

تأثیر پوشش خوراکی برهموم و عصاره برگ زیتون بر حفظ بازاریپسندی و افزایش عمر انبارداری میوه آلو رقم شابلون

سهیل یوسف‌زاده‌ولنده^۱، محمد فتاحی^{۲*}، زینب علیزاده^۳ و رامین حاجی‌تقی‌لو^۴

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۳۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۸)

چکیده

امروزه به دلیل مشکلات زیست محیطی و توجه به نیازهای مرتبط با سلامت انسانی، در سال‌های اخیر استفاده از پوشش‌های خوراکی مبتنی بر ترکیبات طبیعی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. ترکیبات ثانویه موجود در عصاره برگ زیتون و برهموم که محصولی جانبی از کندو زنبور عسل می‌باشد، در بحث پس از برداشت در دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از مطالعه حاضر مقایسه دو نوع پوشش خوراکی برای افزایش عمر قفسه‌ای میوه آلو می‌باشد. براساس نتایج آزمایشات انجام گرفته، میوه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی برهموم درصد کاهش وزن کمتری نسبت به میوه‌های تیمار شده با عصاره برگ زیتون و شاهد داشتند. به طوریکه که بعد از ۵۷ روز انبارمانی درصد کاهش وزن در تیمارها به ترتیب ۱۸/۶۴، ۲۱/۸۳ و ۲۸/۳۶ درصد بود. میزان سفتی بافت نیز در پایان دوره انبارداری در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی برهموم با میزان ۳ کیلوگرم بر سانتی مترمربع بیشترین مقدار را در بین همه تیمارها داشت. در اثر پوشش دادن میوه‌ها با پوشش خوراکی برهموم کاهش کمتری در میزان قند محلول و افزایش کمتری در میزان pH میوه‌ها مشاهده شد. تیمار میوه‌ها با پوشش خوراکی برهموم منجر به حفظ شاخص رنگ نسبت به سایر میوه‌های شاهد و تیمار شده با عصاره هیدروالکلی برگ زیتون شد و میوه‌های تیمار شده با برهموم در پایان ۵۷ روز انبارداری با ۴۴/۷۷ درصد بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در بین همه تیمارها داشتند.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، سفتی بافت میوه، قندمحلول، کاهش وزن

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۴- کارشناس‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

* پست الکترونیک: mohamadfattahi@yahoo.com

مقدمه

آلو با نام علمی *Prunus domestica* L. گیاهی است خزان کننده، بدون خار یا کمی خاردار، برگ‌ها بیضوی و مستطیلی با حاشیه هلالی شکل، گل‌ها هرما‌فرودیت و ساده می‌باشند، میوه آلو آویزان و شکل آن بیضوی تا کروی و از رشد جداره تخمدان بوجود آمده است (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۲). این درخت از مهمترین محصولات هسته‌دار مناطق سردسیر و معتدله می‌باشد که میزان تولید این محصول در جهان بالغ بر ۱۲ میلیون تن است. ایران رتبه چهارم تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. این میوه دارای طیف وسیعی از ترکیبات دارویی ثانویه مانند ویتامین‌ها، اسیدهای فنلی، فلاونوئیدها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که این ترکیبات تأثیرات مطلوب و قابل توجهی بر سلامت انسان دارند. آلو یک میوه فرازگرا می‌باشد به همین دلیل میزان فعالیت تنفسی زیادی دارد. میوه آلو عمر انبارداری کمی داشته و در مدت کوتاهی بازاری‌پسندی خود را از دست می‌دهد و تخمین زده می‌شود به‌طور متوسط ۲۵ تا ۴۰ درصد از میوه آلو در طی برداشت و نگهداری از بین می‌رود. بر اساس مطالعات انجام گرفته در چند سال اخیر مشخص شده است که میزان تلفات در میوه‌ها و محصولات تازه‌خوری در کشورهای در حال توسعه ۲۴-۴۰٪ بوده که این میزان در کشورهای توسعه یافته بین ۲ تا ۲۰٪ می‌باشد (مایتی^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). عوامل مکانیکی، رادیکال‌های آزاد، بیماری‌های باکتریایی، قارچی و فعالیت متابولیکی خود میوه، منجر به تخریب و از بین رفتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه می‌شود. یکی از روش‌های موثر و مفید برای حفظ بازاری‌پسندی میوه‌ها و افزایش عمر انبارداری آنها، استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی می‌باشد (سینگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). امروزه در فناوری پس از برداشت و نگهداری محصولات، استفاده از پوشش‌های خوراکی بر پایه ترکیبات طبیعی و زیست تخریب‌پذیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.

مطالعات پژوهشگران مختلف ثابت کرده است که برهموم دارای اسیدهای آلیفاتیک و آروماتیک، استرها، فلاونوئیدها،

قندها، گلیسرول‌ها، اسیدهای فسفریک، وانیلین، میریستین، ویتامین‌های تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، پانتوتنیک اسید و پیریدوکسین، A، E و C و همچنین دارای مواد معدنی می‌باشد و نیز در مقادیر بسیار کم اسید آمینه آرژنین و پرولین دارد. سوکسینیک‌دهیدروژناز، گلوکز ۶ فسفاتاز، آدنوزین تری‌فسفاتاز، اسیدفسفاتاز و بتا‌آمیلاز نیز در محتویات برهموم یافت شده که بیشتر به خاطر مخلوط شدن آن با بزاق زنبور عسل حین جمع‌آوری می‌باشد (فرناندس^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). براساس یافته‌های تحقیقات مختلف در سال‌های اخیر برهموم به طور گسترده فعالیت ضد میکروبی علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها) داشته و همچنین دارای اثرات ضد التهابی، بی‌حس‌کنندگی، شفا‌دهندگی، آنتی‌اکسیدانی، ضد تومور، ضد زخم و محافظت‌کننده کبد است (سیفو^۴ و همکاران، ۲۰۰۴) در مطالعه‌ای گزارش شده است که استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره الکلی برهموم در میوه انبه موجب حفظ محتوای فنل کل، فلاونوئید، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و همچنین کاهش وزن کمتر نسبت به میوه‌های شاهد می‌شود (القرشی و عوض^۵، ۲۰۱۸). همچنین در پژوهش‌های متعددی که در سال مختلف بر روی بسیاری از میوه نشان داده است که استفاده از عصاره الکلی برهموم در میوه‌های مثل گیلان (کاندر^۶ و همکاران، ۲۰۰۹)، پرتقال (البدای^۷ و همکاران، ۲۰۱۲) و موز (پاسوس^۸ و همکاران، ۲۰۱۶) منجر به حفظ آب میوه و حفظ ترکیبات فلاونوئیدی، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شده است. زیتون با نام علمی *Olea europaea* گیاهی چندساله همیشه‌سبز دارای طیف گسترده‌ای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی می‌باشند که خاصیت‌های بیولوژیکی فراوانی از جمله ضد میکروبی، ضد باکتریایی، ضد التهاب، ضد ویروس و ضد سرطانی را دارد (لی و لی^۹، ۲۰۱۰). استفاده از عصاره میخک و چربش در انبارمانی پرتقال تامسون‌ناول استفاده شده است که تأثیر معنی‌داری در حفظ مواد جامد محلول، pH، اندیس رسیدگی و اسیدیته قابل تیتراسیون در مقایسه با سایر تیمارها و میوه‌های شاهد داشتند (باران‌زهی^{۱۰} و همکاران،

7. El-Badawy

8. Passos

9. Lee and Lee

10. Baranzehi

1. Maiti

2. Singh

3. Fernandes

4. Scifo

5. Al-Qurashi and Awad

6. Candir

خوراکی تهیه شده در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در داخل آن غوطه‌ور شدند. سپس میوه‌ها خارج شده و به مدت ۱ ساعت در محیط آزمایشگاه و در مکانی خنک و سایه چیده شد تا آب اضافی موجود در سطح میوه‌ها خشک شود. سپس میوه‌ها داخل ظرف‌های یکبار مصرف در سردخانه با دمای ۱-۲ درجه قرار داده شد.

خصوصیات فیزیکی بافت میوه

وزن و سفتی بافت میوه

برای بررسی میزان کاهش وزن از ترازوی دیجیتالی حساس مدل CANDGL300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد و میزان درصد کاهش وزن از رابطه زیر بدست آمد:

$$\text{درصد کاهش وزن} = [(W_1 - W_2) / W_1] \times 100$$

که در این رابطه W_1 وزن اولیه میوه و W_2 وزن ثانویه میوه می‌باشد. میزان سفتی میوه با استفاده از سفتی‌سنج دستی انجام گرفت.

میزان pH و TSS میوه

میزان pH میوه با استفاده از pH متر دیجیتالی مدل GF-300 بعد از کالیبره‌شدن توسط محلول‌های کالیبراسیون انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان TSS میوه از رفاک‌تومتر دستی (Atago manual) استفاده و نتایج برحسب درجه بریکس گزارش شد.

اندازه‌گیری شاخص رنگ

پارامترهای رنگی Lab، مختصات رنگی شامل L^* صفر تا صد که طیف رنگی سیاه تا سفید (میزان روشنی) شامل می‌شود، a^* طیف رنگی سبز تا قرمز (قرمزی) و در نهایت b^* طیف رنگی آبی تا زرد (زردی) را شامل می‌شود که توسط رنگ‌سنج مینولتا مدل CR-400 انجام گرفت.

خاصیت آنتی‌اکسیدانی به روش دی‌پی‌پی‌اچ

جهت اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، ۱۰ میکرولیتر از عصاره میوه را داخل لوله آزمایشی ریخته و به آن ۲۰۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH (5×10^{-5} مول بر لیتر ۹۵ درصد رادیکال‌های آزاد) اضافه شد. محلول را تکان داده و در دمای آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری و جذب در ۵۱۷ نانومتر در اسپکتروفتومتر قرائت شد (علیزاده و فتاحی، ۲۰۲۱).

$$100 \times (\text{قرائت بلانک} / (\text{قرائت نمونه} - \text{قرائت بلانک})) =$$

مهارسازی رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ

۲۰۲۱). استفاده از عصاره گل و برگ گیاه رازک در کنترل پوسیدگی میوه توت‌فرنگی استفاده شده است که عصاره رازک اثر موثری در کنترل پوسیدگی داشت (دارائی‌گره‌خانی و شاکرمی، ۲۰۲۱). هدف از مطالعه حاضر تولید و استفاده از پوشش خوراکی بره موم و عصاره برگ گیاه زیتون بر روی عمر انبارمانی میوه آلو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی پوشش خوراکی

برای آماده‌سازی پوشش، ابتدا ۱۵ گرم بره‌موم از زنبورداری گروه دامی دانشگاه ارومیه تهیه شد. سپس به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، منتقل و ناخالصی‌های آن با دست جدا شد. برای عصاره‌گیری ۱۰ گرم بره‌موم در ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۵۰ درصد به مدت ۵۰ دقیقه در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در التراسونیک با ارتعاش ۱۲۰ هرتز، قرار داده شد. در نهایت عصاره با فیلترهای کاغذی واتمن، فیلتر و در یخچال ۴ درجه برای انجام آزمایشات نگهداری شد. سپس این عصاره بوسیله خشک‌کن اسپری درایر به عصاره پودری و جامد تبدیل شد (البدای و همکاران، ۲۰۱۲).

عصاره‌گیری برگ زیتون

۲۰ گرم برگ خشک زیتون در هاون ساییده شده و سپس به آن ۲۰۰ سی‌سی متانول ۸۰ درصد اضافه شد. سپس در التراسونیک به مدت ۳۰ دقیقه و دمای ۴۰ درجه قدرت ۱۲۰ هرتز (Elmasonic) قرار داده شد تا استخراج ترکیبات به خوبی انجام شود. سپس عصاره حاصل را صاف کرده و در نهایت الکل از عصاره حذف شده و به آن آب مقطر اضافه گردید (علیزاده و فتاحی، ۲۰۲۱).

مشخصات منطقه نمونه‌برداری آلو

میوه‌ها از یک باغ تجاری واقع در روستای ولنده‌علیا شهرستان ارومیه با ارتفاع از سطح دریا ۱۴۴۰ متر و میزان بارندگی سالیانه ۳۲۵ میلی‌متر، برداشت شد. سپس به آزمایشگاه فیزیولوژی و پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، منتقل گردید.

اعمال تیمار

پس از جداسازی میوه‌های سالم، آلوهای با سایز یکسان برای اعمال تیمار آماده شد. سپس ۵ گرم از پودر پوشش

آنالیز داده‌ها

مطالعه حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C آنالیز شدند. مقایسه میانگین توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

عطر و طعم میوه‌ها

ارزیابی تست پانل بوسیله هشت ارزیاب انجام گرفت که ارزیابی‌کنندگان بیان داشتند که قبل از شستشو میوه‌ها، طعم و عطر میوه تحت تأثیر پوشش خوراکی برهموم و عصاره هیدروالکلی برگ زیتون قرار گرفته است، ولی بعد از شستشو دادن کامل میوه‌ها با مایع ظرفشویی و حذف پوشش‌های مورد استفاده، عطر و طعم میوه با تیمارهای شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند. به نظر می‌رسد کاربرد پوشش‌هایی مثل برهموم و عصاره‌های گیاهی برای میوه‌هایی مانند آلو که قابلیت شستشو را دارند، موثرتر باشد.

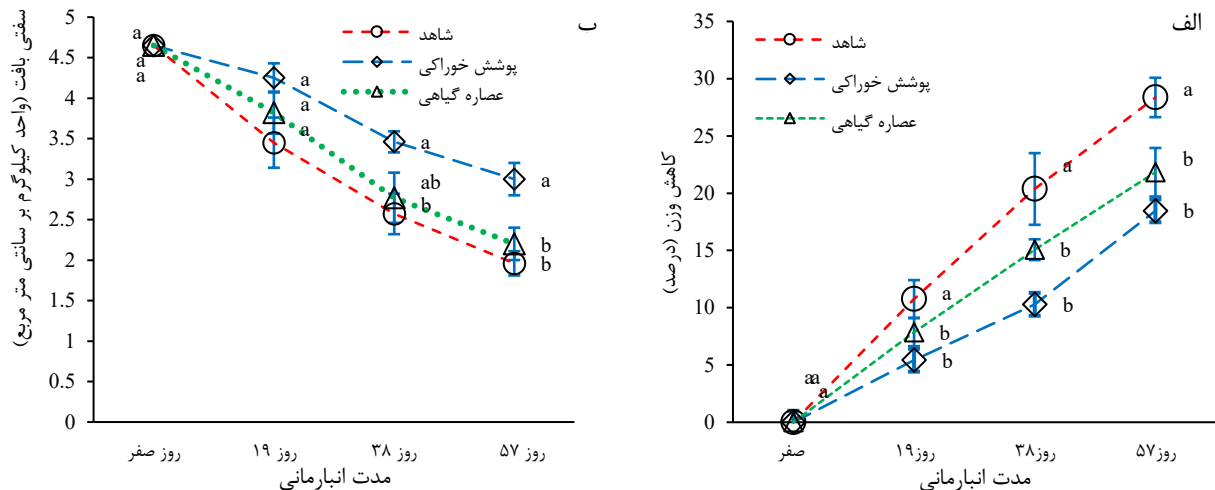
وزن و سفتی بافت میوه

براساس جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای استفاده شده (پوشش خوراکی برهموم و عصاره گیاهی) بر کاهش وزن میوه و سفتی بافت در روزهای ۱۹، ۳۸، ۵۷ انبارمانی، تأثیر معنی‌داری نشان داده است ($P < 0.05$) (جدول ۱). به‌طوری که درصد کاهش وزن و سفتی بافت میوه در اثر تیمارهای استفاده شده در روز ۱۹ انبارداری در سطح احتمال ۵ درصد، و در روزهای ۳۸ و ۵۷ از انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها را در نمودار ۱ نشان داده شده است. کاهش وزن و سفتی میوه در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی برهموم بسیار کمتر از تیمار عصاره هیدروالکلی برگ زیتون و تیمار شاهد بود. کمترین و بیشترین کاهش وزن در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی به‌ترتیب در روز ۱۹ انبارداری با ۵/۴۲ درصد کاهش وزن نسبت به تیمار شاهد روز صفر و بیشترین کاهش وزن در روز ۵۷ انبارداری با ۱۸/۴۶ درصد نسبت به شاهد روز صفر مشاهده شد. در تیمار عصاره هیدروالکلی برگ زیتون، کمترین و بیشترین کاهش وزن در روزهای ۱۹ و ۵۷ از انبارمانی، مشاهده شد که به‌ترتیب برابر با ۷/۸۷ درصد و ۲۱/۸۷ درصد می‌باشد

(نمودار ۱). سرعت کاهش سفتی بافت در همه تیمارها یکسان نبوده است، بطوری که در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی برهموم، بیشترین و کمترین میزان سفتی در روزهای ۱۹ و ۵۷ انبارداری مشاهده شده است که این مقدار به‌ترتیب ۴/۲۵ و ۳ (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) بود. در تیمار عصاره هیدروالکلی برگ زیتون، سفتی در روزهای انبارداری ۱۹ و ۵۷ به‌ترتیب ۳/۸۱ و ۲/۲ (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) بود. در پژوهشی گزارش شده است که استفاده از پوشش‌هایی بر پایه کیتوزان و مشتقات آن نیز موجب حفظ وزن میوه‌ها و سفتی بافت میوه‌ها نسبت به تیمارهای شاهد شده و عمر انبارداری میوه‌ها را افزایش داده است (جیانگلیان و شائوینگ^۱، ۲۰۱۳). در واقع پوشش‌های خوراکی مانع از فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده بافت نظیر پکتین‌استراز و پلی‌گالاکتوروناز در میوه شده است. فعالیت این آنزیم‌ها موجب کاهش میزان سفتی بافت میوه می‌شود. کلسیم موجود در ساختمان میوه در ساختارهای پکتات وجود دارد که پکتات کلسیم نامیده می‌شود. در طول انبارمانی فعالیت آنزیم‌هایی مثل پکتین‌استراز و پلی‌گالاکتوروناز باعث می‌شود کلسیم از این ساختار جدا شده که در اثر این اتفاق سفتی بافت میوه و وزن آن کاهش می‌یابد (کوماریهامی^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). در مطالعه‌ای گزارش شده است که استفاده از پوشش آلزینات کلسیم روی میوه‌های تازه بریده سیب باعث حفظ وزن و سفتی بافت میوه‌ها نسبت به شاهد شده است (اولیواس^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). احتمالاً ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در برهموم در پوشش خوراکی با جلوگیری از فعالیت رادیکال‌های آزاد منجر به حفظ ماندگاری میوه می‌شود. هم چنین پوشش حاضر ویژگی یک کوتیکول را داشته و نقش کمکی آن را ایفا می‌کند و تبادل گازی و متابولیسمی گیاه را کنترل می‌کند و منجر به حفظ کاهش وزن و سفتی بافت می‌شود (پاسوس و همکاران، ۲۰۱۶).

میزان pH و TSS میوه

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر تیمار بر میزان pH و TSS میوه معنی‌دار بوده است. میزان pH در روزهای ۱۹ و ۵۷ انبارداری به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و در روز ۳۸ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). در طول ۵۷ روز



نمودار ۱- مقایسه میانگین صفات درصد کاهش وزن (الف) و سفتی میوه (ب) در طول مدت انبارمانی (میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند).

میزان مواد جامد محلول در تیمار پوشش خوراکی بره‌موم در طول انبارداری میوه آلو به‌ترتیب برابر با ۱۸/۳۳ و ۱۹/۳۷ درجه بریکس بوده که این اعداد متعلق به روزهای ۱۹ و ۵۷ از انبارمانی می‌باشد. در تیمار عصاره این اعداد به‌ترتیب ۱۸/۰۶ و ۱۵/۰۵ می‌باشد (نمودار ۲). نتایج مشابه توسط گروه دیگری از محققین نیز تأیید شده است که پوشش‌های خوراکی بر پایه ترکیبات طبیعی و عصاره‌های گیاهی تا حدودی منجر به حفظ pH و TSS میوه‌ها شده است به طوری که افزایش در میزان pH میوه با تنفس ارتباط دارد. بر این اساس با زیاد شدن تنفس در میوه، اسیدهای آلی به قندها تبدیل شده و میزان اسیدیته افزایش می‌یابد (پاشازاده^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). در پژوهش حاضر احتمال این که میوه‌های آلو پوشش داده شده با پوشش خوراکی عصاره بره‌موم منجر به کاهش استفاده از پوشش کیتوسان و نانوذرات تیتانیوم بر عمر انبارداری و کیفیت پس از برداشت میوه زغال‌اخته منجر حفظ ترکیبات جامد محلول و pH زغال‌اخته شده است (زینگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). استفاده از کیتوزان به همراه نانوذرات اکسیدروی در آناناس منجر به تغییرات کمتری در میزان pH و TSS نسبت به میوه‌های شاهد شده است (بازوماتری^۴ و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین در مطالعه دیگر توسط پژوهشگران بر روی انگور استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی منجر به کاهش تنفس شده و در نتیجه تغییرات کمتری در میزان TSS

انبارداری میوه آلو در سردخانه در دمای ۱ تا ۲ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب کمترین و بیشترین میزان pH در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی بره‌موم در روزهای ۱۹ و ۵۷ انبارداری به‌ترتیب برابر با ۳/۷۳ و ۳/۵۸ می‌باشد. در تیمار عصاره هیدروالکلی برگ زیتون در روزهای ۱۹ و ۳۸ برابر با ۳/۶۵ و ۳/۹ می‌باشد (نمودار ۲). در همه تیمارها در طول انبارداری میزان pH آب میوه افزایش یافته ولی نرخ میزان افزایش در میوه‌های تحت تیمار پوشش خوراکی کمتر از سایر میوه‌ها می‌باشد. مواد جامد محلول TSS در روزهای ۱۹ و ۵۷ انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد و در روز ۳۸ انبارداری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). تنفس، کاهش تولید اتیلن و نهایتاً کاهش سرعت فرایند پیری شده، وجود دارد. این عوامل منجر به کاهش تجزیه پلی‌ساکاریدهای سازنده دیواره سلولی گیاهی به قندهای ساده‌تر شده و در نتیجه افزایش کمتری در میزان TSS در میوه‌های پوشش داده شده با عصاره بره‌موم نسبت به سایر تیمارهای مشاهده شده است (قاسم‌نژاد^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

میزان مواد جامد محلول در همه تیمارها افزایش یافته ولی این افزایش در همه تیمارها یکسان نبوده و در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی بره‌موم میزان افزایش کمتری نسبت به سایر تیمارها (عصاره هیدروالکلی برگ زیتون و شاهد) داشته است به‌طوری‌که کمترین و بیشترین

3. Xing
4. Basumatary

1. Ghasemnezhad
2. Pashazadeh

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در طول مدت انبارمانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	۲	۶	نسبت F	نسبت F بحرانی	نسبت F محاسبه شده
روز ۱۹ درصد کاهش وزن		۳۰/۱۴۴*	۱۴/۰۰	۴/۸۶		
روز ۳۸ درصد کاهش وزن		۷۷/۰۶۴**	۵/۳۲	۱۵/۱۵		
روز ۵۷ درصد کاهش وزن		۷۶/۱۰۳**	۲/۸۸	۷/۴۲		
روز ۱۹ سفتی بافت		۰/۴۷*	۰/۰۶	۶/۶۵		
روز ۳۸ سفتی بافت		۰/۶۵۴**	۰/۵۸	۸/۲۰		
روز ۵۷ سفتی بافت		۰/۸۹۶**	۰/۰۳	۷/۶۶		
روز ۱۹ TSS		۲/۶۶۸**	۰/۱۰	۱/۷۳		
روز ۳۸ TSS		۹/۰۲*	۰/۱۱	۲/۰۳		
روز ۵۷ TSS		۹/۹۶۳**	۰/۲۰	۲/۷۵		
روز ۱۹ pH		۰/۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۶	۲/۱۵		
روز ۳۸ pH		۰/۱۵۴**	۰/۰۱۳	۲/۹۹		
روز ۵۷ pH		۰/۱۱۵*	۰/۰۱۳	۲/۸۹		
روز ۱۹ L*		۵/۴۵**	۰/۴۳	۰/۷۵		
روز ۳۸ L*		۶/۸۷**	۰/۶۳	۳/۱۷		
روز ۵۷ L*		۴/۴۴۸ ^{ns}	۱/۳۳	۴/۷۸		
روز ۱۹ a*		۱/۹۲۱**	۰/۱۳۸	۲/۲۹		
روز ۳۸ a*		۹/۱۸۸**	۰/۳۱۷	۳/۹۳		
روز ۵۷ a*		۱۲/۰۹**	۰/۱۸۳	۳/۳۵		
روز ۱۹ b*		۲/۷۲۲**	۰/۰۷۶	۳/۷۶		
روز ۳۸ b*		۵/۵۴۹**	۰/۱۰۰	۵/۳۰		
روز ۵۷ b*		۶/۹۱۴*	۰/۰۳۸	۴/۱۷		
روز ۱۹ آنتی اکسیدان		۷/۸۳۴**	۰/۳۶۴	۱/۲۷		
روز ۳۸ آنتی اکسیدان		۲۰/۸۳۴**	۱/۰۴۲	۲/۳۱		
روز ۵۷ آنتی اکسیدان		۲۰/۱۱۷**	۱/۲۷۰	۲/۶۸		

ns، عدم معنی‌داری؛ * معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪؛ ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

مشاهده شده است (شیری^۱ و همکاران، ۲۰۱۳).

شاخص رنگ (Lab)

شاخص رنگ در طول زمان نگهداری میوه آلو در همه تیمارها کاهش یافته است به طوریکه اثر تیمار در شاخص L* در روزهای ۱۹ و ۳۸ انبارمانی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد و در روز ۵۷ انبارمانی معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱). شاخص L* (روشنایی) در همه تیمارها کاهش یافت ولی میزان کاهش در تیمارهای مختلف متفاوت بود. به طوری که این شاخص در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی بره‌موم، کمتر از سایر تیمارها (شاهد و عصاره هیدروالکلی) می‌باشد (نمودار ۳). اثر تیمار برای

شاخص‌های رنگی در تمامی روزهای ۱۹، ۳۸ و ۵۷ انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). شاخص a* (طیف رنگ از سبز تا قرمز) در میوه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی افزایش کمتری نسبت به دو تیمار شاهد و عصاره برگ زیتون داشته است (نمودار ۳). این نتایج توسط محققان دیگر که بر روی پوشش‌های مبتنی بر کیتوزان کار کرده‌اند نیز تأیید شده است. در نهایت شاخص b* (آبی تا زرد) همانند شاخص L* در روزهای ۱۹ و ۳۸ انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است و در روز ۵۷ انبارداری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). پوشش‌ها با جلوگیری

باعث حفظ رنگدانه آنتوسیانین می‌شود (خانیان^۴ و همکاران، ۲۰۱۶). پوشش‌های خوراکی در واقع سدی در برابر اکسیژن می‌باشد و مانع تجزیه بیش از حد رنگدانه‌ها می‌شود (سالگادو-کروز^۵ و همکاران، ۲۰۲۱) (شکل ۱).

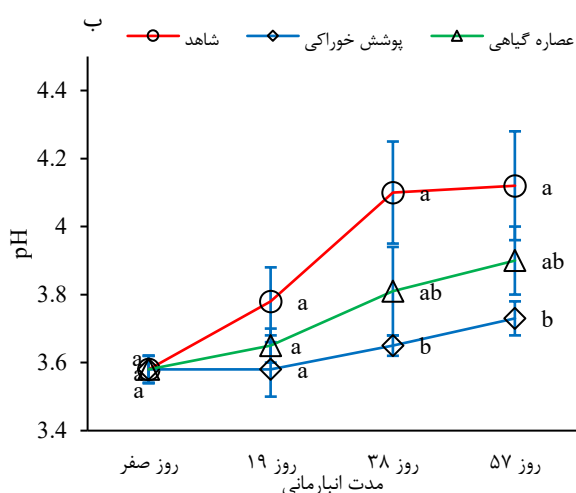
بررسی خصوصیات ظاهری و آلودگی های قارچی

قسمت‌های داخلی و به تبع آن روپوست میوه‌های شاهد رنگ تیره تر و بافت شل‌تری نسبت به تیمارهای پوشش خوراکی داشتند (شکل ۲). میوه پوشش‌دار با برهموم و عصاره گیاهی نسبت به میوه‌های بدون پوشش (شاهد) هم از لحاظ آلودگی به قارچ پنی‌سیلیوم^۶ و هم از لحاظ رنگ و درخشندگی ظاهری متفاوت بود (شکل ۳). قارچ پنی‌سیلیوم (۱) به وسیله کشت در پتری‌دیش (*in vitro*) تشخیص و جداسازی شد (شکل ۳).

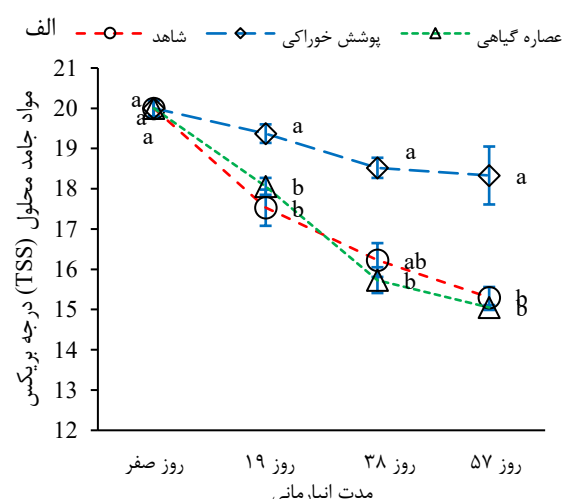
ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش رادیکال DPPH

شاخص آنتی‌اکسیدانی دی‌پی‌پی‌ایچ در طول زمان انبارداری میوه آلو در همه تیمارها کاهش یافت، به طوریکه اثر تیمارها در تمامی روزهای انبارمانی ۳۸، ۵۷ و ۷۹ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). کمترین و بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در روزهای ۱۹ و ۵۷ انبارمانی مشاهده شده است. در تیمار پوشش خوراکی بره موم کمترین و بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب برابر است با ۴۴/۷۷ درصد و ۴۹/۳۳ درصد در

از تجزیه آسکوربیک اسید و دهیدروآسکوربیک اسید از قهوه‌ای شدن میوه‌ها جلوگیری می‌کنند. به این صورت که این ترکیبات کربونیلی واکنش‌پذیر مانند هیدروکسی‌متیل فورفوال که در قهوه‌ای شدن میوه دخالت داشته‌اند و با کاهش تجزیه این ترکیبات قهوه‌ای شدن میوه را کاهش می‌دهند و بدین ترتیب درخشندگی میوه حفظ خواهد شد، در پژوهشی اثر استفاده از پوشش‌های مبتنی بر پروبیوتیک-ها بر حفظ رنگ میوه بعد از بردن بررسی شده که گزارش کرده‌اند این ترکیبات منجر به حفظ شاخص رنگ در میوه‌های تازه بریده طالبی و سیب شده است (اسپرانزا^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). محققان دیگر نیز از انواع پوشش‌ها برای بهبود و حفظ شاخص رنگ میوه‌ها استفاده کرده‌اند. به طوریکه استفاده از پوشش‌هایی برپایه ژل آلوه‌ورا منجر به حفظ میزان روشنایی یا شاخص L^* در میوه‌های توت‌فرنگی شده است. همچنین در پژوهش دیگری نیز استفاده از ترکیب کیتوزان و موم زنبور عسل باعث افزایش روشنایی یا شاخص L^* در میوه‌های توت‌فرنگی شده است (ولیکووا^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). این پوشش‌ها با کندکردن فرایندهای متابولیکی میوه مثل تنفس فرآیند رسیدن و پیری میوه را به تأخیر انداخته و موجب افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها می‌شود (فرینا^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین استفاده از پوشش طبیعی کیتوزان و ژل برای اهداف پس از برداشت نشان داده‌اند که این پوشش‌ها با پدیده کوپینگ‌منتاسیون

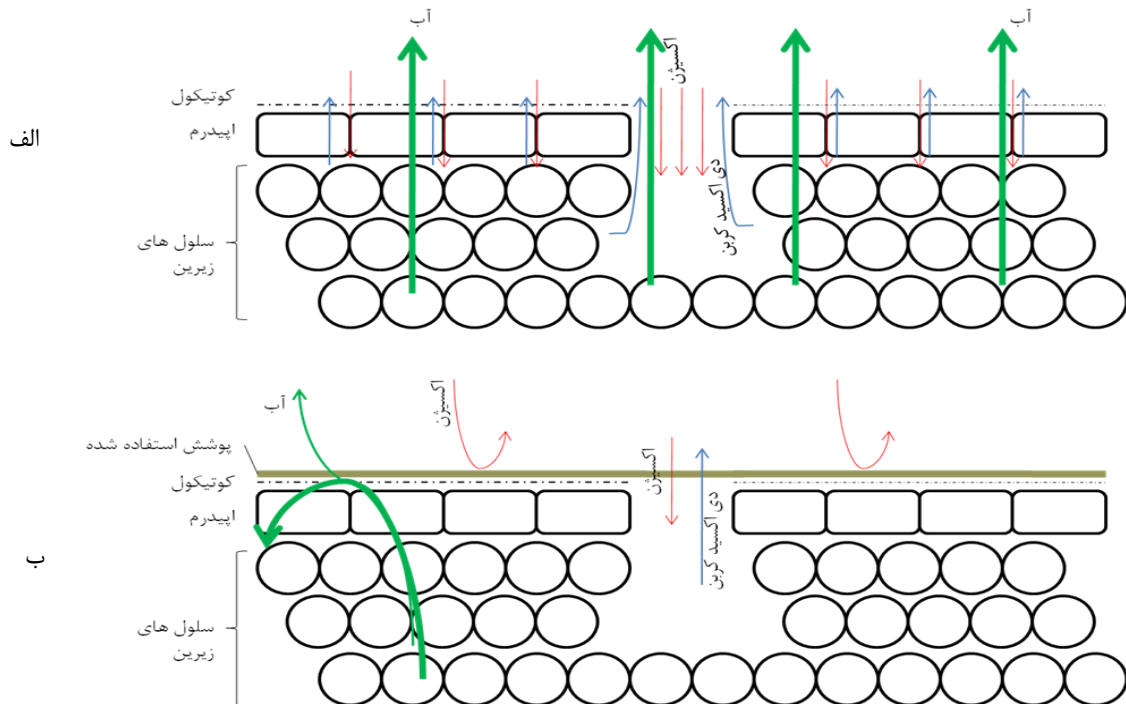


نمودار ۲- مقایسه میانگین دو صفت مواد جامد محلول یا TSS (الف) و میزان pH (ب) به روش دانکن در طول مدت انبارمانی (میانگین های با حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند).

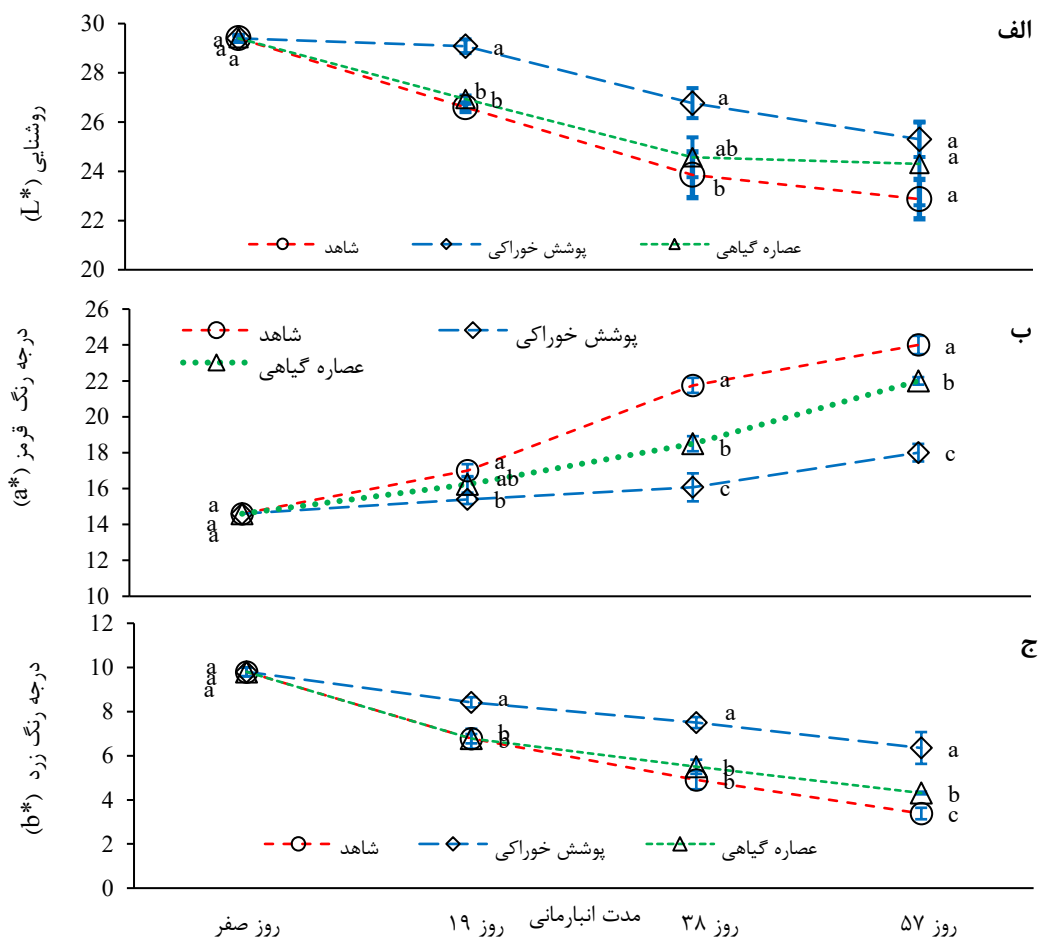


4. Khanian
5. Salgado-Cruz
6. *Penicillium italicum*

1. Speranza
2. Velickova
3. Farina



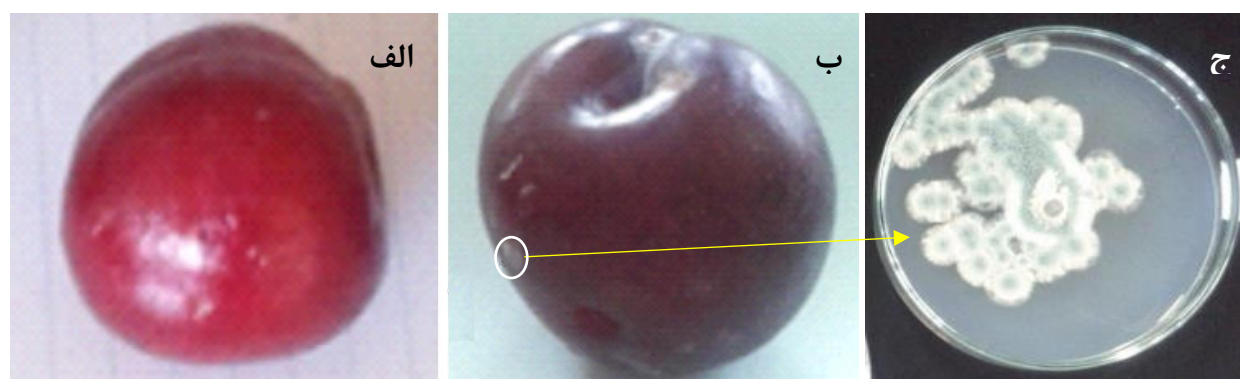
شکل ۱- مقایسه شماتیک میوه شاهد (الف) و میوه پوشش داده شده با پوشش خوراکی (ب)



نمودار ۳- مقایسه میانگین صفت رنگ L^* (الف)، a^* (ب)، b^* (ج) به روش دانکن در طول مدت انبارمانی (میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند).



شکل ۲-مقایسه تیمار پوشش خوراکی با تیمار شاهد در روز ۵۷ ام انبارداری (الف) شاهد قسمت‌های داخلی کاملاً قرمز شده‌اند (ب) تیمار پوشش خوراکی که قسمت‌های داخلی زرد رنگ و سفت می‌باشد.



شکل ۳-مقایسه تیمار پوشش خوراکی با تیمار شاهد در روز ۵۷ ام انبارداری (الف) تیمار پوشش دار با بره موم (ب) تیمار شاهد (ج) رشد قارچ *Penicillium italicum* جداسازی شده از تیمار شاهد در محیط PDA در شرایط درون‌شیشه‌ای

تخریب دیواره سلولی و اکسیداسیون ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی کاهش یافته که در نتیجه این عوامل تنش اکسیداتیو کم می‌شود (القراشی^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). به طور کلی همه میوه‌ها و سبزی‌ها دارای یک لایه نازک کوتیکول هستند که این لایه از افت بیش از حد رطوبت جلوگیری می‌کند. این لایه در اثر حمل و نقل یا برداشت نامناسب یا سایر عوامل از بین می‌رود که باعث می‌شود مقداری از رطوبت از کوتیکول و سایر منافذ میوه‌ها خارج شود که این خارج شدن رطوبت باعث افت وزن میوه‌ها و همچنین ورود بیش از حد اکسیژن به سلول‌ها و افزایش تنفس سلول‌ها می‌شود. در اثر افزایش فعالیت متابولیکی میوه‌ها میزان تولید اتیلن نیز افزایش پیدا کرده و فرایند

مقایسه با پوشش عصاره گیاهی و شاهد بسیار بالاتر می‌باشد (نمودار ۴). ولی با این وجود میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در همه تیمارها روند نزولی داشته است. سرعت روند نزولی در تیمار پوشش خوراکی بسیار کمتر از شاهد می‌باشد. در پژوهشی گزارش شده است که استفاده از پوشش‌های خوراکی بر مبنای کیتوزان ۱ درصد و نانوذرات سلیس باعث شده میزان آنتی‌اکسیدان نسبت به تیمارهای شاهد در میوه ازگیل ژاپنی بیشتر باشد. همچنین استفاده از کیتوزان در میوه انگور در سال ۲۰۱۵ میلادی منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها نسبت به تیمارهای شاهد گردید که دلیل آن تشکیل لایه‌ای نازک توسط پوشش خوراکی بوده و میزان فعالیت متابولیکی میوه (تنفس)، تبادلات گازی،

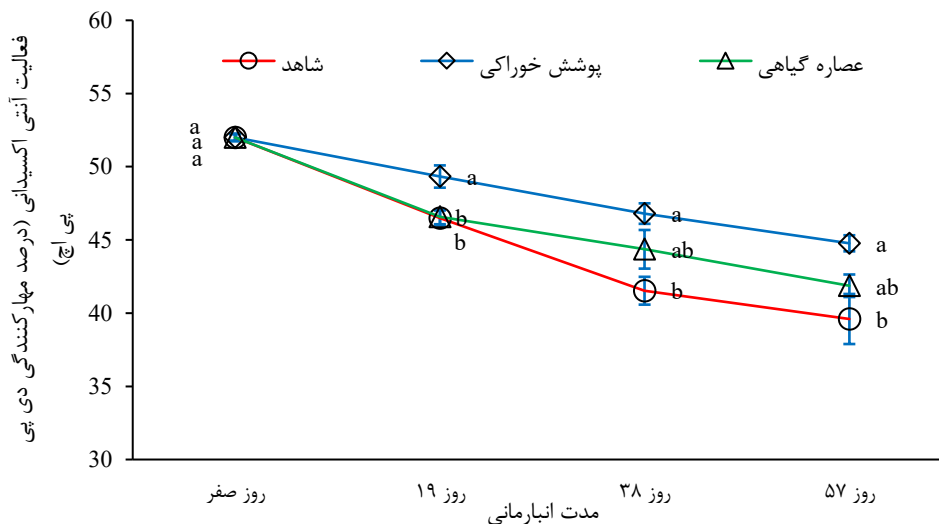
رسیدن میوه‌ها را تسریع می‌کند و در نتیجه رسیدن بیش از حد میوه‌ها باعث از بین رفتن آنها خواهد شد. به همین دلیل استفاده از پوشش خوراکی ضمن پوشاندن سطح کوتیکول و منافذ، از افت بیشتر رطوبت جلوگیری می‌کند. لذا باعث می‌شود که کاهش وزن میوه‌های پوشش داده شده توسط پوشش خوراکی حاضر کمتر از میوه‌های بدون پوشش باشد. همچنین از ورود بیش از حد اکسیژن به سلول‌ها جلوگیری کرده و باعث می‌شود که میوه‌ها دیرتر از بین بروند (شکل ۱). در واقع پوشش تهیه شده از بره‌موم نقش کمکی برای کوتیکول ایفا می‌کند.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از پوشش خوراکی بره‌موم، زمان انبارداری میوه آلو را با حفظ کیفیت و بازاریابی آن افزایش داد. با توجه به اینکه زمان نگهداری این میوه بسیار کوتاه است و نیز با توجه به اینکه بره‌موم یک ترکیب خوراکی و بی‌ضرر است، لذا از نتایج این مطالعه می‌توان برای اهداف پس از برداشت میوه آلو استفاده نمود. لذا تیمار پوشش خوراکی ارزشمند بوده و بعد از مطالعات تکمیلی می‌تواند مورد استفاده سردخانه‌داران و کشاورزان قرار گیرد.

سپاسگزاری

از اساتید محترم گروه باغبانی دانشگاه ارومیه برای فراهم نمودن امکان انجام این پژوهش تقدیر و قدردانی می‌شود

نتیجه‌گیری کلی



نمودار ۴- مقایسه میانگین خاصیت آنتی اکسیدانی میوه‌ها به روش دانکن در طول مدت انبارمانی (میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند).

منابع

- باران‌زهی، ط.، غلام‌نژاد، ج.، دهستانی‌اردکانی، م. و جعفری، ا. ۱۴۰۰. بررسی اثر برخی پوشش‌های با پایه عصاره گیاهی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی‌وشیمیایی و شیمیایی میوه پرتقال طی نگهداری در انبار. پژوهشنامه حلال، ۴(۳): ۴۷-۵۹.
- جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۹۲. میوه‌کاری (چاپ هفتم)، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۵۶ ص.
- دارائی‌گره‌خانی، ا.، میرزایی، ح. و شاکرمی، خ. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر عصاره اتانولی گل و برگ گیاه رازک بر عمر انبارداری و خواص کیفی میوه توت‌فرنگی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۰۹(۱۷): ۷۵-۹۰.
- Alizadeh, Z. and Fattahi, M. 2021. Essential oil, total phenolic, flavonoids, anthocyanins, carotenoids and antioxidant activity of cultivated Damask Rose (*Rosa damascena*) from Iran: With chemotyping approach concerning morphology and composition. Scientia Horticulturae, 288:110341.
- Al-Qurashi, A.D. and Awad, M.A. 2015. Postharvest chitosan treatment affects quality, antioxidant capacity, antioxidant compounds and enzymes activities of 'El-Bayadi' table grapes after storage. Scientia Horticulturae, 197: 392-398.

- Al-Qurashi, A.D. and Awad, M.A. 2018. Postharvest ethanolic extract of propolis treatment affects quality and biochemical changes of 'Hindi-Besennara' mangos during shelf life. *Scientia Horticulturae*, 233: 520-525.
- Basumatary, I.B., Mukherjee, A., Katiyar, V., Kumar, S. and Dutta, J. 2021. Chitosan-based antimicrobial coating for improving postharvest shelf life of pineapple. *Coatings*, 11(11): 1366.
- Candir, E.E., Ozdemir, A.E., Soylu, E.M., Sahinler, N. and Gul, A. 2009. Effects of propolis on storage of sweet cherry cultivar Aksehir Napolyon. *Asian Journal of Chemistry*, 21: 2659-2666.
- El-Badawy, H.E.M., Baiea, M.H.M. and El-Moneim, E.A.A.A. 2012. Efficacy of propolis and wax coatings in improving fruit quality of "washington" navel orange under cold storage. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 8(5): 420-428.
- Farina, V., Passafiume, R., Tinebra, I., Palazzolo, E. and Sortino, G. 2020. Use of aloe vera gel-based edible coating with natural anti-browning and anti-oxidant additives to improve post-harvest quality of fresh-cut 'fuji' apple. *Agronomy*, 10(4): 515.
- Fernandes, F.F., Dias, A.L.T., Ramos, C.L., Ikegaki, M., Siqueira, A.M.D. and Franco, M.C. 2007. The "in vitro" antifungal activity evaluation of propolis G12 ethanol extract on *Cryptococcus neoformans*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 49: 93-95.
- Ghasemnezhad, M., Nezhad, M.A. and Gerailoo, S. 2011. Changes in postharvest quality of loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits influenced by chitosan. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52: 40-45.
- Jianglian, D. and Shaoying, Z. 2013. Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: A review. *Journal of Food Processing and Technology*, 4(5): 1-4.
- Khanian, M., Ghanbaryan, D. and Ghasemi, M. 2016. Application of image processing for investigation of the effect of four type of cover on the color changes of pomegranate juice during storage. *Food Research Journal*, 26(2): 309-319.
- Kumarihami, H.M.P.C., Cha, G.H., Kim, J.G., Kim, H.L., Lee, M., Kwack, Y.B., Cho, J.G. and Kim, J., 2020. Effect of preharvest Ca-Chitosan application on postharvest quality of 'Garmrok' kiwifruit during cold storage. *Horticultural Science and Technology*, 38(2): 239-248.
- Lee, O.H. and Lee, B.Y. 2010. Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. *Bioresource technology*, 101(10): 3751-3754.
- Maiti, R., Thakur, A.K., Gupta, A. and Mandal, D. 2018. Postharvest management of agricultural produce. *Research Trends in Bioresource Management and Technology*, 1: 137-166.
- Olivas, G.I., Mattinson, D.S. and Barbosa-Cánovas, G.V. 2007. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1): 89-96.
- Pashazadeh, B., Elhami Rad, A.H., Haj Najjary, H. and Shariaei, P. 2021. Examination of chitosan and extracted coating on qualitative, physicochemical and microbial properties of apple fruit during cold storage. *Food Processing and Preservation Journal*, 13(4): 23-42.
- Passos, F.R., Mendes, F.Q., Cunha, M.C.D., Pigozzi, M.T. and Carvalho, A.M.X.D. 2016. Propolis extract in postharvest conservation banana 'Prata'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2): 931.
- Salgado-Cruz, M.D.L.P., Salgado-Cruz, J., García-Hernández, A.B., Calderón-Domínguez, G., Gómez-Viquez, H., Oliver-Espinoza, R., Fernández-Martínez, M.C. and Yáñez-Fernández, J. 2021. Chitosan as a coating for biocontrol in postharvest products: A bibliometric review. *Membranes*, 11(6): 421.
- Scifo, C., Cardile, V., Russo, A., Consoli, R., Vancheri, C., Capasso, F., Vanella, A. and Renis, M., 2004. Resveratrol and propolis as necrosis or apoptosis inducers in human prostate carcinoma cells. *Oncology Research*, 14(9): 415-426.
- Shiri, M.A., Bakhshi, D., Ghasemnezhad, M., Dadi, M., Papachatzis, A. and Kalorizou, H. 2013. Chitosan coating improves the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar Shahroudi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(2): 148-156.
- Singh, S.P., Singh, Z. and Swinny, E.E. 2009. Postharvest nitric oxide fumigation delays fruit ripening and alleviates chilling injury during cold storage of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). *Postharvest Biology and Technology*, 53(3): 101-108.
- Speranza, B., Campaniello, D., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia, M. and Corbo, M.R. 2018. Viability of *Lactobacillus plantarum* on fresh-cut chitosan and alginate-coated apple and melon pieces. *Frontiers in Microbiology*, 9: 2538.

- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V.D. and Moldão-Martins, M. 2013. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 52(2): 80-92.
- Xing, Y., Yang, S., Xu, Q., Xu, L., Zhu, D., Li, X., Shui, Y., Liu, X. and Bi, X. 2021. Effect of chitosan/Nano-TiO₂ composite coating on the postharvest quality of blueberry fruit. *Coatings*, 11(5): 512.