت بیرون از سلول نشت پیدا می‌کنند (۱ و ۷).

عموماً سیستم‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدان، لیپیدهای غشا و نفوذپذیری غشا در تحمل به سرمازدگی نقش مهمی دارند (۲۵). برای کاهش سرمازدگی مرکبات طی انبارداری، تیمار میوه‌ها با پلی‌آمین‌ها (۲)، گرمادهی متناوب، کاربرد تیمار گرمایی، شرایط دمایی بالا و پایین (۳۴) گزارش شده‌است.

قاسم‌نژاد و همکاران گزارش کردند که، میزان سرمازدگی و پوسیدگی میوه‌های گریپ‌فروت و پرتقال تیمار شده با ۲۴ میکرولیتر در لیتر متیل‌جاسمونات و متیل‌سالیسیلات به ترتیب پس از ۶ و ۸ هفته انبارداری (دمای ۵ درجه‌سانتی‌گراد) حداقل بود (۱۰). در پژوهشی دیگر علایم آسیب سرمایی به وسیله تیمار متیل‌جاسمونات و متیل‌سالیسیلات به طور قابل توجه‌ای کاهش پیدا کرد (۴۰).

متیل‌سالیسیلات یک ترکیب فرار گیاهی است که از اسیدسالیسیلیک سنتز می‌شود و در سیستم دفاعی گیاه نقش دارد (۲۶). اسیدسالیسیلیک از مواد طبیعی گیاهی بوده که نقش مهمی در افزایش مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده بازی می‌کند. اسیدسالیسیلیک در تعدادی از سیستم‌های انتقال علایم نقش دارد و فعالیت آنزیم‌های خاصی که کاتالیزکننده واکنش‌های بیوسنتزی برای تشکیل ترکیبات دفاعی از جمله فنل‌کل، آلکالوئیدها یا پروتئین‌های مرتبط با بیماریزایی هستند را تحریک می‌کند (۲۰). تجمع ترکیبات فنلی می‌تواند از خسارت سرما در میوه‌ها جلوگیری کند. ترکیبات فنلی سرشار از گروه کربوکسیل ($CO^-$) هستند که می‌توانند در متلاشی کردن رادیکال‌های آزاد بوجود آمده در اثر تنش سرما نقش مهمی بازی کنند (۴۰).

در گوجه‌فرنگی متیل‌سالیسیلات بعضی مکانیسم‌های دفاعی را در پاسخ به آسیب سرمایی فعال می‌کند که به طور غیرمستقیم از آسیب سرمایی جلوگیری می‌کند، که این ترکیبات خود به طور مستقیم اثر گذارند (۲۳). به علاوه متیل‌سالیسیلات مقاومت به تنش دمای پایین را در گوجه (۲۴) و هلو (۲۵) از طریق بالا بردن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش داد چرا که غشای سلولی میوه را از تخریب به دلیل پراکسیده شدن لیپید حفظ نمود. کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک، پراکسیداسیون لیپید را در پرتقال ناول کاهش داد (۴۸). به همین دلیل اسیدسالیسیلیک پتانسیل کاربرد به صورت تجاری برای کاهش آسیب سرمازدگی در میوه‌های برداشت شده را دارا است (۴۸).

دلیل اصلی استفاده از پوشش روی میوه کاهش ازدست‌دهی آب میوه پس از برداشت است (۲۸). استفاده از پوشش واکس انبارمانی مرکبات را افزایش داده و موجب بهبود ظاهر آن‌ها است (۲۱). مطالعه‌های اخیر نشان داده کاهش تعرق پس از برداشت مهم‌ترین عامل در افزایش عمر انباری مرکبات است. ازدست‌دادن آب که در نتیجه تعرق پدید می‌آید نه تنها باعث پژمردگی، نرم شدن و خشکیدن میوه مرکبات است بلکه، موازنه هورمون‌های بلوغ (جیبرلین) به طرف پیری (اتیلن) تغییر کرده و منجر به زوال میوه می‌شود. به صورت تجاری تعرق مرکبات از طریق واکس کاهش می‌یابد (۹). قبل از این‌که در اثر ازدست‌دهی آب، چروک‌ها ظاهر شوند، متابولیسم درون میوه دچار تغییر و رسیدن تسریع می‌شود. هر گونه کاهش در ازدست‌دهی آب یا کند کردن رسیدن طی انبارداری، به حفظ کیفیت میوه کمک می‌کند (۲۱). امروزه از ورقه‌های پلاستیکی برای طولانی کردن عمر نگهداری محصولات بهره می‌برند. روش پیچیدن تکی میوه‌ها یک راه عملی است تا میوه‌ها در یک هوای اشباع از بخار آب قرار گیرند (۹). طبق گزارش بن یهوشا (۱۸) کاربرد انواع پوشش‌های پلاستیکی به صورت تک‌میوه و یک لایه روکش پلاستیکی روی ردیف میوه‌ها، در مرکبات سبب بالا رفتن رطوبت نسبی اطراف میوه و کاهش ضایعات رطوبت و کاهش حساسیت به آسیب سرمایی و ضایعات پوستی است (۱۸). هم‌چنین مطالعات زیادی در ارتباط با استفاده از واکس در شرایط پس از برداشت و انبارمانی مرکبات انجام شده‌است که به منظور کاهش ضایعات استفاده می‌شود. گزارش شد کاربرد واکس‌ها به دلیل حفظ رطوبت سبب کاهش آب از دست‌دهی و در نتیجه سبب کاهش آسیب سرمازدگی است(۴۰). بهره‌گیری از دمای پایین یکی از روش‌های متداول در حفظ کیفیت مرکبات پس از برداشت است از طرفی دمای پایین طی انبارداری در مرکبات، حساس به آسیب سرمازدگی سبب افزایش ضایعات می‌شود. این پژوهش به منظور کاهش آسیب سرمازدگی و حفظ کیفیت میوه پرتقال خونی مورو طی انبارداری انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی

در این پژوهش از میوه‌ی پرتقال خونی 'مورو' پیوند شده روی

پایه نارنج واقع در قطعه‌های آزمایشی موسسه تحقیقات مرکبات کشور (رامسر) استفاده شد. عملیات برداشت در هفته اول دی‌ماه ۱۳۹۱ بر اساس شاخص بریکس میوه و از جوانب مختلف درخت و تا حد امکان یکسان صورت گرفت.

**تیماردهی**

میوه‌های عاری از آسیب مکانیکی و آلودگی‌های قارچی جداسازی و پس از انتقال به آزمایشگاه، در گروه‌های ۶۰ تایی، با سه تکرار (سه جعبه حاوی۲۰ میوه) مرتب شدند. تیمارها شامل پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات، کیسه پلاستیک تک میوه با متیل‌سالیسیلات، کیسه پلاستیک با دو میوه با متیل‌سالیسیلات، متیل‌سالیسیلات، پوشش واکس، پوشش کیسه پلاستیک تک میوه، پوشش کیسه پلاستیک بادو میوه و شاهد (بدون پوشش و بخاردهی) بودند. میوه‌ها پس از تیماردهی به سردخانه با دمای ۵ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ – ۹۰ درصد منتقل شدند.

**بخاردهی با متیل‌سالیسیلات**

ابتدا میوه‌ها در ظروف پلاستیکی ۲۰ لیتری قرار داده شد. سپس در هر ظرف سه قطعه ۱۰×۱۵ سانتی‌متری کاغذ صافی آغشته به ۸ میکرولیتر متیل‌سالیسیلات (در مجموع میزان۲۴ میکرولیتر در هر ظرف ۲۰ لیتری) روی ردیف‌های میوه گذاشته شد. درب ظروف کاملاً بسته و در شرایط دمای اتاق به مدت ۱۸ ساعت (تمام شب) باقی ماند. پس از این مدت درب ظروف باز و برای تبادل هوایی میوه‌ها در فضای آزاد به مدت ۲ ساعت قرار گرفت.

**پوشش‌دهی**

برای پوشش‌دهی میوه‌ها با واکس از رول آشپزخانه آغشته به واکس استفاده شد و تمام سطح میوه با لایه نازکی از واکس پوشش داده شد و در بسته بندی با کیسه‌های پلاستیکی میوه‌ها به صورت تکی و دو میوه در هر بسته قرار گرفت.

**ارزیابی**

در روزهای صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز پس از برداشت با نمونه‌گیری از سردخانه (۳ نمونه از هر تکرار) صفات زیر ارزیابی شد.

**فنل‌کل**

به منظور استخراج ترکیبات فنلی نمونهٔ پوست و گوشت میوه، نمونه ۱ گرم با نسبت ۱:۲ درون حلال متانول به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (Mikro 22R ساخت آلمان) شدند. قسمت شناور نمونه‌ها به آرامی با سمپلر برداشته شد. میزان فنل‌کل با روش فولین سیکالتو[1] انجام شد. جذب مخلوط واکنش در طول موج ۷۶۵ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکترو فتومتر (Nano Drop, ND-100, USA) اندازه‌گیری شد. فنل‌کل با استفاده از معادله خط استاندارد برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم عصاره بیان شد (۳۰).

**آنتوسیانین‌کل**

به منظور استخراج آنتوسیانین کل نمونهٔ گوشت، با نسبت ۱:۲ در حلال متانول اسیدی (بانسبت ۸۵:۱۵) به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. قسمت شناور نمونه‌ها به آرامی با سمپلر برداشته شد. میزان آنتوسیانین‌کل با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف اندازه‌گیری شد (۴۶). در این روش میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۲۰ و۵۰۰ نانومتر همراه با بافرهای با pH متفاوت ۱ و ۴/۵ اندازه‌گیری شد با استفاده از فرمول زیر میزان آنتوسیانین کل برحسب میلی‌گرم سیانیدین ۳- گلوکوزاید در لیتر محاسبه شد.

$$\text{Absorbance (A)} = (A_{520pH\ 1} - A_{700pH1}) - (A_{520pH\ 4.5} - A_{700pH4.5})$$

$$\text{Total anthocyanin}_{(mg/l)} = (A/26900)\ (10^3)\ (445.2)\ (5)$$

$$Absorbance(A) = (A520PH1 - A700PH1) - (A520PH4.5 - A700PH4.5)$$

$$Total\ anthocyanin\left(\frac{mg}{L}\right) = \left(\frac{A}{26900}\right) * (1000) * (445.2) * (5)$$

**ظرفیت آنتی‌اکسیدانی**

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت میوه با روش مهار رادیکال‌های آزاد DPPH[2] اندازه‌گیری شد (۱۲). نمونهٔ پوست و گوشت میوه، با نسبت ۱:۲ در داخل حلال متانول به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (Mikro 22R ساخت آلمان) شدند. نمونه با نسبت (۴۵۰:۵۰) رقیق شد و با DPPH ۰/۵ میلی‌مولار مخلوط و جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و با استفاده از معادله زیر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه شد.

$$\%DPPH_{SC} = (A_{cont} - A_{samp}) * 100 / A_{Cont}$$

$\%DPPH_{SC}$ = درصد بازدارندگی، =میزان جذب (نمونه + DPPH)، = میزان جذب DPPH

1-Folin –CioCulte

2- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

**جدول ۱- میانگین صفات فیزیکوشیمیایی پرتقال خونی 'مورو' در زمان شروع انبارداری**

| فنل کل پوست (میلی‌گرم بر گرم) | فنل کل گوشت (میلی‌گرم بر گرم) | آنتوسیانین کل (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) | آنتی‌اکسیدان پوست (درصد) | آنتی‌اکسیدان گوشت (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| ۰/۲۱ | ۰/۱۸ | ۰/۸۸ | ۲۷/۲ | ۲۰/۸ |

**جدول ۲ – تجزیه واریانس داده‌ها**

| منابع تغییرات | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|
| مدت انبارداری | 0/064 ns | 0/044 ns | 0/012 ns | 620/353 ns |
| پوشش | 0/004 ns | 0/003 ns | 0/011 ns | 154/411 ns |
| مدت انبارداری در پوشش | 0/007* | 0/005* | 0/005** | 96/269* |
| ضریب تغییرات | 11/81 | 18/96 | 22/65 | 8/12 |

*- معنی داری در سطح ۱ درصد، **- معنی داری در سطح ۵ درصد، ns – عدم معنی‌داری

$$\%DPPHsc = \frac{(Acont - Asamp) * 100}{ACont}$$

%DPPHsc = درصد بازدارندگی, $ACont = DPPH$ جذب میزان $Asamp = DPPH+$) میزان جذب (نمونه

**پراکسیداسیون لیپید**

بدین منظور ۰/۲۵ گرم از پوست پودر شده در ازت مایع با ۵۰۰ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH برابر ۷ مخلوط شد. نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه (۱۳۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد) سانتریفیوژ شد. سپس ۱۵۰ میکرولیتر محلول رویی برداشته شد و با ۳۰۰ میکرولیتر TCA[1] ۲۰ درصد حاوی ۰/۵ درصد TBA[2] اضافه شد. مخلوط را به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب‌گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و بلافاصله در حمام یخ سرد شد. سپس نمونه‌ها مجدداً به مدت ۵ دقیقه با شدت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای محیط سانتریفیوژ شدند. ماده قرمز رنگ مالون‌دی‌آلدهید– تیوبارتیوتریک اسید حاصل و در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین غلظت مالون دی آلدهید[3] از فرمول زیر با ضریب خاموشی ۱۵۵ میلی‌مولار بر سانتی‌متر استفاده شد (۱۸).

$$\text{مالون دی آلدهید} = \left(\frac{A532 - A600}{155}\right) * 1000$$

**نشت‌یونی**

برای اندازه‌گیری نشت‌یونی از قسمت استوایی میوه ۸ تا ۱۰ دیسک از پوست به قطر ۱۰ میلی‌متر (به وزن ۱ گرم) با چوب پنبه سوراخ کن برداشته شد. تکه‌های پوست به مدت ۱ دقیقه در ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه شسته و سپس در ۱۰ میلی‌لیتر مانیتول ۰/۳ مولار قرار گرفت. پس از ۳ ساعت به‌هم زدن با شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه، هدایت الکتریکی اولیه ($EC_1$[4]) محلول توسط دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد. سپس محلول حاوی نمونه‌ها در آب جوش ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه قرار گرفت. پس از قرار گرفتن در دمای محیط و هم دما شدن با محیط مجدداً با اندازه‌گیری هدایت‌الکتریکی ثانویه ($EC_2$) میزان درصد نشت‌یونی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۷).

$$EC = \frac{EC1}{EC2} * 100$$

**درصد آسیب سرمازدگی و شاخص سرمازدگی**

برای این منظور تعداد کل میوه‌هایی که آسیب سرمازدگی ظاهری نشان داده بودند (پیتینگ[5])، بر کل میوه در هر تیمار تقسیم و به صورت درصد بیان شد.

یکی از علایم سرمازدگی ایجاد پیتینگ در سطح میوه است (لکه‌های بافت مرده تغییر رنگ یافته ناشی از سرمازدگی را پیتینگ گویند). نمره آسیب سرمازدگی به صورت صفر (بدون صدمه)، ۱(ملایم، با تعداد لکه پوستی کم)، ۲ (متوسط) و ۳ (شدید) گروه‌بندی شد و میزان شاخص سرمازدگی یا پیتینگ طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۰).

(کل میوه های بررسی شده)/(تعداد میوه های هر گروه×نمره سرمازدگی هر گروه)= شاخص سرمازدگی

1-Trichloroaceticacid (TCA)
2-Thiobarbituric acid (TBA)
3-Malondialdehyde (MDA)

4-Electron Conduct
5-Pitting

$$\text{شاخص سرمازدگی} = \frac{\text{تعداد میوه های هر گروه} * \text{نمره سرمازدگی هر گروه}}{\text{کل میوه های بررسی شده}}$$

## تجزیه آماری

آزمایش فاکتوریل با دو عامل مدت انبارداری و نوع پوشش در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. برای صفت‌های آنتوسیانین‌کل و درصد سرمازدگی بعد از آزمون نرمال سازی با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تبدیل داده انجام شد. سپس مقایسه میانگین داده‌ها طبق آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

**جدول ۳ - اثر برهمکنش مدت انبارداری و پوشش‌دهی بر روی برخی صفات پرتقال 'مورو' طی انبارداری**

| مدت انبارداری(روز) | پوشش و متیل‌سالیسیلات (۲٤ میکرولیتر) | فنل‌کل پوست (mg.100gFW) | فنل‌کل گوشت (mg.100grFW) | مالون دی آلدهید ($mM.cm^{-1}$) | نشت‌یونی (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰ | پوشش واکس با MeSA | ۰/۳۷a | ۰/۲۱a-d | ۰/۲۸abc | ۷۶/۴۸ab |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه با MeSA | ۰/۲۹a-f | ۰/۱۲c-f | ۰/۲۵abc | ۷۴/۹۴abc |
| | کیسه پلاستیک بادو میوه با MeSA | ۰/۲۷a-f | ۰/۱۷a-f | ۰/۲۴abc | ۶۵/۷a-e |
| | MeSA | ۰/۲۸a-f | ۰/۱۸a-f | ۰/۲۴abc | ۷۷/۴۱a |
| | پوشش واکس | ۰/۳۷a | ۰/۱۸a-f | ۰/۲۰abc | ۲۷/۳a-e |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه | ۰/۲۹a-f | ۰/۱۸a-f | ۰/۲abc | ۵۹/۲۱b-f |
| | کیسه پلاستیک جفت‌میوه | ۰/۳۱a-e | ۰/۲۲a-c | ۰/۲۸abc | ۶۸/۷۴a-e |
| | شاهد | ۰/۳۱a-e | ۰/۱۸a-f | ۰/۲۴abc | ۷۶/۴۴ab |
| ۴۰ | پوشش واکس با MeSA | ۰/۳۲a-d | ۰/۱۳c-f | ۰/۱۹abc | ۷۴/۵۴a-d |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه با MeSA | ۰/۲۵b-g | ۰/۱۰efg | ۰/۲۱abc | ۶۳/۳۲a-e |
| | کیسه پلاستیک بادو میوه با MeSA | ۰/۲۵b-g | ۰/۱۲c-f | ۰/۲۱abc | ۵۸/۵۶c-f |
| | MeSA | ۰/۳۴ab | ۰/۱۳c-f | ۰/۲۴abc | ۶۳/۵۴a-e |
| | پوشش واکس | ۰/۳۱a-e | ۰/۱۴c-f | ۰/۱۶cd | ۶۷/۴۸a-e |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه | ۰/۲۲efg | ۰/۱۶b-f | ۰/۲۱abc | ۵۵/۴۰ef |
| | کیسه پلاستیک جفت‌میوه | ۰/۳۳abc | ۰/۱۶b-f | ۰/۲۴abc | ۵۶/۵۹ef |
| | شاهد | ۰/۳۶a | ۰/۰۸fg | ۰/۲۲abc | ۶۷/۵۸a-e |
| ۶۰ | پوشش واکس با MeSA | ۰/۲۱efg | ۰/۰۲g | ۰/۱۸bc | ۶۵/۹۷a-e |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه با MeSA | ۰/۲۵b-g | ۰/۱۱d-g | ۰/۱۷bc | ۷۱/۰۲a-e |
| | کیسه پلاستیک بادو میوه با MeSA | ۰/۲۳c-g | ۰/۱۴c-f | ۰/۲۳abc | ۶۷/۳۷a-e |
| | MeSA | ۰/۳۱a-e | ۰/۱۱d-g | ۰/۱۹abc | ۶۷/۷۸a-e |
| | پوشش واکس | ۰/۲۳c-g | ۰/۱efg | ۰/۱۷bc | ۶۵/۳۸a-e |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه | ۰/۲۴b-g | ۰/۰۹efg | ۰/۱۹a-c | ۵۷/۱۵def |
| | کیسه پلاستیک جفت‌میوه | ۰/۲۲d-g | ۰/۱۹a-e | ۰/۲۴a-c | ۶۳/۳۸a-e |
| | شاهد | ۰/۲۱efg | ۰/۰۹efg | ۰/۱۸bc | ۶۱/۷۷a-f |
| ۸۰ | پوشش واکس با MeSA | ۰/۲۶b-g | ۰/۱۵c-f | ۰/۱۸bc | ۶۰/۱۵a-f |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه با MeSA | ۰/۲۴b-g | ۰/۱۹a-e | ۰/۲۰abc | ۴۴/۵۴f |
| | کیسه پلاستیک بادو میوه با MeSA | ۰/۲۳c-g | ۰/۱۲c-g | ۰/۲۴a-c | ۵۵/۶۵ef |
| | MeSA | ۰/۰۹h | ۰/۱۸a-f | ۰/۳۲ab | ۶۳/۲۵a-e |
| | پوشش واکس | ۰/۱۹fg | ۰/۱۳c-f | ۰/۲۷a-c | ۵۷/۷c-f |
| | کیسه پلاستیک تک‌میوه | ۰/۲۲e-g | ۰/۱۴c-f | ۰/۲۱a-c | ۶۱/۴۹a-f |
| | کیسه پلاستیک جفت‌میوه | ۰/۱۶gh | ۰/۲۵a | ۰/۳۴a | ۶۴/۳۴a-e |
| | شاهد | ۰/۲۲d-g | ۰/۰۷e-g | ۰/۲۶a-c | ۶۵/۹۶a-e |

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

## نتایج و بحث

میانگین برخی صفات کیفی در زمان شروع انبارداری در جدول ۱ بیان شد.

### فنل کل پوست و گوشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲)، که میزان فنل‌کل پوست تحت اثر برهمکنش مدت انبارداری و تیمارها قرار دارد. به طور کلی میزان فنل‌کل پوست طی انبارداری کاهش یافت. در بین تیمارها در انتهای انبارداری پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات (۰/۲۶ میلی‌گرم) کم‌ترین کاهش را داشت، هم‌چنین در۲۰ روز ابتدای انبارداری پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات با مقدار ۰/۳۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عصاره بیش‌ترین میزان فنل‌کل را دارا بود. میزان فنل‌کل پوست در تیمار متیل‌سالیسیلات، پوشش واکس و کیسه پلاستیک با دو میوه کاهش بیش‌تری حتی نسبت به شاهد داشت.

میزان فنل‌کل گوشت به جز در کیسه پلاستیک تک میوه با متیل‌سالیسیلات که از مقدار ۰/۱۲ میلی‌گرم به ۰/۱۹ میلی‌گرم افزایش نسبی داشت در اغلب تیمارها از جمله شاهد طی انبارداری کاهش یافت. هم‌چنین کیسه پلاستیک با دو میوه (۰/۲۵ میلی‌گرم) کم‌ترین تغییرات را طی انبارداری داشت. لواسکالز و همکاران (۳۲) در گزارش خود اعلام داشتند که فنل‌کل در گوشت پرتقال خونی طی انبارداری کاهش یافت (۳۲). میزان فنل‌کل طی انبارداری کاهش می‌یابد که دلیل آن را به پدیده پیری نسبت داده‌اند (۸). به نظر می‌رسد پوشش‌دهی همراه متیل‌سالیسیلات با حفظ رطوبت و ساختار سلولی سبب کند شدن فرایند پیری در میوه می‌شود. این تحقیقات با نتایج شجاع و همکاران (۴۳) که میزان فنل پرتقال مورو طی انبارداری تغییر معنی‌داری نکرده بود، مطابقت ندارد. مقدار فنل‌کل میوه ممکن است طی انبارداری افزایش یا کاهش یابد، که به شرایط انبارداری بستگی دارد (۴۳). وجود این ترکیبات می‌تواند در مقاومت میوه نقش داشته باشد. تجمع ترکیبات فنلی می‌تواند از خسارت سرما در میوه‌ها جلوگیری کند. ترکیبات فنلی سرشار از گروه کربوکسیل ($CO^-$) هستند که می‌توانند در متلاشی کردن رادیکال‌های آزاد به وجود آمده در اثر تنش سرما نقش مهمی بازی کند (۴۰).

### مقدار پراکسیداسیون لیپید(مالون دی آلدهید)

طبق داده‌های جدول ۳، میزان پراکسیداسیون لیپید در طی انبارداری جدای از نوع تیمار افزایش یافته‌است. طی ۲۰روز انبارداری بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. پس از ۴۰ روز انبارداری پوشش واکس کم‌ترین (۰/۱۶ میلی‌مول بر سانتی‌متر) میزان پراکسیداسیون را به خود اختصاص داد. پس از ۶۰ روز انبارداری با افزایش پراکسیداسیون لیپید پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات (۰/۱۸ میلی‌مول) و کیسه پلاستیک تک‌میوه با متیل‌سالیسیلات (۰/۱۷ میلی‌مول) کم‌ترین پراکسیداسیون را داشت. در پایان انبارداری پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات با ۰/۱۸ میلی‌مول مالون‌دی‌آلدهید کم‌ترین پراکسیداسیون را داشت. پوشش با متیل‌سالیسیلات طی انبارداری از آسیب به لیپید غشا کاسته‌است، طوری‌که پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات نسبت به پوشش واکس و متیل‌سالیسیلات هریک به تنهایی میزان پراکسیداسیون (میزان مالون‌دی‌آلدهید کم‌تر) کم‌تری دارد. هم‌چنین در سایر پوشش‌ها همراه با متیل‌سالیسیلات مقدار مالون‌دی‌آلدهید تولید شده از کاربرد این پوشش‌ها به تنهایی کم‌تر بود. زشینگ و همکاران (۴۷) بیان داشتند محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در غلظت غیرسمی پراکسیداسیون لیپید را در پرتقال ناول کاهش داد (۴۷). هم‌چنین طبق گزارش‌های هیو و همکاران(۲۶) طی انبارداری میزان مالون دی آلدهید افزایش یافت. در میوه‌های بسته‌بندی شده با بسته‌های‌نانو مقدار مالون دی آلدهید کم‌تر از شاهد بود (۲۶).

مالون‌دی‌آلدهید حاصل اکسیداسیون و تخریب آنزیمی اسیدهای چرب غیراشباع در سلول است (۲۵). پراکسیداسیون لیپید شاخص افزایش فعالیت رادیکال‌های آزاد است و حاصل فرایند پراکسیداسیون لیپیدها تولید مالون دی آلدهید است (۲۸). گزارش شده است که سالیسیلات‌ها سبب القای سیستم جلوگیری از تولید گروه‌های اکسیژن فعال در گیاه شده که از آسیب رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند درنتیجه از افزایش مالون دی آلدهید جلوگیری می‌کند (۴۱). به نظر می‌رسد هر دو نوع پوشش واکس و کیسه پلاستیک با حفظ رطوبت سبب حفظ ساختار سلولی شده و درنتیجه از پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری نمود.

### نشت‌یونی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که، میزان نشت یون نسبت به زمان صفر افزایش یافت، اما طی انبارداری روند کاهشی داشت. در بین تیمارهای اعمال شده تیمار متیل‌سالیسیلات بیش‌ترین میزان نشت‌یونی (۷۷/۴۱ درصد) را به خود اختصاص داد، متیل‌سالیسیلات و پوشش‌دهی به تنهایی در کنترل نشت‌یونی موثر نبودند. کیسه پلاستیک تک‌میوه با متیل‌سالیسیلات کم‌ترین (۴۴/۵۴ درصد) مقدار را دارا بود. در پایان ۸۰ روز انبارداری پلاستیک تک میوه و جفت میوه همراه با متیل‌سالیسیلات داری نشت یونی کم‌تری نسبت به کیسه‌تک میوه و کیسه جفت میوه و متیل‌سالیسیلات هر یک به تنهایی است. این نتیجه نشان داد که کاربرد پوشش‌دهی همراه با متیل‌سالیسیلات در کنترل نشت‌یونی موثرتر است. پوشش

واکس با کاهش ازدست‌دهی آب پوست گریپ‌فروت سبب کاهش آسیب سرمازدگی شد (۳۴). در گزارشی کاهش تخریب پوستی در میوه پرتقال را به کاهش از دست‌دهی رطوبت به وسیله کیسه پلاستیکی نسبت دادند (۳۴). طبق گزارش‌های ابوطالبی و همکاران (۱) و سیاری و همکاران (۷) تیمار سالیسیلات‌ها منجر به سازگاری به دمای پایین شد و در حفظ سیالیت غشا در دمای پایین موثر واقع شد و درنتیجه درصد نشت‌یونی و خسارت سرمازدگی به میزان قابل توجهی در میوه کاهش یافت (۱ و ۷). یکی از مکانیزم‌های که به سالیسیلات‌ها در کاهش آسیب سرمازدگی نسبت می‌دهند تولید پروتئین‌های شوک حرارتی است. این پروتیئن‌ها با فعالیت خود انتقال در عرض غشاها یا تخریب پروتئین‌های ناپایدار را (با جذب و آزاد کردن این پروتئین‌ها) کنترل می‌کنند و در نتیجه از تخریب پروتئین‌ها در زمان وقوع تنش سرمایی جلوگیری و ساختار غشای سلولی را حفظ می‌کنند. اولین آسیب تنش سرمایی اختلال در عملکرد غشای سلولی و نفوذپذیری انتخابی آن است که به دنبال آن نشت یون‌ها به خارج از سلول اتفاق می‌افتد (۷ و ۴۶) به نظر می‌رسد هر دو نوع پوشش با حفظ رطوبت و متیل‌سالیسیلات با حفظ ساختار غشای سلولی در کاهش نشت‌یونی کارآیی بیش‌تری داشتند.

### آنتوسیانین کل

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تیمارهای پوششی تأثیر معنی‌داری روی تجمع آنتوسیانین نداشتند ولی میزان آنتوسیانین‌کل با گذشت زمان طی انبارداری افزایش یافت (جدول ۵). نتایج این آزمایش با آزمایش‌های پائولو و همکاران (۳۶) و شجاع و همکاران (۸) مبنی بر افزایش مقدار آنتوسیانین‌کل میوه پرتقال خونی طی نگهداری در سردخانه مطابقت دارد (۸). میزان سنتز آنتوسیانین‌کل در انبار بستگی به نوع رقم دارد، در برخی ارقام این میزان بالاتر و در برخی دیگر کم‌تر است (۳۰). سنتز آنتوسیانین در پرتقال‌های خونی پس از برداشت میوه‌ها به فعالیت آنزیم‌های چون فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز ارتباط دارد که طی انبارداری افزایش می‌یابد (۸).

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر نوع پوشش قرار نگرفت ولی در روز ۶۰ انبارداری به مقدار ۴۵/۰۵ درصد افزایش یافت (جدول ۵). این افزایش طی انبارداری را می‌توان به سنتز ترکیبات فنلی مانند آنتوسیانین‌ها نسبت داد. در طی انبارمانی محصولات باغبانی تغییرات مهمی در وضعیت آنتی‌اکسیدانی اتفاق می‌افتد (۴۲). وجود رنگیزه‌ای آنتوسیانین در پرتقال خونی مورو باعث افزایش کیفیت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است. نوع آنتوسیانین غالب در پرتقال خونی سیانیدین ۳-گلوکوزید و سیانیدین۳-مالونیل‌گلوکوزید است، که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به سایر آنتوسیانین‌ها دارد (۳۰). لواسکالز و همکاران (۳۱) بیان داشتند که سنتز آنتوسیانین‌ها طی انبارداری دلیلی بر بالا رفتن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پرتقال‌های خونی است (۳۱). با بررسی همبستگی بین میزان آنتوسیانین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (شکل۱)، مشخص شد که بین این دو صفت همبستگی مثبت با ضریب تبیین۰/۹۷ وجود دارد. یافته‌های این آزمایش با یافته‌های سیاری و همکاران (۳۹) که در گزارش خود بیان داشت، آنتوسیانین در میوه‌ها طی انبارداری افزایش یافته و به تبع آن ظرفیت آنتی اکسیدانی نیز بالا می‌رود مطابقت داشت (۳۹).

**جدول ٤- تجزیه واریانس صفت‌های آنتوسیانین‌کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی**

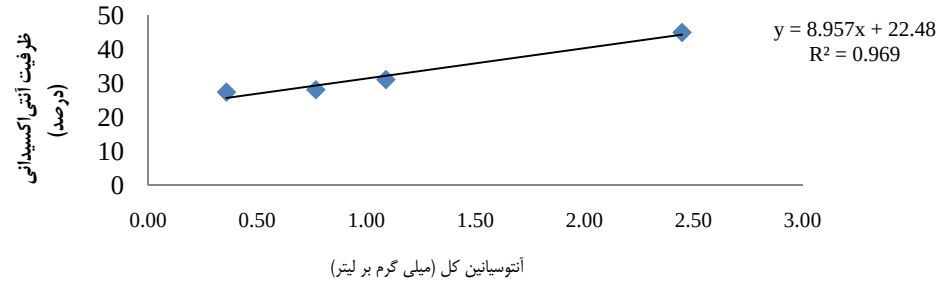
| منابع تغییرات | | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| مدت انبارداری | ۲/۵۶ * | ۱۶۲۸/۲۴۲* |
| پوشش | ۰/۰۷۴ ns | ۱۰۲/۳۰۲ ns |
| مدت انبارداری در پوشش | ۰/۰۸ ns | ۷۱/۴۱۷ ns |
| ضریب تغییرات | ۱۸/۳۶ | ۸/۲۳ |

ns- عدم معنی‌داری*- معنی‌داری در سطح ۱ درصد

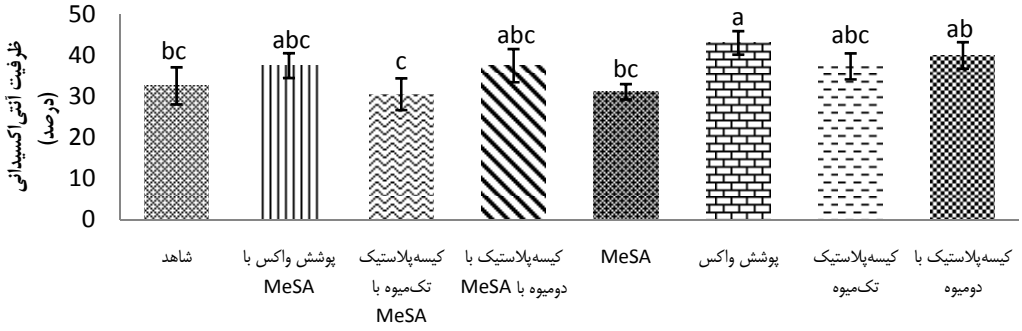
**جدول ۵- اثر مدت انبارداری بر آنتوسیانین‌کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت**

| مدت انبارداری (روز) | آنتوسیانین کل ($mg.l^{-1}$) | ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(درصد) |
|---|---|---|
| ۲۰ | ۰/۳۶c | ۲۷/۴۲b |
| ۴۰ | ۱/۰۹b | ۳۱/۱۳b |
| ۶۰ | ۲/۴۵a | ۴۵/۰۵a |
| ۸۰ | ۰/۷۷bc | ۲۸/۱۴b |

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری باهم دارند




**شکل ۱- میزان همبستگی و ضریب تبیین بین مقدار آنتوسیانین‌کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی**



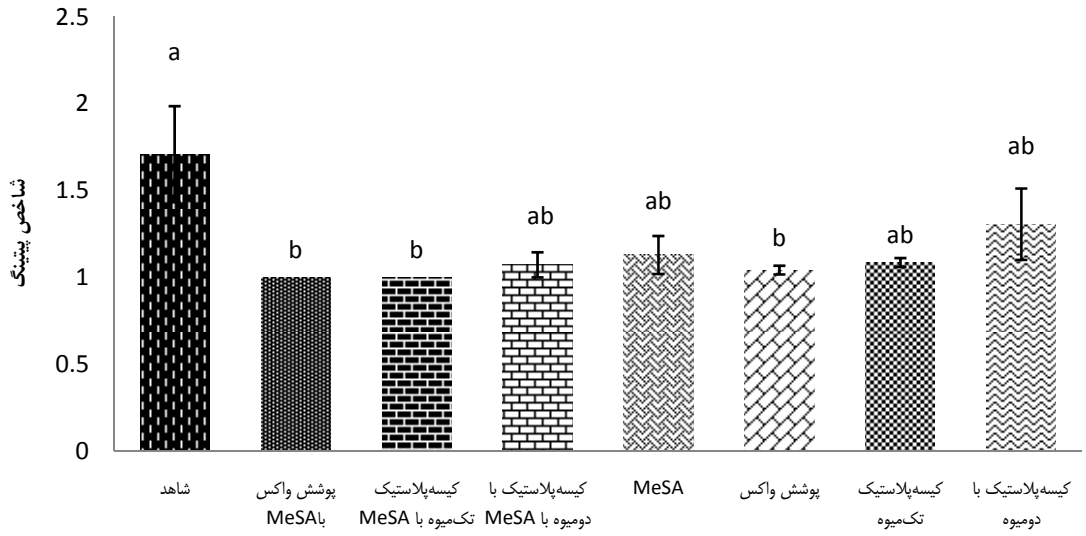

**شکل ۲- تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست تحت پوشش‌های مختلف**

## ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست

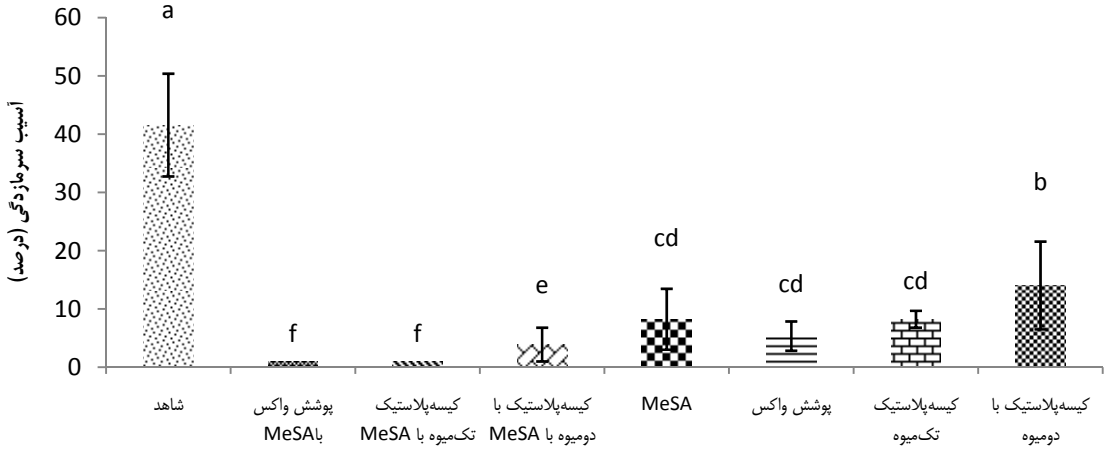
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست طی انبارداری تغییر چندانی نداشت و بیش‌تر تحت تأثیر تیمارهای پوششی بود. پوست میوه‌های تیمار شده با پوشش واکس (۴۲/۹۸ درصد)، کیسه پلاستیک بادو میوه (۳۷/۴۶ درصد) و کیسه پلاستیک بادو میوه با متیل‌سالیسیلات (۳۷/۴۲درصد) دارای بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بودند (شکل ۲). افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در اثر کاربرد متیل همراه با پوشش‌ها با یافته‌های سیاری و همکاران (۷) و عشورنژاد و قاسم‌نژاد (۱۰) مبنی بر افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها با کاربرد متیل‌سالیسیلات مطابقت دارد (۷، ۱۲ و ۱۰). کاربرد متیل‌سالیسیلات و پوشش هر کدام به تنهایی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اثرگذار نبودند. گزارش شده است که رابطه مثبتی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی پوست وجود دارد. پوست برخی میوه‌ها از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری نسبت به گوشت برخوردارند. برای نمونه عنوان شده که پوست میوه انار و پوست بادام زمینی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری نسبت به گوشت ندارد. گزارش شده‌است که پوست مرکبات دارای ترکیبات فنلی بوده که در مکانیزم دفاعی طبیعی هم‌چون فیتوآلکسین‌ها ایفای نقش می‌کنند. به نظر می‌رسد پوشش‌دهی با حفظ رطوبت و تازگی پوست سبب حفظ این ترکیبات و بالا رفتن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست شد (۱۱).

## درصد سرمازدگی و شاخص پتینگ

براساس بررسی مقایسه میانگین‌های انجام شده بیش‌ترین خسارت ظاهری سرمازدگی در شاهد اتفاق افتاد و پوشش‌دهی و متیل‌سالیسیلات، به تنهایی روی کاهش آسیب سرمازدگی اثرگذار نبود. هم‌چنین بهترین تیمار برای کاهش آسیب ظاهری سرمازدگی پوشش کیسه پلاستیک تک‌میوه با متیل‌سالیسیلات (۱ درصد) و پوشش واکس با متیل‌سالیسیلات (۱ درصد) بود (شکل‌های ۳ و ۴). علایم آسیب سرمازدگی بعد از ۴۰ روز انبارداری به صورت نقطه‌های کوچک لکه‌پوستی ظاهر شد و در پایان انبارداری بر شدت این علایم افزوده شد. استفاده اسیدسالیسیلیک و متیل‌سالیسیلات قبل از انبار سرمازدگی در گوجه‌فرنگی (۲۰)، هلو (۴۴) و فلفل شیرین (۲۱) را کاهش داد. علایم آسیب سرمایی به وسیله تیمار متیل‌سالیسیلات به طور قابل توجه‌ای کاهش پیدا کرد (۳۹). پورات و همکاران (۳۴) در گزارش خود بیان داشتند که استفاده از کیسه‌پلاستیکی در کاهش آسیب سرمازدگی موثر است (۳۴). محیط با رطوبت نسبی بالا و میوه واکس‌زده شده، که ازدست‌دهی رطوبت را محدود کند، روی کاهش توسعه اختلالات پوستی پرتقال شاموتی موثر بود (۳۳). به‌نظر می‌رسد در این آزمایش اثر ترکیب پوشش‌دهی با متیل‌سالیسیلات نسبت به کاربرد پوشش و متیل‌سالیسیلات به تنهایی بر کاهش آسیب ظاهری پوستی میوه بیش‌تر بود.




**شکل ۳- میزان شاخص پیتینگ (PPI) در پوشش‌های مختلف**




**شکل ٤-تغییرات درصد آسیب سرمازدگی پرتقال خونی 'مورو' تحت پوشش‌های مختلف**

## نتیجه گیری کلی

اختلالات ظاهری میوه مرکبات طی انبارداری بـه عوامـل متنـوع پیش از برداشت و پس از برداشت بستگی دارد، که مهـم‌تـرین آن‌هـا آسیب سرمایی می‌تواند باشد. رطوبت پایین همراه با دمای پایین باعث بروز علایم پیتینگ ناشی از سرمازدگی می‌شود. پوشش واکس سـبب حفظ رطوبت اطراف میوه شد. از طرفـی متیـل‌سالیسـیلات در کنتـرل پراکسیداسیون غشا نقش داشت. به همین دلیل تلفیق پوشش‌دهی بـا متیل‌سالیسیلات در کنترل سرمازدگی موثرتر از کاربرد پوشـش‌هـا بـه تنهایی اسـت، در بـین پوشـش‌هـا واکـس همـراه متیـل‌سالیسـیلات موثرترین تیمار به کار رفته بود.

## سپاسگزاری

این مقاله برگرفتـه از پایـان نامـه کارشناسـی ارشـد گـروه علـوم باغبانی دانشگاه زنجان و پروژه تحقیقاتی مشترک بـا شـماره مصـوب ۹۲۱۰۵-۱۷-۱۷-۲ موسسه تحقیقـات مرکبـات کشـور اسـت کـه از حمایـت مـالی آن مجموعـه‌هـا و هـم‌چنـین کمـک‌هـای کارشـناس آزمایشگاه فنی-مهندسی آقای مهندس نجفی قدردانی می‌شود.

## منابع


۱- بوطالبی ع.، بهروزنام ب. و پشنگه ز. ۱۳۹۱. اثر اسید سالیسیلیک در القای مقاومت به سرمازدگی. کنترل پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه لیمو شیرین (*Citrus limetta*). مجله علوم باغبانی ایرن ۴۳: ۲۱۶-۲۱۱.

۲- اثنی عشری م. و زکایی خسرو شاهی م. ۱۳۸۷. پلی آمین‌ها و علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. همدان.

۳- اثنی عشری م. و زکایی خسروشاهی م. ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. همدان.

۴- دولت‌آبادیان آ، مدرس ثانوی ع. و اعتمادی ف. ۱۳۸۷. اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر *aestivumTriticum* در شرایط تنش. مجله زیست‌شناسی ایران ۲۱:۱۱-۴.

۵- زارعی ح.، شریفانی م.، رضوی ا.، و مقصودلو ی.۱۳۸۴. بررسی اثر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی بر عمر انباری پرتقال تاپسون. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی۱۲: ۴۵-۳۷.

۶- سیاری م.، بابالار م.، و کلانتری س. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک بر افزایش مقاومت به سرمازدگی. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت انار رقم رباب فارس طی سرد انباری. مجله علوم باغبانی ایران ۴۲: ۳۴۷-۳۳۹.

۷- شجاع آ.، قاسم‌نژاد م.، و مرتضوی س. ۱۳۹۰. تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه پرتقال‌های تامسون ناول و خونی طی انبارداری. مجله علوم باغبانی ۲۵: ۱۵۵-۱۴۷.

۸- صفی‌زاده م.، و راحمی م. ۱۳۷۹. مقایسه نوع انبار و پیچیدن در کاهش وزن میوه پرتقال. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۱:۸۲-۷۱.

۹- عدولی ب.، و گلعین ب. ۱۳۹۰. داشت مرکبات، انتشارات نوین پویا، تنکابن

۱۰- عشورنژاد م.، و قاسم نژاد م. ۱۳۹۱. اثر بسته‌بندی با فیلم و انبارداری سرد برکیفیت نگهداری و عمر انبارمانی میوه ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica*). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران ۷:۱۰۲-۹۵.

۱۱- فتاحی‌مقدم ج.، حمیداوغلی ی.، فتوحی‌قزوینی ر.، قاسم‌نژاد م.، و بخشی د. ۱۳۹۰. ارزیابی خصوصیات فیزیک‌وشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پوست برخی ارقام تجاری مرکبات. نشریه علوم باغبانی ۲۵: ۲۱۷-۲۱۱.

۱۲- فتوحی‌قزوینی ر.، و فتاحی مقدم ج. ۱۳۸۹. پرورش مرکبات در ایران. دانشگاه گیلان. رشت.

۱۳- قاسم‌نژاد م.، بابالار م.، و مستوفی ی. ۱۳۸۷. اثر جاسمونات و متیل‌سالیسیلات در کاهش سرمازدگی و پوسیدگی میوه‌های گریپ‌فروت مارش و پرتقال تامسون تولید شده در شمال و جنوب کشور. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۹: ۷۹-۷۱.

۱۴- میردهقان س. ۱۳۸۸. تأثیر ژل آلوئه‌ورا و بسته‌بندی با پلاستیک‌های نانو بر کیفیت قسمت خوراکی میوه انار. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران.

15-Alferez F., and Jacqueline K.B. 2004. Postharvest peel pitting at non-chilling temperatures ingrapefruit is promoted by changes from low tohigh relative humidity during storage. Postharvest Biology and Technology, 32: 79–87.

16-Alferez F. 2005. Low relative humidity at harvest and before storage at high humidity influence the severity of postharvest peel pitting in citrus. Horticultural Science, 130(2):225–231.

17-Azzareollo E., Mugnai S., and Pandolfi C. 2009. Comparing image (fractal analysis) and electrochemical (impedance spectroscopy and electrolyte leakage) techniques for the assessment of the freezing tolerance in olive. Trees, 23:159–167.

18-Ben- Yehoshua Sh., Peretz J., Moran R., Lavie B., and Kim J.J. 2001. Reducing the incidence of superficial flavedonecrosis (noxan) of 'Shamouti' oranges (*Citrus sinensis*, Osbeck). Postharvest Biology and Technology, 22:19 – 27.

19-Chen J.Y., Wen P.F., Kong W.F., Pan Q.H., Zhan J.C., Li J.M., Wan S.B., and Huang W.D. 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. Postharvest Biology and Technology, 40: 64-72.

20-Chien P.J., Sheu F., and Lin H.R. 2007. Coating citrus (Murcotttangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry, 100:1160–1164.

21-Ding C.K., Wang C.Y., Gross K.C., and Smith D.L. 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. Plant Science, 161: 1153–1159.

22-Ding C.K., Wang C.Y., Gross K.C., and Smith D.L. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta, 214: 895–901.

23-Fung R.W., Wang C.Y., Smith D.L., Gross K.C., and Tian M. 2004. MeSA and MeJA increase steady–state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers, Plant science. 166: 711-719.

24-Hagenmaier R., and Goodner K. 2002. Storage of 'Marsh' grapefruit and 'Valencia' oranges with different coatings. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 115: 303– 308.
25-Han J., Tian S.P., Meng X.H., and Ding Z.H. 2006. Response of physiologic metabolism and cell structures in mango fruits to exogenous methyl salicylate under low temperature stress. PhysiologiaPlantarum, 128: 125–133.
26-Hana J., Tian S., Menga X., and Ding Z. 2006. Response of pHysiologic Meabolism and cell structures in mango fruit to exogenous Methyl salicylate under low-temperature stress. PhysiologiaPlantarum, 128: 125–133.
27-Hodges D., Mark J., De Long M., Charles F., Forney R., and Prange K. 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta, 207: 604±611.
28-Hu Q., Fang Y., Yang Y., and Ma N. 2011. Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene treated kiwifruit during and storage. Food research international, 44:1589-1596.
29-KalantariKh M., and Oloumi H. 2005. Study the effects of cdcl2 on lipid peroxida antioxidant compounds content in brassic. Science and technology, 29, no. A1.
30-Klimezak I., and Malecka M. 2006. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Food Composition and Analysis, 20: 313-322.
31-Lee H.S., and Coa T. 1999. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice astorage study. Food Chemistry, 65: 165-168.
32-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.
33-McCollum T.G., and McDonald R.E. 1991. Electrolyte leakage, respiration and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. Scientia Horticulturae, 26: 1191-1192.
34-McHugh, T.H. and J.M. Krochta. 1994. Permeability properties of edible films. In Edible Filmsmand Coatings to Improve Food Quality. J.M. Krochta, E. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo (eds), Technomic Publishing Co., Lancaster, PA
35-Meyers K.J., Watkins C.B., Pritts M.P., and Liu R.H. 2003.Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. Agricultural and Food Chemistry, 51: 6887-6892.
36-Paolo R., and Marisol L.B. 2008. Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Postharvest Biology and Technology, 49: 348-354.
37-Porat R., Batia W., Lea C., Avinoam D., and Nehemia A. 2004. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruitby modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 33: 35–43.
38-Porat R., Pavoncello D., Peretz J., Ben-Yehoshua S., and Lurie S. 2000. Effects of various heat treatments on the induction ofcold tolerance and on the postharvest qualities of 'Star Ruby' grapefruit. Postharvest Biology and Technology, 18: 159–165.
39-Rapisarda P., Bianco M.L., Pannuzzo p., and Timpanaro N. 2008.Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activityof five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Postharvest Biology and Technology, 49: 348–354.
40-Sayyari M., Bablar M., and Kalantari S. 2011.Vapour treatments with Methyl salicylate or Methyl gasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. food chemistry, 124: 964-970.
41-Shafiee M., Taghavi T.S., and Babalar M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. ScientiaHorticulturae, 124: 40–45.
42-Soleimani Aghdam M. 2011. Methylsalicylate affects the quality of Hayward kiwifruts during storage at low-temperature, Agricultural Science, 3( 2).
43-Tavarini S., Remorini D., and Massai R. 2007. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids change during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. Food Chemistry, 107:282-288.
44-Tomás-Barberán F.A., Gil M.I., Cremin P., Waterhouse A.L., Hess-Pierce B., Kader A.A. 2001. HPLC–DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. Food Chemistry, 49: 4748–4760.
45-Wang L., Chen S., Kong W., Li, S., and Archbold D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41: 244-251.
46-Wrolstad R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Station Bull. 621.Agric. Exp.Sta.Oregon Sta. University. Corvallis, OR, USA.
47-Zhang C., and Tian, S. 2009. Crucial contribution ofmembrane lipids' unsaturation to acquisition of chilling-tolerance in peach fruit stored. Food Chemistry, 115: 405–411.
48-Zisheng L., Chen C. and Xie J. 2011. Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. Postharvest Biology and Technology, 62: 115–120.