مقایسه تاثیر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی بر کنترل پوسیدگی، خواص کیفی و برخی فلاونوئیدهای میوه پرتقال تامسون ناول در انبار سرد

مازیار فقیه نصیری[۱]، رضا امیدبیگی[۲]، سیدمحمد فخر طباطبایی[۳]، کاظم ارزانی[۲] *، رسول زارع[۴]

۱- ادانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- استاد، گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- استاد، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
٤- استاد، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰٤/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۹)

چکیده

پوسیدگی ناشی از کپک های سبز و آبی یکی از دلایل اصلی فساد پرتقال تامسون می‌باشد و می‌تواند تبدیل به یک عامل محدود کننده در انبارمانی میوه‌ها گردد. هدف این مطالعه بررسی تاثیر تیمارهای واکس، آب گرم، کلرید کلسیم و تیمار قارچ‌کش تجاری تکتو٦۰ بر پوسیدگی، از طریق القای بیوسنتز ترکیبات فلاونوئیدی و درنتیجه حفظ کیفیت پس‌از برداشت میوه‌های پرتقال تامسون‌ناول (سالم، زخم شده و آلوده شده با قارچ پنی‌سیلیوم) بود. میوه‌ها به مدت سه ماه در انبار سرد با دمای ۵ تا ۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۷۵ تا ۹۰ درصد نگه‌داری شد. کاهش وزن در میوه‌های واکس‌خورده کمتر از سایر تیمارها بود. میوه‌های زخم‌شده و آلوده‌سازی شده شانس زیادی برای بقا نداشتند، تنها تیمارهای تکتو٦۰ و آب‌گرم توانستند پوسیدگی میوه‌های زخم و آلوده را به‌طور معنی‌داری کاهش دهند. در مقابل هیچ‌یک از تیمارها درکنترل پوسیدگی میوه‌های بدون‌زخم اختلاف معنی‌دار نداشتند. میزان فنل‌کل پوست و گوشت میوه در دوره انبارداری کاهش یافت. مقدار هسپریدین پوست در تیمار واکس بریتکس ۱۰۵۰ میکروگرم بر گرم عصاره بود. بیشترین مقدار اسکوپارون پوست و گوشت میوه به‌ترتیب در تیمار آب‌داغ (۱۰۰/۹ میکروگرم بر گرم عصاره) و تیمار کلسیم+زخم (٦٤/۷۱ میکروگرم بر گرم عصاره) بود. کاربرد تیمارهای تکتو ٦۰ و آب گرم می تواند پوسیدگی میوه‌های زخم و آلوده را کاهش دهد. تیمارها در کنترل پوسیدگی میوه‌های بدون زخم تفاوتی نداشتند که این موضوع اهمیت جلوگیری از آسیب مکانیکی به میوه در مرحله قبل از برداشت و زمان جابجایی را نشان می‌دهد.

کلید واژگان: اسکوپارون، سردخانه، مرکبات، پوسیدگی میوه، هسپریدین

* مسئول مکاتبات: arzani_k@modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

۱- مقدمه

ما اغلب تنها شاهد پدیده برداشت میوه‌های تازه و رسیده و آماده عرضه به بازار هستیم، اما بازار با یک ذخیره بیش از حد و تقاضای کم مواجه است. جهت رسیدن به یک بازار طولانی و باثبات برای محصولی که در مقادیر زیاد و زمان نسبتاً کوتاه تولید شده است، محصول باید برای هفته‌ها یا ماه‌ها قبل از بازاریابی ذخیره شود. میوه تازه برای صادرات نیز نیاز به دوره‌های طولانی ذخیره‌سازی و حمل و نقل قبل از ورود به مقصد را دارد. در دوره ذخیره سازی و حمل و نقل بخشی از محصولات تازه، که سرشار از رطوبت و مواد مغذی بوده و pH پایینی هم دارند، می‌توانند بستر مناسبی برای رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها باشند، و ممکن است فاسد و تبدیل به ضایعات، و غیر قابل استفاده شوند [۱]. حمله میکروارگانیسم‌ها طی ذخیره‌سازی یکی از دلایل اصلی فساد محصولات تازه می‌باشد، و به خودی خود می‌تواند تبدیل به یک عامل محدود کننده در انبارمانی میوه‌های برداشت‌شده گردد.

پرتقال مهم‌ترین رقم مرکبات است. تولید پرتقال در ایران در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۲/۸۸ میلیون تن بود که بیش از ٥٦ درصد کل مرکبات کشور را شامل می‌شود [۲]. بیش از ۹۵ درصد پرتقال در کشور به شکل میوه تازه مصرف می‌شود. براساس برخی آمار موجود میزان ضایعات محصول مرکبات در مراحل مختلف پس از برداشت تا هنگام مصرف نزدیک به یک‌سوم تولید آن است. بنابراین استفاده از تیمارها و روش‌هایی که ضمن بالا بردن خاصیت انباری موجب حفظ کیفیت میوه شود از نظر اقتصادی و نیز به لحاظ تاثیر بر بهداشت جامعه بسیار مهم است.

بیش‌ترین تلفات پرتقال در دوره نگه‌داری مربوط به پوسیدگی کپک سبز و آبی است که توسط دو قارچ *Penicillium digitatum* و *P. italicum* ایجاد می‌شود. کپک آبی از عوامل اصلی پوسیدگی در سردخانه است و کپک سبز ٦۰ تا ۸۰ درصد پوسیدگی‌های انبارهای معمولی را شامل می‌شود [۳]. در مورد دو گونه قارچ‌های *P. digitatum* و *P. italicum* تاکنون وجود مایکوتوکسین گزارش نشده است [٤]. تنها چند قارچ‌کش برای استفاده پس از برداشت مجاز شناخته شده‌اند که شامل تیابندازول[1]، ایمازالیل[2] و سدیم-او- فنیل فنات[3] می‌باشد. اخیراً نیز دو قارچ‌کش پیریمتانیل[4] و فلودیوکسونیل[5] به این لیست افزوده شده [٥, ٦] که هنوز به بازار کشور ما وارد نشده است. از سوی دیگر همه ساله گزارش‌هایی مبنی بر ایجاد مقاومت به قارچ‌کش در عوامل بیماری‌زا، و بقایای سموم در میوه منتشر می‌شود [۷-۹].

استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی عمده‌ترین ابزار کنترل پوسیدگی پس از برداشت برای چند دهه بود و بقایای مواد شیمیایی به دلیل تیمار با قارچ‌کش‌ها در داخل بافت‌های میوه باقی می‌ماند. نگرانی‌های فزاینده عمومی در مورد وجود بقایای این سم‌ها در غذا و گسترش مقاومت عوامل بیماریزا به آنها دو دلیل مهم برای تمایل شدید به امکان استفاده از جایگزین‌های غیرشیمیایی برای پیشگیری از پوسیدگی پس از برداشت و در نتیجه حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری محصولات است [۱]. استفاده از انبار سرد (سردخانه)، اتمسفر کنترل شده و تعدیل شده، تیمارهای گرمایی، واکس ها و کاربرد کلسیم راه‌های افزایش طول عمر انباری محصولات باغبانی می‌باشد.

ترکیباتی که در واکنش گیاه به تنش تشکیل می‌شوند، حداقل به دو روش ممکن است اتفاق بیفتد. در حالت اول ممکن است ترکیبات در بافت‌هایی با فاصله زیادی از محل آلودگی تشکیل شوند. در روش دیگر ممکن است ترکیبات دقیقاً در محل آلودگی ساخته شوند. در این حالت تعداد کمی سلول در حد یک یا دو سلول در ساخت این ترکیبات دخالت دارند. از این ترکیبات معمولاً به نام ترکیبات تنش یا به نام فیتوآلکسین‌ها[6] یاد می‌شود. طبق تعریف فیتوآلکسین‌ها در واکنش به آلودگی ساخته می‌شوند. فیتوآلکسین‌ها اغلب نسبت به پاتوژن‌های خاصی خواص سمی نشان می‌دهند. در این مورد یک رابطه ژنتیکی بین ظهور فیتوآلکسین و موجود سازنده فیتوآلکسین وجود دارد. ۳-داوکسی‌آنتی‌سیانیدین‌ها[7]، پیساتین[8]، استیلبن‌ها[9]، اسید سالیسیلیک و لیگنین نمونه‌هایی از فیتوآلکسین‌ها هستند [۱۰].

مطالعه مرکبات آلوده به *Phytophthora citrophthora* نشان داد که ساختارهای مورفولوژیک نمی‌تواند سبب مقاومت در سلول‌های بالغ گیاهان مرکبات شود و عوامل بیولوژیکی و فیزیولوژیکی نیز در القا مقاومت یا حساسیت دخالت دارند [۱۱].

1. Thiabendazole
2. Imazalil
3. SOPP
4. Pyrimethanil
5. Fludioxonil
6. Phytoalexins
7. 3-deoxyanthocyanidins
8. Pisatin
9. Stilbenes

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

مطالعات متعدد نشان می‌دهد که ترکیبات فلاونوئیدی مانند اسکوپارون در مکانیسم‌های دفاعی مرکبات در برابر پاتوژن‌ها مانند *P. citrophthora* [۱۲]، *Penicillium digitatum* Sacc. [۱۳, ۱٤] و *Phytophthora parasitica* [۱٥] دخالت دارد. اسکوپارون در برابر بسیاری از قارچ‌های بیماریزای مختلف در شرایط آزمایشگاهی فعالیت مهارکنندگی نشان داد [۱٦]. تیمارهایی مانند اشعه گاما، درجه حرارت بالا، اشعه فرابنفش و fosetyl-A1 و فسفریک اسید سبب تحریک تولید اسکوپارون در مرکبات می شود [۱۱].

غلظت‌های کمی از اسکوپارون به طور طبیعی در پوست درخت و پوست میوه مرکبات سالم وجود دارد. اما، غلظت آن در بافت مرکبات تلقیح شده با *Phytophthora citrophthora* افزایش می‌یابد. تولید اسکوپارون و طول زخم در پوست شاخه‌های مرکبات سه‌ماهه، مقاوم (ماکروفیلا، پونسیروس و نارنج) و حساس (راف‌لمون، شموطی، و نیوا) روزانه پس از تلقیح با قارچ *P. citrophthora* ، در دمای ۲۰ و ۲۸ درجه سلسیوس به مدت ۸ روز پس از تلقیح اندازه گیری شد و مشخص شد که تولید اسکوپارون در هر دو گروه مقاوم و حساس مرکبات تحریک شد، اما غلظت و سرعت آن در گونه‌های مقاوم بیشتربود. بیست و چهار ساعت پس از تلقیح، غلظت اسکوپارون در پوست درخت گونه‌های مقاوم در حدود سه برابر بیشتر از گونه‌های حساس بود. غلظت بالایی از فیتوآلکسین ظرف ۲٤ تا ٤۸ ساعت اول برای توقف پیشرفت پاتوژن در محیط زنده (in vivo) ضروری است. با این حال، غلظت اسکوپارون در ادامه افزایش یافت و در ۲۰ درجه سلسیوس و ٤ روز پس از تلقیح، به حداکثر رسید. غلظت‌های ٤٤۰، ٤۱٥، و ۲٥۰ میکروگرم بر گرم وزن تازه در ماکروفیلا، پونسیروس و نارنج، و ٤۲، ۳۱، و، ۲۸ میکروگرم بر گرم وزن تازه در راف‌لمون، شموطی، و نیوا مشاهده شد [۱۱].

پژوهش های اندکی در ارتباط با ارتباط ترکیبات فیتوالکسین در مرکبات همانند هسپریدین و اسکوپارون با کنترل پوسیدگی در کشور انجام شده است. از سوی دیگر تاثیر تیمارهای القا کننده فیزیکی یا شیمیایی بر میزان این ترکیبات به خوبی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. بنابراین هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر تیمارهای اعمال شده بر میزان پوسیدگی، حفظ کیفیت میوه و بررسی تاثیر فلاونوئیدها بر مقاومت به پوسیدگی پرتقال تامسون‌ناول طی دوره انبارداری در انبار سرداست.

۲- مواد و روش‌ها

میوه‌های پرتقال تامسون‌ناول از درختان تامسون ناول ۲٦ ساله پیوند شده روی پایه پونسیروس در ایستگاه تحقیقات مرکبات کُترا وابسته به پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری تهیه شد. در این آزمایش شش تیمار شامل آب گرم $٥٤^{\circ}C$، کلرید کلسیم ۳٪، دو نوع واکس تجارتی مرکبات (واکس کارنوبا و بریتکس) و قارچ‌کش تکتو ٦۰ و پوشش پلی‌اتیلن ارزیابی و با شاهد مقایسه شدند. ابتدا میوه‌ها با آب معمولی شستشو داده شده و برای تیمار آب گرم از یک بن ماری استفاده شد. میوه‌ها به سه قسمت مساوی تقسیم شدند که در دو قسمت آن در پوست میوه زخم ایجاد گردید که یکی از گروه‌های زخم شده با ۱۰۰ میکرولیتر اسپور قارچ *P. digitatum* به غلظت $۱۰^{٦}$ اسپور در میلی‌لیتر، آلوده شدند. درتیمار شاهد از اسپری آب مقطر استفاده شد. به این ترتیب سه گروه میوه سالم، زخم شده و آلوده شده آماده شد که در هریک تیمارهای موردنظر اعمال گردید. در این آزمایش ۱۸۹ جعبه میوه [شامل ۷ تیمار (با شاهد) در ۳ وضعیت (سالم، زخم و آلوده)، ۳ تکرار و ۳ زمان نگه‌داری] هریک شامل ۱۲-۱۰ میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. مدل آماری یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود که در آن دو عامل زمان نگه‌داری و تیمارها در نظر گرفته شدند. پس از اعمال تیمار، میوه‌ها در سردخانه با دمای $٥\pm۱^{\circ}C$ و رطوبت ۷٥ تا ۹۰ ٪ به مدت سه ماه نگهداری شدند. صفات کاهش وزن، درصد پوسیدگی، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، مواد جامد قابل حل (TSS)، نسبت TSS/TA، ویتامین ث، فنل و فلاونوئید کل و ترکیبات اسکوپارون و هسپریدین ماهیانه به روش زیر اندازه‌گیری شد.

کاهش وزن: برای این کار پنج میوه انتخاب و پس از شماره‌گذاری و توزین میوه‌ها با ترازوی دیجیتال سارتریوس با دقت یک‌صدم گرم در زمان‌های مورد نظر، درصد کاهش وزن از رابطه (۱) محاسبه شد.

(وزن اولیه)/۱۰۰ × (میزان کاهش وزن) = درصد کاهش وزن

درصد پوسیدگی: به طور ماهانه تعداد میوه‌های پوسیده در هر تیمار شمارش و از رابطه (۲) به‌دست آمد.

(تعداد اولیه) / ۱۰۰ × (تعداد میوه پوسیده) = درصد پوسیدگی

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و مواد جامد قابل حل (TSS): اندازه‌گیری با تیتراسیون آب میوه با محلول سود ۰/۱ نرمال به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

همراه دو قطره شناساگر فنل فتالئین تا ظهور رنگ صورتی انجام شد. اندازه گیری TSS با استفاده دستگاه رفرکتومتر دستی Atago مدل ATC- 20 ساخت ژاپن انجام شد.

ویتامین ث: میزان ویتامین ث یا آسکوربیک اسید آب میوه از روش احیا ۲و٦-دی کلروفنل ایندوفنل (DCPIP) اندازه‌گیری شد. سه میلی لیتر متافسفریک اسید ۱٪ با یک گرم آب میوه مخلوط شد. بعد از نیم ساعت نگه‌داری در چهار درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ٦۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. به ۵۰ میکرولیتر از محلول رویی ۲۰۰ میکرولیتر ۲و٦-دی کلروفنل ایندوفنل اضافه شد و میزان جذب آنها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر شیمادزو مدل UV-1800 ساخت ژاپن خوانده شد. منحنی استاندارد به کمک غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک تهیه شد و غلظت اسید آسکوربیک از معادله خط استاندارد محاسبه شد.

اندازه گیری فنل کل: فنل کل با روش اسپکتروفتومتری Folin–Ciocalteu [۱۷] و تغییرات اعمال شده توسط فتاحی و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد [۱۸]. بدین ترتیب که ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۱۲۵ میکرولیتر معرف فولین (۵ درصد) مخلوط شد و پس از ۵ دقیقه ، ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۷ ٪ بیکربنات سدیم به آن اضافه شد و به مدت ۱۲۰ دقیقه در شرایط بدون نور نگه‌داری شد. سپس جذب نمونه ها در طول موج ۷٦۵ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-1000 ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. میزان فنل کل از روی منحنی استاندارد بر حسب میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم عصاره برای هر نمونه بیان شد.

فلاونوئید کل: میزان فلاونوئید کل با روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم اندازه گیری شد [۱۹]. ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی نمونه با ۱۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم (۱۰٪)، ۱۰ میکرولیتر پتاسیم استات (۱ مولار)، ۲۸۰ میکرولیتر آب دیونیزه مخلوط شد. جذب مخلوط در طول موج ٤۱۵ نانومتر در مقابل بلانک بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-1000 ساخت آمریکا) خوانده شد. میزان فلاونوئید کل بر اساس منحنی استاندارد کوئرستین تعیین و نتایج بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن‌تر پوست و گوشت میوه بیان شد.

اسکوپارون و هسپریدین: استخراج هسپریدین و اسکوپارون با استفاده از حلال متانول انجام شد. نمونه‌های پوست و گوشت میوه به طور جداگانه به مدت یک شبانه‌روز در مجاورت متانول مخصوص HPLC قرار گرفتند. سپس به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (مدل Hettich-Mikro 200R ساخت کشور آلمان) شدند. بخش بالایی محلول به منظور اندازه گیری ترکیبات جدا و نگهداری شد. تعیین میزان هسپریدین و اسکوپارون نمونه ها با استفاده از سیستم HPLC Breeze system, Waters, (Ma, USA)، مجهز به یک پمپ دوتایی (binary) نوع Waters۱۵۲۵ و شناساگر UV-Visible (Waters Dual λ Absorbance 2487) انجام شد. جداسازی ترکیبات فنلی در یک ستون Symentery C18 (۲۵۰×٤/٦ میلی‌متر با قطر منافذ ۵ میکرومتر، (Waters, Dublin Ireland) با استفاده از دو حلال A (۹۵ ٪ آب: ۵ ٪ متانول) و B (۵ ٪ آب: ۹۵ ٪ متانول) با pH حدود ۳ انجام شد. طول موج نور UV شناساگر برای هسپریدین ۲۸۵ و برای اسکوپارون ۲۵٤ نانومتر درنظر گرفته‌شد. محلول استاندارد یک میلی‌گرم در میلی‌لیتر نیز تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. حجم تزریق ۵ میکرولیتر و سرعت جریان نیم میلی‌لیتر در دقیقه بود.

برای محاسبات، آنالیز و ارائه اطلاعات از نرم‌افزارهای MS Office 2016، MSTATC، SPSS 24 و EndNote 8 استفاده شد.

۳- نتایج

۳-۱- کاهش وزن

نتایج نشان داد که کاهش وزن میوه‌ها در انبار به طور معنی‌داری متاثر از اثر تیمارها بود (جدول ۱). با گذشت زمان میزان کاهش وزن در تمام تیمارها روند افزایشی نشان داد (جدول ۱). با این وجود میزان کاهش در بین تیمارها تفاوت معنی داری را نشان داد. به طوری که در پایان ماه سوم نگه‌داری، تیمار شاهد و تیمار آب‌گرم به‌ترتیب بیشترین کاهش وزن را نشان داند، در حالی که تیمارهای واکس بریتکس و کارنوبا و کیسه پلی‌اتیلن به ترتیب کمترین میزان کاهش وزن را نشان دادند (جدول ۱). کوهن و همکاران (۱۹۹۰) مشاهده کردند که استفاده از واکس‌های بریتکس و زیدوار[10] پس از دو و چهار هفته نگه‌داری در دمای پنج درجه سلسیوس سبب اختلاف کاهش وزن میوه‌های نارنگی مورکات با شاهد شد [۲۰].

10. Zidvar

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table 1 Fruits weight losses in cold storage

Treatment	Weight losse (%)		
	30 days	60 days	90 days
Calcium chloride	4.127 bc*	7.940 b	11.29 a
Britex wax	3.033 cd	4.573 d	6.277 b
Carnauba wax	2.657 cd	5.070 d	7.447 b
Hot water	5.823 a	10.38 a	13.20 a
Tecto 60	4.680 ab	8.533 ab	12.61 a
Polyethylene bag	2.173 d	5.743 cd	7.877 b
Control	3.747 bc	7.647 bc	12.64 a

* Significant difference at 5% probability level, in each column

۲-۳- میزان پوسیدگی

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان پوسیدگی در تیمارهای مختلف با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۱). بیش‌ترین پوسیدگی در میوه‌های تیمارهای پوشش پلی‌اتیلن آلوده شده، شاهد آلوده، واکس بریتکس آلوده، واکس کارنوبا آلوده و کلرید کلسیم آلوده به ترتیب به مقادیر ۱۰۰، ۹۵/۵٦، ۹۱/٦۹، ۸۳/۹۷، ٦۲/۲۲، و ۵۸/۵۲ ٪ مشاهده شد. تیمارهای زخم شده بدون تلقیح عامل بیماری در مرتبه‌های بعد قرار داشتند. این نکته قابل ذکر است که در بین تیمارهای زخم + آلوده‌سازی تنها تیمار تکتو ٦۰ قادر به کنترل پوسیدگی به میزان ۲۰/٤۸ ٪ بود. کمترین پوسیدگی‌ها مربوط به تیمارهای آب‌گرم (٦/۸۲٪)، واکس کارنوبا (۷/۱٤٪)، تکتو٦۰ (۸/۸۹٪)، کلریدکلسیم (۹/۲۱٪)، پوشش پلی‌اتیلن (۱۰/۸۳٪) و شاهد (۱۳/٦۵٪) بود. تنها تیمار آب‌گرم + زخم با مقدار ۱۱/٤۳ ٪ در مکان بهتری نسبت به شاهد قرار گرفت (شکل ۱). این نتایج به‌خوبی اهمیت پیشگیری از زخم و آلودگی، که بارها توسط محققین به آن اشاره شده است [۹, ۲۱-۲۳] را مجدداً روشن می‌سازد.

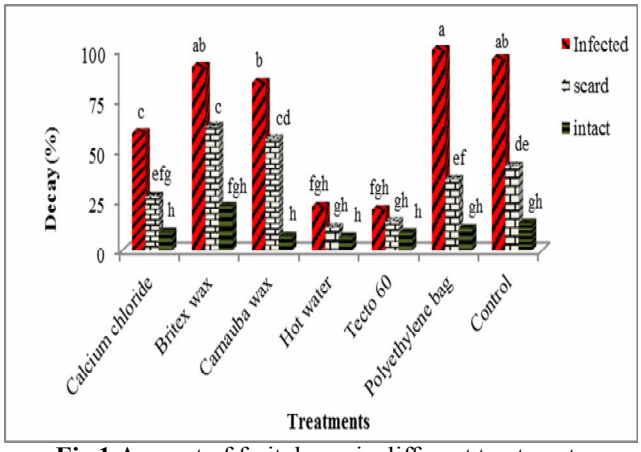

Fig 1 Amount of fruit decay in different treatments

۳-۳- املاح جامد قابل‌حل، اسیدیته کل و نسبت TSS/TA

میزان TSS در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت، اما مقدار آن طی دوره نگه‌داری به طور معنی‌داری افزایش یافت و میانگین آن از ۱۰/۹٦ ٪ در ابتدای آزمایش به ۱۳/٤٦ ٪ در پایان دوره (پس از ۹۰ روز) رسید (شکل ۲ و جدول ۲). ضمناً اثر متقابل زمان نگه‌داری و تیمارهای اعمال شده نیز معنی‌دار نبود (جدول ۲). اگرچه پرتقال از میوه‌های نافرازگرا می‌باشد ولی TSS آن در مدت انبارداری به‌تدریج افزایش می‌یابد. TSS و TA عوامل اصلی ارزیابی طعم و کیفیت میوه مرکبات هستند [۲٤]. هرچه نسبت TSS/TA بیشتر باشد میوه شیرین‌تر است [۲۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table 2 Analysis of variance table (TSS, TA, TSS:TA and vitamin C)

Source	df	Means of squares			
		TSS	TA	TSS:TA	Vit C
Storage time	3	75.53**	2.81**	331.48**	1993.47**
Treatment	19	0.42ns	0.045ns	1.69ns	2.77**
Storage time × Treatment	57	0.33ns	0.044ns	2.94**	3.26**
Error	152	0.28	0.036	1.71	1.24
CV (%)		4.24	13.85	13.55	2.84

**Significant difference at 1% probability level, *Significant difference at 5% probability level and ns non-significant difference.

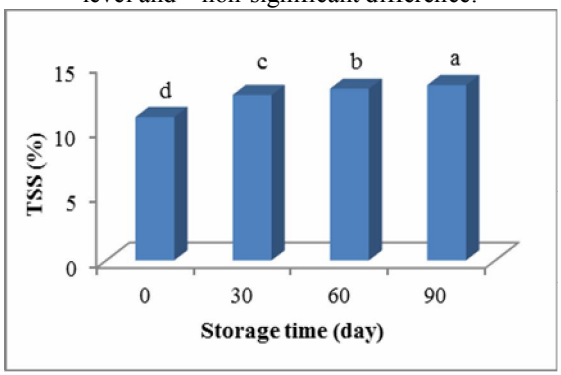

Fig 2 TSS changes of Thomson navel fruits under different treatments during cold storage

مقدار اسیدیته میوه در دوره نگه‌داری کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۳). این روند کاهش اسید میوه در دیگر پژوهش‌ها نیز دیده شده است [۲۶, ۲۷]. در ابتدای آزمایش مقدار اسید میوه ۱/۶۱ ٪ و در روزهای ۳۰، ۶۰، و ۹۰ انبارداری به ترتیب ۱/۴۲، ۱/۳۲، و ۱/۰۹ ٪ بود. بدیهی است که نسبت TSS/TA نیز اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (شکل ٤). همانطورکه دیده می‌شود این نسبت از ٦/٩ در ابتدای آزمایش به ۱۲/۵ در انتها تغییر یافت.

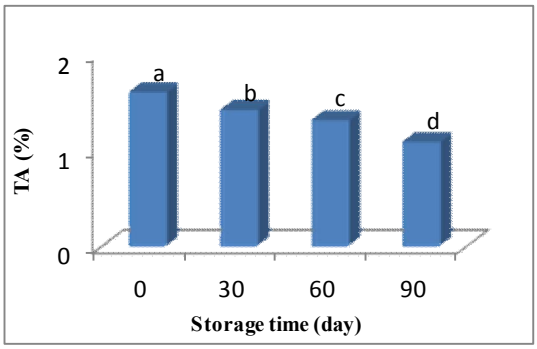

Fig 3 Changes of TA during storage

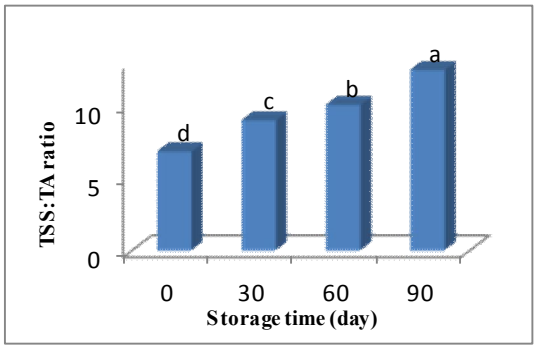

Fig 4 Change of TSS:TA ratio during storage

٤-۳- ویتامین ث

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تغییرات مقدار ویتامین ث طی دوره نگه‌داری معنی‌دار است و از ٤٧/٨٥ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در ابتدای آزمایش به ٣٤/٦٣ در پایان آزمایش کاهش یافت (شکل ٥).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

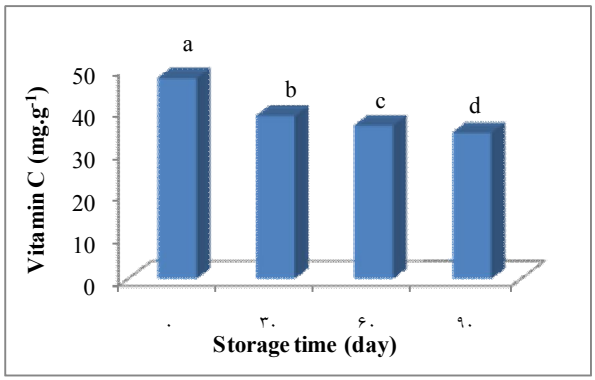

Fig 5 Changes of vitamin C during storage

سرعت کاهش در ۳۰ روز اول بیشتر از روزهای ٦۰ و ۹۰ بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثر تیمارها بر میزان ویتامین ث اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). به طوری که تیمار تکتو و آب گرم حاوی بیش‌ترین مقدار ویتامین ث بودند و تیمارهای واکس و کیسه پلی‌اتیلن که کمترین میزان ویتامین ث را داشتند.

Table 3. Duncan's Multiple Range Test on Vitamin C (p<0.05)

Treatment	Vitamin C (mg. g^{-1})	
Calcium + Infection	39.07	abcd
Calcium + Scar	39.30	abcd
Calcium	39.76	ab
Commercial wax + Infection	38.65	cd
Commercial wax + Scar	39.18	abcd
Commercial wax	39.17	abcd
Carnauba wax + Infection	38.47	d
Carnauba wax + Scar	39.74	ab
Carnauba wax	38.67	cd
Hot water + Infection	39.88	a
Hot water + Scar	39.74	ab
Hot water	39.54	abc
Tecto + Infection	39.61	abc
Tecto + Scar	39.63	abc
Tecto	40.01	a
Polyethylene bag + Scar	38.94	abcd
Polyethylene bag	38.58	cd
Control + Infection	39.49	abcd
Control + Scar	39.64	abc
Control	38.76	bcd

The same letters in each column indicate no significant difference at the 5% level

گاهی افزایش ویتامین ث در شروع دوره نگه‌داری دیده شده و دلیل آن چنین بیان شده که میوه‌ها هنوز در مرحله رشد قرار داشته‌اند [۲٦, ۲۸]. عوامل زیادی روی میزان ویتامین ث مرکبات موثر هستند که از بین عوامل قبل از برداشت علاوه بر شرایط رشد و تغذیه گیاهان، شرایط آب و هوایی، محل قرارگرفتن میوه در تاج درخت، میزان بلوغ میوه، نوع پایه و رقم [۲۹] از موارد مهم به‌شمار می‌روند.

همچنین مقدار و پایداری ویتامین ث در هنگام نگه‌داری میوه علاوه بر بلوغ و پیری، تحت تاثیر شرایط محیطی نظیر دما و گازهای تنفسی قرار می‌گیرد. دمای پایین سبب می‌شود که ازدست رفتن ویتامین ث به‌طور قابل توجهی کاهش یابد. مطالعه میوه‌های تانجرین در دمای ۰/۵، ۳، ۸ و ۱۲ درجه سلسیوس به مدت ۸ هفته نشان داد که میزان ویتامین ث میوه‌های نگه‌داری شده در ۸ و ۱۲ درجه سلسیوس کاهش زیادی (۳۰ تا ٤۰ ٪) داشتند [۳۰].

۵-۳- فنل کل

جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر فاکتورهای زمان، تیمارهای مختلف و نیز اثر متقابل آنها بر مقدار فنل کل پوست و گوشت میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ٤).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table 4. Analysis of variance table (total phenols of peel and pulp)

Sources	df	Mean of squares	
		Total phenols of peel	Total phenols of pulp
Time	2	53.891**	2.414**
Treatment	19	0.694**	0.092**
Time × Treatment	38	0.205*	0.04**
Error	120	0.12	0.021
CV (%)		12.64	13.25

**Significant difference at 1% probability level, *Significant difference at 5% probability level and ns non-significant difference.

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که میزان تغییرات میزان فنل کل پوست و گوشت میوه طی زمان اختلاف زیادی دارند (شکل ٦).

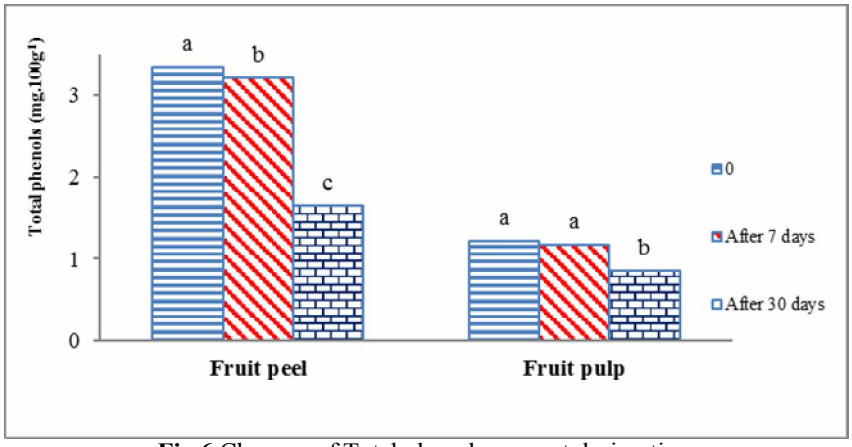

Fig 6 Changes of Total phenols amount during time

میزان فنل کل پوست در ابتدای آزمایش ٣/٣٤ میلی‌گرم در ١٠٠ گرم عصاره بود که پس از ٧ و ٣٠ روز به ترتیب به ٣/٢١ و ١/٦٤ کاهش یافت (شکل ٦). مقدار فنل کل گوشت میوه در ابتدای آزمایش و پس از ٧ و ٣٠ روز به ترتیب ١/٢٢، ١/١٧ و ٠/٨٥ برحسب میلی‌گرم اسید گالیک در ١٠٠ گرم عصاره بود (شکل ٦). همچنین نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر میزان فنل کل پوست و گوشت معنی داری بود (جدول ٥). به طوری که بیشترین مقدار فنل کل پوست و گوشت میوه به ترتیب در تیمار آب داغ + آلودگی (٣/٢١میلی گرم بر ١٠٠ گرم عصاره) و تیمار کلسیم + زخم (١/٢٧ میلی گرم بر ١٠٠ گرم عصاره) مشاهده شد.

راپیسادرا و همکاران (٢٠٠٨) با بررسی روند تغییرات ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پنج رقم پرتقال نتیجه گرفتند که تغییر میزان فنل کل در ارقام مختلف از یک الگوی واحد پیروی نمی‌کند برای مثال در نمونه‌برداری‌های ٠، ٢٠، ٤٠ و ٦٥ روز نگه‌داری در انبار سرد مشخص شد که در پرتقال رقم تاراکو مسینا[11] مقدار فنل‌کل بعد از ٢٠ روز افزایش و سپس در روزهای ٤٠ و ٦٥ به‌تدریج کاهش یافت. این مقدار در رقم تاراکو ملی[12] ابتدا افزایش یافته و بعد تا پایان ٦٥ روز ثابت باقی ماند. در حالی که در والنسیا و آویل[13] در ٢٠ روز اول تغییری نداشت اما سپس تا پایان دوره کاهش یافت [٢٦].

[11] Messina
[12] Meli
[13] Ovale

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table 5 Changes in total phenols of peel and pulp under different treatments

Treatment	Total phenols (mg.100g^{-1})			
	Fruit peel		Fruit pulp	
Calcium + Infection	2.90	abcd	1.20	abcd
Calciun + Scar	3.07	ab	1.27	a
Calcium	2.89	abcd	1.05	defg
Commercial wax + Infection	2.64	cdefg	1.14	abcde
Commercial wax + Scar	2.48	efg	1.25	ab
Commercial wax	2.53	defg	1.15	abcde
Carnauba wax + Infection	2.71	bcdefg	1.00	efg
Carnauba wax + Scar	2.98	abc	1.00	efg
Carnauba wax	2.42	fg	0.93	fg
Hot water + Infection	3.21	a	1.01	efg
Hot water + Scar	2.99	abc	1.05	defg
Hot water	3.06	ab	0.91	g
Tecto + Infection	3.05	ab	1.08	cdef
Tecto + Scar	2.81	bcde	1.22	abc
Tecto	2.79	bcdef	1.02	efg
Polyethylene bag + Scar	2.49	efg	0.99	efg
Polyethylene bag	2.34	g	1.10	bcde
Control + Infection	2.37	g	1.11	bcde
Control + Scar	2.46	efg	1.02	efg
Control	2.44	efg	1.12	abcde

The same letters in each column indicate no significant difference at the 5% level

٦-۳- فلاونوئید کل

میزان فلاونوئید کل پوست در تیمارها و زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ٦ و ۷). در حالی که مقدار فلاونوئید کل گوشت تنها در زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌دار داشت و تیمارهای مختلف تاثیری بر میزان فلاونوئید کل گوشت میوه نداشتند اما در پوست میوه در زمان‌های مختلف و نیز بین تیمارها اختلاف معنی دار دیده شد (جدول ٦). نتایج نشان داد که بیشترین مقدار فلاونوئید کل در پوست میوه مربوط به تیمار پوشش پلی‌اتیلن (۰/۵۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) بود (جدول ۷). مقادیر این شاخص در سایر تیمارها در جدول ۷ نشان داده شده است.

Table 6 Analysis of variance (Total flavonoid of peel and pulp)

Source	Degree of freedom	Mean squares	
		Total flavonoid of peel	Total flavonoid of pulp
Time	2	0.136**	0.173**
Treatment	6	0.009**	0.003^{ns}
Time × Treatment	12	0.010**	0.004*
Error	168	0.003	0.002
CV (%)		9.53	9.93

**Significant difference at 1% probability level, *Significant difference at 5% probability level and ^{ns} non-significant difference.

اسکوبیدو وهمکاران (۲۰۱٤) فلاونوئید کل را در بخش های مختلف میوه پرتقال والنسیا در زمان‌های مختلف بررسی کردند و نشان دادند که آلبدو حاوی بیش‌ترین میزان فلاونوئید کل است که به ترتیب ۳۸/۲ و ۲/۲ برابر آب میوه و آلبدو است [۳۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table 7 Changes in total Flavonoids of peel and pulp under different treatments

Treatment	Total phenols (mg.100g^{-1})			
	Fruit peel		Fruit pulp	
Calcium + Infection	0.54	cde	0.36	de
Calciun + Scar	0.41	g	0.40	cd
Calcium	0.41	g	0.42	bc
Commercial wax + Infection	0.54	bcde	0.33	e
Commercial wax + Scar	0.48	f	0.36	de
Commercial wax	0.52	def	0.39	cd
Carnauba wax + Infection	0.51	ef	0.38	d
Carnauba wax + Scar	0.51	ef	0.45	ab
Carnauba wax	0.53	def	0.45	ab
Hot water + Infection	0.53	def	0.46	ab
Hot water + Scar	0.54	bcde	0.47	a
Hot water	0.51	ef	0.47	a
Tecto + Infection	0.51	ef	0.47	a
Tecto + Scar	0.53	def	0.45	ab
Tecto	0.57	abcd	0.46	ab
Polyethylene bag + Infection	0.59	abc	0.46	ab
Polyethylene bag + Scar	0.57	abcd	0.48	a
Polyethylene bag	0.59	a	0.47	a
Control + Infection	0.59	ab	0.48	a
Control + Scar	0.59	abc	0.48	a
Control	0.57	abcd	0.48	a

The same letters in each column indicate no significant difference at the 5% level

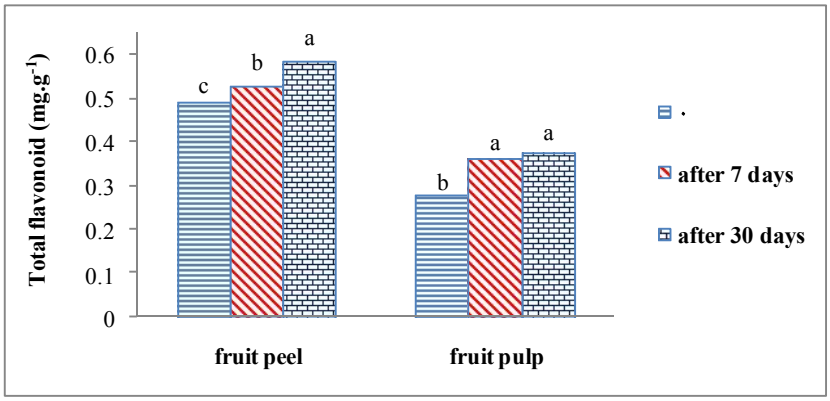

Fig 8 Flavonoid amount of peel and pulp during storage time

۷-۳- ترکیبات هسپریدین و اسکوپارون

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هفت روز پس از اعمال تیمارهای مورد نظر مقدار هسپریدین پوست میوه در تیمار واکس بریتکس با ۱۰۵۰ میکروگرم بر گرم عصاره در بالاترین سطح قرار داشت و کمترین مقدار با ٤٤١/٨ میکروگرم بر گرم عصاره در تیمار واکس کارنوبا مشاهده شد (جدول ۸). به طور کلی بر اساس آزمون دانکن مقدار هسپریدین پوست میوه در تیمارهای مورد استفاده را می‌توان در دو گروه متمایز دسته‌بندی کرد. تنها تیمارهای واکس بریتکس و آب گرم اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشتند. مقدار هسپریدین در گوشت میوه از ۱۲۵/۵ در تیمار کلرید کلسیم تا ۳۱۲/۵ میکروگرم بر گرم عصاره در واکس

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

بریتکس متغیر بود. اگرچه اختلاف معنی‌دار در برخی تیمارها مشاهده شد.

مقدار اسکوپارون در پوست در تیمارهای همراه با آب داغ و کلرید کلسیم به شکل معنی داری بالاتر از بقیه تیمارها بود. بیشترین مقدار اسکوپارون پوست در تیمار آب داغ به میزان ۱۰۰/۹ میکروگرم بر گرم عصاره بود و پس از آن تیمارهای کلرید کلسیم + زخم، کلرید کلسیم + آلوده‌سازی، آب داغ + زخم و آب داغ + زخم به ترتیب با مقادیر ۸۹/۰۱، ۸٤/۹۵، ۸٤/۱٦ و ٦٦/۰٤ در مکان‌های بعد قرار گرفتند (جدول ۸). حداقل مقدار اسکوپارون برای جلوگیری از جوانه‌زنی اسپورهای قارچ *Penicillium digitatum*، ٦٤ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش شده است [۱۱]. این میزان تنها در تیمارهای آب داغ، کلرید کلسیم + زخم، کلرید کلسیم + آلوده‌سازی، آب داغ + زخم و آب داغ + زخم دیده شد و در هیچیک از دیگر تیمارها در پوست میوه مشاهده نشد. مقدار اسکوپارون گوشت میوه فقط در تیمار کلسیم + زخم در این حد بود و در واکس کارنوبا نیز نزدیک به این مقدار بوده و به طور معنی داری بالاتر از بقیه تیمارها قرار گرفتند. این موضوع همچنین نقش حفاظتی پوست میوه را نه تنها به عنوان یک مانع فیزیکی در برابر عوامل پوسیدگی، بلکه به کمک مواد فعال بیولوژیک روشن می‌سازد که یادآور اهمیت جلوگیری از آسیب مکانیکی به پوست می‌باشد [۱۱].

Table 8 Duncan's Multiple Range Test (Hesperidin and Scoparon)

Treatment	Hesperidin (µg/g Extract)				Scoparon (µg/g Extract)			
	Fruit peel		Fruit pulp		Fruit peel		Fruit pulp	
Calcium + Infection	588.0	cd	225.5	abc	84.95	a	42.73	bc
Calcium + Scar	643.9	cd	125.5	d	89.01	a	64.71	a
Calcium	662.9	cd	187.1	bcd	21.16	fg	27.76	efgh
Commercial wax + Infection	987.8	a	245.3	abc	28.00	efg	19.12	h
Commercial wax + Scar	1050.0	a	312.5	a	49.33	bcd	34.99	bcdef
Commercial wax	922.6	ab	165.4	cd	22.03	fg	24.66	fgh
Carnauba wax + Infection	655.6	cd	247.3	abc	18.66	g	18.02	h
Carnauba wax + Scar	730.5	bc	242.2	abc	21.91	fg	26.65	efgh
Carnauba wax	441.8	d	267.6	ab	44.83	cde	59.73	a
Hot water + Infection	446.4	d	209.5	bcd	66.04	b	30.71	cdefgh
Hot water + Scar	532.0	cd	210.9	bcd	84.16	a	41.40	bcd
Hot water	980.6	a	263.3	ab	100.9	a	40.08	bcde
Tecto + Infection	599.6	cd	204.5	bcd	37.37	defg	19.53	h
Tecto + Scar	698.1	bcd	210.4	bcd	57.23	bc	25.88	fgh
Tecto	591.8	cd	247.3	abc	44.34	cde	28.65	defgh
Polyethylene bag + Infection	643.3	cd	232.2	abc	35.43	defg	23.54	fgh
Polyethylene bag + Scar	484.2	cd	228.8	abc	50.30	bcd	20.56	gh
Polyethylene bag	607.0	cd	281.3	ab	38.27	cdef	45.93	b
Control + Infection	475.5	cd	242.2	abc	52.71	bcd	27.03	efgh
Control + Scar	480.0	cd	267.6	ab	42.25	cde	33.68	bcdefg
Control	632.4	cd	209.5	bcd	36.75	defg	35.07	bcdef

The same letters in each column indicate no significant difference at the 5% level

٤- نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که میوه‌های زخم‌شده و آلوده‌سازی شده شانس زیادی برای بقا نداشتند و تنها تیمارهای تکتو ٦۰ و آب گرم توانستند پوسیدگی میوه‌های زخم و آلوده را به طور معنی‌داری کاهش دهند. در مقابل هیچ‌یک از تیمارها بر کنترل پوسیدگی میوه‌های بدون زخم به طور معنی‌دار موثر نبودند. علاوه بر این کاهش وزن میوه در میوه‌های واکس خورده به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. میزان فنل کل پوست و گوشت میوه نیز در طول دوره انبارداری روند کاهشی نشان داد. هسپریدین در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

گوشت و پوست میوه تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت و میزان آن متغیر بود. بیشترین مقدار اسکوپارون پوست و گوشت میوه به ترتیب در تیمار آب داغ و تیمار کلسیم + زخم مشاهده شد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد تیمارهای تکتو ٦٠ و آب گرم می تواند پوسیدگی میوه‌های زخم و آلوده را به طور معنی‌داری کاهش دهند. تیمارها بر کنترل پوسیدگی میوه‌های سالم (بدون زخم) موثر نبودند و این موضوع اهمیت جلوگیری از آسیب مکانیکی به میوه در مرحله قبل از برداشت و زمان جابجایی را نشان می‌دهد. در بررسی مقدار فلاونوئید کل گوشت و پوست میوه، ملاحظه می‌شود روند تغییرات به گونه‌ای نیست که بتوان گروه‌های مختلف تیمارها (که هریک شامل میوه‌های آلوده شده، زخمی و سالم بود) در دسته‌های جداگانه طبقه بندی کرد. مقدار اسکوپارون در برخی تیمارها در حد مهار جوانه‌زنی اسپور کپک سبز پنی‌سیلیومی بود ولی عملا در کنترل پوسیدگی تاثیر مورد انتظار را نداشتند.

۵- منابع

[1] Barkai-Golan, R. 2001 Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: Development and Control. Amsterdam: ELSEVIER. 418.

[2] Anonymous. 2017 Statistics of horticultural crops.Comunication and information technology center Tehran, IRAN: Ministry of Jihad agriculture. (in Farsi).

[3] Youssef, K., Sanzani, S.M., Ligorio, A., Ippolito, A., and Terry, L.A. 2014. Sodium carbonate and bicarbonate treatments induce resistance to postharvest green mould on citrus fruit. Postharvest Biology and Technology. 87: p. 61-69.

[4] Barkai-Golan, R. and Paster, N. 2008 Mycotoxins in fruits and vegetables. Academic Press.

[5] Smilanick, J.L., Mansour, M.F., Gabler, F.M., and Sorenson, D. 2008. Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. Postharvest Biology and Technology. 47(2): p. 226-238.

[6] Adaskaveg, J. 2004. Evaluation of new postharvest treatments to reduce postharvest decays and improve fruit quality in citrus packinghouse operations. Citrus Research Board. 2004 Annual Report. p. 64-65.

[7] ZHU, J.-W., XIE, Q.-Y., and LI, H.-Y. 2006. Occurrence of imazalil-resistant biotype of *Penicillium digitatum* in China and the resistant molecular mechanism. Journal of Zhejiang University SCIENCE A. 7: p. 362-365.

8. [8] Ortelli, D., Edder, P., and Corvi, C. 2005. Pesticide residues survey in citrus fruits. Food Additives and Contaminants. 22(5): p. 423–428.

[9] Holmes, G.J. and Eckert, J.W. 1999. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to Postharvest Citrus Fungicides in California. Phytopathology. 89: p. 716-721.

[10] Vermerris, W. and Nicholson, R. 2006 Phenolic compound biochemistry. Springer Verlag.

[11] Afek, U. and Sztejnberg, A. 1995. Scoparone (6,7-Dimethoxycoumarin), a Citrus Phytoalexin Involved in Resistance to Pathogens, in *Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action*, M. Daniel and R.P. Purkayastha, Editors, Marcel Dekker, Inc.: New York. p. 263-286.

[12] Afek, U. and Sztejnberg, A. 1988. Accumulation of scoparone, a phytoalexin associated with resistance of Citrus to Phytophthora citrophthora. Phytopathology. 78(12): p. 1678-1682.

[13] Kim, J.J., Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Henis, Y., and Carmeli, S. 1991. Accumulation of Scoparone in Heat-Treated Lemon Fruit Inoculated with Penicillium digitatum Sacc. Plant Physiol. 97: p. 880-885.

[14] Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Kim, J.J., Shapiro, B., and Ittah, Y. 1992. Ultraviolet Illumination Induces Scoparone Production in Kumquat and Orange Fruit and Improves Decay Resistance. J. AMER. SOC. HORT. SCI. . 117(5): p. 788-792.

[15] Ortuno, A., Botı´a, J.M., Fuster, M.D., Porras, I., Garcia-Lidon, A., and Rio, J.A.D. 1997. Effect of Scoparone (6,7-Dimethoxycoumarin) Biosynthesis on the Resistance of Tangelo Nova, *Citrus paradisi*, and *Citrus aurantium* Fruits against *Phytophthora parasitica*. Agric. Food Chem. 45: p. 2740-2743.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

[16] Afek, U., Sztejnberg, A., and Carmely, S. 1986. 6, 7-dimethoxycoumarin, a Citrus phytoalexin conferring resistance against Phytophthora gummosis. Phytochemistry. 25(8): p. 1855-1856.

[17] Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P., and Liu, R.H. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. Journal of agricultural and food chemistry. 51(23): p. 6887-6892.

[18] Fattahi, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi, R., Ghasemnejad, M., and Bakhsi, D. 2011. Assessment of fruit quality and antioxidant activity of three citrus species during ripening. South-Western Journal of Horticulture Biology and Environment. 2(2): p. 113-128.

[19] Bor, J.-Y., Chen, H.-Y., and Yen, G.-C. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. Journal of agricultural and food chemistry. 54(5): p. 1680-1686.

[20] Rosenberger, I. 1990. Postharvest Ethanol Buildup and Off-flavor in Murcott 'Tangerine Fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science. 115(5): p. 775-778.

[21] Murata, T. 1997. Citrus, in *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*, S.K. Mitra, Editor CAB International,: UK. p. 21-40.

[22] Ariza, M.R., Larsen, T.O., Petersen, B.O., Duus, J.Ø., and Barrero, A.F. 2002. Penicillium digitatum metabolites on synthetic media and citrus fruits. Journal of agricultural and food chemistry. 50(22): p. 6361-6365.

[23] Holmes, G., Eckert, J., and Pitt, J. 1994. Revised description of Penicillium ulaiense and its role as a pathogen of citrus fruits. PHYTOPATHOLOGY. 84(7): p. 719-727.

[24] Shen, Y., Zhong, L., Sun, Y., Chen, J., Liu, D., and Ye, X. 2013. Influence of hot water dip on fruit quality, phenolic compounds and antioxidant capacity of Satsuma mandarin during storage. Food Science and Technology International. 19(6): p. 511-521.

[25] Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E., and Bahorun, T. 2011. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. Food Research International. 44: p. 2088-2099.

[26] Rapisarda, P., Bianco, M.L., Pannuzzo, P., and Timpanaro, N. 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: p. 348–354.

[27] Obenland, D., Collin, S., Sievert, J., Fjeld, K., Doctor, J., and Arpaia, M.L. 2008. Commercial packing and storage of navel oranges alters aroma volatiles and reduces flavor quality. Postharvest Biology and Technology. 47(2): p. 159-167.

[28] Shen, Y., Yang, H., Chen, J., Liu, D., and Ye, X. 2013. Effect of waxing and wrapping on phenolic content and antioxidant activity of citrus during storage. Journal of Food Processing and Preservation. 37(3): p. 222-231.

[29] Cardeñosa, V., Barros, L., Barreira, J.C., Arenas, F., Moreno-Rojas, J.M., and Ferreira, I.C. 2015. Different Citrus rootstocks present high dissimilarities in their antioxidant activity and vitamins content according to the ripening stage. Journal of plant physiology. 174: p. 124-130.

[30] Nagy, S. 1980. Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. Journal of agricultural and food chemistry. 28(1): p. 8-18.

[31] Escobedo-Avellaneda, Z., Gutiérrez-Uribe, J., Valdez-Fragoso, A., Torres, J.A., and Welti-Chanes, J. 2014. Phytochemicals and antioxidant activity of juice, flavedo, albedo and comminuted orange. Journal of Functional Foods. 6: p. 470-481.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Comparison of the effect of physical and chemical treatments on decay control, qualitative characteristics and some flavonoids of Thomson-navel orange fruits in cold storage

Faghih Nasiri, M. [1], Omidbaigi, R. [2], Fakhr Tabatabaie, S. M. [3], Arzani, K. [2*], Zare, R. [4]

1. Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3. Professor, Department of Horticultural Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

(Received: 2018/06/24 Accepted:2019/01/29)

The decay of green and blue molds of Thomson navel oranges is one of the main causes of this product's decay and it can be a limiting factor in storing fruits. The aim of this study was to investigate the effects of wax, hot water, calcium chloride and commercial Tecto 60™ fungicide treatments on reducing decay by inducing biosynthesis of flavonoid compounds and maintaining the postharvest quality of Thomson navel orange fruits. Fruits kept for three months in a cold storage at a temperature of 5 to 7 °C and a relative humidity of about 75 to 90%. The results showed that weight loss of fruits in waxed fruits was significantly lower than other treatments. The results also showed that the wounded and infected fruits did not have much chance of survival. Only Tecto 60™ and hot water could significantly reduce the decay of wounded and infected fruits. In contrast, none of the treatments was significantly effective on control of decay of non-wounded fruits. Total phenol content of fruit peel and flesh showed a decreasing trend during storage. The amount of hesperidin in the peel was at the highest level in Britex wax treatment (1050 µg/g of extract). The highest amount of scoparon of fruit peel and flesh was in hot water and calcium + wounded treatments, respectively. Although the amount of scoparon in some treatments inhibited the germination of fungal spores, it did not have the expected effect in controlling decay. The use of Tecto 60™ and hot water can significantly reduce the decay of wounded and infected fruits. The treatments were not effective in controlling the deterioration of intact fruits, which indicates the importance of preventing mechanical damage to the fruit in the pre-harvest stage and the time of displacement.

Key words: Scoparon, Cold storage, Citrus, Fruit decay, Hesperidin.

* Corresponding Author E-Mail Address: arzani_k@modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]