

بررسی کارایی نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی بر حفظ خواص کیفی و فیتوشیمیایی میوه تمشک (*Rubus ulmifolius* subsp. *sanctus*) طی مرحله پس از برداشت

شیرین رحمن‌زاده‌ایشکه^۱، حبیب شیرزاد^{۲*}، زهرا توفیقی^۳، محمد فتاحی^۴، یوبرت قوستا^۵

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۱)

چکیده

با توجه به ارزش غذایی میوه‌ها و سبزی‌ها، نگهداری و افزایش ماندگاری این محصولات از اهمیت فراوانی برخوردار است و به‌طور عمده با بازارپسندی آن‌ها ارتباط دارد. بنابراین، برای افزایش سود بازاری، حفظ کیفیت محصولات ضروری می‌باشد. از سوی دیگر استفاده از سموم شیمیایی برای سلامتی انسان خطرناک بوده و باعث ایجاد مقاومت به قارچ‌کش‌ها در میکروارگانیسم‌ها می‌شود، از این رو در عصر حاضر لزوم استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی اهمیت فراوانی پیدا کرده است. در پژوهش حاضر کارایی تیمار نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی (*Satureja sahendica*) جهت افزایش عمر قفسه‌ای و حفظ ارزش تغذیه‌ای میوه تمشک مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور غلظت‌های مختلف نانوامولسیون اسانس (صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر) تهیه شده و میوه‌ها پس از غوطه‌وری به مدت ۵ دقیقه در آن در سردخانه‌ای با دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ برای مدت ۹ روز نگهداری شدند. صفات کیفی و فیتوشیمیایی در روزهای سوم، ششم و نهم پس از انبارمانی مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در اکثر صفات مورد بررسی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین میوه‌های تیمار شده و شاهد وجود داشت. نتایج تجزیه به عامل‌ها نیز نشان داد که دو عامل PC1 (۵۱٪) و PC2 (۱۸٪/۳) بیشترین درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی می‌تواند به‌عنوان ترکیبی طبیعی و سازگار با محیط زیست و انسان، ضمن حفظ ارزش تغذیه‌ای محصول برداشت شده به افزایش عمر انبارمانی و کاهش ضایعات آن کمک کند.

کلمات کلیدی: انبارمانی، تجزیه به عامل، ضریب همبستگی، فلاونوئید، فنل

- ۱- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- ۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- ۳- دانشیار گروه فارماکوتکنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۴- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- ۵- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

* پست الکترونیک: h.shirzad@urmia.ac.ir

مقدمه

امروزه با افزایش پژوهش‌های علمی در حوزه کشاورزی، استفاده از منابع گیاهی که بتواند به‌عنوان غذا دارو استفاده شود، مورد توجه قرار گرفته است. با عنایت به اولویت‌های بحث پیشگیری، نسبت به درمان بیماری‌ها در سال‌های اخیر مصرف این غذا داروها چه بصورت تازه خوری و چه به صورت فرآوری شده، توصیه می‌شود. در این میان نظر به پراکنش طبیعی تمشک به‌عنوان میوه‌ای با خواص دارویی فراوان از جمله خصوصیات ضددیابتی قوی آن در شمال، غرب و شمال غرب کشور مدیریت تولید و فرآوری این میوه با ارزش افزوده بالا، قبل از توسعه زیرساخت‌های مربوط به کشت ضروری است. در دنیا تولید میوه تمشک با عنوان غذا دارویی که منبع سرشاری از ترکیبات فنلی، آنتوسیانینی و ویتامین‌ها است، در حال افزایش است. اما میوه تمشک به دلیل لطافت زیاد و داشتن آب بالا مستعد آلودگی به عوامل قارچی بوده و از عمر قفسه‌ای کوتاهی برخوردار است (ردی^۱ و همکاران، ۲۰۰۰).

از سوی دیگر به دلیل پیری سریع و بیماری، مقدار زیادی از ضرر اقتصادی میوه‌ها و سبزیجات تازه در مرحله پس از برداشت رخ می‌دهد (زنگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین ضایعات، پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها یکی از مسائل اقتصادی مهم برای دنیا است که در کشورهای در حال توسعه به یک مشکل بزرگ تبدیل شده است. علاوه بر این، ایمنی مواد غذایی دغدغه اصلی عصر حاضر است (هایدر^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که به‌دلیل ویژگی حساسیت به آلودگی، میوه‌ها و سبزیجات در مرحله پس از برداشت اغلب حامل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند و این موضوع احتمال شیوع بیماری‌های ناشی از غذا را به شدت افزایش می‌دهد (پن^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، تحقیقات روی فن‌آوری‌های عاری‌سازی مواد گیاهی از پاتوژن‌ها و کنترل پوسیدگی پس از برداشت آن‌ها برای کاهش تلفات پس از برداشت و خطرات بیولوژیکی ضروری است. تلاش‌های زیادی در سطح جهان برای یافتن روش‌های جایگزین در کنترل ضایعات پس از برداشت محصولات صورت گرفته است، چرا که استفاده از سموم شیمیایی برای سلامتی انسان خطرناک می‌باشد که باعث

ایجاد مقاومت به قارچ‌کش‌ها در میکروارگانیسم‌ها می‌شود (سولریا^۵ و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین یکی از وظایف اصلی متخصصین فیزیولوژی پس از برداشت یافتن راه‌هایی است که بتوان با استفاده از ترکیبات طبیعی سازگار با محیط زیست و انسان ضمن حفظ ارزش محصولات برداشت شده، به افزایش عمر انباری و کاهش ضایعات کمک کند (راحی، ۱۳۸۷).

یکی از راهکارهای حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات و کنترل پوسیدگی استفاده از ترکیبات ضد میکروبی و طبیعی است، با توجه به افزایش نگرانی‌ها از به‌مخاطره افتادن سلامت مصرف‌کنندگان به دلیل باقی‌مانده سموم شیمیایی روی محصولات باغبانی و افزایش مقاومت قارچ‌ها به این سموم، دانشمندان به استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه به‌عنوان روش جدید و جایگزین سموم شیمیایی روی آورده‌اند (ورجیس^۶ و همکاران، ۲۰۱۵). در پژوهش مشابهی از تیمار کیتوسان به‌عنوان یک ترکیب طبیعی برای حفظ خواص کمی و کیفی میوه تمشک و کمک به افزایش ماندگاری آن استفاده شده است به‌نحوی که عمر پس از برداشت این محصول ارزشمند را تا ۱۵ روز پس از برداشت افزایش داده است (تروتو-یولیانا^۷ و همکاران، ۲۰۱۴). از دیگر پوشش‌های خوراکی که سبب افزایش عمر پس از برداشت محصولات باغبانی می‌شوند، می‌توان به اسانس‌های گیاهی اشاره کرد. اسانس‌ها ترکیبات طبیعی بی‌رنگ متشکل از الکل، آلدئید و استر هستند که دارای بوی مخصوص به‌خود بوده و وزن مولکولی آن‌ها کمتر از آب می‌باشد. این ترکیبات فرار بوده و از آن‌ها به‌عنوان طعم‌دهنده غذا، آنتی‌اکسیدان و مواد ضد باکتریال استفاده زیادی می‌گردد. تعداد اسانس‌ها یا روغن‌های گیاهی شناخته شده حدود ۳۰۰۰ می‌باشد که ۳۰۰ نوع آن دارای ارزش اقتصادی هستند (امیدبیگی، ۱۳۹۴؛ ورجیس و همکاران، ۲۰۱۵؛ بارت^۸، ۲۰۰۴). قابلیت تجزیه‌پذیری اسانس‌های گیاهی در طبیعت، بی‌خطر بودن بیشتر آن‌ها برای انسان و سایر موجودات زنده و تقاضای زیاد از جانب مصرف‌کنندگان باعث شده که این ترکیبات به‌عنوان جایگزین ترکیبات شیمیایی برای حفاظت محصولات کشاورزی برداشت شده پیشنهاد شوند (مین و

5. Suleria
6. Vergis
7. Tezotto-Uliana
8. Burt

1. Reddy
2. Zhang
3. Haider
4. Pan

میوه‌های مورد استفاده در این آزمایش از منطقه خان دره‌سی با طول جغرافیایی (۰۹° ۰۷' ۴۵") عرض جغرافیایی (۱۶° ۱۹' ۳۷") و ارتفاع از سطح دریا (۱۳۹۲) در ۲۵ کیلومتری شهر ارومیه، تهیه شد. برداشت در اوایل صبح و از بوته‌های تمشک *Rubus ulmifolius* subsp روییده در حاشیه رود باراندوز چای واقع در این منطقه انجام شد. تا حد امکان سعی شد میوه‌هایی برداشت شوند که در مرحله بلوغ تجاری بوده (رنگ سیاه) و به راحتی از بوته جدا شود و از نظر رنگ، شکل و اندازه شبیه به‌همدیگر بوده و بدون آسیب یا دارای کمترین میزان آسیب‌دیدگی باشند. میوه‌ها پس از برداشت به سردخانه واقع در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه با دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۹۵٪ انتقال یافتند. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل صفات شیمیایی مانند TSS، TA، عطر و طعم، pH، کاهش وزن، شاخص پوسیدگی و مقدار فنل و فلاونوئید کل بودند. اعمال تیمار نانومولسیون اسانس مرزه در همان روز برداشت به روش غوطه‌وری صورت گرفته و میوه‌ها به سردخانه‌ای با دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ منتقل شدند. همچنین، اندازه‌گیری شاخص‌ها در روزهای سوم، ششم و نهم پس از انبارمانی انجام شد.

آماده‌سازی تیمار نانومولسیون اسانس مرزه سهندی
پس از جمع‌آوری گیاه مرزه سهندی و خشک نمودن آن اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر بخار آب صورت گرفته و اسانس حاصل پس از جمع‌آوری برای تهیه نانومولسیون اسانس به پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی ارسال گردید. سپس براساس غلظت‌های صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر محلول نانواسانس تهیه شده (به نحوی که غلظت‌های مورد نظر هر کدام در یک لیتر آب مقطر با کمک تونین ۸۰ حل شدند) و میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در آن غوطه‌ور شدند.

اندازه‌گیری میزان TA، TSS و pH

میزان TSS عصاره با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی مدل ATAGO ژاپن در دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری شد، برای کالیبره کردن این دستگاه از آب مقطر استفاده گردید. اسیدیته قابل تیتراسیون کل به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و برحسب اسید سیتریک (با محلول سود ۰/۱ نرمال

کروچتا، ۲۰۰۷). یکی از گیاهان دارویی دارای اسانس (مرزه سهندی) می‌باشد. این گیاه بومی ایران بوده و از خانواده Lamiaceae می‌باشد. پژوهش‌ها نشان داده است که اسانس این گیاهان شامل ترکیبات ارزشمندی مانند thymol، γ -terpinene و p-cymene است. گزارش‌هایی در مورد اثر اسانس مرزه در جلوگیری از رشد کلنی قارچ بوتریتیس‌سینرا که عامل ایجاد کپک خاکستری در توت فرنگی است، وجود دارد (اعتمادی^۲ و همکاران، ۲۰۱۲).

به‌طور کلی اسانس‌ها به دلیل بی‌خطر بودن از لحاظ محیط زیست و نقشی که در حفظ کیفیت میوه دارند، جایگزین مناسبی برای قارچ‌کش‌های شیمیایی هستند. اما مشکلی که در استفاده از اسانس‌های گیاهی به‌عنوان نگهدارنده طبیعی وجود دارد این موضوع هست که به‌علت غلظت زیاد ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در آن‌ها عطر و طعم خاصی روی محصول باقی می‌گذارند که ممکن است خوشایند طیف وسیعی از مصرف‌کنندگان نباشد، بنابراین می‌توان این مشکل را با استفاده از اسانس‌ها در حالت نانو برطرف کرد. چرا که استفاده از نانومولسیون‌های خوراکی روشی برای پخش کردن مواد تشکیل‌دهنده چربی در رسانای آبی می‌باشد. نانومولسیون‌های خوراکی در حال حاضر به‌عنوان یک ابزار بالقوه برای برنامه‌ریزی، جهت تولید محصولات غذایی می‌باشند. برای نیل به این اهداف و افزایش عمر قفسه‌ای میوه تمشک با استفاده از ترکیبات سالم، آزمایشی به‌منظور حفظ صفات کمی و کیفی میوه در طی دوره پس از برداشت تمشک جهت افزایش قابلیت ماندگاری آن که یکی از دغدغه‌های اصلی نگهداری این میوه می‌باشد، طرح ریزی شد.

لذا به‌طور کلی هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تیمار پس از برداشت نانومولسیون اسانس مرزه سهندی بر برخی شاخص‌های فیتوشیمیایی، کیفی و ماندگاری میوه تمشک (*Rubus ulmifolius* subsp. *sanctus*) و در نتیجه ارائه راهکار مناسب برای حفظ محصولات باغبانی با استفاده از مواد طبیعی و غیر سمی است.

مواد و روش‌ها

تهیه میوه‌ها

اندازه‌گیری فنل کل با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو انجام شد. برای انجام این کار ابتدا مقدار ۳۰ میکرولیتر عصاره غلیظ در داخل لوله آزمایش ریخته و ۹۰ میکرولیتر آب مقطر به آن اضافه شد، پس از آن ۶۰۰ میکرولیتر فولین ۱۰ درصد به آن‌ها اضافه نموده و بعد از ۵-۱۰ دقیقه منتظر ماندن ۴۸۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه نموده و پس از قراردادن به مدت نیم ساعت در تاریکی و در دمای اتاق با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت جذب در طول موج ۷۶۰ نانومتر صورت گرفت. جهت رسم منحنی استاندارد (منحنی جذب در غلظت‌های مختلف) نیز از اسیدگالیک برای کمی‌سازی داده‌ها استفاده شد. میزان فنل کل عصاره‌ها براساس میلی‌گرم معادل اسیدگالیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه گزارش شد (ابراهیمزاده^۳ و همکاران، ۲۰۰۸).

برای سنجش میزان فلاونوئید کل نیز ۵۰ میکرولیتر از عصاره غلیظ را داخل لوله آزمایش ریخته و به آن ۱۵۰ میکرولیتر نیتريت سدیم ۵ درصد اضافه شد، پس از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد اضافه نموده و بعد از ۱۰-۵ دقیقه ۱۰۰۰ میکرولیتر سود ۱ نرمال را به محلول حاصل اضافه کرده و با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده و جذب مخلوط حاصل در طول موج ۲۸۰ نانومتر نسبت به شاهد قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد نیز از کوئرستین استفاده شد. میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها براساس میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه گزارش گردید (چانگ^۴ و همکاران، ۲۰۰۲).

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده‌های به دست آمده با چهار تکرار و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای فاکتورهای اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده شد و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت. انجام آنالیزهای مربوط به تجزیه به عامل و بای‌پلات با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد.

تا رسیدن به pH ۸/۳ تیتراژ گردید) محاسبه گردید و پس از قرار دادن مقدار سود مصرفی در فرمول زیر TA بر اساس میلی‌گرم اسید سیتریک در ۲ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه شد و سپس تبدیل به درصد گردید (آیالا-زاوالا، ۲۰۰۷).

$$TA = \frac{100 * M * N * V}{S * n}$$

در این فرمول TA: مقدار اسید قابل تیتراسیون براساس میلی‌گرم اسید سیتریک در ۲ میلی‌لیتر عصاره نمونه، M: وزن مولکولی اسید غالب، n: ظرفیت اسید غالب، V: حجم سود مصرفی، S: مقدار عصاره استفاده شده و N: نرمالیتیه سود مصرفی می‌باشد. برای اندازه‌گیری اسیدیته (pH) نیز با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل (pH-Meter CG824) pH آب‌میوه اندازه‌گیری شد. ابتدا دستگاه با محلول‌های بافری چهار و هفت کالیبره شده و سپس ۱۰ تا ۳۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه را در بشر ریخته و پس از قرار دادن الکترودهای pH متر در محلول، pH مورد نظر قرائت گردید (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۱).

اندازه‌گیری میزان کاهش وزن

برای ارزیابی میزان کاهش وزن میوه‌ها از ترازوی دیجیتالی مدل CANDGL300 استفاده شد. برای این منظور تفاوت وزن میوه‌ها پس از ۳، ۶ و ۹ روز پس از نگهداری مورد محاسبه قرار گرفته و میزان کاهش وزن میوه‌ها به دست آمد (خادمی و ارشادی، ۲۰۱۳).

$$100 \times (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}) = \text{درصد کاهش وزن}$$

وزن اولیه

اندازه‌گیری عطر و طعم و پوسیدگی میوه‌ها

اندازه‌گیری میزان پوسیدگی به صورت مشاهده‌ای به وسیله ۱۰ ارزیاب انجام شده و میانگین نظرات آن‌ها مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در این مورد نیز نمره ۱ به نمونه‌های دارای کمترین پوسیدگی و نمره ۵ بدترین آن‌ها داده شد. سنجش طعم نیز با استفاده از تست پنل صورت پذیرفت، برای انجام این کار از ۱۰ ارزیاب نظر خواهی شده و میانگین نظرات آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، در این فرآیند نمره ۱ به نمونه‌های دارای طعم بهتر و نمره ۵ به نمونه‌های دارای طعم بدتر داده شد. اندازه‌گیری‌ها برای روزهای سوم، ششم و نهم به طور جداگانه و هر کدام در روز مربوط به خودش صورت گرفت (خادمی و ارشادی، ۲۰۱۳).

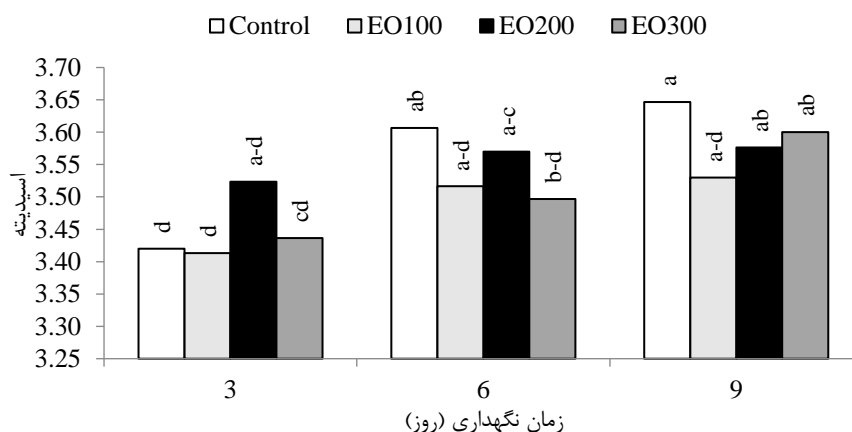
اندازه‌گیری محتوای فنل و محتوای فلاونوئید کل

نتایج و بحث

اسیدیته (pH)

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار و زمان انبارمانی در مورد نمونه‌های شاهد و تیمار شده اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد داشتند. در صورتی که اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود. مقدار pH میوه‌ها بین ۳/۴۱ در نمونه‌های مربوط به تیمار ۱۰۰ μl/L روز سوم پس از انبارمانی تا ۳/۵۶ در نمونه‌های مربوط به شاهد روز نهم پس از انبارمانی متغیر بود (نمودار ۱). pH عصاره میوه از پارامترهای تأثیرگذار در تعیین کیفیت میوه به ویژه در مرحله پس از برداشت می‌باشد که به دلیل شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر در طی تنفس دچار تغییر شده و مقدار آن با گذشت زمان افزایش می‌یابد (اختر^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین هر غلظتی از

تیمار که بتواند روند این افزایش pH را کندتر کند به همان اندازه در افزایش عمر پس از برداشت محصول موثر واقع شده است. بر اساس نمودار مقایسه میانگین مربوط به pH میوه‌ها تیمار ۱۰۰ μl/L نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی در روزهای سوم و نهم پس از انبارمانی توانسته است کاراتر از سایر تیمارها عمل کرده و از سرعت افزایش pH بکاهد. این اثرات می‌تواند نتیجه یک لایه نیمه تراوا باشد که با استفاده از پوشش خوراکی بر روی سطح میوه ایجاد می‌شود که در نتیجه تبخیر آب، تبادل گاز (به طور عمده CO₂ و O₂) و تولید اتیلن را کاهش می‌دهد (خالیک^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات راحمی (۱۳۸۶) از نظر تأثیر اسانس‌های گیاهی در حفظ اسیدیته میوه در سطح پایین مطابقت داشت، چرا که در پژوهش ایشان نیز استفاده از اسانس میخک و آویشن باعث حفظ اسیدیته میوه پرتقال والنسیا در سطح پایین‌تری نسبت به میوه‌های بدون تیمار شد.



نمودار ۱- نمودار مقایسه میانگین مربوط به اسیدیته عصاره میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

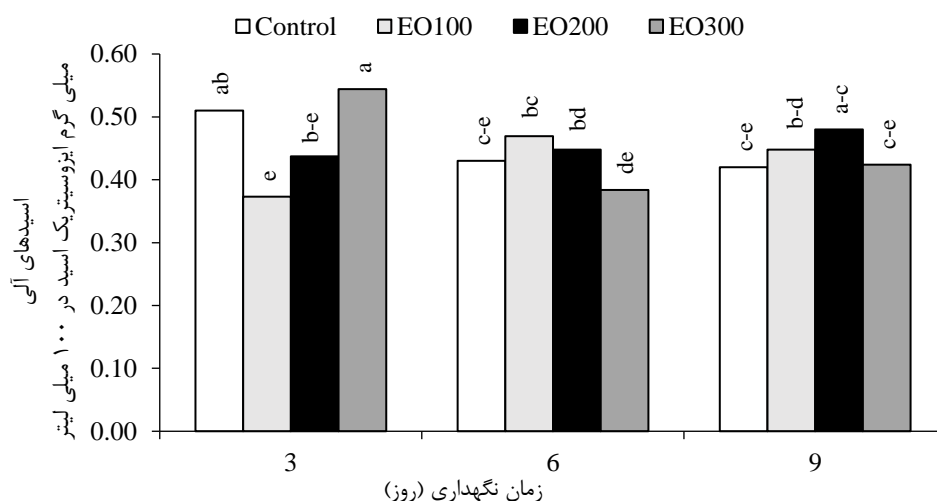
اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

نتایج تجزیه واریانس مربوط به TA عصاره میوه تمشک حاکی از این بود که اثر متقابل زمان انبارمانی و تیمار در نمونه‌های شاهد و تیمار شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. به طوری که بیشترین میزان اسیدهای آلی مربوط به نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۳۰۰ μl/L اسانس در روز سوم پس از انبارمانی بود، در حالیکه کمترین میزان آن متعلق به نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۱۰۰ μl/L در

همان روز مشاهده شد (نمودار ۲). اسیدهای آلی یکی دیگر از پارامترهای مهم در حفظ کیفیت میوه می‌باشد که با غلظت اسیدهای آلی غالب موجود در میوه به طور مستقیم در ارتباط می‌باشد (شکرالله‌فام و همکاران، ۱۳۹۲). معمولاً میزان اسید در میوه‌ها طی زمان نگهداری به ویژه در انبارهایی با دمای پایین کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل شکسته شدن اسید به قند در طول تنفس میوه باشد. البته در برخی مطالعات نیز به فعالیت آنزیمی طی نگهداری میوه‌ها اشاره شده است که سبب کاهش اسیدیته میوه

حسنى^۲ و همکاران (۲۰۱۲) در مورد کاربرد اسانس آویشن، زنیان، دارچین و زیره روی زردآلو، در این رابطه که استفاده از اسانس‌های گیاهی سبب کاهش مصرف اسیدهای آلی می‌شود، مطابقت داشت. همچنین نتایج پژوهش‌های مور^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۴ نیز موید این امر بود که استفاده از تیمارهای پس از برداشت در میوه تمشک سبب حفظ مقدار اسیدهای آلی در میزان پایین‌تری نسبت به میوه‌های بدون تیمار می‌گردد.

می‌شود (وارگاس^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). مطابق نمودار مقایسه میانگین غلظت $200 \mu\text{L}$ اسانس در روزهای پایانی پس از انبارمانی بهینه‌تر از سایر تیمارها در جلوگیری از کاهش اسیدهای عالی عمل کرده است. اسانس با ایجاد یک اتمسفر تغییر یافته در اطراف میوه و حفظ CO_2 در سطحی بالاتر از حالت طبیعی باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شود که منجر به کاهش مصرف اسیدهای آلی می‌شود (نصرالله‌زاده‌اصل، ۱۳۹۲). نتایج پژوهش ما با نتایج تحقیقات



نمودار ۲- نمودار مقایسه میانگین مربوط به اسیدهای آلی عصاره میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

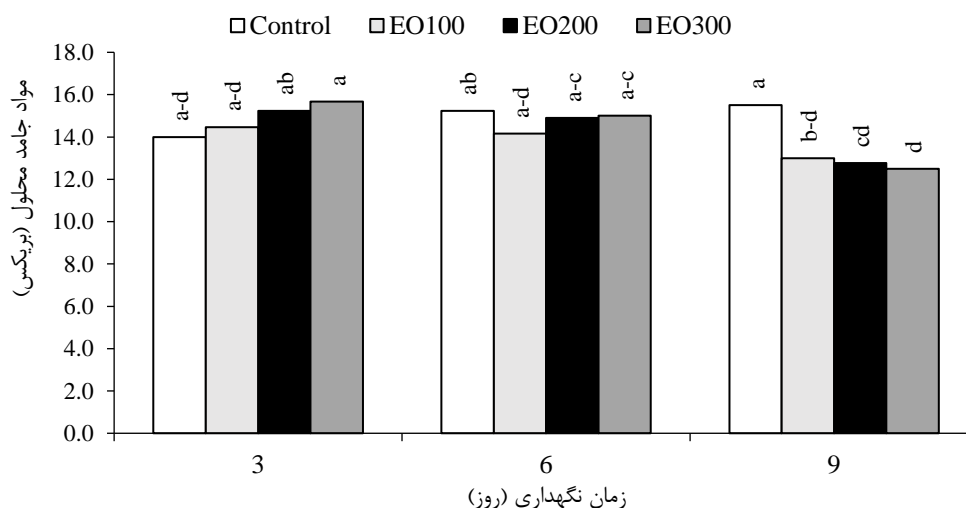
و یا آن را کاهش دهد، باعث جلوگیری از افزایش غیرعادی مواد جامد محلول خواهد شد (سالوکا^۴ و همکاران، ۱۹۷۴). همانطور که در نمودار مقایسه میانگین مشخص است با افزایش زمان انبارمانی نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد از مواد جامد محلول کمتری برخوردار هستند بنابراین مسلماً روند پیری در این میوه‌ها نسبت به میوه‌های شاهد از سرعت کمتری برخوردار خواهد بود. در پژوهشی نیز که جنتی و همکاران (۱۳۹۳) میزان تأثیر کاربرد کلرید کلسیم و اسانس آویشن را بر برخی صفات پس از برداشت میوه توت‌فرنگی مورد مطالعه قرار دادند مشخص شد که استفاده از اسانس این گیاه دارویی باعث ممانعت از افزایش میزان قندهای محلول نسبت به میوه‌های تیمار نشده توت‌فرنگی می‌شود.

مواد جامد محلول (TSS)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین داده‌های مربوط به مواد جامد محلول تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در اثر متقابل نوع تیمار و زمان انبارمانی وجود داشت. و میزان آن بین بازه $15/7 - 12/5$ به ترتیب در نمونه‌های تیمار شده با غلظت $300 \mu\text{L}$ نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی در روزهای نهم و سوم پس از انبارمانی متغیر بود (نمودار ۳). افزایش شدید مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد به دلیل شکستن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل آن‌ها به قندهای محلول در نتیجه پیشرفت پیری و تخریب سلولی صورت می‌گیرد و هر عاملی که با کاهش سرعت پیری از شکستن دیواره‌های سلولی جلوگیری کند

3. Moor
4. Salukha

1. Vargas
2. Hassan



نمودار ۳- نمودار مقایسه میانگین مربوط به مواد جامد محلول عصاره میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

درصد کاهش وزن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت درصد کاهش وزن، هر سه عامل زمان انبارمانی، تیمار و برهمکنش متقابل بین آن‌ها در رابطه با نمونه‌های تیمار شده و شاهد در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. مطابق نمودار بیشترین و کمترین میزان کاهش وزن به ترتیب متعلق به نمونه‌های شاهد روز نهم و روز سوم پس از انبارمانی می‌باشد (نمودار ۴). خسارت کاهش وزن میوه به‌طور عمده با تنفس و تبخیر رطوبت در اطراف پوست میوه ارتباط دارد. همچنین کاهش وزن میوه در نتیجه دهیدراسیون و از دست‌دهی آب از سطح میوه‌ها می‌باشد (مارتینز-رومرو^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). به نظر می‌رسد اسانس‌ها و ترکیبات ترپنوئیدی موجود در آن‌ها توانایی این پوشش‌های خوراکی را برای کنترل تبادل گاز افزایش می‌دهند و به تبع آن از دست دادن رطوبت را کاهش داده و آبدار بودن را افزایش می‌دهند. بنابراین اسانس‌ها می‌توانند برای جلوگیری از چروک شدن در طول صادرات طولانی مدت بسیار ارزشمند باشند. دوره‌های، عمر مفید را افزایش داده و ظاهر بیرونی میوه را حفظ کنند (دوپلوی^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). والرو^۳ و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که اسانس اژنول و تیمول سبب تأخیر فرآیندهای رسیدگی در میوه انگور می‌شود. پس ممکن است اسانس‌های گیاهی

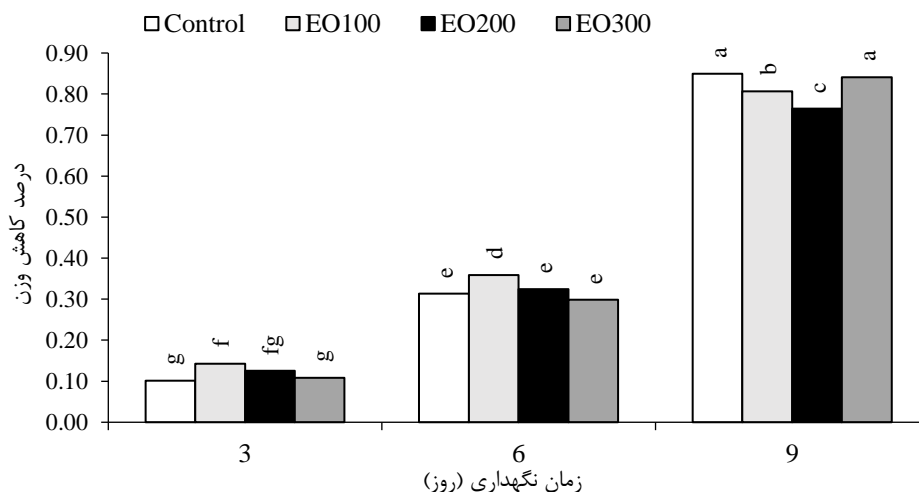
به‌طور غیرمستقیم با ایجاد تأخیر در پیری میوه، سبب کنترل کاهش وزن آن شوند.

شاخص پوسیدگی

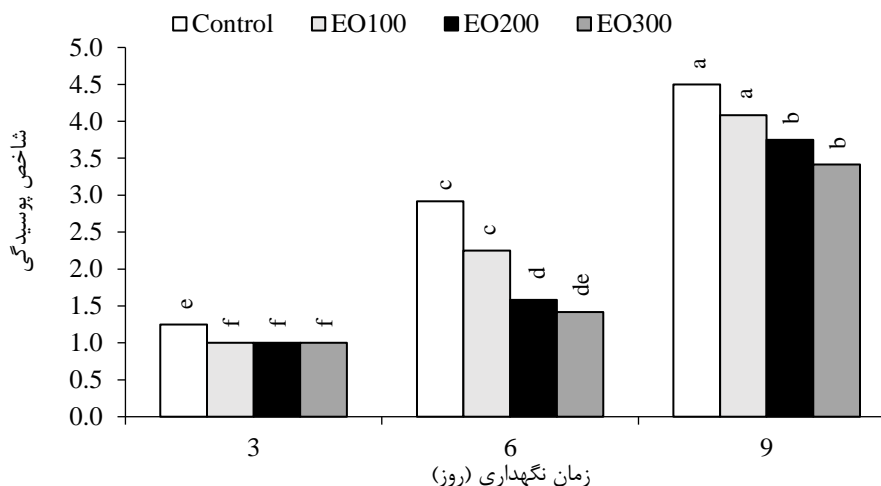
همانند نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت درصد کاهش وزن در مورد شاخص پوسیدگی نیز هر سه عامل زمان انبارمانی، تیمار و برهمکنش متقابل بین آن‌ها در رابطه با نمونه‌های تیمار شده و شاهد در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. میزان پوسیدگی میوه‌ها بین بازه ۴/۵-۱ متغیر بود. بیشترین میزان پوسیدگی نمونه‌های شاهد در روز نهم پس از انبارمانی مشاهده شد در صورتی که کمترین میزان آن متعلق به نمونه‌های تیمار شده در روز سوم پس از انبارمانی بود (نمودار ۵). با توجه به این که وضعیت ظاهری محصول مهم ترین شاخص ارزیابی بازارپسندی محصول است و وجود هر گونه علائم آلودگی و پوسیدگی و نرم شدن میوه باعث کاهش بازارپسندی محصول می‌شود، بنابراین هر عاملی که سرعت پیری را کاهش بدهد و از رشد علائم پوسیدگی جلوگیری کند، باعث حفظ وضعیت ظاهری و بازارپسندی محصول خواهد شد (اصغری و خلیلی، ۱۳۹۱). فیلم‌های خوراکی که در آن‌ها اسانس بکار می‌رود، عمر پس از برداشت محصول را از طریق به تأخیر انداختن انتقال رطوبت، اکسیژن و عطر افزایش می‌دهند. اسانس‌ها به‌صورت

3. Valero

1. Martinez-Romero
2. Du Plooy



نمودار ۴- نمودار مقایسه میانگین مربوط به درصد کاهش وزن میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.



نمودار ۵- نمودار مقایسه میانگین مربوط به پوسیدگی میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

در نمونه‌های تیمار شده با غلظت $200 \mu\text{L}$ نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی در روز سوم پس از انبارمانی و بدترین میزان عطر و طعم مربوط به نمونه‌های شاهد روز نهم بود (نمودار ۶). اسانس‌ها به دلیل وجود ترکیبات فنلی خاصیت قارچ‌کشی دارند. این ترکیبات نقش کلیدی در مقاومت گیاه در برابر حمله پاتوژن‌ها دارند که باعث ایجاد یک تنش خفیف در گیاه شده و مکانیسم‌های دفاعی در گیاه را فعال می‌کنند در نتیجه گیاه دارای کمترین میزان پوسیدگی بوده و از عطر و طعم بهتری برخوردار خواهد بود (سیواکومار و باتیستا-بانوس، ۲۰۱۴). به طور کلی باید پذیرفت که ایراد

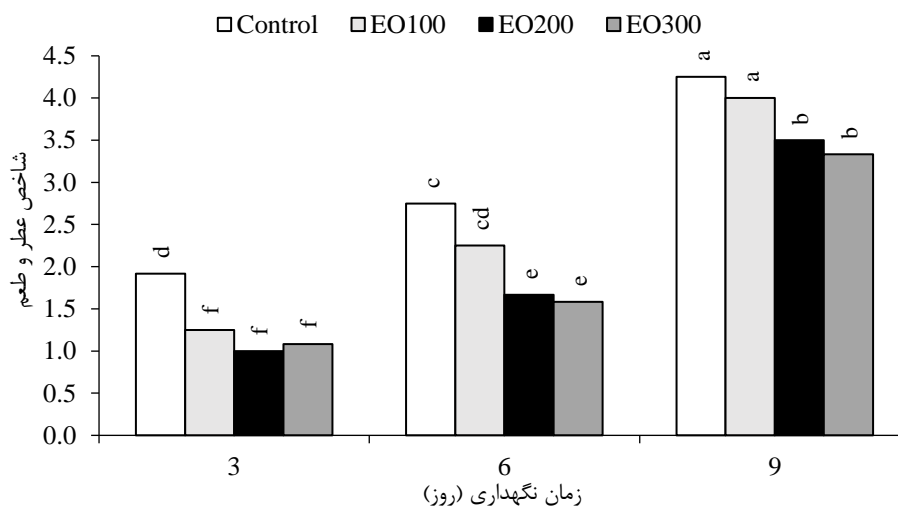
لایه نازکی سطح میوه را می‌پوشانند و ورود و خروج گازها را کنترل می‌کنند در نتیجه میزان تنفس و تولید اتیلن کاهش داده و سرعت پیری را به تأخیر می‌اندازند و باعث حفظ کیفیت میوه می‌شوند (سیواکومار و باتیستا-بانوس، ۲۰۱۴).

شاخص عطر و طعم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با داده‌های مربوط به شاخص عطر و طعم نیز موید معنی‌دار بودن هر سه عامل زمان انبارمانی، تیمار و اثر متقابل بین آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بود. بهترین میزان مربوط به عطر و طعم

از آن برای جلوگیری از پوسیدگی و حفظ عطر و طعم نیاز باشد چرا که استفاده از نانوامولسیون اسانس‌ها سبب افزایش پایداری ترکیبات فرار، محافظت آن‌ها در برابر اثرات متقابل با سایر ترکیبات و افزایش خواص ضد میکروبی از طریق افزایش جذب سلولی می‌شود (دونسی^۲ و همکاران، ۲۰۱۱).

اصلی برای استفاده از ترکیب‌های طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی وجود بوی شدیدی است که گاهی روی ویژگی‌های حسی فرآورده، تأثیر زینباری خواهد داشت (سرانو^۱ و همکاران، ۲۰۰۵). در پژوهش حاضر استفاده از اسانس مرزه سهندی به صورت نانو امولسیون سبب شد تا کارایی آن با افزایش سطح تماس افزایش یافته و به غلظت‌های کمتری



نمودار ۶- نمودار مقایسه میانگین مربوط به عطر و طعم میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

به صورت قابل ملاحظه‌ای، ظرفیت بالایی را در از بین بردن اکسیژن‌های یکتایی (رادیکال آزاد) نشان داده‌اند و یا به عنوان دهنده هیدروژن ایفای نقش می‌کنند (دای^۴ و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج پژوهش ما نشان داد که در میوه‌های تیمار شده، میزان فنل کل به صورت معنی‌داری از لحاظ آماری بیشتر از فنل موجود در میوه‌های شاهد (بدون تیمار) بود.

محتوای فلاونوئید کل

در مورد داده‌های مربوط به محتوای فلاونوئید کل نیز تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در هر سه عامل زمان، تیمار و برهمکنش بین آن‌ها بود. بر این اساس بیشترین میزان فلاونوئید کل متعلق به نمونه‌های تیمار شده با غلظت $300 \mu\text{g/L}$ اسانس در روز سوم پس از انبارمانی بود. در صورتی که کمترین میزان آن شامل نمونه‌های شاهد در روز نهم پس از انبارمانی بود (نمودار ۸). فلاونوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان‌هایی شناخته شده‌اند که بر روی سلامت و تقویت انسان اثر مثبت می‌گذارند. این

محتوای فنل کل

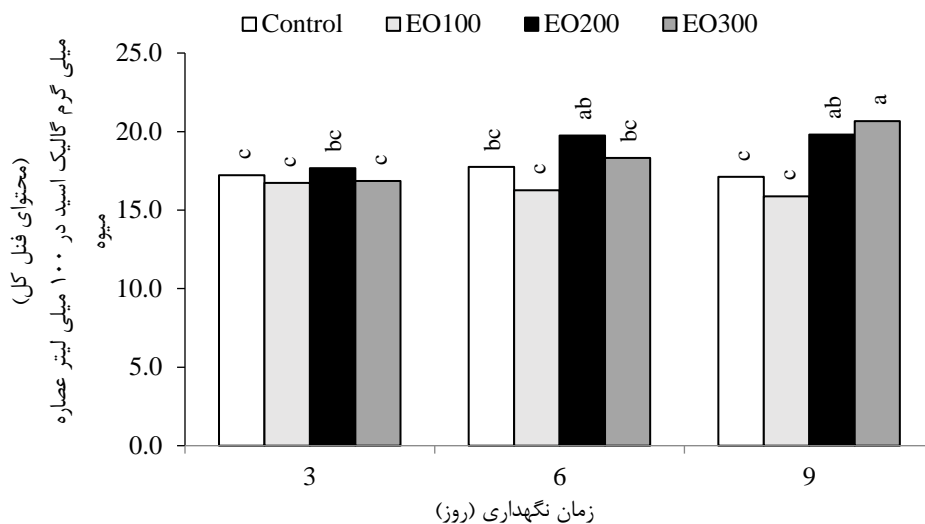
تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای فنل کل نیز نشانگر معنی‌دار بودن هر سه عامل، زمان نگهداری، غلظت ملاتونین و اثر متقابل بین آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بود. مطابق نمودار مقایسه میانگین مربوط به فنل (نمودار ۹) بیشترین و کمترین مقادیر مربوط به فنل کل به ترتیب در نمونه‌های تیمار شده با غلظت $300 \mu\text{g/L}$ اسانس و $100 \mu\text{g/L}$ اسانس در روز نهم پس از انبارمانی مشاهده شد (نمودار ۷). ترکیبات فنلی یکی از مهمترین متابولیت‌های ثانویه می‌باشند که از مسیر شیکمیک اسید سنتز می‌شوند و نقش مهمی را در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد تولید شده طی تنش بر عهده دارند. بیوسنتز ترکیبات فنلی از اسید آمینه‌ای آروماتیک به نام فنیل آلانین شروع می‌شود که با دامینه شدن فنیل آلانین توسط آنزیم فنیل آلانین آمونیاز (PAL) و تبدیل آن به ترانس‌اسیدسینامیک صورت می‌گیرد (می‌شالاک^۳، ۲۰۰۶). ترکیبات فنلی تمشک از اکسیداسیون لیپوزوم در بدن جلوگیری می‌کنند. این ترکیبات همچنین

3. Michalak
4. Dai

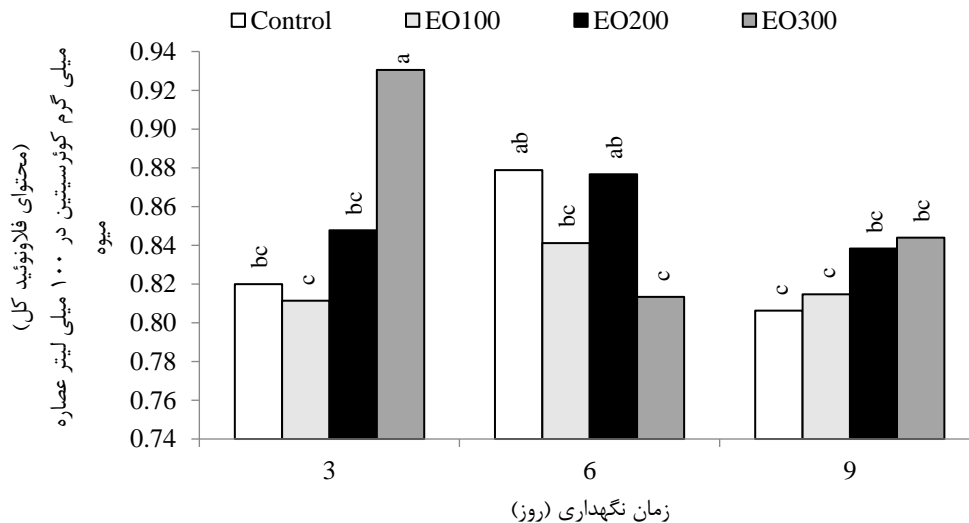
1. Serrano
2. Donsi

غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد است (پورمراد^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). در طول پیری با افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، مصرف پلی‌فنل‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه

ترکیبات، حاوی گروه‌های هیدروکسیلی هستند که عامل غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد در گیاهان به‌شمار می‌آیند. مکانیسم عمل فلاونوئیدها از طریق فرایند کلاته کردن و یا



نمودار ۷- نمودار مقایسه میانگین مربوط به محتوای فنل کل عصاره میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.



نمودار ۸- نمودار مقایسه میانگین مربوط به محتوای فلاونوئید کل عصاره میوه تمشک. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها روش موثری برای تعیین عوامل مستقیم و غیرمستقیم که در تشکیل همبستگی شرکت دارند به شمار می‌آیند و اهمیت نسبی هر یک از عوامل را نیز فراهم

محتوای ترکیبات فنلی کل با پیری بافت میوه کاهش می‌یابد (سو^۲ و همکاران، ۲۰۰۹)، کاهش کمتر مواد فنولیکی با کاربرد اسانس‌های گیاهی در این بررسی با نتایج تحقیق سو و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی دارد.

توانستند در مجموع ۹۶/۱ درصد از کل واریانس را توجیه کنند.

در عامل اول صفات pH, Percent less weight, Decay, Flavor و Phenol با ضرایب مثبت (به ترتیب ۰/۳۸، ۰/۴۸، ۰/۴۷، ۰/۴۶ و ۰/۱۵) و صفات TA, TSS و Flavonoid با ضرایب منفی (به ترتیب -۰/۱۲، -۰/۲۹ و -۰/۲۱) بالاتر از بقیه قرار گرفته و در مجموع ۵۱ درصد از کل واریانس را تشکیل دادند.

در عامل دوم نیز همه صفات شامل pH, TA, Percent less weight, Decay weight, TSS, Flavor و Phenol با ضرایب مثبت (به ترتیب ۰/۲۳، ۰/۵۸، ۰/۰۰، ۰/۰۶، ۰/۰۷، ۰/۰۳، ۰/۳۴ و ۰/۶۸) بالاتر از بقیه قرار گرفتند و در مجموع ۱۸ درصد از واریانس کل را شامل شدند.

می‌کنند. تجزیه همبستگی کل به اثرات مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند در اجرای برنامه‌های موثر گزینش ارزشمند باشد (مسیحا و همکاران، ۱۳۸۰). در این بررسی تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد. جدول ۱ نتایج تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان شده است.

نتایج مربوط به (PCA) نشان داد که بیش از ۹۶ درصد از افزایش عمرفسهای تمشک توسط چهار مولفه اول اتفاق افتاده است و ۴ درصد باقیمانده مربوط به عامل‌های پنجم تا هشتم می‌باشد. در این تجزیه ۴ عامل اصلی و مستقل

جدول ۱- تجزیه به عامل‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده، مقادیر ویژه و درصد واریانس مربوط به هر صفت

ردیف	صفت	عامل							
		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
۱	pH	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۳۰	-۰/۴۱	۰/۱۲	-۰/۶۴	-۰/۳۱	-۰/۱۰
۲	TA	-۰/۱۲	۰/۵۸	-۰/۵۴	۰/۱۶	۰/۵۳	-۰/۰۶	-۰/۱۴	۰/۰۳
۳	TSS	-۰/۲۹	۰/۰۰	۰/۱۴	-۰/۷۶	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۰۶	۰/۰۱
۴	Percent less weight	۰/۴۸	۰/۰۶	-۰/۰۶	۰/۰۰	-۰/۱۲	۰/۵۸	-۰/۶۲	-۰/۱۳
۵	Decay	۰/۴۷	۰/۰۷	-۰/۱۹	-۰/۱۸	-۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۷۷
۶	Flavor	۰/۴۶	۰/۰۳	-۰/۲۵	-۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۵۸	-۰/۵۹
۷	Phenol	۰/۱۶	۰/۳۴	-۰/۶۸	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۰۶
۸	Flavonoid	-۰/۲۱	۰/۶۸	۰/۰۶	-۰/۱۵	-۰/۶۵	۰/۰۸	۰/۱۱	-۰/۰۷
	مقادیر ویژه	۴/۰۸	۱/۴۶	۱/۱۳	۱/۰۰	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۰
	درصد واریانس	۰/۵۱	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰
	درصد تجمعی واریانس	۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۸۳	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۹	۱/۰۰	۱/۰۰

صفات مورد اندازه‌گیری و مولفه‌های اول و دوم که در مجموع ۶۹ درصد از واریانس کل را شامل می‌شوند. این نوع تجزیه تحلیل ۱۲ تیمار را در ۴ گروه قرار داد که شامل گروه ۱ (EO 300 Day 9, EO 200 Day 9, Control Day 6)، گروه ۲ (EO 200 Day 6, EO 300 Day 3)، گروه ۳ (Control EO, EO 100 Day 9, Day 9) و گروه ۴ (EO 100 Day 6, EO 100 Day 3, EO 200 Day 3, EO 300 Day 6) می‌باشد (شکل ۱).

ضریب همبستگی

در این پژوهش، میزان همبستگی بین صفات مختلف اندازه‌گیری شده در میوه‌های تمشک تیمار شده مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که برخی صفات اندازه‌گیری شده همبستگی

نمودار پراکنندگی

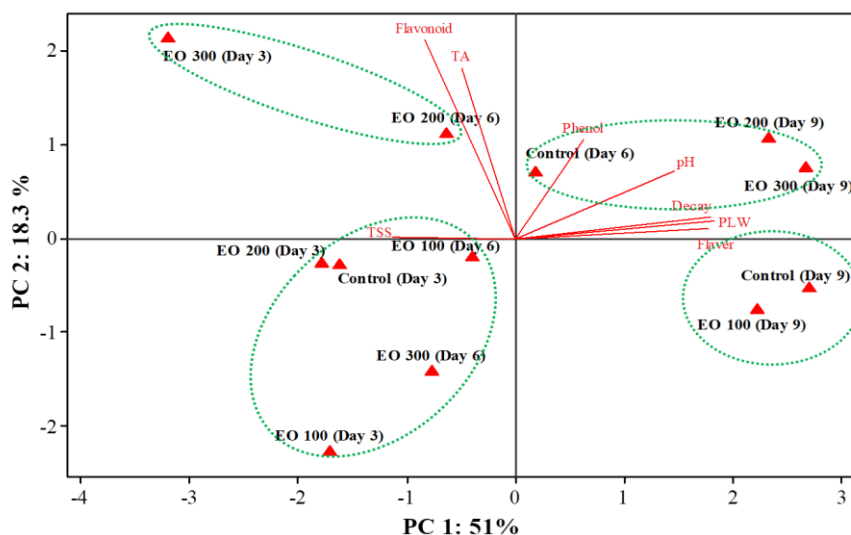
نمودار پراکنندگی برای نمایش ارتباط بین دو متغیر به کار می‌رود. در نمودار پراکنندگی مجموعه‌ای از نقاط بر اساس مقادیر دو متغیر در نمودار قرار می‌گیرند. با نگاه کلی به شکل نمودار پراکنندگی (شکل ۱) می‌توان به وجود رابطه و یا عدم وجود آن بین دو متغیر پی برد. از آنجا که مولفه‌های اول و دوم (PC_1 و PC_2) سهم زیادی از درصد واریانس کل صفات مورد اندازه‌گیری در میان تیمارها را تشکیل می‌دهند، با استفاده از این دو مولفه و نرم‌افزار Minitab می‌توان نمودار پراکنندگی را رسم کرد. از آنجایی که در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، تنها عوامل اصلی برای طبقه‌بندی استفاده می‌شود این نوع از تجزیه و تحلیل می‌تواند برای یافتن رابطه تیمارها استفاده شود. براساس

وجود دارد، بدین ترتیب که با گذشت زمان، پلی- ساکاریدهای دیواره سلولی شکسته شده و به قند تبدیل می‌شوند و سبب افزایش میزان TSS می‌شوند از طرفی به- دلیل شکسته شدن دیواره سلولی و از دست‌دهی آب، وزن میوه‌ها کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

همان‌طور که در بخش نتایج نیز ذکر شد نانوامولسیون اسانس مرزه سهندی به‌عنوان یک نگهدارنده با ترکیبات طبیعی توانست اختلاف معنی‌داری در حفظ مقادیر صفاتی که باعث افزایش عمر قفسه‌ای میوه تمشک می‌شوند، بین میوه‌های تیمار شده و شاهد ایجاد کند. از سوی دیگر استفاده از اسانس این گیاه به شکل نانو کمک شایانی در کاهش غلظت مورد استفاده برای تیماردهی نمونه‌ها کرد تا

مثبت و یا منفی با هم دارند. نتایج بررسی همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که همبستگی مثبتی در سطح احتمال ۱ درصد بین اسیدیته و میزان پوسیدگی و عطر و طعم وجود دارد، به‌طوری که هر چه میزان pH در حد پایین حفظ شود میوه‌ها از پوسیدگی کمتر و به‌طبع آن از عطر و طعم بیشتری برخوردار خواهند بود. همچنین همبستگی مثبت معنی‌دار دیگری نیز در سطح احتمال یک درصد بین شاخص پوسیدگی و عطر و طعم و میزان کاهش وزن وجود دارد. بین دو شاخص فلاونوئید و اسیدهای آلی نیز همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد، چرا که هر چه میزان اسیدهای آلی بیشتر باشد نشان- دهنده این امر که میوه هنوز وارد مرحله پیری نشده و ترکیبات فلاونوئیدی آن تا حدود زیادی حفظ شده است. همچنین همبستگی معنی‌دار منفی نیز بین میزان مواد جامد محلول و درصد کاهش وزن در سطح احتمال ۵ درصد



شکل ۱- دسته‌بندی تیمار غلظت‌های مختلف اسانس مرزه سهندی روی میوه تمشک بر اساس ویژگی‌های کیفی و فیتوشیمیایی. کلمه مخفف PLW مخفف Percent less weight می‌باشد.

						۱/۰۰۰	pH
						۱/۰۰۰	TA
				۱/۰۰۰	-۰/۲۱۴ ^{ns}	-۰/۱۰۶ ^{ns}	TSS
			۱/۰۰۰	-۰/۵۸۲ [*]	-۰/۱۶۷ ^{ns}	-۰/۷۲۷ ^{**}	Percent less weight
		۱/۰۰۰	-۰/۹۴۳ ^{**}	-۰/۴۵۸ ^{ns}	-۰/۰۹۶ ^{ns}	-۰/۷۷۱ ^{**}	Decay
	۱/۰۰۰	-۰/۹۸۸ ^{**}	-۰/۹۳۰ ^{**}	-۰/۵۰۴ ^{ns}	-۰/۰۷۲ ^{ns}	-۰/۷۰۴ ^{**}	Flavor
	۱/۰۰۰	-۰/۰۹۶ ^{ns}	-۰/۱۲۶ ^{ns}	-۰/۲۹۵ ^{ns}	-۰/۳۴۵ ^{ns}	-۰/۱۲۹ ^{ns}	Phenol
۱/۰۰۰	-۰/۱۵۱ ^{ns}	-۰/۳۸۴ ^{ns}	-۰/۳۱۲ ^{ns}	-۰/۳۶۱ ^{ns}	-۰/۳۸۶ ^{ns}	-۰/۵۷۳ [*]	Flavonoid
Flavonoid	Phenol	Flavor	Decay	Percent less weight	TSS	TA	pH

جدول ۲- ضریب همبستگی ویژگی‌های کیفی و فیتوشیمیایی تیمار غلظت‌های نانوامولسیون مرزه سهندی بر روی میوه تمشک (علامت-

های ns, ** و * به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

همچنین حصول نتیجه بهتر در غلظت $200 \mu\text{L}$ نسبت به سایر غلظت‌های مورد استفاده در این پژوهش، هم از نظر جنبه اقتصادی و هم باقی ماندن عطر و طعم کمتر اسانس بر روی محصول اصلی این غلظت از تیمار نانوامولسیون اسانس مرزه قابل توصیه می‌باشد.

مشکل باقی ماندن عطر این اسانس بر روی محصول که برای بسیاری از مصرف‌کنندگان ناخوشایند بود، برطرف گردد. براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با توجه به نزدیک بودن نتایج در غلظت $200 \mu\text{L}$ و $300 \mu\text{L}$ در حفظ ترکیبات فیتوشیمیایی که باعث تأخیر در روند پیری می‌شود و

منابع

- اصغری، م.ر. و خلیلی، ح. ۱۳۹۱. تأثیر ژل آلونته‌ورا بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز، خواص کیفی و ماندگاری میوه گیلاس رقم سیاه مشهد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸: ۴۰۶-۳۹۹.
- امیدبیگی، ر. ۱۳۹۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۴۸ ص.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). چاپ سوم. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۵۹۴ ص.
- جنتی، م.، عبدوسی، و. و مشهدی‌اکبربوچار، م. ۱۳۹۳. اثر کاربرد کلریدکلسیم و اسانس آویشن بر برخی صفات پس از برداشت میوه توت‌فرنگی. فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار، ۱۰(۲): ۲۵-۳۲.
- راحی، م. ۱۳۸۶. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه، سبزی‌ها و گیاهان زینتی). چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۵۹ ص.
- شکراله‌فام، ص.، حاجی‌لو، ج. و زارع‌نهندی، ف. ۱۳۹۴. تأثیر نوع پلی‌آمین بر انبارمانی میوه آلو، رقم «شابلون». مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۶: ۶۵۸-۶۴۹.
- مسیحا، س.، مقدم، م. و مطلبی‌آذر، ع. ۱۳۹۰. اصلاح سبزی. انتشارات دانشگاه تبریز. چاپ دوم. ۴۹۲ ص.
- نصرالله‌زاده‌اصل، ن. ۱۳۹۲. تأثیر پوشش‌های خوراکی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها. چاپ یازدهم، ۴۲ ص.

- Akhtar, A., Abbasi, N.A. and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1): 181-188.
- Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and González-Aguilar, G.A. 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45(2): 166-173.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3): 223-253.
- Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F. and Chow, M.S.S. 2002. Hawthorn. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42(6): 605-612.
- Dai, J., Gupte, A., Gates, L. and Mumper, R.J. 2009. A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food and Chemical Toxicology*, 47(4): 837-847.
- Donsì, F., Annunziata, M., Sessa, M. and Ferrari, G. 2011. Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods. *LWT-Food Science and Technology*, 44(9): 1908-1914.
- Du Plooy, W., Regnier, T. and Combrinck, S. 2009. Essential oil amended coatings as alternatives to synthetic fungicides in citrus postharvest management. *Postharvest Biology and Technology*, 53(3): 117-122.
- Ebrahimzadeh, M.A., Hosseinimehr, S.J., Hamidinia, A. and Jafari, M. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Feijoa sellowiana* fruits peel and leaves. *Journal of Pharmacol-online*, 1: 7-14.
- Etemadi, N.A., Behdad, M. and Zeinali, H. 2012. Antifungal effects of three plant essential oils against *Botrytis cinerea*: the cause of gray mold on strawberry. *Journal of Agricultural Science*, 8(2): 165-170.

- Haider, S.A., Ahmad, S., Khan, A.S., Anjum, M.A., Nasir, M. and Naz, S. 2020. Effects of salicylic acid on postharvest fruit quality of “Kinnow” mandarin under cold storage. *Scientia Horticulturae*, 259(3): 108843.
- Hassani, A., Fathi, Z., Ghosta, Y., Abdollahi, A.L.I., Meshkatsadat, M.H. and Marandi, R.J. 2012. Evaluation of plant essential oils for control of postharvest brown and gray mold rots on apricot. *Journal of Food Safety*, 32(1): 94-101.
- Khademi, Z. and Ershadi, A. 2013. Postharvest application of salicylic acid improves storability of Peach (*Prounuspersicav. Elberta*). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5-6: 651-655.
- Khaliq, G., Nisa, M., Ramzan, M. and Koondhar, N. 2017. Textural properties and enzyme activity of mango (*Mangifera indica* L.) fruit coated with chitosan during storage. *Journal of Agricultural Studies*, 5(2): 32-50.
- Martínez-Romero, D., Albuquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D. and Serrano, M.J.P.B., 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1), pp.93-100.
- Michalak, A. 2006. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Journal of Environmental Studies*, 15(4): 523-530.
- Min, S. and Krochta, J.M. 2007. Edible coatings containing bioactive antimicrobial agents. *Packaging for nonthermal processing of food*, pp.29-52.
- Moor, U., Pöldma, P., Tõnutare, T., Moor, A. and Starast, M. 2014. The effect of modified atmosphere storage on the postharvest quality of the raspberry ‘Polka’. *Agronomy Research*, 12(3): 745-752.
- Pan, Y., Cheng, J.H. and Sun, D.W. 2019. Cold plasma-mediated treatments for shelf life extension of fresh produce: A review of recent research developments. *Comprehensive Reviews in Food science and Food safety*, 18(5): 1312-1326.
- Pourmorad, F., Hosseinimehr, S.J. and Shahabimajd, N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African journal of biotechnology*, 5(11).
- Reddy, M.B., Angers, P., Castaigne, F. and Arul, J. 2000. Chitosan effects on blackmold rot and pathogenic factors produced by *Alternaria alternata* in postharvest tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(6): 742-747.
- Salunkhe, D.K., Jadhav, S.J. and Yu, M.H. 1974. Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by certain biochemical and physiological changes. *Qualitas plantarum*, 24: 85-113.
- Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S. and Valero, D. 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7): 2741-2745.
- Sivakumar, D. and Bautista-Baños, S. 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop protection*, 64: 27-37.
- Suleria, H.A.R., Butt, M.S., Anjum, F.M., Saeed, F. and Khalid, N. 2015. Onion: Nature protection against physiological threats. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(1): 50-66.
- Tezotto-Uliana, J.V., Fargoni, G.P., Geerdink, G.M. and Kluge, R.A. 2014. Chitosan applications pre- or postharvest prolong raspberry shelf-life quality. *Postharvest Biology and Technology*, 91: 72-77.
- Valero, D., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S. and Serrano, M., 2006. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes. *Postharvest biology and Technology*, 41(3), pp.317-327.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. and González-Martínez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2): 164-171.
- Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R.K. and Kumar, A. 2015. Essential oils as natural food antimicrobial agents: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(10): 1320-1323.
- Xu, W.T., Peng, X.L., Luo, Y.B., Wang, J.A., Guo, X. and Huang, K.L. 2009. Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on ‘Redglobe’ grape. *LWT-Food Science And Technology*, 42(2), pp.471-476.
- Zhang, W., Cao, J. and Jiang, W. 2021. Application of electrolyzed water in postharvest fruits and vegetables storage: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 114: 599-607.