

کاربرد برخی اسانس و عصاره‌های گیاهی جهت حفظ کیفیت و عمر انبارمانی سیب رقم رد دلشیز

وحید ناصرآبادی^۱، جلال غلام‌نژاد^{۲*}، وحید رحیمی^۳، اعظم جعفری^۴ و ناصر محمدی^۵

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۷)

چکیده

امروزه استفاده از ترکیبات شیمیایی جهت حفظ کیفیت و افزایش طول دوره انبارمانی محصولات باغی موجب به خطر انداختن سلامت انسان‌ها و محیط زیست شده است، به همین دلیل استفاده از ترکیبات سالم و سازگار با محیط زیست، به عنوان ایده‌ای جدید در کشاورزی نوین مطرح می‌باشد. در همین راستا به منظور بررسی تأثیر کاربرد اسانس هل و نعناع و عصاره‌های گیاهی پونه و مرزه (هر کدام در پنج غلظت ۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰، ۴۵۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام) بر میوه سیب رقم رد دلشیز، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به صورت غوطه‌وری انجام شد. میوه‌ها به مدت سه دقیقه در داخل محلول‌ها غوطه‌ور شدند و سپس در دمای دو درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ الی ۹۵ درصد به مدت سه ماه نگهداری شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر تیمارهای اسانس و عصاره گیاهی بر صفات کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، pH آب‌میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، پروتئین کل، ویتامین ث، آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمارهای اسانس و عصاره موجب حفظ وزن میوه، سفتی بافت و افزایش مواد جامد محلول گردید. همچنین اسانس و عصاره‌های گیاهی در غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، ویتامین ث و پروتئین کل میوه شد. اسیدیته قابل تیتراسیون و pH آب‌میوه در این پژوهش تحت تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس و عصاره‌های گیاهی، روند افزایشی و کاهش‌ی را نشان داد. به طور کلی سطوح مختلف اسانس و عصاره‌های گیاهی مورد استفاده به عنوان ترکیبات سالم و بی‌خطر، توانستند باعث حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه سیب رقم رد دلشیز شوند.

کلمات کلیدی: پراکسیداز، پروتئین کل، پس از برداشت، کاتالاز، ویتامین ث

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
 - ۲- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
 - ۳- دکتری باغبانی و کارمند جهاد کشاورزی استان تهران، ایران.
 - ۴- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
 - ۵- استادیار بیماری شناسی گیاهی، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه، ایران.
- * پست الکترونیک: jgholamnezhad@ardakan.ac.ir

مقدمه

سیب با نام علمی (*Malus domestica Borkh.*) از خانواده Rosaceae یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدل، که در سرتاسر جهان کشت می‌شود (ژو^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). مواد معدنی موجود در بافت میوه سیب به دلیل وجود فنل‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها ویتامین‌ها نقش مهمی در سلامت انسان ایفا می‌کند (فنگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۱) همچنین از دیگر ویژگی‌های میوه سیب می‌توان به کیفیت غذایی بالا، تازه‌خوری، تنوع مصرف مانند سرکه، کمپوت، آب‌میوه و مربا اشاره کرد (استاوروپولس^۳، ۲۰۰۶). به همین جهت حفظ کیفیت میوه‌ها در طول سال اهمیت زیادی دارد (کورستن^۴، ۲۰۰۶). کیفیت اکثر میوه‌ها با گذشت زمان متفاوت است سیب یکی از میوه‌های است که کیفیت آن در طول مدت نگهداری به سرعت تغییر می‌کند و عواملی مانند آب و هوا، رقم، تغذیه و میزان رسیدگی در مرحله برداشت و زمان انبارمانی نیز در کیفیت میوه سیب تأثیرگذار است (جلیلی‌مزدی، ۱۳۹۲). تمامی محصولات تازه باغبانی حتی پس از برداشت، تا زمانی که فرآوری یا مصرف شوند، از لحاظ بیولوژیکی فعال هستند. فرآیندهای تبخیر، تعرق، تنفس و فعالیت‌های بیوشیمیایی و همچنین بیماری‌های پس از برداشت، باعث کاهش کیفیت و عمر انبارداری محصولات تازه باغی می‌شوند (زیو و فالیک^۵، ۲۰۲۱). استفاده از ترکیبات شیمیایی، روشی رایج جهت حفظ کیفیت میوه‌ها در دوره انبارداری و حمل و نقل است در حالی که برای سلامت انسان و محیط زیست خطرناک هستند، استفاده از عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی به‌عنوان جایگزینی موثر برای حفظ کیفیت میوه‌های پس از برداشت تلقی می‌شوند (تائو^۶، ۲۰۰۹). اسانس‌های گیاهی مواد طبیعی هستند که دارای ترکیباتی معطر، فرار، بی‌رنگ، محلول در الکل، آبگریز با منشأ الکی و ترپنی هستند که از قسمت‌های مختلف گیاه تولید می‌شوند (چیلی^۷ و همکاران، ۲۰۰۴). این ترکیبات نقش مهمی در افزایش انبارمانی محصولات دارند. این مکانیسم را محققان

به دلیل اثرات ضدباکتریایی و قارچی و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این ترکیبات طبیعی نسبت داده‌اند. افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی مانند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز از جمله مکانیسم‌های دفاعی گیاه در برابر عوامل میکروبی هستند (سینگ^۸ و همکاران، ۲۰۱۸). غوطه‌ورسازی میوه‌ها با اسانس‌های گیاهی در واقع می‌تواند به‌عنوان یک پوشش نیمه‌تراوا ورود اکسیژن به داخل و خروج آب به خارج بافت میوه را کنترل کرد (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۴). خانواده نعنائیان از جمله گیاهان دارویی و معطر هستند که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، قارچ‌کشی و حشره‌کشی می‌باشند. نعناع (زارع‌بیدکی و همکاران، ۱۳۹۳) پونه (سالم^۹ و همکاران، ۲۰۱۷) و مرزه (فیضی‌اوغلو و تورنوک^{۱۰}، ۲۰۱۶) جزء گیاهان این خانواده می‌باشند. در طی پژوهشی اثر اسانس نعناع در غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر نارنگی کینو، تأثیر بسزایی در ثبات کیفیت داشته و باعث کنترل پوسیدگی میوه گردیده است (ابوطالبی و محمدی، ۱۳۹۰). میوه‌های تیمار شده آواکادو با اسانس‌های آویشن و نعناع دارای بالاترین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بودند که به این نتیجه رسیدند تیمار با این ترکیبات باعث فعال شدن سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌شود که موجب از بین بردن رادیکال‌های آزاد می‌شوند (سلاموتو^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۳). در پژوهشی دیگر غلظت‌های مختلف (۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) اسانس نعناع و مرزه به شکل تکی و ترکیبی و به روش غوطه‌وری به مدت ۵ دقیقه مدت زمان ۱۴ روزه صفات کمی و کیفی میوه خیار مورد بررسی قرار گرفت. غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس نعناع بر تغییرات مواد جامد محلول و کاهش وزن میوه و مرزه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی ویتامین ث و اثر ترکیبی دو اسانس با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم روی مواد جامد محلول، ویتامین ث و کاهش وزن میوه کنترل خوبی داشته‌اند (اسکندری و هنرور، ۱۳۹۴). همچنین در تحقیقات دیگر تأثیر عصاره نعناع بر افزایش عمر پس از برداشت پرتقال واشنگتن‌ناول به اثبات رسیده است (ابوطالبی و جان‌پرور،

1. Xu
2. Feng
3. Sotiropoulos
4. Korsten
5. Ziv and Falik
6. Tao
7. Chebli

8. Singh
9. Salem
10. Feyzioglu and Tornuk
11. Sellamuthu

متری از سطح دریا واقع در استان کردستان، شهرستان قروه برداشت گردید. میوه‌های سالم و یکنواخت انتخاب گردید و بلافاصله جهت اعمال تیمارهای مورد نظر و انجام آزمایشات به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه کردستان منتقل شدند. پس از ضدعفونی کردن میوه‌ها با اتانول ۷۰ درصد، تیمارهای مورد نظر شامل اسانس‌های هل سبز و نعناع (شرکت باریج اسانس با درجه خلوص ۵۰ درصد) تهیه شد و عصاره گیاهان مرزه و پونه به روش عصاره‌گیری آبی تهیه گردید. ۱۰۰ گرم بافت خشک شده گیاهان مرزه و پونه با استفاده از دستگاه آسیاب پودر شدند. مقدار ۱۰ گرم از پودر به دست آمده گیاهان مرزه و پونه به دقت وزن و جداگانه در کارتوش ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال یافت و در دستگاه سوکسوله قرار گرفت. ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به‌عنوان حلال در بالن ته‌گرد ریخته شد و عمل عصاره‌گیری به مدت شش ساعت انجام گرفت. اعمال تیمارها به روش غوطه‌وری به مدت سه دقیقه با غلظت‌های مختلف در پنج سطح، (۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰، ۴۵۰۰، ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام) آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار انجام شد. در تیمار شاهد به جای عصاره از آب مقطر استفاده شد. پس از خشک شدن میوه‌ها در دمای اتاق در ظروف پلاستیکی قرار گرفتند و به سردخانه با دمای دو درجه سانتی‌گراد و با رطوبت نسبی ۹۵-۸۵ درصد انتقال داده شدند و تغییرات کمی و کیفی میوه سیب پس از سه ماه نگهداری در سردخانه بررسی و صفات مورد آزمایش کاهش وزن، سفتی بافت، pH آب‌میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، مقدار ویتامین ث، میزان پروتئین کل، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز میوه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

درصد کاهش وزن میوه

این صفت با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ (مدل AND ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری و مطابق فرمول زیر بر حسب درصد بیان شد (رزاق^۴ و همکاران، ۲۰۱۴).

$$100 \times \frac{\text{ثانویه وزن} - \text{اولیه}}{\text{وزن اولیه}} = (\%) \text{کاهش وزن میوه}$$

۱۳۸۹). افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت میوه موز در تیمار با عصاره‌های گیاهی جم و اکالیپتوس گزارش شده است (اقدسی‌شاهی و دستجردی، ۱۳۹۵). در پژوهش دیگری پوشش خوراکی همراه با اسانس پونه روی خصوصیات نظیر میزان pH، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، کاهش وزن، مواد جامد محلول (TSS) و محتوای فنل کل میوه توت‌فرنگی به مدت ۱۳ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد پس از نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت که بر اساس نتایج این پژوهش صفات کیفی اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، کاهش وزن و محتوای فنل و رنگ میوه توت‌فرنگی حفظ شد (عبداللهی^۱، ۲۰۱۸). هل با نام علمی (*Elettaria cardamomum*) از خانواده زنجبیلیان است اثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی و قارچی اسانس هل سبز گزارش شده است (حسین و علی^۲، ۲۰۱۴). در طی بررسی کاربرد اسانس هل بر ماندگاری آب پرتقال که پس از چند ساعت استخراج به دلیل شیوع بیماری میکروبی، تخمیر و طعم تلخی که پیدا می‌کند به مدت ۲۸ روز در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و صفات کیفی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد اسانس هل تأثیر بسزایی در ماندگاری آب‌میوه پرتقال شیرین نشان داد (کاپور^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). بر اساس بررسی منابع صورت گرفته خارجی و داخلی تا به حال گزارشی مبنی بر تأثیر اسانس و عصاره هل بر پس از برداشت محصولات کشاورزی (اعم از محصولات باغی و زراعی) به‌خصوص باغی گزارش نشده است و همچنین با توجه به افزایش تقاضا و نیاز جامعه، استفاده از ترکیبات طبیعی و تضمین سلامت مصرف‌کنندگان جهت افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصول بسیار ضروری و حائز اهمیت است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش استفاده از اسانس و عصاره‌های گیاهی جهت حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارمانی میوه سیب رقم رد دلشیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های سیب رقم رد دلشیز در مرحله بلوغ تجاری با درجه بریکس ۱۲ از یک باغ تجاری در موقعیت ۳۵.۱۱ عرض جغرافیایی، ۴۷.۷۶ طول جغرافیایی و ارتفاع ۲۰۲۴

1. Abdelhay
2. Husain and Ali
3. Kapoor

4. Razzaq

سفتی بافت میوه

جهت اندازه‌گیری سفتی بافت میوه، از دستگاه سفتی‌سنج دستی (مدل STEP SYSTEM ساخت کشور آلمان) با قطر پیستون هشت میلی‌متر استفاده و میزان سفتی بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۱).

مواد جامد محلول (TSS)

مواد جامد محلول توسط دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل DBR0090) با استفاده از آب مقطر کالیبره شد، سپس چند قطره آب‌میوه روی آن قرار گرفت. اعداد روی ستون مدرج در دمای اتاق قرائت و میزان مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس بیان شد (ایالا و زاوالا^۱ و همکاران، ۲۰۰۷).

اسیدهای آلی قابل تیتراسیون

به منظور اندازه‌گیری این صفت، ۱۰ میلی‌لیتر آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق و محلول به‌دست آمده تا رسیدن به pH= ۸/۲ با محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تیتر شد. مقدار اسیدهای قابل تیتراسیون در عصاره میوه بر حسب درصد یا گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه و مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسید غالب (اسید مالیک) طبق رابطه ۳-۱ بیان شد (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۲).

$$AT=S.N.F.E/C \times 100$$

S= حجم سود مصرفی (میلی‌لیتر)

N= نرمالیه سود مصرف

E= میلی‌اکی‌والان اسید مالیک

C= حجم آب‌میوه (میلی‌لیتر)

A= مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه

pH

اسیدیته عصاره میوه با استفاده از دستگاه pH متر مدل (Metrohm, 827) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴).

ویتامین ث

مقدار ویتامین ث به روش عیارسنجی با یدید پتاسیم ۰/۱ نرمال و معرف نشاسته اندازه‌گیری شد و نتایج برحسب

2. Cioroi
3. Bradford
4. Greenfield
5. Reuveni

1. Eyal and zavala

میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه طبق فرمول زیر محاسبه گردید (سیوری^۲، ۲۰۰۷).

$$A=(S \times N \times F \times 100) / (100 \times 1000)$$

S= مقدار محلول ید مصرف شده

F= فاکتور محلول ید مصرف شده ۰/۸۸۵

N= ۰/۱ نرمالیه محلول ید مصرف شده

میزان پروتئین کل

برای محاسبه فعالیت اختصاصی آنزیم‌های مورد آزمون و تعمیم فعالیت آنزیم به میلی‌گرم پروتئین موجود در بافت میزان پروتئین تام موجود در نمونه‌ها به روش برادفورد تعیین شد. روش برادفورد به شرح زیر است (برادفورد^۳، ۱۹۷۶).

تهیه معرف برادفورد

به‌منظور تهیه این معرف، ۱۰۰ میلی‌گرم پودر کوماسی بریلینانت بلو (Fluka) (G 250) در ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد حل نموده، سپس این محلول را روی شیکر قرار داده و بر روی شیکر ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید فسفریک ۸۵ درصد (ساخت شرکت مرک) قطره قطره به محلول فوق اضافه شد و سپس با آب مقطر محلول به حجم یک لیتر رسانده شد. رنگ محلول به تدریج تغییر نمود و نهایتاً زرد پر رنگ تا قهوه‌ای روشن گردید.

تعیین میزان پروتئین عصاره

برای تعیین میزان پروتئین کل از عصاره به‌دست آمده در آزمایش‌ها مقدار ۳۵ میکرولیتر عصاره هر نمونه با سه میلی‌لیتر معرف برادفورد در یک لوله آزمایش کوچک مخلوط شد. سپس میزان جذب در $\lambda \text{ max} = 595 \text{ nm}$ با استفاده از اسپکتروفتومتر ثبت شد. برای هر نمونه سه تکرار در نظر گرفته شد. سپس میانگین جذب نور برای هر نمونه محاسبه و با استفاده از منحنی استاندارد میزان کل پروتئین هر نمونه در ۳۵ میکرولیتر آن محاسبه گردید (گرین‌فیلد^۴، ۲۰۱۸).

میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

میزان فعالیت این آنزیم با استفاده از روش (ریونی^۵ و همکاران، ۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقدار کافی بافر فسفات ۲۵ میلی‌مول با pH=۷ و ۵ میلی‌مولار

کاهش وزن

اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی اثرات مثبتی را در کنترل روند کاهش وزن میوه سیب نشان دادند. بیشترین تأثیر به ترتیب مربوط به غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پونه و اسانس‌های نعناع و هل مشاهده شد و غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام کمترین تأثیر را نشان داد. تیمارها توانستند روند درصد کاهش وزن را کنترل کنند (شکل ۱). کاهش وزن عمدتاً به دلیل از دست دادن آب در بافت میوه بوده که به طور مستقیم می‌تواند موجب ضرر اقتصادی گردد (بای^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات بسیاری در مورد ارتباط مستقیم کاهش وزن و کاهش سفتی بافت گزارش شده است (چن^۳ و همکاران، ۲۰۲۰؛ پانیگوا^۴ و همکاران، ۲۰۱۳). افزایش سفتی بافت در طول انبارمانی موجب کاهش وزن کمتر در میوه می‌شود. ترکیبات موجود در اسانس گیاهان دارویی نظیر آنتول، سیانیک اسید و کارواکرول با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و سیستم دفاعی منجر به کاهش سرعت پیری و همچنین کاهش نرم شدن بافت میوه می‌شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷). اسانس‌ها به صورت یک لایه نیمه‌تراوا مانع از تبخیر آب و در نتیجه موجب حفظ وزن میوه می‌شوند (پانیگوا و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج این پژوهش با نتایج تأثیر اسانس پونه کوهی بر حفظ کیفیت انگور رومیزی (العباسی^۵ و همکاران، ۲۰۲۳) و انارهای تیمار شده با نعناع (صلاح‌ورزی و تهرانی‌فر، ۱۳۹۲) و همچنین تأثیر اسانس هل در کاهش وزن آب‌میوه لیموشیرین (کاپور و همکاران، ۲۰۱۱) و آب سیب همخوانی دارد (حسن زاده، ۲۰۲۳).

سفتی بافت

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها تیمارهای اسانس و عصاره‌های گیاهی نتایج خوبی را در حفظ سفتی بافت میوه نشان دادند. به طوری که غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس هل با میزان ۵/۱۰ کیلوگرم بر مترمربع با بیشترین تأثیر در حفظ سفتی بافت میوه مشخص شد و کمترین مقدار در شاهد ۲/۴۶ کیلوگرم بر مترمربع مشاهده شد و غلظت‌های ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نعناع با مقدار ۴/۷۲

گوایکول به ۲ میلی‌لیتر از مخلوط واکنش مقداری از عصاره و اسانس حاوی ۵۰ میلی‌گرم پروتئین (این مقدار با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد) اضافه و با استفاده از آن دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر کالیبره گردید. سپس ۵ میکرولیتر هیدروژن پراکسید ۳۰٪ به مخلوط اضافه و تغییرات جذب نور به مدت یک دقیقه به فواصل ۱۰ ثانیه اندازه‌گیری و میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برحسب تغییرات جذب نور بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

میزان فعالیت این آنزیم با استفاده از روش (گنگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۱) با کمی تغییر اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقداری از بافر سدیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH=7 به عصاره حاوی ۴۰ میکروگرم پروتئین (این مقدار با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد) اضافه و با استفاده از آن، دستگاه اسپکتروفتومتر کالیبره گردید. سپس، ۱۰۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید ۳٪ به مخلوط واکنش اضافه و به مدت دو دقیقه، میزان جذب نور اندازه‌گیری شد. میزان فعالیت آنزیم بر اساس مقدار تجزیه هیدروژن پراکسید اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌مولار هیدروژن پراکسید در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل چهار تیمار در چهار غلظت (به اضافه تیمار شاهد، استفاده از آب مقطر) و چهار تکرار انجام شد تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SAS (V.9.4) و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر اسانس‌های نعناع و هل و عصاره‌های پونه و مرزه بر صفات کمی و کیفی کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

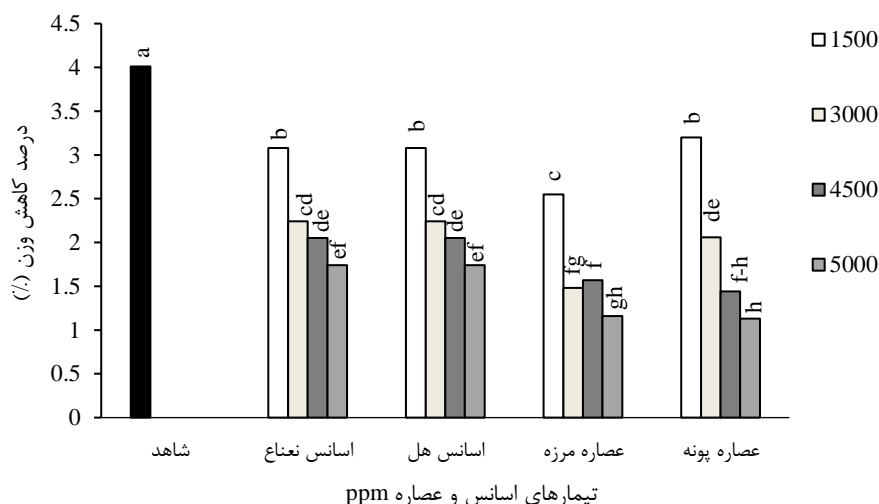
2. Bai
3. Gen
4. Paniagua
5. El-Abbasy

1. Gong

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی بر برخی صفات کمی و کیفی میوه سیب رقم رد دلشیز

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاهش وزن	سفتی بافت	مواد جامد محلول	pH آب میوه	اسیدیته قابل تیتراسیون TA
تیمار	۱۶	۱/۸۹**	۰/۸۸**	۱/۱۵**	۰/۲۰**	۰/۰۰۶**
خطای آزمایش	۳۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات CV (%)	-	۸/۷۱	۴/۲۰	۱/۴۸	۳/۹۶	۶/۶۲

ns، * و ** به ترتیب نداشتن اختلاف معنی دار و معنی داری در سطح ۵ درصد، ۱ درصد



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر کاهش وزن میوه. در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین تیمارها نمی‌باشد.

دی‌اکسیدکربن شوند و همچنین به‌عنوان یک ضدباکتری و ضدقارچ برای جلوگیری از تخریب پکتین بر روی پوست میوه عمل کنند. در نتیجه سفتی بافت میوه حفظ و یا افزایش پیدا کند (امینی فرد و محمدی^۲، ۲۰۱۳). نتایج این تحقیق با نتایج کاربرد اسانس پونه بر میوه توت‌فرنگی (عبداللهی، ۲۰۱۸) و همچنین کاربرد اسانس نعناع و عصاره مرزه بر میوه اژدها و آواکادو که باعث حفظ سفتی بافت میوه شدند، مطابقت دارد (چامسانیت^۴ و همکاران، ۲۰۱۸؛ سرخوش^۵ و همکاران، ۲۰۱۷).

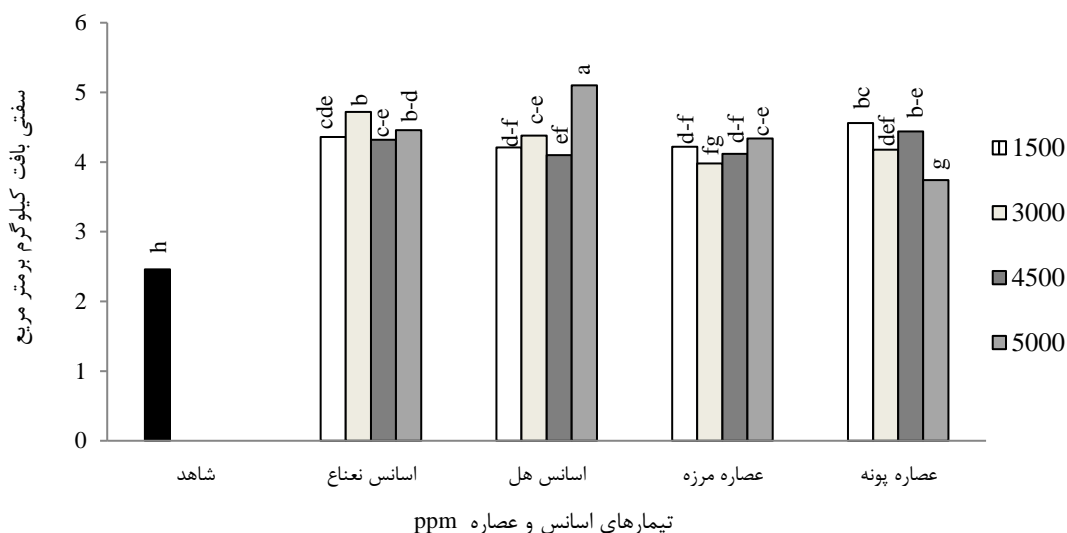
مواد جامد محلول

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تمامی تیمارهای اسانس و عصاره موجب افزایش مواد جامد محلول میوه در پایان انبارمانی شدند. بیشترین اثر تیمار مربوط به غلظت

کیلوگرم بر مترمربع، ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پونه و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام عصاره مرزه در بین مابقی تیمارها به‌عنوان بهترین تیمارها انتخاب شدند (شکل ۲). کاهش سفتی بافت میوه در طول انبارمانی به دلیل از بین رفتن فشار اسمزی سلول و هیدرولیز دیواره سلولی است که رخ می‌دهد. فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی در طول رسیدن میوه عمدتاً توسط هورمون گیاهی اتیلن فعال می‌شود (جیووانونی^۱، ۲۰۰۸). همان طور که در بالا اشاره شد رابطه مستقیمی بین کاهش وزن و سفتی بافت گزارش شده است، تغییرات سفتی بافت اولیه در انبارمانی مربوط به دیواره سلولی است (لیو^۲، ۲۰۱۹). این امکان وجود دارد که اسانس هل، نعناع، عصاره پونه و مرزه به عنوان یک پوشش روی پوست میوه عمل کنند و علاوه بر کاهش تولید اتیلن، در سطح میوه مانع از دست دادن اکسیژن و

3. Aminifard, M.H. and Mohammadi
4. Chaemsanit
5. Sarkhosh

1. Giovanni
2. Liu



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر سفتی‌بافت میوه. در تیمار شاهد از آب مقطر به‌جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نمی‌باشد.

این رو فرآیند رسیدن را به تأخیر می‌اندازد و همچنین در تحقیقی دیگر تئوری مشابه تغییرات را به دلیل کاهش تنفس میوه نسبت دادند که با کندکردن هیدرولیز کربوهیدرات‌ها به قندها در ارتباط باشد (روحانی^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج این پژوهش با نتایج این محققان مطابقت دارد.

pH آب میوه

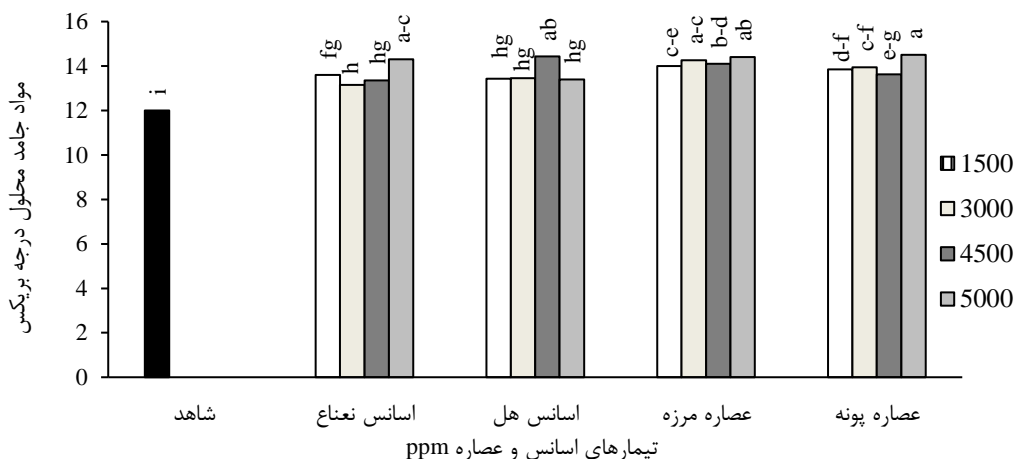
بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها غلظت ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس هل، ۴۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره مرزه و غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نعناع با بیشترین تأثیر سبب افزایش pH آب میوه گردیدند. در حالی که غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام عصاره مرزه، ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پونه، ۴۵۰۰ پی‌پی‌ام اسانس هل و ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نعناع به عنوان بهترین تیمارها موجب اسیدی شدن یا به اصطلاح کاهش pH آب میوه شدند (شکل ۴). pH آب میوه درجه اسیدی عصاره میوه را نشان می‌دهد، افزایش pH به دلیل واکنش‌های متابولیکی در طول انبارمانی پس از برداشت است که به دلیل تبدیل نشاسته و اسیدها به قند است (دیان^۴ و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین این امکان وجود دارد که کاهش مقادیر pH ممکن است به دلیل کاهش میزان تنفس به سبب دسترسی محدود به اکسیژن باشد (آبه^۵ و

۵۰۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پونه با میزان ۱۴/۵۰ درجه بریکس و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد ۱۲ درجه بریکس بود و غلظت ۴۵۰۰ پی‌پی‌ام به ترتیب اسانس هل و عصاره مرزه و غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نعناع اثرات مثبتی را نشان دادند (شکل ۳).

مواد جامد محلول شامل اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، و قندهای فروکتوز، گلوکز و ساکاروز می‌باشد یکی از پارمترهای مهم برای طعم و درصد رسیدگی در میوه سیب است. رسیدن میوه در طی انبارمانی ارتباط مستقیمی با افزایش مواد جامد محلول دارد به دلیل تبدیل شدن کربوهیدرات‌ها به ساختارهای ساده‌تر مرتبط است (گوان^۱، ۲۰۱۵). در پژوهشی استفاده اسانس گیاهان دارویی نعناع فلفلی، پونه، گل مکزیک و افسنتین در توت‌فرنگی باعث افزایش مواد جامد محلول شد (محمدی‌زده‌لو، ۱۳۹۳) و در پرتقال (*Citrus sinensis*) تیمار شده با اسانس هل موجب افزایش مواد جامد محلول در میوه شد (کاپور و همکاران، ۲۰۱۱) در پژوهشی دیگر استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان توأم با اسانس مرزه موجب پایداری مواد جامد محلول در میوه کامکوات در طی انبارمانی یک ماهه شد (حسینی^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). محققان این مکانیسم را به کند شدن تنفس و فعالیت متابولیکی نسبت دادند. از

3. Rohani
4. Duan
5. Abebe

1. Guan
2. Hosseini



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر مواد جامد محلول. در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین تیمارها نمی‌باشد.

پی‌پی‌ام نعناع) باعث کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه سیب شدند (شکل ۵). در یک بررسی، پایداری اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه کامکوات با استفاده از اسانس مرزه گزارش گردید (حسینی و همکاران، ۲۰۱۹).

همچنین روند افزایشی اسیدیته قابل تیتراسیون در پرتقال والنسیا (فاطمی^۱ و همکاران، ۲۰۱۱) و میوه اژدها تیمار شده با اسانس نعناع گزارش شده است (چامسانیت و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهشی دیگر اسانس پونه سبب افزایش اسید قابل تیتراسیون در میوه توت‌فرنگی شد (محمدی‌زده‌لو، ۱۳۹۳). افزایش میزان تنفس و تولید اتیلن منجر به مصرف بیشتر اسیدهای آلی می‌شوند، افزایش اسیدهای آلی را می‌توان به دلیل کاهش شدت تنفس و تولید اتیلن دانست (مظفری و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج این پژوهش با نتایج قبلی این محققان مطابقت دارد بر اساس تحقیقات پیشین و نتایج این پژوهش این امکان وجود دارد که اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های سیب در اثر کاربرد این ترکیبات باعث پایداری اسیدهای آلی شوند. براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی بر تمامی صفات پروتئین کل، ویتامین ث و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز و کاتالاز در سطح یک درصد معنی دار شدند (شکل ۳).

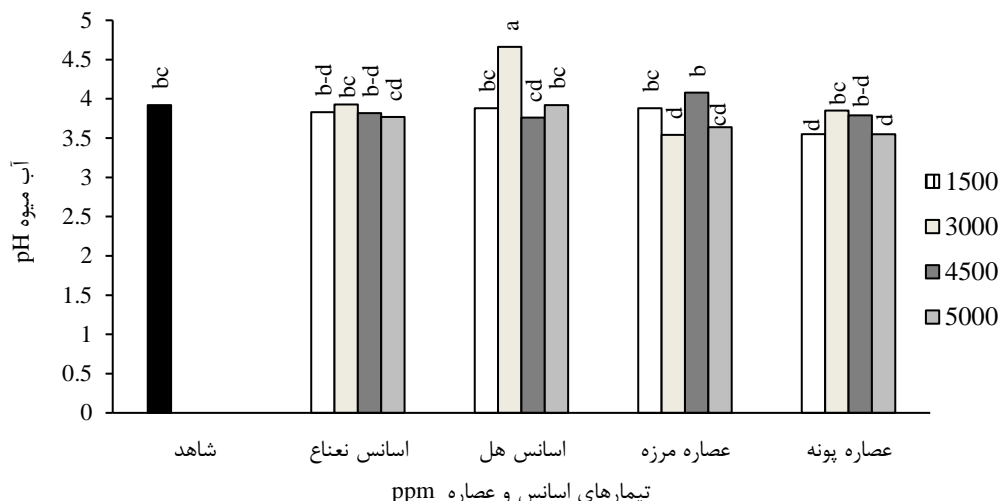
پروتئین کل

طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها تیمار اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی سبب افزایش میزان پروتئین کل در

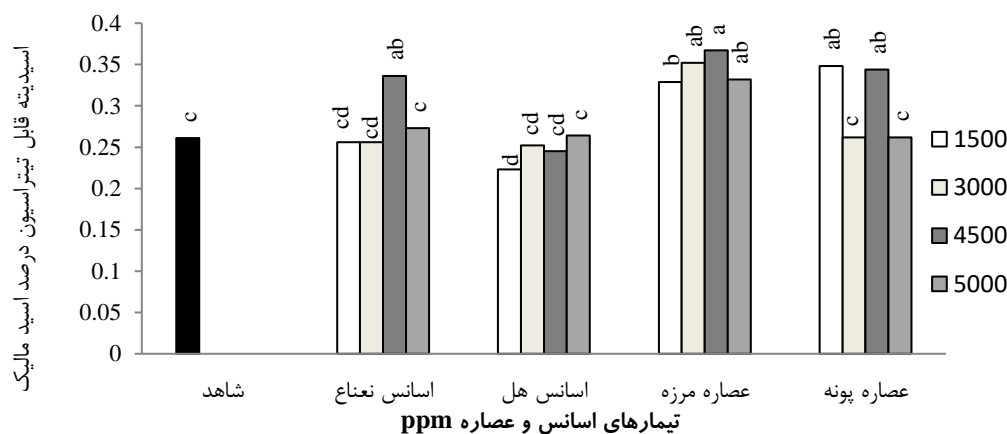
همکاران، ۲۰۱۷). احتمالاً تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس و عصاره‌های گیاهی در پایان ۳۰ روزه انبارمانی بر افزایش و کاهش pH آب‌میوه در اثر فعل و انفعالات در تجزیه دیواره سلولی اتفاق افتاده باشد. اسانس‌ها همچون پوشش‌های خوراکی، لایه‌ای نیمه‌تراوا در اطراف میوه ایجاد کرده و با کاهش ورود و خروج گازها و تأخیر در فرآیند تنفس، روند رسیدگی میوه و متابولیسم اسیدهای آلی را کاهش داده و در نتیجه pH میوه را حفظ می‌کنند (نصرالله‌زاده‌اصل، ۱۳۹۲). نتایج این پژوهش با نتایج محمدی‌زده‌لو (۱۳۹۳) مطابقت دارد که در آن با افزایش غلظت اسانس نعناع فلفلی، پونه در میوه توت‌فرنگی به دلیل تجزیه اسیدهای آلی میوه، باعث افزایش pH میوه شدند. همچنین استفاده از اسانس هل بر آب لیمو شیرین (کاپور و همکاران، ۲۰۱۱) طی نگهداری، باعث افزایش pH آب‌میوه شد که با نتایج ما مطابقت دارد.

اسیدیته قابل تیتراسیون

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمار اسانس‌ها و عصاره‌ها باعث افزایش و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه سیب در پایان انبارمانی ۹۰ روزه شدند. غلظت ۴۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره مرزه بیشترین تأثیر را در افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه نشان داد و سایر تیمارها به ترتیب ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پونه، ۴۵۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نعناع و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس هل موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه نسبت به تیمار شاهد شدند و تیمارهای ۱۵۰۰، ۴۵۰۰، ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس هل با بیشترین تأثیر و سایر تیمارها (غلظت ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر pH آب میوه. در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نمی‌باشد.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر اسید قابل تیتراسیون میوه. در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نمی‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی بر صفات پروتئین کل، ویتامین ث و آنزیم‌های آنژی اکسیدانی میوه سیب رقم رد لیشز

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین کل	ویتامین ث	آنزیم پراکسیداز	آنزیم کاتالاز
تیمار	۱۶	۰/۴۵**	۲۶/۷۵**	۰/۴۹**	۱/۳۹**
خطای آزمایش	۳۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (CV %)	-	۳/۵۶	۲/۹۲	۲/۹۵	۲/۴۶

ns، * و ** به ترتیب نداشتن اختلاف معنی دار و معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ۱ درصد

پی‌پی‌ام عصاره مرزه، اسانس هل، عصاره پونه به ترتیب به عنوان بیشترین تأثیر در افزایش پروتئین کل میوه شناخته شدند و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۶).

میوه سیب شدند. تیمار ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نعناع به عنوان بهترین غلظت و تیمار در افزایش پروتئین کل انتخاب شد و سایر تیمارها نیز به ترتیب غلظت ۵۰۰۰

(ژینگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۱). ویتامین ث دارای وزن مولکولی پایین و جزء متابولیت‌های ثانویه بوده که به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بافت‌های گیاهی به‌خصوص در محیط‌های تنش‌زا کمک می‌کند (فوتوپولوس^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). گزارش شده که کاهش میزان ویتامین ث را می‌توان به کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در طی انبارمانی نسبت داد (لی و کادر^۴، ۲۰۰۰). همچنین این احتمال که اسانس و عصاره‌های گیاهی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شده و موجب حفظ ویتامین ث در میوه شوند، وجود دارد چون در این پژوهش افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله پراکسیداز و کاتالاز مشاهده شد. در پژوهشی (محسنی و همکاران، ۱۳۹۷) با کاربرد اسانس آویشن، افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز را در لوبیا سبز، گزارش کردند. همچنین محققان تأثیر اسانس هل بر پایداری و حفظ ویتامین ث به دلیل تأخیر در اکسیداسیون اسیداسکوربیک به هیدروآسکوربیک توسط آنزیم آسکوربیک‌آز نسبت داده‌اند (داس و داش^۵، ۱۹۶۷). نتایج این پژوهش با نتایج تأثیر اسانس مرزه بر افزایش ویتامین ث در میوه هلو (سانتورو^۶ و همکاران، ۲۰۱۸) و تأثیر ترکیبات فرار منتول در انگور (والرو^۷ و همکاران، ۲۰۰۶) مطابقت دارد.

آنزیم پراکسیداز و آنزیم کاتالاز

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها با افزایش غلظت تیمارها، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز افزایش یافت. به ترتیب غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس‌های نعناع، هل و عصاره مرزه، پونه با بیشترین تأثیر در فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز مشاهده شد و کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار مربوط به شاهد مشخص شد (شکل‌های ۸ و ۹). گیاهان برای رویایی با گونه‌های فعال اکسیژن بسته به ظرفیت ژنتیکی‌شان سامانه دفاع آنتی‌اکسیداتیو را در خود گسترش می‌دهند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسید

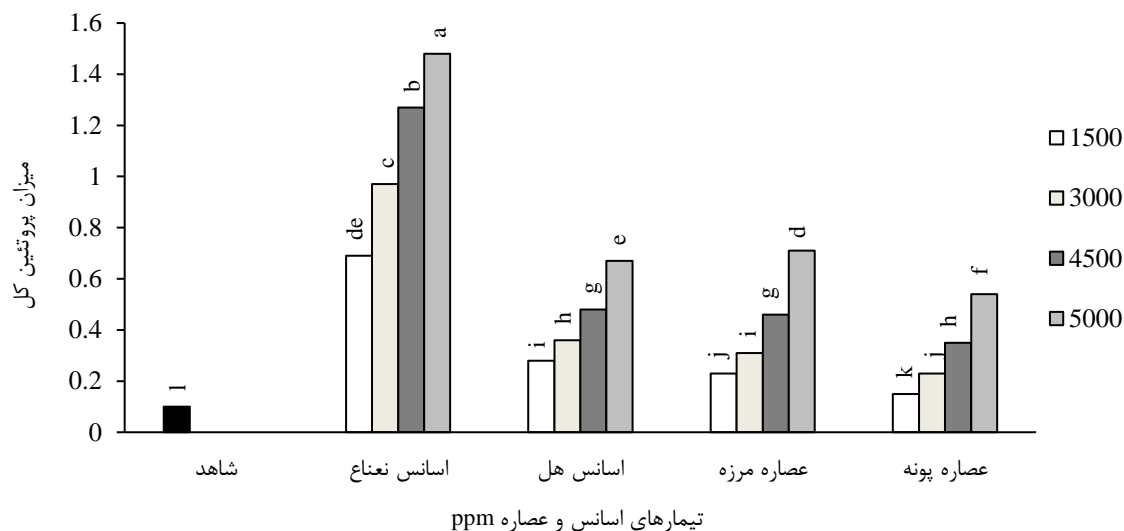
محتوای پروتئین به میزان اختلاف بین سنتز و تجزیه آن بستگی دارد. کمبود کربوهیدرات‌ها در سلول‌های گیاهی موجب تخریب پروتئین‌ها می‌شود، به طوری که پروتئین‌ها به‌منزله سوپسترای تنفسی استفاده می‌شوند. کاهش میزان پروتئین در زمان پیری در برخی گونه‌ها بسیار کم و در برخی بیشتر است. آغاز هیدرولیز ترکیب‌های یاخته‌ای مانند پروتئین و کربوهیدرات‌ها به‌منزله نشانه‌های فرآیند پیری در پاسخ به نبود قندهای آزاد مورد مصرف در تنفس است. این نظریه با مشاهده به تأخیر افتادن کاهش و تجزیه پروتئین‌ها بر اثر استفاده خارجی قندها تأیید شده است (فرانت^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). در پژوهشی استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان و عصاره اسطوخودوس در پرتقال موجب افزایش میزان پروتئین کل در میوه شد (باران زهی، ۱۳۹۷). نتایج این پژوهش با نتایج محمدی‌زده‌لو (۱۳۹۳) که در آن کاربرد اسانس گیاهان دارویی نعناع فلفلی و پونه باعث افزایش پروتئین کل در میوه توت فرنگی شد، همخوانی دارد. ترکیباتی که بتوانند از تجزیه پروتئین‌ها جلوگیری کنند قادر به افزایش ماندگاری خواهند بود. با توجه به این موضوع احتمالاً کاهش تنفس در میوه‌ها که به دلیل افزایش مواد جامد محلول و اسیدهای آلی با کاربرد اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی اتفاق می‌افتد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این ترکیبات نیز می‌توانند موجب ماندگاری و یا افزایش پروتئین در میوه سیب، در طی انبارمانی شوند (فرانت و همکاران، ۲۰۰۷).

ویتامین ث

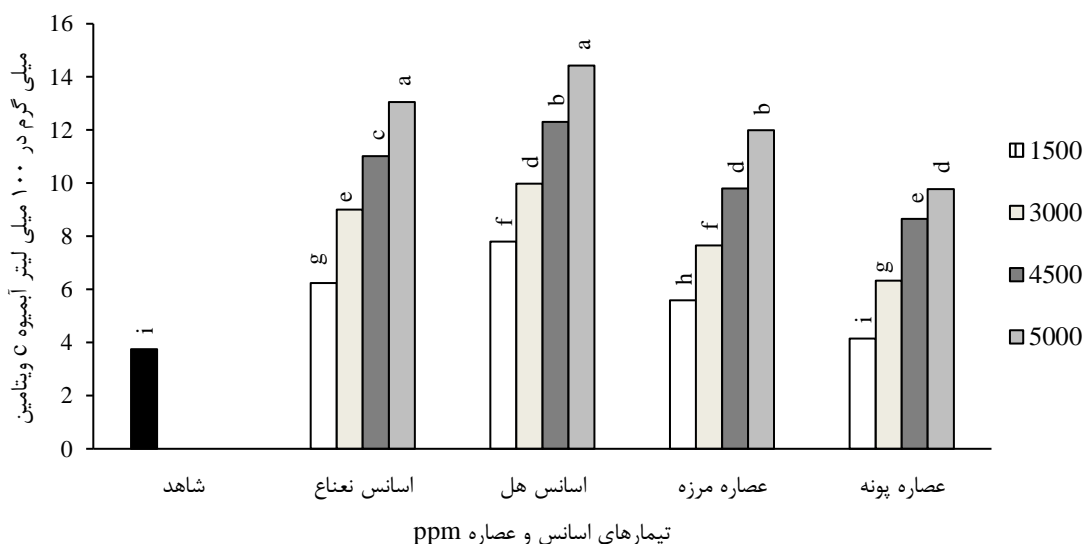
کل تیمارهای اسانس و عصاره‌های گیاهی باعث افزایش ویتامین ث میوه سیب در طی انبارمانی شدند. بهترین تیمارها به ترتیب غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس هل، نعناع، عصاره مرزه و پونه و سایر غلظت‌ها نیز سبب افزایش مقدار ویتامین ث میوه گردیدند. کمترین مقدار ویتامین ث مربوط به تیمار شاهد بود. طبق نتایج بدست آمده در مقایسه میانگین داده‌ها در شکل ۷ از آن جایی که کاهش ویتامین ث به‌طور قابل توجهی می‌تواند تحت تأثیر وجود اکسیژن باشد استفاده از اسانس و عصاره‌های گیاهی می‌تواند به‌عنوان پوشش در اطراف میوه سیب موجب کاهش تنفس شده و میزان ویتامین ث میوه را حفظ کند

2. Xing
3. Fotopoulos
4. Lee and Kader
5. Das
6. Santoro
7. Valero

1. Ferrante



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر پروتئین کل میوه، در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نمی‌باشد.



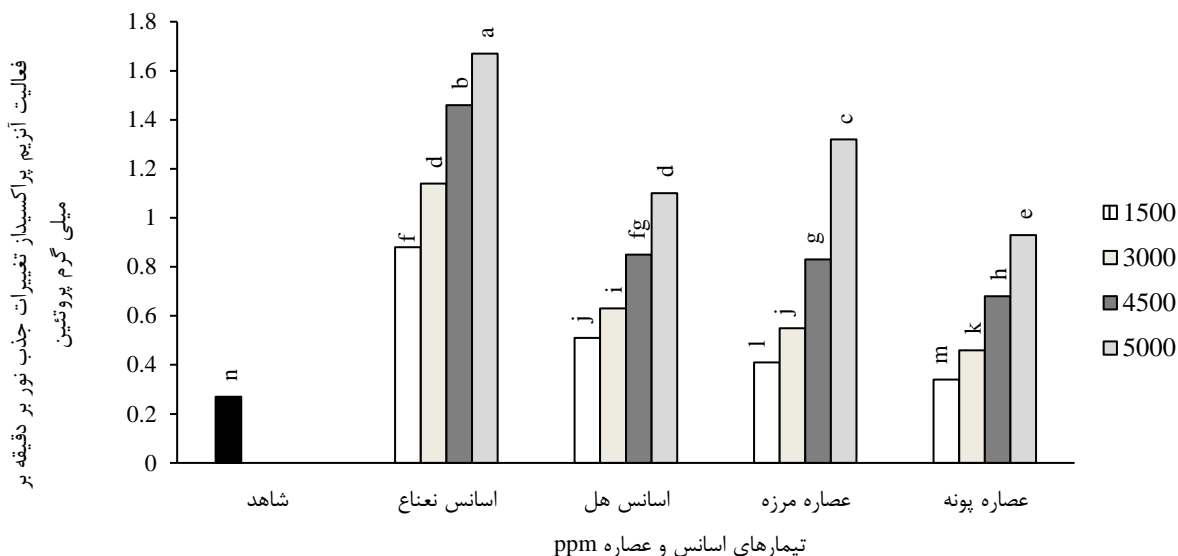
شکل ۷- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر ویتامین C میوه، در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نمی‌باشد.

هل، ریزوم، ساقه و برگ مشاهده شده است که این مقدار می‌تواند ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد را مهار کند که هرچقدر میزان IC50 کوچکتر باشد بیانگر این است که آن ترکیب فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارد (وینارسکی^۳ و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین با کاربرد اسانس نعناع بر میوه آووکادو افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز گزارش شده

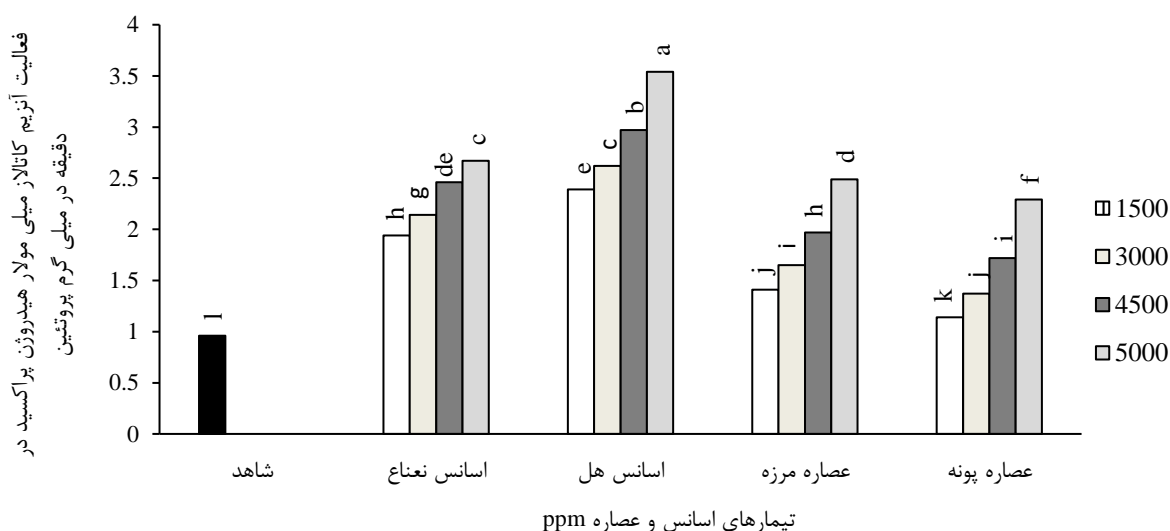
دیسموتاز) بستگی دارد (میتلر^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). اکثر اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی حاوی ترکیبات فیتو شیمیایی مختلف با خواص آنتی‌اکسیدانی می‌باشند (سahین^۲ و همکاران، ۲۰۰۴) نشان دادند که کمترین مقدار IC50 (بیانگر غلظتی از عصاره است که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی فرایندهای اکسیداتیو می‌گردد) در میوه

3. Winarsi

1. Mittler
2. Sahin



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه، در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین تیمارها نمی‌باشد.



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر فعالیت آنزیم کاتالاز میوه، در تیمار شاهد از آب مقطر به جای اسانس و عصاره گیاهی استفاده شد. حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین تیمارها نمی‌باشد.

بر اساس نتایج این پژوهش، تیمارهای مختلف اسانس‌ها (هل و نعناع) و عصاره‌های گیاهی (پونه و مرزه) تأثیرات مثبتی در صفات کیفی و همچنین صفات فیزیولوژیکی (آنتی‌اکسیدانی) میوه سیب در پایان انبارداری نشان دادند، به طوری که افزایش فعالیت در آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، ویتامین ث و پروتئین کل، اسیدبته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول در میوه سیب، مشاهده شد. روند کاهش

است (سلاموتو و همکاران، ۲۰۱۳) همچنین این افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اثر کاربرد اسانس در میوه تمشک نیز مشاهده شده است (جین^۱ و همکاران، ۲۰۱۲).

نتیجه‌گیری کلی

1. Jin

گیاهی علاوه بر افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه‌ها، می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای ترکیبات شیمیایی و قارچ‌کش‌ها در آینده معرفی شوند.

وزن میوه‌ها با کاربرد عصاره‌های مرزه و پونه و همچنین اسانس هل و نعناع به ترتیب به تاخیر افتاد و بهترین تیمار در حفظ سفتی بافت، اسانس هل و نعناع بودند. بر اساس نتایج این تحقیق، مشخص شد اسانس‌ها و عصاره‌های

منابع

- ابوطالبی، آ. و جان‌پرور، ف. ۱۳۹۸. تأثیر عصاره نعناع و اکالیپتوس بر عمر پس از برداشت پرتقال واشنگتن‌ناول. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد خوراسگان، ۸۵-۹۲.
- ابوطالبی، ع. و محمدی، م. ۱۳۹۰. اثر اسانس گیاهان دارویی بر ثبات کیفیت و مدیریت پوسیدگی پس از برداشت نارنگی کینو. به زراعی نهال و بذر. ۴(۲۷): ۵۰۴-۵۰۱.
- اسکندری، ن. و هنرور، م. ۱۳۹۴. کاربرد اسانس نعناع و مرزه بر ویژگی‌های کمی و کیفی پس از برداشت خیار سبز دومین کنفرانس بین‌المللی علوم و مهندسی.
- اقدسی‌شاهی، م. و دستجردی، ع. ۱۳۹۵. اثر گیاه جم و اکالیپتوس بر خصوصیات کیفی میوه موز رقم کاندویش. اولین کنگره بین‌المللی و بیست چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۹۶-۱۰۰.
- باران‌زهی، ط. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر عصاره‌های گیاهی و پوشش خوراکی بر عمر پس از برداشت میوه پرتقال. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی منابع طبیعی و بیابان‌زدایی.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۵۱۷-۵۵۱.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۹۲. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، (۴)، ۶۲۴ ص.
- حسینی، چ. اصغری، م. ر. خضری، م. ۱۳۹۷. بررسی اثرات اسانس مرزنجوش بر خواص کیفی و بیوشیمیایی میوه گیلاس رقم تکدانه مشهد. پژوهش‌های میوه‌کاری ۳(۲)، ۶۹-۵۵.
- زارع‌بیدکی، م.، عرب، م.، خزاعی، م. و افکار، ا. ۱۳۹۳. اثر ضدباکتریایی اسانس نعناع سبز (*Mentha spicata* L.) بر هشت گونه بیماری‌زای مهم دستگاه گوارش. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ۲۱(۳): ۲۸۲-۲۷۴.
- صلاح‌ورزی، ی. و تهرانی‌فر، ع. ۱۳۹۲. تأثیر اسانس برخی گیاهان دارویی و پوشش پلی‌اتیلنی بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم شیشه‌کپ). علوم و صنایع کشاورزی، ۲۷(۳): ۳۲۵-۳۱۸.
- محسنی، م.، دارائی‌گره‌خانی، ا. و محمدی‌ثانی، ع. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر اسانس آویشن در کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز در ترب سیاه و لوبیاسبز. علوم صنایع غذایی، ۱۵(۸۲): ۷۱-۶۳.
- محمدی‌زده‌لو، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر اسانس‌های چهار گیاه دارویی در مدیریت برخی از بیماری‌های پس از برداشت توت‌فرنگی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی کشاورزی-گیاه‌پزشکی، دانشگاه بوعلی سینا.
- مستوفی، ی. و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۵-۶۰.
- مظفری، م.، رضوی، ف.، ربیعی، و، خیری، ع. ا. و حسنی، ا. ۱۳۹۹. اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت سلنیم بر ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی انگور رقم فخری. علوم و صنایع کشاورزی، ۳۴(۱): ۷۴-۶۱.
- نصرالله‌زاده‌اصل، ن. ۱۳۹۲. تأثیر پوشش‌های خوراکی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها. فصلنامه نظام مهندسی، ۴۲(۱۱): ۳۶-۳۱.
- Abdelhay, A., Bakkali, M. and Hassani Zerrouk, M. 2018. Gelatin-Based Edible Coating Combined with Mentha pulegium Essential Oil as Bioactive Packaging for Strawberries. Hindawi Journal of Food Quality Volume, Article ID 8408915: 7.
- Abebe, Z., Tola, Y.B. and Mohammed, A. 2017. Effects of edible coating materials and stages of maturity at harvest on storage life and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruits. African Journal of Agricultural Research, 12(8): 550-565.

- Aitboulahsen, M., Zantar, S., Laglaoui, A., Chairi, H., Abdelhay, A., Bakkali, M. and Hassani, M.Z. 2018. Gelatin-Based Edible Coating Combined with Mentha pulegium Essential Oil as Bioactive Packaging for Strawberries. *Journal of Food Quality*, p. 7.
- Aminifard, M.H. and Mohammadi, S. 2013. Essential oils to control Botrytis cinerea in vitro and in vivo on plum fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2): 348-353.
- 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.
- Bai, J., Baldwin, E., Tsantili, E., Plotto, A., Sun, X., Wang, L., Kafkaletou, M., Wang, Z., Narciso, J., Zhao, W. and Xu, S., 2019. Modified humidity clamshells to reduce moisture loss and extend storage life of small fruits. *Food Packaging and Shelf Life*, 22: 100376.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram of protein-dye binding. *Anal. Biochem*, 72: 248-254.
- Chaemsanit, S., Matan, N. and Matan, N. 2018. Effect of peppermint oil on the shelf-life of dragon fruit during storage. *Food Control*, 90: 172-179.
- Chebli, B., Hmamouchi, M., Achouri, M., and Idrissi-Hassani, L.M., 2004. Composition and in vitro fungi toxic activity of 19 essential oils against two post-harvest pathogens, *Journal of Essential oil Research*, 16, PP:507-511. 18
- Chen, J., Zhang, M., Xu, B., Sun, J. and Mujumdar, A.S. 2020. Artificial intelligence assisted technologies for controlling the drying of fruits and vegetables using physical fields: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 105: 251-260.
- Cioroi, M. 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cercetari Agronomicin Moldova*, 1: 23-27.
- Das, R.C. and Dash, J. 1967. The effect of wax emulsion, 2, 4-D and 2, 4, 5-T on storage behaviour of Mosambi fruits (*Citrus sinensis* L). *International Symposium on Tropical Hort New Delhi*, 104-107.
- Duan, J., Wu, R., Strik, B.C. and Zhao, Y. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 59(1): 71-79.
- El-Abbasy, U.K., Mohamed A., Abdel-Hameed, H.M., Hatterman-Valenti, A.R., El-Shereif, Ahmed F. and Abd El-K. 2023. "Effectiveness of Oregano and Thyme Essential Oils as Alternatives for Sulfur Dioxide in Controlling Decay and Gray Mold and Maintaining Quality of 'Flame Seedless' Table Grape (*Vitis vinifera* L.) during Cold Storage" *Agronomy* 13, no. 12: 3075.
- Fatemi, S., Jafarpour, M., Eghbalsaid, S., Rezapour, A. and Borji, H. 2011. Effect of essential oils of Thymus vulgaris and Mentha piperita on the control of green mould and postharvest quality of Citrus Sinensis cv. Valencia. *African Journal of Biotechnology*, 10(66):14932-14936.
- Feng, S., Yi, J., Li, X., Wu, X., Zhao, Y., Ma, Y. and Bi, J. 2021. Systematic review of phenolic compounds in apple fruits: Compositions, distribution, absorption, metabolism, and processing stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(1): 7-27.
- Ferrante, A., Alberici, A., Antonacci, S. and Serra, G., 2007. Effect of promoter and inhibitors of phenylalanine ammonia-lyase enzyme on stem bending of cut gerbera flowers. In *International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals* 755, (pp. 471-476).
- Feyzioglu, G.C. and Tornuk, F., 2016. Development of chitosan nanoparticles loaded with summer savory (*Satureja hortensis* L.) essential oil for antimicrobial and antioxidant delivery applications. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 70: 104-110.
- Fotopoulos, V., De Tullio, M.C., Barnes, J. and Kanellis, A.K. 2008. Altered stomatal dynamics in ascorbate oxidase over-expressing tobacco plants suggest a role for dehydroascorbate signalling. *Journal of Experimental Botany*, 59(4): 729-737.
- Giovannoni, J.J. 2008. 12 Fruit ripening and its manipulation. *Annual Plant Reviews, Senescence Processes in Plants*, 26: 278-285.
- Gong, Y., Toivonen, P.M., Lau, O.L. and Wiersma, P.A., 2001. Antioxidant system level in Braeburn apple is related to its browning disorder. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 42: 259-264.
- Greenfield, E.A. 2018. Protein Quantitation. *Cold Spring Harbor Protocols*, 1(6).

- Guan, Y., Peace, C., Rudell, D., Verma, S. and Evans, K. 2015. QTLs detected for individual sugars and soluble solids content in apple. *Molecular Breeding*, 35: 1-13.
- Hassanzadeh, H., Hossaini, M., Galali, Y., Ghanbarzadeh, B. 2023. The development of a new type of functional fresh apple juice using prebiotic fibers, ginger extract, and cardamom essential oil: Antioxidant capacity and chemical analysis *Journal Food Preserv.* 30(5):743-757.
- Hosseini, S.F., Amraie, M., Salehi, M., Mohseni, M. and Aloui, H. 2019. Effect of chitosan-based coatings enriched with savory and/or tarragon essential oils on postharvest maintenance of kumquat (*Fortunella* sp.) fruit. *Food Science and Nutrition*, 7(1): 155-162.
- Husain, S.S. and Ali, M. 2014. Analysis of volatile oil of the fruits of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton and its antimicrobial activity. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(2): 1798-1808.
- Jin, P., Wang, S.Y., Gao, H., Chen, H., Zheng, Y. and Wang, C.Y. 2012. Effect of cultural system and essential oil treatment on antioxidant capacity in raspberries. *Food Chemistry*, 132(1): 399-405.
- Kapoor, I.P.S., Singh, B. and Singh, G. 2011. Essential oil and oleoresins of cardamom (*Amomum subulatum* Roxb.) as natural food preservatives for sweet orange (*Citrus sinensis*) juice. *Journal of Food Process Engineering*, 34(4): 1101-1113.
- Korsten, L., 2006. Advances in control of postharvest diseases in tropical fresh produce. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 1(1): 48-61.
- Lee, S.K. and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest biology and technology*, 20(3): 207-220.
- Liu, B., Wang, K., Shu, X., Liang, J., Fan, X. and Sun, L. 2019. Changes in fruit firmness, quality traits and cell wall constituents of two highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during postharvest cold storage. *Scientia Horticulturae*, 246: 557-562.
- Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M. and Van Breusegem, F. 2004. Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in plant science*, 9(10): 490-498.
- Paniagua, A.C., East, A.R., Hindmarsh, J.P. and Heyes, J. 2013. Moisture loss is the major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry. *Postharvest Biology and Technology*, 79: 13-19.
- Razzaq, K., Khan, A.S., Malik, A.U., Shahid, M. and Ullah, S. 2014. Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in 'Samar Bahisht Chaunsa' mango. *Postharvest Biology and Technology*, 96: 23-32.
- Reuveni, R. 1995. Biochemical marker of disease resistance. p. 99-114.
- Rohani, M.Y.S., Zaipun, M.Z. and Norhayati, M. 2011. Effect of modified atmosphere on the storage life and quality of Eksotika papaya (Kesan atmosfera terubahsuai terhadap tempoh simpan dan mutu betik Eksotika). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 25(1): 103-113.
- Sahin, F., Gulluce, M., Daferera, D., Sokmen, A., Sokmen, M., Polissiou, M., Agar, G. and Ozer, H. 2004. Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey. *Food Control*, 15(7): 549-557.
- Salem, N., Bachrouch, O., Sriti, J., Msaada, K., Khammassi, S., Hammami, M., Selmi, S., Boushah, E., Koorani, S., Abderraba, M. and Marzouk, B. 2017. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricornis*. *International Journal of Food Properties*, 20(3): 2899-2913.
- Santoro, K., Maghzenani, M., Chiabrande, V., Bosio, P., Gullino, M.L., Spadaro, D. and Giacalone, G. 2018. Thyme and savory essential oil vapor treatments control brown rot and improve the storage quality of peaches and nectarines, but could favor gray mold. *Foods*, 7(1): 7-24.
- Sarkhosh, A., Vargas, A.I., Schaffer, B., Palmateer, A.J., Lopez, P., Soleymani, A. and Farzaneh, M., 2017. Postharvest management of anthracnose in avocado (*Persea americana* Mill.) fruit with plant-extracted oils. *Food packaging and shelf life*, 12, pp.16-22.
- Sellamuthu, P.S., Sivakumar, D., Soundy, P. and Korsten, L. 2013. Essential oil vapours suppress the development of anthracnose and enhance defence related and antioxidant enzyme activities in avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 81: 66-72.
- Singh, A., Dwivedy, A.K., Singh, V.K., Upadhyay, N., Chaudhari, A.K., Das, S. and Dubey, N.K., 2019. Essential oils based formulations as safe preservatives for stored plant masticatories against fungal and mycotoxin contamination: A review. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 17, pp.313-317.

- Sotiropoulos, T.E. 2006. Performance of the apple cultivar 'Golden Delicious' grafted on five rootstocks in Northern Greece: (Anbau der Apfelsorte 'Golden Delicious' okuliert auf fünf verschiedenen Wurzelstöcken in Nord Griechenland). Archives of Agronomy and Soil Science, 52(3): 347-352.
- Tao, N.G., Liu, Y.J. and Zhang, M.L. 2009. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil from the peel of bingtang sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). International Journal of Food Science and Technology, 44(7): 1281-1285.
- 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): 317-327.
- Winarsi, H., Sasongko, N.D., Purwanto, A., Arinton, I.G. and Nuraeni, I. 2012. In vitro antioxidant activity of the stem and leaves Amomum cardamomum extracts. In International Conference on Medicinal Plants, pp:11-13.
- Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y. and Tang, Y. 2011. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L). Food Chemistry, 124: 1443-1450.
- Xu, Y., Fan, M., Ran, J., Zhang, T., Sun, H., Dong, M., Zhang, Z. and Zheng, H. 2016. Variation in phenolic compounds and antioxidant activity in apple seeds of seven cultivars. Saudi Journal of Biological Sciences, 23(3): 379-388.
- Ziv, C. and Fallik, E. 2021. Postharvest storage techniques and quality evaluation of fruits and vegetables for reducing food loss. Agronomy, 11(6): 1133-1138.