

ارزیابی کارایی قارچ کش معدنی در کاهش پوسیدگی های قارچی و حفظ کیفیت میوه ی پرتقال تامسون ناول در انبار معمولی و سردخانه

حسین طاهری^{۱*}، جواد فتاحی مقدم^۲، رضا فیفائی^۱، سیده نجمه بنی هاشمیان^۳

۱- استادیار، پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۲- دانشیار، پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۳- پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۱۲

چکیده

پوسیدگی های قارچی مهم ترین عامل از بین رفتن میوه در انبار و سردخانه می باشند. این پژوهش در قالب دو آزمایش شامل تاثیر قارچ کش معدنی پایا در کاهش رشد قارچ آلترناریا، کپک سبز و آبی در شرایط آزمایشگاهی و تاثیر آن بر پوسیدگی ناشی از کپک سبز و آبی و کیفیت میوه ی پرتقال تامسون همراه با تیمارهای واکس بریتکس، قارچ کش تکنو و شاهد طی نگهداری در انبار و سردخانه با نمونه برداری به فواصل زمانی ۹۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز در پرتقال تامسون بررسی شد. نتایج آزمایش اول نشان داد تاثیر سم در محیط کشت، قارچ کش معدنی باعث کاهش رشد هیف قارچ های آلترناریا، کپک سبز و کپک آبی شد. در میوه های آلوده به کپک سبز و آبی در انبار و سردخانه کم ترین و بیش ترین درصد پوسیدگی میوه به ترتیب مربوط به تیمار قارچ کش تکنو و شاهد آلوده بود. قارچ کش معدنی و واکس تقریباً اثر مشابهی در جلوگیری از آن داشتند. آزمایش کیفیت میوه نشان داد که در بین تیمارها، میوه های پوشش داده شده با واکس کم ترین کاهش وزن را در انبار معمولی (۳/۳۹ درصد) و سردخانه (۲/۹۴ درصد) داشتند. کم ترین مقدار ضخامت پوست میوه مربوط به میوه های ضد عفونی شده با قارچ کش معدنی (۳/۲۸ در انبار معمولی و ۳/۵۱ در سردخانه) بود. درصد عصاره، TSS، TA، TSS/TA، TI، شاخص L^* و a^* ، ظرفیت آنتی اکسیدانی پوست تفاوت معناداری با شاهد نداشت. روند کاهشی فنل در کلیه تیمارها مشاهده شد. میزان آسکوربیک اسید در همه تیمارها نسبت به شاهد اختلاف داشت و این تفاوت در قارچ کش معدنی و تکنو ۶۰ به ویژه در انبار معمولی بیشتر بود. بیش ترین درصد و شدت لکه های پوستی مربوط به تیمار قارچ کش معدنی بود. به طور کلی قارچ کش معدنی تاثیر منفی روی ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی میوه نداشت ولی، باعث از دست دادن آب و خشکیدگی پوست میوه شد که تاثیر منفی روی بازارپسندی میوه دارد.

واژگان کلیدی: قارچ کش، مرکبات، کپک سبز و آبی و انبار

Evaluating the efficiency of mineral fungicide to reduce fruit rots and to keep the quality of Thomson Navel oranges in common and cold storages.

Hossein Taheri^{1*}, Javad Fatahi Moghadam², Reza Fiffaei¹, Seyedeh Najme Banihashemian³

1-Assistant Professor, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

2-Associate Professor, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

3-Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

Received :January 2024

Accepted:May 2024

Abstract

Fungal rots are the most important cause of fruit loss in storage and cold storage. This research was conducted in two experiments, including the effect of a mineral fungicide in reducing the growth of *Alternaria*, green and blue mold in laboratory conditions and its effect on decreasing the rot caused by green and blue mold and the quality of Thomson oranges along with Britex Wax, Tecto fungicide and ckeck treatments. During storage in packinghouse and cold storage, sampling was done at 0, 30, 60 and 90 days intervals in Thomson oranges. According to the first experiment result, hyfal growth of *Alternaria alternata*, *Penicillium digitatum* and *P. italicum* was decreased by mineral fungicide. In treated fruits, the least and the most infection was in Tecto and control treatments respectively. Mineral fungicide and Wax treatments in various experiments had almost the same effects on the quality of treated fruits. fruit quality experiment showed that among the treatments, fruits covered with wax had the least weight loss in common (3.39%) and cold storages (2.94%). The lowest fruit skin thickness was in fruits treated by mineral fungicide (3.28mm in packinghouse and 3.51mm in cold storages). Some characters such as juice percentage, TSS, TSS/TA, TA, TI, L^* and a^* , antioxidant capacity, had not significant differences with the control. A decreasing trend of phenol was observed in all treatments. In general, the amount of ascorbic acid was different in all treatments compared to the control. The highest intensity and percentage of pitting belonged to mineral fungicide treatment. In general, mineral fungicide did not have a negative effect on the fruit nutritional and chemical characters, but it caused water loss and drying of the fruit skin, which has a negative effect on the marketability of the fruit.

Keywords: fungicide, citrus, green and blue mold and storage.

۱- مقدمه

مورد استفاده در سردخانه‌ها هستند که هر کدام نحوه تاثیر متفاوتی دارند. استفاده از این سموم رایج‌ترین راه کنترل پوسیدگی مرکبات در دوره انبارداری است. استفاده متوالی از قارچ‌کش‌ها، باعث پیدایش استرین‌های مقاوم قارچ پنیسیلیوم شده است. کینای و همکاران مقاومت کپک سبز مرکبات را به سه قارچ‌کش فوق گزارش کرده‌اند (Kinay et al., 2007).

سمیلانیک و همکاران در سال ۲۰۰۷، اثر غلظت سوربات پتاسیم و pH را بر جوانه‌زنی اسپورهای قارچ *P. digitatum* به‌تنهایی و یا به همراه ۴ قارچ‌کش ایمازالیل، تیابندازول، پری‌متانیل و فلوودیوکسونیل در کنترل کپک سبز پس از برداشت بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد سوربات پتاسیم به‌تنهایی و یا به همراه قارچ‌کش‌ها پس از گرمادهی تأثیر بیش‌تری داشت (Smilanik et al., 2007). نهال‌سامی و همکاران در سال ۲۰۱۱، اثر ترکیب‌های جدیدی را به‌عنوان بازدارنده رشد قارچ بر روی میوه پس از برداشت مطالعه نمودند. این بررسی که شامل ترکیبی از پودر برگ گیاه استویا و سه ماده شیمیایی کتوکونازول، فلوکونازول، ایتراکونازول بود نشان داد که این ترکیب جدید می‌تواند مانع رشد کپک‌ها بر میوه بدون آسیب رساندن به میوه شود (NehalSami et al., 2011). عبدالوهاب و رشید در سال ۲۰۱۲، اثر تیمارهای بی‌خطر پس از برداشت شامل کیتوزان ۴٪، سوربات پتاسیم ۲٪ و یا واکس را بر کیفیت پرتقال ناول بررسی کردند. نتایج نشان داد که پوشش‌ها می‌توانند به‌خوبی پوسیدگی را کنترل کرده و کیفیت و بازار پسندي میوه را حفظ نمایند (AbdelWahab and Rashid, 2012). آسکارن و همکاران در سال ۲۰۱۳، کاربرد افزودنی‌های غذایی در کنترل کپک آبی در مرکبات را در محیط کشت درون شیشه‌ای و طبیعی بررسی کردند. نتایج حاصل نشان داد که ترکیب‌های معدنی

ایران با داشتن حدود ۲۵۹ هزار هکتار سطح زیر کشت مرکبات و تولید سالانه ۵/۳ میلیون تن میوه جزو ۱۰ کشور برتر تولید کننده مرکبات در دنیا می‌باشد (بی‌نام، ۱۴۰۱). خسارت ناشی از پوسیدگی انباری در میوه‌های تیمار شده مرکبات، حدود ۲-۴ درصد است. در میوه‌های بدون تیمار، در عرض ۱-۳ هفته بعد از برداشت، خسارت حدود ۱۵-۳۰ درصد افزایش می‌یابد (Smilanick et al., 2006; Naqvi, 2004). بنابراین، با توجه به اهمیت مرکبات در امر صادرات و هم‌چنین نگهداری این محصولات در انبارها جهت مساعد شدن زمان فروش، یافتن راهکارهای مقابله با مشکلات انبارمانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از میان مشکلات موجود، پوسیدگی میوه و کاهش کیفیت آن طی نگهداری، مسأله بسیار مهمی است که خسارت زیادی را به تولیدکنندگان و صادرکنندگان تحمیل می‌نماید.

۲- پیشینه پژوهش

پوسیدگی‌های قارچی مهم‌ترین عامل از بین رفتن میوه در انبار و سردخانه می‌باشند. کپک آبی *Penicillium italicum* Wehmer و کپک سبز *P. digitatum* (Pers.:Fr.) Sacc عوامل اصلی پوسیدگی میوه پس از برداشت هستند و حدود ۸۰ درصد آلودگی مربوط به کپک سبز است (Mitra, 1997; Agrios, 2005, Louw and Korsten, 2015, Bhatta, 2022).

بررسی‌های بسیاری در داخل و خارج کشور روی تأثیر انبار و استفاده از تیمارهای پس از برداشت (شامل انواع قارچ‌کش‌ها، التیام‌دهی (کیورینگ)، پوشش‌های پلی‌اتیلنی و گرما درمانی) در کاهش ضایعات میوه صورت گرفته است. سدیم ارتوفیل فسفات، تیابندازول و ایمازالیل قارچ‌کش‌های رایج

بوریک اسید، سدیم متابی سولفیت، سدیم سولفیت، سدیم سالیسیلات، سدیم کربنات و سولفات مس در هر دو محیط (درون شیشه و طبیعی)، فعالیت ضد قارچی نشان دادند (Askarne *et al.*, 2013). زمانی و همکاران کاهش درصد جوانه‌زنی اسپور قارچ *P. digitatum* را در اثر استفاده بی‌کربنات سدیم گزارش کرده‌اند (Zamani *et al.*, 2007).

استفاده از ترکیب‌های فلاونویدی حاصل از میوه (Chen *et al.*, 2020)، نان‌ها (Zhu *et al.*, 2019)، عصاره‌های کلزا و خردل (Zhu *et al.*, 2019)، کیتوزان (Wang *et al.*, 2019)، نمک‌های معدنی سولفیت سدیم، سوربات پتاسیم، کربنات پتاسیم و کلرید سدیم (Youssef and Hussien, 2020)، کربنات سدیم (Martinez-Blay *et al.*, 2020) بی‌کربنات سدیم (Palou *et al.*, 2001, Palou *et al.*, 2002)، سیلیکات سدیم و کلرید کلسیم (Ligo-rio *et al.*, 2007) در کنترل کپک‌های سبز و آبی در شرایط آزمایشگاه و انبار گزارش شده است.

یکی از روش‌های افزایش ماندگاری محصولات فاسدشدنی به ویژه میوه‌ها به کارگیری از پوشش‌های (واکس) خوراکی روی سطوح آنها می‌باشد. این کار علاوه بر کاهش سرعت خروج رطوبت و شدت تنفس، سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی نظیر سفتی بافت، عطر، طعم و خصوصیات حسی و در نهایت کاهش سرعت رشد میکروبی را در محصول به دنبال دارد (Bifani *et al.*, 2007). در یک بررسی دیگر، گلشن تفتی و شاه بیگ (۱۳۸۱)، اثرات قارچ‌کش تیابندازول (به نسبت دو در هزار)، واکس، پوشش پلی اتیلن و گرمادرمانی (هوای گرم و مرطوب با دمای ۳۶-۳۸ درجه سانتی‌گراد) در افزایش عمر نگهداری و کاهش ضایعات پس از برداشت ارقام پرتقال والنسیا، مارس ارلی و محلی جیرفت مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی تیمار قارچ‌کش و پوشش پلی اتیلن در

کنترل پوسیدگی، جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها کاملاً مؤثر و از طرفی از نظر اقتصادی نیز در مقایسه با سایر تیمارها قابل توجه بود. در این پژوهش اثر نوع قارچ‌کش و کارایی آن در مقایسه با واکس روی مهار مستقیم عوامل قارچی و همچنین کیفیت میوه در انبار معمولی و سردخانه بررسی شد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در قالب دو آزمایش شامل تاثیر قارچ‌کش معدنی پایا در کاهش رشد قارچ آلترناریا، کپک سبز و آبی در شرایط آزمایشگاهی و تاثیر آن بر پوسیدگی ناشی از کپک سبز و آبی و کیفیت میوه‌ی پرتقال تامسون همراه با تیمارهای واکس بریتکس، قارچ‌کش تکتو و شاهد طی نگهداری در انبار و سردخانه با نمونه‌برداری به فواصل زمانی ۶۰، ۳۰، ۰ و ۹۰ روز در پرتقال تامسون بررسی شد.

۳-۱- مواد گیاهی

در این آزمایش از میوه‌های پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis* cv. Thomson Navel) استفاده شد. میوه‌ها به صورت تصادفی از جهات مختلف درختان (سه درخت) بر اساس شاخص رسیدگی (میزان TSS/TA بین ۷ تا ۸) از ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا وابسته به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری کشور (رامسر) برداشت شدند. میوه‌های انتخاب شده از لحاظ ظاهری، عاری بودن از هرگونه آفات و بیماری و صدمات پوستی مورد بررسی قرار گرفتند و میوه‌های تا حد امکان یک اندازه و سالم انتخاب شدند. آزمایش به دو صورت ارزیابی تاثیر قارچ‌کش معدنی بر کنترل پوسیدگی‌ها در شرایط آزمایشگاهی و انباری و بررسی اثرات پوششی قارچ‌کش معدنی بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی میوه‌های پرتقال تامسون ناول طی انبارداری صورت گرفت.

۳-۲- نمونه برداری و جداسازی عامل بیماری

جدایه های قارچی *Penicillium italicum* و *P. digitatum* از میوه های مرکبات دارای علائم پوسیدگی داخل سردخانه جداسازی و روی محیط غذایی عصاره سیب زمینی، دکستروز و آگار (Potato Dextrose Agar, PDA) کشت داده شدند. خالص سازی قارچ ها به روش تک اسپور کردن روی محیط آب آگار انجام شد و شناسایی آنها با استفاده از کلیدهای معتبر رده بندی انجام شد (Ramirez and Martinez, 1982).

۳-۳- آزمون بیماری زایی

میوه های سالم پرتقال تامسون ناول انتخاب شده با هیپوکلریت سدیم ۱٪ ضد عفونی و سپس دو مرتبه، هر بار به مدت سه دقیقه در آب مقطر استریل قرار گرفتند. پس از زخم کردن پوست میوه ها با استفاده از یک سوزن استریل، ۳۰۰ میکرولیتر از اسپورهای کشت تازه قارچ ها (سوسپانسیون اسپور قارچ ها به غلظت ۱۰۶ اسپور در میلی لیتر با استفاده از لام هموسیتمتر، در آب مقطر استریل با یک هزارم درصد توئین ۸۰) روی زخم قرار داده شد (Yigit et al., 2000). جهت مشاهده علائم بیماری، میوه ها در دو دمای ۲۲ درجه سانتی گراد و ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

۳-۴- بررسی اثر بازدارندگی قارچ کش بر رشد شعاعی هیف قارچ

به منظور بررسی اثر قارچ کش بر رشد هیف قارچ ها، علاوه بر دو قارچ *P. italicum* و *P. digitatum*، قارچ *Alternaria alternata* نیز مورد آزمایش قرار گرفت (برداشت شده از کلکسیون قارچ های پژوهشکده مرکبات). بدین منظور پس از تهیه محیط کشت PDA، غلظت های ۱، ۰/۱ و ۲ درصد از قارچ کش معدنی پایا به محیط کشت اضافه شد. سپس دیسکی از قارچ هفت روزه در وسط هر پتری حاوی این محیط

قرار گرفت. پتری ها در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در انکوباتور نگهداری شدند و روزانه میزان رشد شعاعی میسلیم قارچ اندازه گیری شد. در تیمار شاهد به جای قارچ کش، آب مقطر سترون به محیط اضافه شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد و میزان بازدارندگی رشد میسلیم طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$(GI) = (R1 - R2) / R1 \times 100$$
 که GI میزان بازدارندگی رشد، R1 میزان رشد میسلیم قارچ (mm) در شاهد و R2 میزان رشد میسلیم قارچ (mm) در تیمارها می باشد.

۳-۵- بررسی اثر قارچ کش بر کپک سبز و آبی میوه مرکبات در انبار

میوه های رقم پرتقال تامسون ناول پس از شستشو با آب، با هیپوکلریت سدیم یک درصد ضد عفونی و سپس دو مرتبه، هر بار به مدت سه دقیقه در آب مقطر استریل شستشو شدند. پس از خشک شدن، دو زخم در دو طرف میوه ایجاد شد. میوه ها به دو روش تیماردهی شدند. در روش اول ابتدا میوه ها با قارچ کش معدنی تیماردهی شدند و پس از دو ساعت، آلوده سازی آنها با پاشش سوسپانسیون اسپور هفت روزه قارچ های *P. italicum* و *P. digitatum*، به غلظت ۱۰۶ اسپور روی هر زخم صورت گرفت. پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای اتاق، میوه ها به دو مکان انبار معمولی (دمای ۵ تا ۱۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۵ تا ۸۵ درصد) و سردخانه (دمای ۵ درجه و رطوبت ۸۵ درصد) منتقل شدند. در روش دوم پس از زخم زنی میوه ها، ابتدا آلوده سازی با این دو قارچ مانند روش فوق صورت گرفت و پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای اتاق، با قارچ کش معدنی تیمار شدند و سپس در انبار معمولی (دمای ۵ تا ۱۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۵ تا ۸۵ درصد) و سردخانه (دمای ۵ درجه و رطوبت ۸۵ درصد) قرار

گرفتند.

۳-۶-۲- تغییرات رنگ پوست

تغییرات رنگ پوست با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (CR 400 – Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. در این روش مقادیر L^* (درخشندگی)، a^* (سبزی (-) به قرمزی (+) و b^* (آبی (-) به زردی (+))، زاویه رنگ (Hue angle) و کروما (Chroma) اندازه‌گیری و با فرمول $CCI=1000 \frac{a^*}{L^*} \cdot b^*$ شاخص رنگ برون بر میوه محاسبه شد (Jimenez et al., 1981).

۳-۶-۳- میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته قابل

تیترا (TA)

میزان مواد جامد محلول (بر حسب درصد) توسط دستگاه رفراکتمتر چشمی (Japan Atago – ATC-20)، در دامنه ۲۰ - درصد برای هر یک از میوه‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری TA، به روش تیتراسیون با سود یک دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن و pH برابر ۸/۲ انجام شد (Hong et al., 2007).

۳-۶-۴- شاخص تکنولوژی (TI)

شاخص تکنولوژی از فرمول $100 /$ (درصد عصاره $\times$ مواد جامد محلول) محاسبه شد (Kluge et al., 2003).

۳-۶-۵- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

از روش برند ویلیام و همکاران^۱ (۱۹۹۵) با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۴۵۰ میکرولیتر آب استریل رقیق شد. مقدار ۲۵ میکرولیتر عصاره و ۱۰۰ میکرولیتر DPPH (۵/۰ میلی مولار) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و شرایط تاریک جهت کامل شدن واکنش قرار داده شد. از متانول نیز به عنوان نمونه بلانک استفاده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-1000 ساخت آمریکا) تعیین شد. ظرفیت مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد

تیمارها شامل تیمار شاهد (زخم شده با پاشش آب مقطر سترون)، شاهد بدون زخم، قارچ‌کش تکتو ۶۰ به غلظت ۱/۵ در هزار، واکس Britex Ti (۱۸٪ وزنی واکس، ۲/۰٪ وزنی ایمازالیل، ۵/۰٪ وزنی تیابندازول) و قارچ‌کش معدنی ۲/۵ درصد بودند. تیمارها شامل سه تکرار و هر تکرار شامل ۱۵ عدد میوه بود. میوه‌ها هر هفته مورد بازدید قرار گرفته و میزان پوسیدگی آن‌ها بعد از ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز ثبت شد.

۳-۶-۶- بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

برای بررسی ویژگی‌های مختلف فیزیکوشیمیایی و حسی میوه، میوه‌های چیده شده از درخت به ۴ گروه (۱۰۰ عددی) شامل سه تکرار (دارای ۲۵ میوه) تقسیم شدند. تیمارها شامل بدون تیمار (شاهد)، قارچ‌کش تکتو ۶۰ به غلظت ۱/۵ در هزار، واکس Britex Ti (۱۸٪ وزنی واکس، ۲/۰٪ وزنی ایمازالیل، ۵/۰٪ وزنی تیابندازول) و قارچ‌کش معدنی ۲/۵ درصد بودند. میوه‌های تیمار شده به مدت سه ماه در انبار معمولی (دمای ۵ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۵ درصد) و سردخانه (دمای ۵ درجه و رطوبت ۸۵ درصد) نگهداری شدند. تعداد شش عدد میوه به‌طور تصادفی از هر تیمار به فواصل زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز، انتخاب و شاخص‌های کیفی میوه اندازه‌گیری شدند.

۳-۶-۱- کاهش وزن میوه و درصد آب‌میوه

تعداد سه عدد میوه از هر تکرار شماره‌گذاری شد و در هر نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل و پس از اندازه‌گیری وزن آن‌ها به سردخانه منتقل شد. درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول $100 \times$ (وزن اولیه / وزن ثانویه - وزن اولیه) = (٪) درصد کاهش وزن محاسبه شد. با محاسبه درصد نسبت حجم عصاره به وزن میوه، درصد عصاره میوه محاسبه شد (Schirra et al., 2004).

1- Brand-Williams

خنثی‌کنندگی رادیکال $DPPH=100(1-As/Ac)$ محاسبه شد. در این معادله Ac جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به عنوان کنترل، As جذب DPPH به علاوه نمونه است.

۳-۶-۶- اندازه گیری فنل کل

به منظور استخراج ترکیبات فنلی، بافت میوه به نسبت ۱:۳ به مدت ۱۸ ساعت در داخل حلال متانولی قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل Het-tich-Mikro 200R ساخت آلمان) شدند. میزان فنل کل با روش Folin-Ciocalteu و اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Meyers et al., 2003). در این روش ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۱۲۵ میکرولیتر معرف فولین (۵ درصد) مخلوط و پس از ۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۷ درصد بیکربنات سدیم به محلول اضافه شد. در نمونه‌ی بلانک از آب مقطر استریل به جای عصاره اضافه شد. میزان جذب مخلوط واکنش بعد از ۱۲۰ دقیقه نگهداری در شرایط بدون نور، در طول موج ۷۶۵ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-1000 ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. خط استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گالیک اسید (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بدست آمد. میزان فنل کل از روی خط استاندارد بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم عصاره محاسبه شد (Meyers et al., 2003).

۳-۶-۷- آسکوربیک اسید

غلظت آسکوربیک اسید آب میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲،۶- دی کروفلن ایندوفنل (DCPIP) توسط آسکوربیک اسید اندازه‌گیری شد (Bor et al., 2006). در این روش، مقدار یک گرم از بافت گوشت با ۳ میلی‌لیتر متافسفربیک اسید (۱٪) مخلوط شد و پس از نگهداری به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی،

مخلوط فوق در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۵۰ میکرولیتر محلول رویی با ۲۰۰ میکرولیتر DCPIP مخلوط شد. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در سه تکرار خوانده شد. نمونه‌ی بلانک حاوی ترکیبات فوق به جز عصاره‌ی میوه بود. غلظت آسکوربیک اسید با استفاده از خط رگرسیون استاندارد تهیه شده از غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید (۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در حضور DCPIP محاسبه شد (Bor et al., 2006).

۳-۶-۸- درصد و شدت لکه‌های پوستی: به منظور تعیین درصد لکه‌های پوستی، تعداد کل میوه‌هایی که لکه ظاهری نشان داده بودند (لکه پوستی) بر کل میوه در هر تیمار تقسیم و به صورت درصد بیان شد. نمره لکه پوستی به صورت صفر (بدون صدمه)، ۱ (ملایم، با تعداد لکه پوستی کم)، ۲ (متوسط) و ۳ (شدید) گروه‌بندی شد و میزان شاخص طبق فرمول (کل میوه‌های بررسی شده / (تعداد میوه‌ی هر گروه × نمره لکه‌ی هر گروه) = شاخص لکه‌ی پوستی) محاسبه شد (Alferez, 2005).

۳-۷- تجزیه‌ی آماری داده‌ها

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C پس از آزمون نرمال بر اساس نوع آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل دو عامله (نوع تیمار و مدت زمان نگهداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون‌های توکی و دانکن، در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. ضریب همبستگی‌ها در صفات مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شد.

۴- یافته‌های پژوهش و بحث

۳-۱- شناسایی عوامل بیماری

سانتی گراد ولی با شدت کم‌تری بود که به مرور زمان افزایش یافت. قارچ عامل بیماری مجدداً از میوه‌های آلوده جداسازی شد.

۳-۳- بررسی اثر بازدارندگی قارچ‌کش بر رشد شعاعی هیف قارچ

بر اساس نتایج حاصل، بازدارندگی رشد شعاعی هیف قارچ‌ها توسط قارچ‌کش معدنی تحت شرایط آزمایشگاه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. قارچ‌کش معدنی باعث کاهش رشد هیف قارچ‌های آلترناریا، کپک سبز و کپک آبی شد و اثر آن بر آلترناریا کم‌تر از دو قارچ دیگر بود. در هر سه مورد با افزایش غلظت سم میزان بازدارندگی افزایش یافت. هر چند که در پنسیلیوم‌ها، غلظت‌های یک و دو درصد رشد هیف قارچ را کاملاً متوقف کردند (جدول ۱).

در بررسی‌های آزمایشگاهی، کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم باعث کاهش رشد و جوانه‌زنی اسپورهای کپک سبز مرکبات شدند (Smilanick et al., 1999).

۳-۴- بررسی اثر قارچ‌کش بر کپک سبز میوه در انبار

در هر دو روش اسپور پاشی قبل و بعد از تیماردهی در پرتقال‌های آلوده به کپک سبز در انبار و سردخانه کم‌ترین درصد آلودگی مربوط به تیمار قارچ‌کش تکتو و بیش‌ترین خسارت در رابطه با شاهد آلوده بود. قارچ‌کش معدنی اثر کم‌تری نسبت به واکس

شناسایی قارچ‌ها بر اساس کلیدهای قارچ‌شناسی صورت گرفت (Ramirez and Martinez, 1982). در قارچ *P. italicum*، کلنی قارچ ابتدا سفید است و پس از مدتی با تولید اسپور به رنگ آبی تا آبی مایل به سبز در می‌آید. کنیدی‌های آن به صورت زنجیره‌ای بر روی کنیدیوفور تشکیل می‌شوند. کلنی قارچ *P. digitatum* مانند *P. italicum* است با این تفاوت که کلنی‌ها به مرور با تولید اسپور به رنگ سبز تا سبز تیره در می‌آیند. از نظر علایم نیز در آلودگی به قارچ *P. digitatum*، میوه در محل آلودگی نرم و تا حدودی آبکی می‌شود. هیف‌های سفید قارچ در این نقطه ظاهر شده که به مرور زمان به رنگ آبی تا آبی مایل به سبز در می‌آیند که نمایانگر تولید اسپور توسط قارچ است. مشاهده این اسپورها بهترین روش تشخیص بیماری است. هم‌چنین، در مراحل اولیه علایم بیماری در قارچ *P. digitatum* شبیه پوسیدگی ناشی از قارچ *P. italicum* است. میوه در محل آلودگی نرم و تا حدودی آبکی می‌شود. هیف‌های سفید قارچ در این نقطه ظاهر شده و به مرور با تولید اسپور به رنگ سبز تا سبز تیره در می‌آیند.

۳-۲- آزمون بیماری‌زایی

در میوه‌های تلقیح شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، محل تلقیح تا حدودی فرورفته و گوشت میوه نرم و آبکی شد. این علایم بعد از سه تا پنج روز روی میوه‌ها مشاهده شد. علایم مشاهده شده در دمای پنج درجه سانتی‌گراد مشابه علایم دمای ۲۰ درجه

جدول ۱- مقایسه میانگین درصد بازدارندگی رشد شعاعی هیف قارچ توسط قارچ‌کش تحت شرایط آزمایشگاه.

قارچ	غلظت	۰/۱ درصد	۱ درصد	۲ درصد
<i>Alternaria alternata</i>		۳۳ c**	۸۰ b**	۸۴ b**
<i>Penicillium digitatum</i>		۱۹b	۱۰۰a	۱۰۰a
<i>Penicillium italicum</i>		۲۴b	۱۰۰a	۱۰۰a

** در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد پوسیدگی میوه پرتقال تامسون ناشی از کپک سبز مرکبات

تیمار	قبل از تیماردهی	بعد از تیماردهی
	سردخانه	انبار معمولی
قارچ کش تکنو ۶۰	۰/۱۴۴ e*	۰/۰۵ e*
قارچ کش معدنی	۰/۶۵ c	۰/۶۱۱ c
واکس	۰/۷۵۶b	۰/۷۸۹b
شاهد اسپورپاشی شده	۱ a	۱ a
شاهد بدون اسپورپاشی	۰/۵۲۸d	۰/۳۲۸d

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد پوسیدگی میوه پرتقال تامسون ناشی از کپک آبی مرکبات

تیمار	قبل از تیماردهی	بعد از تیماردهی
	سردخانه	انبار معمولی
قارچ کش تکنو ۶۰	۰/۰۹۴ e*	۰ e*
قارچ کش معدنی	۰/۶۸۹ c	۰/۴۷۸ c
واکس	۰/۸۶۱b	۰/۷۴۴b
شاهد اسپورپاشی شده	۱ a	۰/۹۷۲ a
شاهد بدون اسپورپاشی	۰/۴۶۱d	۰/۳۱۷d

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند

در جلوگیری از پوسیدگی میوه در سردخانه و انبار معمولی داشتند (جدول ۳). در روش اسپور پاشی قبل از تیماردهی در پرتقال‌های آلوده به کپک آبی در انبار و سردخانه کم‌ترین درصد آلودگی مربوط به تیمار قارچ کش تکنو و بیش‌ترین خسارت در رابطه با شاهد آلوده بود. قارچ کش معدنی اثر بهتری نسبت به واکس در جلوگیری از پوسیدگی میوه در داشت (جدول ۳).

در جلوگیری از پوسیدگی میوه در سردخانه داشت ولی در روش اسپور پاشی بعد از تیماردهی در انبار معمولی اختلاف معناداری بین این دو تیمار وجود نداشت (جدول ۲). در روش دوم قارچ کش معدنی اثر بهتری نسبت به واکس در جلوگیری از پوسیدگی میوه داشت (جدول ۲). چون قارچ کش معدنی علاوه بر اثر حفاظتی تاثیر مداوایی هم دارد، نسبت به واکس در کاهش آلودگی موثرتر است.

۳-۶-۱- ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی میوه‌ها

۳-۶-۱-۱- درصد کاهش وزن میوه طی انبارداری

طی مدت انبارداری (در انبار معمولی و سردخانه)، میوه‌های پرتقال تامسون پوشش داده شده با واکس کم‌ترین کاهش وزن را در بین سایر تیمارها داشتند. میزان کاهش وزن در میوه‌های با قارچ کش معدنی بیش‌تر از سایر تیمارها و حتی تیمار شاهد بود.

۳-۵- بررسی اثر قارچ کش بر کپک آبی میوه مرکبات

در انبار

در روش اسپور پاشی بعد از تیماردهی در پرتقال‌های آلوده به کپک آبی در انبار و سردخانه کم‌ترین درصد آلودگی مربوط به تیمار قارچ کش تکنو و بیش‌ترین خسارت در رابطه با شاهد آلوده بود. قارچ کش معدنی و واکس تقریباً اثر یکسانی

را حفظ و از چروکیدگی، کاهش ضخامت و پیر شدن پوست میوه جلوگیری نمودند (Arnon *et al.*, 2014). قارچ‌کش معدنی در مقایسه با واکس تاثیرگذار نبود و تفاوت معناداری با شاهد نداشت.

۳-۶-۳- درصد عصاره (آب‌میوه)

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که درصد آب‌میوه میوه‌های پرتقال تامسون طی مدت نگهداری تحت تأثیر تیمارهای مختلف، در انبار معمولی معنی دار شد ولی در سردخانه تفاوت معناداری نداشت (جدول ۴). در انبار معمولی میوه‌های تامسون تیمار شده با قارچ‌کش معدنی مقدار آب‌میوه بیش‌تری نسبت به سایرین داشتند. میوه‌های با پوشش واکس دارای کم‌ترین درصد آب‌میوه در انبار معمولی و سردخانه بودند. نتایج به‌دست آمده با نتایج ابنلاند و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. آن‌ها بیان کردند میزان آب‌میوه میوه‌های نارنگی تیمار شده با واکس تجاری طی مدت انبارداری کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد آب از دست‌دهی پوست میوه در تیمارهای قارچ‌کش و شاهد سبب کاهش وزن کلی میوه می‌شود و در فرمول محاسبه نسبت وزن آب‌میوه به میوه افزایش می‌یابد. در کاربرد واکس نتایج معکوس مشاهده شد. چنین همبستگی منفی بین آب‌میوه کل و کاهش وزن در مطالعه‌های فتاحی مقدم و همکاران (۱۳۹۸) نیز در بررسی میزان آب‌میوه ارقام پرتقال تامسون و مورو در انبارمعمولی و سردخانه مشاهده شد. در صورت استفاده از تیمارهای قارچ‌کش، تامین رطوبت در انبارها ضروری است.

۳-۶-۴- تغییر رنگ پوست میوه

براساس جدول ۵ شاخص L^* (درخشندگی) و a^* (رنگ سبزی به قرمزی) پوست در کلیه تیمارها و در انبار و سردخانه تفاوت معناداری با شاهد نداشت. شاخص b^* (رنگ آبی به زردی) و کروما در میوه‌های تیمار شده و نگهداری شده در سردخانه تفاوت

تیمارهای قارچ‌کش تفاوت معناداری با یکدیگر و با تیمار شاهد در جلوگیری از تبخیر آب پرتقال تامسون نداشتند. نتایجی مشابه استفاده از دو نوع قارچ‌کش این آزمایش، در تحقیق چاین و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده شد. بدین صورت که با استفاده از پوشش کیتوزان و قارچ‌کش تیابندازول کاهش وزن در سراسر دوره انبارمانی افزایش یافت. در این آزمایش فقط پوشش واکس در جلوگیری از آب از دست‌دهی میوه نسبت به شاهد و سایر تیمارها طی انبارداری موثر بود. کاهش وزن میوه‌ها در اثر انتقال آب از میان روزنه‌های پوست آن اتفاق می‌افتد. پوشش واکس با حفظ رطوبت اطراف میوه و همچنین تبادلات گازی، در از دست دادن آب میوه ایجاد محدودیت نمودند (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰). به‌طور کلی میزان کاهش وزن میوه‌ها در انبار معمولی بالاتر از سردخانه بود. چون رطوبت محیط انبارمعمولی در روزهای انتهایی ماه اول و روزهای ابتدایی ماه دوم رطوبت انبار پایین بود. این احتمال وجود دارد که پایین بودن رطوبت انبار باعث از دست دادن آب میوه طی نگهداری شده باشد.

۳-۶-۲- ضخامت پوست

میوه‌های پرتقال تامسون تیمار شده با واکس ضخامت پوست خود را طی انبارداری حفظ نمودند. میوه‌های ضدعفونی شده با قارچ‌کش معدنی کم‌ترین مقدار ضخامت پوست میوه را در هر دو شرایط نگهداری داشتند (جدول ۴). کم‌ترین میزان ضخامت پوست ۶۰ روز بعد از انبارداری مشاهده شد. حفظ ضخامت پوست میوه طی انبارداری نشان‌دهنده حفظ رطوبت و شادابی پوست است و آب از دست‌دهی پوست به فعالیت متابولیکی مانند تنفس و تعرق مربوط است (Gol *et al.*, 2013). در واقع تیمارهایی که نقش پوشش روی میوه را در آزمایش حاضر داشتند (واکس) با حفظ رطوبت پوست ساختار سلولی میوه

جدول ۴- میزان کاهش وزن، ضخامت پوست و عصاره کل میوه پرتقال تامسون تیمار شده طی نگهداری در انبار معمولی و سردخانه.

مدت (روز)	تیمار	کاهش وزن (%)		ضخامت پوست (mm)		آب میوه (درصد)	
		انبار معمولی	سردخانه	انبار معمولی	سردخانه	انبار معمولی	سردخانه
۳۰	شاهد	۵/۷۳ defg*	۵/۱۳ c*	۲/۹۴ ab*	۳/۴ abc	۴۰/۱۹ bc*	۳۶/۸۹ a
	قارچ کش معدنی	۵/۴۹ efg	۵/۶۳ c	۳/۲۸ ab	۳/۵۱ ab	۴۳/۸۵ ab	۴۰/۹۷ a
	قارچ کش تکتو	۵/۱۹ fg	۵/۱۳ c	۳/۵۴ a	۳/۵ ab	۴۲/۳۲ ab	۴۰/۹۷ a
	واکس	۳/۳۹ g	۲/۹۴ c	۳/۶۷ a	۳/۵۲ ab	۳۷/۷۸ bc	۳۷/۵۴ a
۶۰	شاهد	۸/۷۱ cd	۹/۰۱ b	۳/۴۵ ab	۲/۴۶ c	۴۱/۱۰ bc	۴۰/۶۵ a
	قارچ کش معدنی	۸/۵۸ cde	۹/۷۴ b	۱/۸۹ cd	۳/۰۲ abc	۴۷/۶۷ a	۴۰/۶۵ a
	قارچ کش تکتو	۸/۰۱ cdef	۸/۹۵ b	۳/۴۷ ab	۲/۴۹ c	۳۹/۱۰ bc	۴۱/۲۵ a
	واکس	۵/۴۲ efg	۴/۹۶ c	۳/۷۷ a	۳/۳۲ abc	۳۴/۷۳ c	۳۸/۰۶ a
۹۰	شاهد	۱۷/۱۹ a	۱۵/۸۴ a	۳/۱۱ ab	۳/۴ abc	۴۱/۳۹ ab	۳۸/۲۵ a
	قارچ کش معدنی	۱۴/۲۳ b	۱۷/۶۷ a	۱/۶۳ d	۲/۸۱ bc	۴۴/۰۶ ab	۳۹/۶۶ a
	قارچ کش تکتو	۱۲/۶۷ b	۱۶/۴۳ a	۲/۹۳ ab	۳/۱۳ abc	۴۲/۲۴ ab	۴۲/۷۹ a
		۹/۲۷ c	۸/۷۱ b	۲/۶۲ bc	۳/۹۷ a	۴۰/۵۰ bc	۳۶/۹۷ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

اول انبارداری و سپس کاهش آن تا پایان انبارداری با یافته ماچادو و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که زاویه رنگ پوست گریپ‌فروت در شش روز اول افزایش و سپس تا پایان انبارداری کاهش یافت. بر اساس گزارشی مقادیر استاندارد سه شاخص روشنایی، کروما و زاویه رنگ پوست پرتقال را به ترتیب ۶۵-۷۰، ۶۰ > و ۸۰ < بیان شده است (Roux and Barry, 2006). بر اساس مطالعه‌ای در خصوص تغییر شاخص‌های رنگ پوست میوه در انبار نیز مشخص شد که چنانچه میوه‌ها در حالت تغییر رنگ کامل برداشت شوند، طی انبارداری دچار تغییر فاحشی نمی‌شوند (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۷-۳- TSS/TA و TSS، TA

مقدار مواد جامد محلول پرتقال تامسون در انبار معمولی در دامنه‌ی ۱۱/۴۷ تا ۱۵/۶ و در سردخانه ۱۱/۸ تا ۱۳/۲ درصد بود که تیمارها تفاوت معناداری با هم نداشتند. میزان TA در میوه‌های تامسون تحت تیمارهای مختلف در انبار معمولی تفاوت معناداری

معناداری نداشت ولی در انبار معمولی، میوه‌های تیمار شده با قارچ کش معدنی و تکتو در روزهای ۶۰ به بعد به‌طور معناداری بالاتر از تیمار واکس و شاهد بود. میزان زاویه‌ی رنگ با اینکه طی انبارداری معمولی کاهش یافت لیکن این کاهش فقط در میوه‌های تیمار شده با واکس معنادار بود (جدول ۵).

به‌نظر می‌رسد میوه مرکباتی که رنگ آن‌ها در زمان برداشت کامل شده است طی انبارداری جدای از نوع تیمار پس از برداشت، تغییر فاحشی نمی‌نماید. روند کاهشی L^* در تامسون در این آزمایش مطابق با یافته ماچادو و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر کاهش خطی L^* پوست گریپ‌فروت با ضریب تبیین ۰/۹۳ طی انبارداری بود. باری و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند مقدار hue در نارنگی‌های تیمار شده با قارچ کش نسبت به شاهد کاهش بیش‌تری یافت. در این پژوهش میوه تامسون تیمار شده با قارچ کش نسبت به شاهد و سایر تیمارها زاویه رنگ بالاتری در پایان انبارداری داشت. بالا بودن زاویه رنگ در ۳۰ روز

جدول ۵- میزان تغییر شاخص‌های رنگ پوست میوه پرتقال تامسون تیمار شده طی نگهداری در انبار معمولی و سردخانه.

تیمار	مدت (روز)	Chroma						b*						a*						L*					
		hue	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی	سردهانه	انبار معمولی					
شاهد	۳۰	۷۳/۶۸ a	۷۳/۳۴ ab*	۷۷/۱۰ ab*	۷۸/۴۲ ab*	۷۳/۹۹ abc*	۷۵/۱۰ a*	۲۱/۶۵ ab	۲۲/۵۰ bc	۶۶/۵۲ ab	۶۶/۵۲ a*	۶۵/۴۸ ab	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۸۲ abc	۶۳/۸۲ abc	۶۲/۴۱ ab	۶۲/۴۰ abc	۶۱/۷۲ ab	۶۴/۸۴ abc	۶۶/۴۵ ab	۶۶/۴۵ ab	۶۱/۷۱ c	شاهد		
		۷۳/۷۸ a	۷۳/۸۳ ab	۷۶/۶۲ abc	۷۸/۰۲ abc	۷۳/۵۲ abc	۷۴/۹۲ a	۲۱/۴۳ ab	۲۱/۷۲ bc	۶۶/۵۵ ab	۶۵/۴۸ ab	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	قارچ کش معذنی		
		۷۴/۳۰ a	۷۲/۲۱ ab	۷۵/۷۷ abc	۷۵/۶۵ abc	۷۲/۸۶ abc	۷۲/۰۲ abcd	۲۰/۵۴ ab	۲۳/۰۴ bc	۶۶/۳۲ ab	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	۶۴/۶۷ abc	قارچ کش نکو		
		۷۲/۴۴ a	۷۰/۶۳ ab	۷۲/۹۹ bcd	۷۲/۶۰ ab	۷۰/۶۵ bcd	۶۸/۴۵ bcd	۱۸/۳۱ b	۲۴/۰۵ abc	۶۶/۶۷ ab	۶۳/۸۲ abc	۶۲/۴۱ ab	۶۲/۴۰ abc	۶۱/۷۲ ab	۶۴/۸۴ abc	۶۶/۴۵ ab	۶۶/۴۵ ab	۶۱/۷۱ c	۶۳/۰۲ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	واکس		
شاهد	۶۰	۷۴/۱۷ a	۷۳/۵۸ ab	۷۶/۳۴ abc	۷۸/۴۲ ab	۷۳/۴۲ abc	۷۵/۱۴ a	۲۰/۸۵ ab	۲۲/۰۸ bc	۶۶/۸۰ a	۶۵/۷۰ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	قارچ کش معذنی		
		۷۳/۶۱ a	۷۳/۵۳ ab	۷۷/۸۴ ab	۷۶/۴۲ abc	۷۴/۶۶ abc	۷۳/۲۸ abc	۲۱/۸۷ ab	۲۱/۶۵ bc	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	قارچ کش نکو		
		۷۴/۹۳ a	۷۴/۳۶ a	۷۷/۷۵ ab	۷۷/۲۱ abc	۷۵/۰۵ ab	۷۴/۳۱ a	۲۰/۰۱ ab	۲۰/۸۶ c	۶۶/۰۲ ab	۶۶/۵۷ a	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	۶۶/۳۳ ab	۶۵/۰۸ ab	واکس		
		۷۵/۰۲ a	۷۰/۰۸ bc	۷۱/۵۹ cd	۷۲/۶۳ c	۶۹/۱۵ cd	۶۸/۲۶ cd	۱۸/۴۹ ab	۲۴/۴۰ abc	۶۶/۴۶ ab	۶۳/۳۳ abc	۶۲/۴۱ ab	۶۲/۴۰ abc	۶۱/۷۲ ab	۶۴/۸۴ abc	۶۶/۴۵ ab	۶۶/۴۵ ab	۶۱/۷۱ c	۶۳/۰۲ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	شاهد		
شاهد	۹۰	۷۴/۳۱ a	۷۰/۶۸ ab	۸۰/۳۹ a	۷۴/۴۰ abc	۷۷/۴۹ a	۷۰/۱۲ abcd	۲۱/۷۲ ab	۲۴/۸۴ abc	۶۶/۴۵ ab	۶۶/۴۵ ab	۶۱/۷۱ c	۶۳/۰۲ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	قارچ کش معذنی		
		۷۲/۴۲ a	۷۰/۶۵ ab	۷۶/۹۲ abc	۷۸/۵۲ a	۷۳/۲۹ abc	۷۴/۰۶ a	۲۳/۲۹ ab	۲۵/۹۱ ab	۶۴/۵۴ ab	۶۳/۰۲ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	قارچ کش نکو		
		۷۴/۷۰ a	۷۲/۰۱ ab	۷۸/۶۹ a	۷۸/۲۰ ab	۷۵/۲۵ ab	۷۴/۳۷ a	۲۲/۹۲ ab	۲۴/۱۶ abc	۶۵/۹۲ ab	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	واکس		
		۷۰/۳۹ a	۶۶/۷۷ c	۶۹/۹۲ d	۷۲/۹۲ bc	۶۵/۸۶ d	۶۶/۰۱ d	۲۳/۴۶ a	۲۸/۷۵ a	۶۲/۲۱ b	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	۶۲/۰۱ bc	۶۴/۹۱ abc	واکس		

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

نداشت. در شرایط سردخانه نیز با اینکه میزان آن در نوسان بود ولی این تغییرات جزئی بود. همچنین، نتایج حاصل از بررسی اثر مدت زمان نگهداری و نوع تیمار پوششی پرتقال‌های تامسون بر نسبت TSS/TA در انبار معمولی، معنادار نبود. آنچه در مقدار TSS/TA در تیمارهای مختلف مشاهده شد شامل تغییرات جزئی بود که از نظر آماری نیز معنادار نبود. به‌طور کلی این نسبت در همه تیمارها طی انبارداری روندی کاهشی داشت.

کاهش میزان TSS طی انبارداری به دلیل مصرف آن در تنفس و تأمین انرژی برای فرایندهای انرژی‌خواه است (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰). کاهش جزئی اسدیته نیز با نتایج به دست آمده از نتایج عالم‌زاده و فریدون (۲۰۰۷) مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که تیمار میوه‌ی پرتقال سیاورز و والنسیا با قارچ‌کش تیابندازول و واکس ارگانیک سبب کاهش TA میوه طی نگهداری شد (عالم‌زاده و فریدون، ۲۰۰۷). کاهش در مقدار سیتریک‌اسید طی نگهداری میوه مرکبات ممکن است به علت استفاده از اسیدهای آلی برای تولید انرژی، تبدیل به قند و یا تخمیر الکلی در میوه‌های برداشت شده باشد (Roongruangsiri *et al.*, 2013). با افزایش عمر میوه و شروع پدیده پیری، اسیدها در واکنش تنفس و در چرخه کربس مصرف می‌شوند در نتیجه نگهداری طولانی مدت میوه‌ها با کاهش اسید قابل تیترا همراه است. بنابراین تیماری که بیش‌ترین اسید را دارد پیری را به تعویق انداخته و در نتیجه عمر انباری را زیاد می‌کند. با حفظ شدن مقدار اسید در سطح بالا، نگهداری میوه از نظر کیفیت خوراکی در زمان طولانی‌تری امکان پذیر خواهد بود (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۸).

۳-۷-۲- شاخص تکنولوژی یا TI

اثر مدت نگهداری و نوع تیمار پوششی بر مقدار TI در پرتقال‌های تامسون نسبت به شاهد تفاوت

زیادی نداشت.

۳-۷-۳- pH آب‌میوه

مقدار pH پرتقال تامسون در انبار و سردخانه نسبت به زمان برداشت تغییرات چشم‌گیری نداشت و معنی‌دار نبود. اثر متقابل نوع تیمار پوششی و مدت انبارداری بر pH پرتقال‌های تامسون در انبار معمولی، معنادار نبود لیکن در سردخانه پس از کاهش در ۳۰ روز دوم، مجدداً افزایش یافت. رایساردا و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که pH میوه‌های پرتقال تیمار شده با قارچ‌کش ایمازلیل طی نگهداری افزایش یافت.

۳-۷-۴- هدایت الکتریکی آب‌میوه یا EC

مقدار EC میوه در سردخانه تغییرات زیادی نداشت و معنی‌دار نبود اما، در انبار معمولی مقدار آن طی انبارداری افزایش یافت. این شاخص به‌طور غیر مستقیم میزان نرم و آبکی شدن غشای سلولی بافت گوشت میوه را بیان می‌کند. هدایت الکتریکی عصاره بیان‌گر میزان عبور جریان هدایت الکتریکی است که با هدایت بیش‌تر یون‌ها، حرکت یونی و غلظت مایع افزایش می‌یابد. در مقابل با محتوا و اندازه ذرات جامد کاهش می‌یابد که بیانگر وضعیت غیر یونی (روغن‌ها و قندها) محلول است (استیو و همکاران^۲، ۲۰۰۵). نتایج نشان داد که تا پایان انبارداری به دلیل نرم شدن تدریجی میوه، این شاخص افزایش یافته است.

۳-۸-۱- میزان فنل کل پوست و گوشت میوه

میزان فنل کل پوست میوه‌های تامسون تیمار شده با قارچ‌کش معدنی نگهداری شده در انبار و سردخانه تفاوت معناداری با شاهد نداشت. مقدار فنل کل پوست در میوه‌های تامسون نگهداری شده در انبار معمولی، در ۳۰ روز دوم به کم‌ترین مقدار رسید و سپس به صورت جزئی افزایش یافت، در سردخانه بیش‌ترین

معرض مستقیم تنش‌های انبار معمولی است اهمیت بیش‌تری دارد (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۸-۳- آسکوربیک‌اسید

به‌طور کلی میزان آسکوربیک‌اسید در همه تیمارها نسبت به شاهد اختلاف داشت و این تفاوت در قارچ‌کش معدنی و تکتو ۶۰ به ویژه در انبار معمولی معنادار بود (جدول ۶). میوه‌های رقم تامسون تحت تیمار قارچ‌کش‌های تکتو ۶۰ و معدنی در انبار معمولی بیش‌ترین مقدار آسکوربیک‌اسید را در ۳۰ روز دوم داشتند اما بیش‌ترین مقدار در تیمار شاهد در ۳۰ روز سوم مشاهده شد و تیمار واکس نیز تغییر چندانی طی انبارداری نداشت. این نتایج با یافته‌های برخی محققین مبنی بر نبود تفاوت معنادار بین میوه‌های پوشش داده شده و شاهد از نظر میزان آسکوربیک‌اسید طی انبارداری مطابقت داشت (Sdiri et al., 2010; Puttongsiri et al., 2012). در مطالعه دیگر به‌طور متقابل، در میوه‌های پرتقال و نارنگی تیمار شده با واکس شلاک طی ۶۰ روز نگهداری در انبار معمولی، مقدار آسکوربیک‌اسید طی ۴۵ روز اول کاهش تدریجی داشت که این کاهش در میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد بیش‌تر بود و سپس تا پایان دوره انبارداری افزایش یافت (Shen et al., 2012).

۳-۸-۳- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت میوه

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه‌های تامسون تیمار شده با قارچ‌کش معدنی در انبار و سردخانه با تغییرات شاهد تفاوت معناداری داشت. پرتقال‌های تامسون در انبار معمولی در ۳۰ روز دوم به کم‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رسیدند این تغییرات در میوه‌های ضدعفونی شده با قارچ‌کش معدنی و شاهد محسوس نبود اما در میوه‌های تحت تیمار قارچ‌کش تکتو ۶۰ و واکس بریتکس تغییرات معناداری مشاهده شد و مقدار آن کم‌تر از زمان برداشت نیز بود (جدول ۶). در سردخانه کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

مقدار در ۳۰ روز سوم انبارداری مشاهده شد. میوه تامسون در هر دو انبار، نسبت به لحظه‌ی برداشت میزان فنل کل پوست کم‌تری داشت (جدول ۶).

مقدار فنل کل گوشت میوه‌های تامسون در سردخانه پس از کاهش شدید در زمان دوم انبارداری مجدداً افزایش یافت و کلیه تیمارها بیش‌ترین مقدار فنل کل گوشت میوه را در ۳۰ روز اول انبارداری داشتند. در حالیکه در سردخانه بیش‌ترین میزان فنل کل گوشت (پس از کاهش در دومین زمان برداشت) در ۳۰ روز سوم انبارداری مشاهده شد (جدول ۱۰). فنل کل گوشت در رقم تامسون (هر دو انبار) طی انبارداری، نسبت به زمان برداشت کاهش یافت.

کاهش فنل در ماه‌های دوم و سوم به ویژه در انبار معمولی می‌تواند به علت اکسیداسیون ترکیب‌های فنلی ناشی از اختلال در غشای سلولی در دمای پایین باشد که به دنبال آن آنزیم‌های اکسیداتیو آزاد و ترکیب‌های فنلی را تخریب می‌کند. از طرفی کاهش ترکیب‌های فنلی طی انبارداری را به فرآیند پیری نیز نسبت داده‌اند (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰).

روند کاهشی در کلیه تیمارها با یافته‌های شن و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که میزان فنل کل در میوه‌های پرتقال و نارنگی تیمار شده با واکس شلاک طی انبارداری کاهش یافت. تاثیر افزایشی در فنل کل پوست و گوشت در کلیه تیمارها و در ۳۰ روز اول انبارداری نیز مشابه یافته حاصل از میوه نارنگی تحت تیمار واکس شلاک بود (Put-tongsiri et al., 2010). به‌نظر می‌رسد افزایش فنل حتی در شاهد به دلیل فعالیت بالای آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالاز است. این آنزیم در شرایط تنش پس از برداشت فعال‌تر است و روی میزان تولید فنل کل میوه اثر مثبت دارد (Oms-Oliu et al., 2008). بالا بودن فنل کل ناشی از فعالیت این آنزیم در پوست که در

جدول ۶- میزان تغییر ترکیبات آنتی اکسیدان در میوه پرتقال قلمون تیمار شده طی نگهداری در انبار معمولی و سردخانه.

ظرفیت آنتی اکسیدانی گوشت (/)	ظرفیت آنتی اکسیدانی پوست (/)		آسکوربیک اسید گوشت (۱۰۰g/mg)		فنل کل گوشت (mg/g)		فنل کل پوست (mg/g)		تیمار	مدت (روز)
سردخانه	انبار معمولی	سردخانه	انبار معمولی	سردخانه	انبار معمولی	سردخانه	انبار معمولی	سردخانه		
۳۶/۵۶ ab	۴۵/۰۷ abcde	۲۴/۹۲ bcde*	۳۳/۸۸ bcd*	۵۰/۳۱ c*	۲۸/۳ g*	۰/۳۹ de	۰/۵۷ abc	۰/۲۱ cd	۰/۳۵ bc	شاهد
۴۱/۹۲ ab	۴۶/۳۳ abcd	۳۵/۲۰ ab	۳۹/۹۵ abc	۴۸/۳۰ cd	۴۲/۳۰ efg	۰/۴۱۳ c	۰/۶۲ a	۰/۲۲ bcd	۰/۳۹ ab	فاریج کش معدنی
۴۱/۱۳ ab	۴۳/۵۸ bcde	۳۸/۴۸ a	۳۱/۴۶ cd	۴۹/۰۵ cd	۴۸/۸۰ cdef	۰/۴۱ cd	۰/۶ a	۰/۱۹ d	۰/۴۱ a	فاریج کش نکتو
۴۱/۵۳ ab	۴۳/۳۴ bcde	۳۳/۴۱ abc	۴۳/۲۳ ab	۵۲/۰۵ cd	۵۲/۰۵ cd	۰/۴۳ b	۰/۵۸ ab	۰/۲۴ bcd	۰/۳۸ ab	واکس
۴۰/۳۵ ab	۳۸/۴۱ de	۲۳/۳۸ cde	۲۴/۱۳ de	۴۰/۳۰ def	۴۰/۰۵ fg	۰/۳۶ f	۰/۳۵ e	۰/۲۶ abc	۰/۲۶ de	شاهد
۳۴/۴۴ ab	۴۰/۷۲ cde	۲۱/۵۰ de	۳۷/۵۶ abc	۸۷/۵۵ a	۵۷/۰۵ c	۰/۳۷ f	۰/۳۴ e	۰/۲۵ abc	۰/۲۲ e	فاریج کش معدنی
۳۹/۵۲ ab	۳۰/۱۰ f	۲۸/۵۴ abcd	۱۷/۸۴ e	۸۱/۳۰ a	۸۰/۳۰ a	۰/۳۹ e	۰/۳۶ e	۰/۲۷ abc	۰/۲۳ e	فاریج کش نکتو
۳۵/۹۲ ab	۳۷/۳۰ ef	۱۷/۳۷ e	۳۰/۰۵ cd	۷۶/۰۵ b	۴۹/۵۵ cde	۰/۳۶ f	۰/۳۳ e	۰/۲۶ abc	۰/۲۴ e	واکس
۳۱/۱۰ b	۴۹/۷۲ ab	۲۵/۸۷ bcde	۳۲/۴۳ cd	۳۶/۵۵ ef	۶۸/۸۰ b	۰/۵۲ a	۰/۵۳ bcd	۰/۳ a	۰/۳۱ cd	شاهد
۴۱/۲۰ ab	۵۱/۹۷ ab	۳۵/۰۷ ab	۲۵/۶۸ de	۳۲/۵۵ f	۴۷/۳۰ defg	۰/۵۱ a	۰/۴۸ d	۰/۲۷ ab	۰/۲۴ e	فاریج کش معدنی
۴۲/۴۵ a	۴۸/۵۹ abc	۳۸/۰۶ a	۴۴/۷۷ a	۴۴/۵۵ cde	۵۰/۰۵ cde	۰/۵۱ a	۰/۵۱ cd	۰/۳ a	۰/۲۷ de	فاریج کش نکتو
۳۶/۴۰ ab	۵۲/۷۴ a	۳۳/۲۵ abc	۴۵/۴۳ a	۴۱/۳۰ def	۵۲/۵۵ cd	۰/۵۲ a	۰/۴۸ d	۰/۲۸ ab	۰/۲۶ de	واکس

* در هر ستون میانگین های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

واکس و قارچ‌کش تکنو ۶۰ کمترین میزان را داشتند.

۵- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی قارچ‌کش معدنی و واکس تقریباً اثر مشابهی در کاهش بیماری داشتند. در روش اسپور پاشی قارچ‌های پنی سیلیوم بعد از تیماردهی میوه‌ها با قارچ‌کش‌ها و واکس که مشابه حالت طبیعی در انبارهاست، واکس در کنترل پوسیدگی میوه ناشی از کپک سبز و آبی موثرتر از قارچ‌کش معدنی بود. در روش اسپور پاشی قبل از تیماردهی میوه‌ها اثر مشابه و تاحدی بهتر قارچ‌کش معدنی نسبت به واکس مشهود بود. قارچ‌کش معدنی تأثیر منفی روی ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی میوه نداشته و از این نظر تفاوت معناداری با شاهد و سایر تیمارها نداشت. در مقابل کاربرد این قارچ‌کش باعث از دست دادن آب و خشکیدگی پوست میوه شد که تأثیر منفی روی بازاریابی میوه دارد.

پوست میوه‌های تامسون جزئی‌تر بود و تنها میوه‌های تحت تیمار واکس کاهش معنادار در زمان دوم نشان دادند. هم‌چنین، کاهش در کلیه تیمارها نسبت به زمان برداشت نیز مشاهده شد. کلیمچاک و همکاران (۲۰۰۷) نیز کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه نگهداری شده به مدت شش ماه را گزارش نمودند. هم‌چنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال و نارنگی‌های پوشش‌دهی شده با واکس شلاک تحت شرایط انبار معمولی کاهش یافت (Shen et al., 2012).

درصد و شدت لکه‌های پوستی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارها روی شدت پیتینگ در سردخانه و درصد آن در انبار معمولی و سردخانه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۷).

به‌طور کلی شدت و درصد لکه‌های پوستی در میوه‌های تیمار شده با قارچ‌کش معدنی در انبار معمولی و سردخانه بالاترین بود. میوه‌های تیمار شده با

جدول ۷- شدت و درصد لکه‌های پوستی میوه‌ی پرتقال تامسون تحت تیمارهای مختلف در انبار معمولی و سردخانه

تیمار	درصد		شدت	
	انبار معمولی	سردخانه	انبار معمولی	سردخانه
شاهد	۲۱/۷۹ b**	۲۲/۹۲ b**	۰/۳۸ ab*	۰/۳۳ b**
قارچ‌کش معدنی	۴۸/۴۸ a	۶۲/۲۸ a	۰/۵۶ a	۰/۸۹ a
قارچ‌کش تکنو ۶۰	۹/۲۱ b	۱۰/۴۸ bc	۰/۰۹ b	۰/۱۵ bc
واکس	۱۵/۵۸ b	۰/۰۰ c	۰/۱۹ b	۰/۰۰ c

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند

تضاد و تعارض منافع - نویسندگان هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌نمایند.

منابع

بی‌نام. (۱۴۰۱). آمارنامه کشاورزی، جلد سوم، محصولات باغبانی و گلخانه‌ای. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۳۰۷ صفحه.

شاه‌بیگ، م. (۱۳۸۱). اثرات انبار سرد و معمولی، تیمارهای قارچ‌کش، پوشش پلی‌اتیلن و کیورینگ بر عمر انباری نارنگی پیچ. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۳، ۱۱.

شجاع، آ.، قاسم نژاد، م. و مرتضوی، سید نجم الدین. (۱۳۹۰). تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه پرتقال های تامسون ناول و خونی در طی انبارداری. نشریه علوم باغبانی (علوم صنایع و کشاورزی). ۲۵ (۲)، ۱۴۷-۱۵۵.

شکاری، ا.، بنی هاشمی، ض.، رضوی، م. و صبورروح منفرد، ع. (۱۳۹۰). کنترل پس از برداشت کپک سبز نارنگی و پرتقال با تیمارهای دمایی و نمک های کربنات و بی کربنات سدیم و پتاسیم. بیماری های گیاهی، ۴۸ (۲)، ۱۸۱-۱۶۵.

صفی زاده، م. و راحمی، م. (۱۳۸۳). اثرهای التیام دهی و بسته بندی پیش از انبار بر پوسیدگی، کیفیت و عمر انباری پرتقال والنسیا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۵ (۲)، ۹۳-۱۰۰.

گلشن تفتی، ا. و شاه بیک، م. ع. (۱۳۸۳). اثر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی در عمر انبارداری پرتقال های والنسیا، مارس ارلی و محلی جیرفت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۳)، ۷۱۳-۷۲۰.

فتاحی مقدم، ج.، ابوذر هاشم پور، ا. و فیفایی، ر. (۱۳۹۸). بهبود ویژگی های کیفی و آنتی اکسیدانی گوشت و پوست میوه مرکبات در مدت انبارداری با محلول پاشی قبل از برداشت میوه ها با کلراید کلسیم. مجله تولیدات گیاهی. ۴۲ (۱)، ۱-۱۲.

فتاحی مقدم، ج.، کیااشکوریان، م.، و تاجور، ی. (۱۳۹۱). بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان نارینجین در میوه ی ۱۴ رقم مرکبات در واکنش به تنش یخ زدگی. فناوری تولیدات گیاهی. ۴ (۲)، ۱۱-۱۲.

فتاحی مقدم، ج.، حمیداوغلی، ی.، فتوحی قزوینی، ر.، قاسم نژاد، م. و بخشی، د. (۱۳۹۰). ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و آنتی اکسیدانی پوست برخی ارقام تجاری مرکبات. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۲)، ۲۱۷-۲۱۱.

قاسمی، ک.، قاسمی، ی. و صادقی، ح. (۱۳۸۸). اثر تیمار آب گرم، اکلیک مایع، پوشش پلی اتیلنی و کلرید کلسیم بر عمر انباری میوه نارنگی پیچ (Citrus reticulata cv. Page). فن آوری تولیدات گیاهی، ۱ (۱)، ۴۳-۳۳.

Abdel Wahab, S. M., & Rashid I. S. A. (2012). Safe postharvest treatments for controlling *Penicillium* molds and its impact maintaining Navel Orange fruits quality. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 12(7), 973-982.

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. 5th Edition Academic Press. San Diego, USA.

Alemzadeh Ansari, N., & Feridoon, H. (2007). Postharvest application of hot water, fungicide and waxing on the

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.

Arnon, H., Yana, Z., Porat, R., & Poverenov, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21-26.

Askarne, L., Boubaker, H., Boudyach, E. H., & Ait Ben Aoumar, A. (2013). Use of food Additives to control postharvest Citrus Blue Mold disease. *Atlas Journal of Biology*, 2 (2), 147-153.

Barry, G. H., & van Wyk, A. A. (2006). Low-temperature cold shock may induce rind color development of 'Nules Clementine' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 40(1), 82-88.

Bhatta, U. K. (2022). Alternative management approaches of citrus diseases caused by *Penicillium digitatum* (green mold) and *Penicillium italicum* (blue mold). *Frontiers in Plant Science*, 12,

ارزیابی کارایی قارچ‌کش معدنی در کاهش پوسیدگی‌های قارچی و حفظ کیفیت میوه‌ی پرتقال تامسون‌ناول در انبار معمولی و سردخانه
p.833328.

- Bor, J. Y, Chen, H. Y., & 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, 1680-1686.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebens Wissen and Technology*, 28, 25-30.
- Chen, C., Wan, C., Peng, X., & Chen, J. (2020). A flavonone pinocembroside inhibits *Penicillium italicum* growth and blue mold development in 'Newhall' navel oranges by targeting membrane damage mechanism. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 165, 104505.
- Cheng, Y., Lin, Y., Cao, H., & Li, Z. (2020). Citrus Postharvest Green Mold: Recent Advances in Fungal Pathogenicity and Fruit Resistance. *Microorganisms*. 23;8(3):449. 1-18.
- Chien, P. J., Sheu, F., & Lin, H. R. (2007). Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food chemistry*, 100(3), 1160-1164.
- Costa, J. H., Bazioli, J. M., Moraes Pontes, J.G. & Fill, T.P. (2019). *Penicillium digitatum* infection mechanisms in citrus: What do we know so far?. *Fungal Biology*, 123 (8): 584-593.
- Duan, X., Jing, G., Fan, F., & Tao, N. (2016). Control of postharvest green and blue molds of citrus fruit by application of sodium dehydroacetate. *Postharvest Biology and Technology*, 113, 17-19.
- Eckert, J. W. (1976). Application and use of postharvest fungicides. In: *Fungicides*. Torgeson DC (editor). New York, USA: Academic Press Inc; 1967 1: pp. 287-378.
- Esteve, M. J., Frigola, A., Rodrigo, C., & Rodrigo, D. (2005). Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and color of Spanish refrigerated orange juices. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 1413-1422.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020) <www.fao.org>.
- Gol, N., Patel, R., Rao, P., & Ramana, T. V. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biol. Technol*, 85, 185-195.
- Hong, S. I., Lee, H. H., & Kim, D. (2007). Effects of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarin as a postharvest decay control. *Postharvest Biology and Technology*, 43, 271-279.
- Jimenez, C. M., Cuquerella, J., & Martinez-Javaga, J. M. (1981). Determination of Citrus Color Index for Citrus Degreening. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 2, 750-753.
- Kinay, P., Mansour, M. F., Gabler, F. M., Margosan, D. A., & Smilanick, J. L. (2007). Characterization of fungicide-resistant isolates of *Penicillium digitatum* collected in California. *Crop Protection*, 26(4), 647-656.

- Klimczak, I., Małacka, M., Szlachta, M., & Gliszczynska-Świąło, A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3-4), 313-322.
- Kluge, R. A., Luiza, M., Jomori, L., Jacomino, A. P., Carolina, M., Vitti, D., & Padula, M. (2003). Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene Inhibitor. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 195-203.
- Koltz, E. A., dos Santos, I., Dallemole-Giaretta, R., Pazolini, K., Leite, C. D., & Steilmann, P. (2020). Combining Brassica sachets and extracts with thermotherapy against postharvest green mold of orange. *Scientia Horticulturae*, 268, 109389.
- Ligorio, A., Schena, L., Albanese, P., Pentimone, I., Quinto, G., Mennone, C., Nogro, F., Ippolito, A., & Salerno, M. (2007). Pre-and postharvest application of salts for controlling green and blue mould of Clementine. *Proceedings of the International Congress Cost Action 924: Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders*. Bologna Italy. pp. 387-393.
- López-García, B., Veyrat, A., Pérez-Payá, E., González-Candelas, L., & Marcos, J. F. (2003). Comparison of the activity of antifungal hexapeptides and the fungicides thiabendazole and imazalil against postharvest fungal pathogens. *International Journal of Food Microbiology*. 89: 163–170.
- Louw, J. P. & Korsten, L. (2015). Pathogenicity and host susceptibility of *Penicillium* spp. on citrus. *Plant Disease*, 99 (1), 21-30.
- Machado, F. L. C., de Oliveira, V. S., & da Costa, J. M. (2011). Postharvest quality of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) produced from initial plantings in Ceará state, *Revista Ciencia Agronomica*, 42(4), 965.
- Martínez-Blay, V., Taberner, V., Pérez-Gago, M. B., & Palou, L. (2020). Control of major citrus postharvest diseases by sulfur-containing food additives. *International Journal of Food Microbiology*, 330, 108713.
- Meyers, K. J., Watkins, C. B., Pritts, M. P., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6887- 6892.
- Mitra, S. 1997. Postharvest physiology and storage tropical and subtropical fruits. CAB International, UK. Schirra, M., Mulas, M., Fadda, A., & Cauli, E. (2004). Cold quarantine responses of blood oranges to postharvest hotwater and hot air treatments, *Postharvest Biol. Technol*, 32, 191-200.
- Naqvi, S. A. M. H. (2004). Diagnosis and management of pre and post-harvest diseases of citrus fruit. In: Diseases of fruits and vegetables – Diagnosis and management. Naqvi SAMH (editor). Dordrecht, The Netherlands: *Springer Netherlands* 1, 339–359.
- Nehal Samy, E. M., Abdel- Kader, M. M., & Aly, M. H. (2012). Effect of a new chemical formula on postharvest decay incidence in Citrus fruit. *Journal of Plant Protection Research*, 52 (1), 156-164.

- Obenland, D., Collin, S., Sievert, J., Fjeld, K., Doctor, J., & Arpaia, M. L. (2008). Commercial packing and storage of navel oranges alters aroma volatiles and reduces flavor quality. *Postharvest Biology and Technology*, 47(2), 159-167.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2008). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology*, 50(1), 87-94.
- Paloma, S. T. (2021). Molecular Mechanisms Underlying Fungicide Resistance in Citrus Postharvest Green Mold. *Journal of Fungi*. 7(783): 1-18.
- Palou, L., Smilanick, J. L., Usall, J., & Viñas, I. (2001). Control of postharvest blue and green moulds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. *Plant disease*, 85, 371-376.
- Palou, L., Usall, J., Muñoz, J. A., Smilanick, J. L., & Viñas, I. (2002). Hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of clementine mandarins. *Postharvest Biology and Technology*, 24(1), 93-96.
- Puttongsiri, T., & Haruenkit, R. (2010). Changes in ascorbic acid, total polyphenol, phenolic acids and antioxidant activity in juice extracted from coated kiew wan tangerine during storage at 4, 12 and 20 C. *Agriculture and Natural Resources*, 44(2), 280-289.
- Ramirez, C., & Martinez, A. T. (1982). *Manual and atlas of the Penicillia*. Elsevier biomedical press, Amsterdam, New York and Oxford. 874 p.
- Rapisarda, P., Bianco, M. L., Pannuzzo, P., & 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, 348-354.
- Roongruangsri, W., Rattanapanone, N., Leksawasdi, N., & Boonyakiat, D. (2013). Influence of storage conditions on physico-chemical and biochemical of two tangerine cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 5, 2.
- Roux, S., & Barry, G. (2006). Preharvest manipulation of rind pigments of Citrus spp. MS Thesis, Department of Horticultural Science, and Stellenbosch University.
- Schirra, M., Mulas, M., Fadda, A., & Cauli, E. (2004). Cold quarantine responses of blood oranges to postharvest hot water and hot air treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 31(2), 191-200.
- Sdiri, S., Navarro, P., Monterde, A., Benabda, J., & Salvador, A. (2012). Effect of postharvest de-greening followed by a cold-quarantine treatment on vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity of early-season citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 65, 13-21.
- shelf life of Valencia and local oranges of siavarz. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6: 314-319.
- Shen, Y., Yang, H., Chen, J., Liu, D., & Ye, X. (2012). Effect of waxing and wrapping on phenolic content and antioxidant activity of citrus during storage. *Journal of Food Processing and Preser-*

- vation, 37(3), 222-231.
- Smilanick, J. L., Brown, G. E., & Eckert, J. W. (2006). *Postharvest citrus diseases and their control*. In: Fresh citrus fruits. Wardowski, W. F., Miller, W.M., Hall, D. J., Grierson, W. (editors). Longboat Key, FL, USA: Florida Science Source Inc; 2nd edition: pp. 339–396.
- Smilanick, J. L., Margosan, D. A., Mlikota, F. Usall, J., & Michael, I. F. (1999). Control of citrus green mold by carbonate, and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant disease*, 83, 139-145.
- Smilanik, J. L., Mansour, M. F., Gabler, F. M., & Sorenson, D. (2007). Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. *Postharvest Biology and Technology*, 47 (2008), 226- 238.
- Wang, F., Deng, J., Jiao, J., Lu, Y., Yang, L., & Shi, Z. (2019). The combined effects of Carboxymethyl chitosan and *Cryptococcus laurentii* treatment on postharvest blue mold caused by *Penicillium italicum* in grapefruit fruit. *Scientia Horticulturae*, 253, 35–41.
- Yigit, F., Ozcan, M., & Akgul, O. (2000). Inhibitory effect of some spice essential oils on *Penicillium digitatum* causing postharvest rot in citrus. *Grasasy aceites*, 51, 237-240.
- Youssef, K., & Hussien, A. (2020). Electrolysed water and salt solutions can reduce green and blue molds while maintain the quality properties of 'Valencia' late oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 159, 111025.
- Zamani, M., Sharifi Tehrani, A., Ahmadzadeh, M., Hosseiniaveh, V., & Mostofy, Y. (2007). Control of *Penicillium digitatum* on orange fruit combining pantoa agglomerans with hot Sodium bicarbonate dipping. *Journal of Plant Pathology*, 91 (2), 437-442.
- Zhang, J., & Swingle, P. (2003). Control of citrus green mold on Florida citrus fruit using bicarbonate salts. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 116, 375-378.
- Zhu, H., Zhao, L., Zhang, X., Foku, J. M., Li, J., Hu, W., & Zhang, H. (2019). Efficacy of *Yarrowia lipolytica* in the biocontrol of green mold and blue mold in *Citrus reticulata* and the mechanisms involved. *Biological Control*, 139, 104096.
- Alferez F., and Zacarias L. 2001. Postharvest pitting in navel oranges at non-chilling temperature: Influence of relative humidity. *Acta Horticulture*, 553:307–308.
- Bajwa B.E. and Anjum F.M. 2006. Improving storage performance of Citrus reticulate Blanco mandarins by controlling some physiological disorders. *international Journal of Food Science & Technology*. 42:495–501.
- Bifani C., Ramírez M., Ihl M., Rubilar M., García A. Zaritzky N. 2007. Effects of murta (*Ugnimolinae turcz*) extract on gas and water vapor permeability of carboxymethylcellulose-based edible films. *LWT -Food Science Technology*, 40: 1473-1481.