مقاله پژوهشی

تأثیر اسانس آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* boiss.) بر کیفیت انبارداری میوه گلابی (*Pyrus communis*) رقم 'Green anjou'

بهزاد دهقانی[۱]، مرضیه قنبری‌جهرمی[۲]* و سکینه سعیدی‌سار[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۴- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۸)

چکیده

یافتن روش‌های ایمن و استفاده از ترکیبات سالم در فناوری پس از برداشت به منظور کاهش ضایعات، ضروری است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر اسانس گیاه آویشن شیرازی (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر صفات کیفی میوه گلابی در مدت زمان‌های مختلف انبارداری (۰ (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از برداشت) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام گرفت. میوه‌ها در داخل سردخانه با دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد نگهداری شد. درصد کاهش وزن میوه، مواد جامد قابل حل (TSS)، اسیدهای قابل تیتراسیون (TA)، pH، محتوای اسید آسکوربیک (ویتامین ث) و نیز فعالیت آنزیم‌های مختلف (گایاکول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز، پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز) مطالعه شد. میوه‌های تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس، کمترین مقدار pH آب میوه و بیشترین میزان ویتامین ث را در مقایسه با شرایط شاهد (عدم تیمار اسانس) داشت. در روز ۱۲۰ام انبارمانی و بدون مصرف اسانس کمترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز و پراکسیداز حاصل شد و کمترین تغییرات در میزان اسیدهای قابل تیتراسیون، مقدار ویتامین ث، میزان مواد جامد محلول نیز در همین تیمار مشاهده گردید. میوه‌های تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس در روز اول و ۳۰ ام انبارداری بیشترین مقدار اسیدهای قابل تیتراسیون را دارا بود؛ کمترین میزان فعالیت آنزیم‌های مذکور در روزهای اول انبارمانی برای تمامی غلظت‌های اسانس آویشن به‌دست آمد. به‌طور کلی تیمار اسانس آویشن با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در طول مدت انبارداری موجب افزایش کیفیت عمر انباری و ماندگاری میوه گلابی رقم "گرین آنجو" گردید.

کلمات کلیدی: انبارداری، آنزیم‌های پراکسیداز، پس از برداشت، سفتی بافت میوه، ضایعات، گلابی رقم گرین آنجو

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۲- استادیار گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۳- استادیارگروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران

* پست الکترونیک: ghanbari@srbiau.ac.ir

مقدمه

تلاش برای کاهش ضایعات محصولات باغبانی و نگهداری کیفیت میوه‌های تازه در مدت زمان نگهداری، برای همه تولید کنندگان اهمیت ویژه‌ای دارد. تیمار عصاره و اسانس گیاهان با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی در ترکیب با دمای پایین انبارداری، می‌تواند به عنوان یک روش غیرشیمیایی مفید و غیرسمی در حفظ کیفیت میوه و گسترش عمر پس از برداشت آن مفید باشد (شارما و رائو[1]، ۲۰۱۴).

گلابی (*Pyrus* spp.) یکی از محصولات مهم خانواده گلسرخیان (Rosaceae) بعد از سیب است که در آسیا از ۳۰۰۰ سال قبل کشت شده است. در حال حاضر گلابی به صورت تجاری در بیش از ۵۰ کشور در مناطق معتدله کشت می‌شود (بل[2] و همکاران، ۱۹۹۶).

میوه‌ها اغلب مبتلا به نابسامانی‌های فیزیولوژیکی می‌شوند. میزان خسارت نیز به نوع محصول، عامل یا عوامل بیماری‌زا و شرایط انبار و محل نگهداری بستگی دارد و نابسامانی‌های فیزیولوژیکی موجب کاهش کمیت و کیفیت میوه‌های تازه برداشت شده می‌شود و خسارت هنگفتی وارد می‌سازند (اگریوس[3]، ۲۰۰۵).

از راهکارهای حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات و کنترل پوسیدگی، استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی و طبیعی است، با توجه به افزایش نگرانی‌ها از به مخاطره افتادن سلامت مصرف‌کنندگان، ناشی از باقیمانده سموم شیمیایی روی محصولات باغبانی و افزایش مقاومت قارچ‌ها به این سموم، دانشمندان به فکر استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه به عنوان روش جدید و جایگزین سموم شیمیایی افتاده‌اند (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۷).

جنس *Zataria* از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) در ایران با یک گونه درختچه‌ای به نام *Zataria multiflora* Boiss. شناخته می‌شود (مظفریان، ۱۳۹۶). این گیاه بومی مناطق جنوبی ایران است و به عنوان عطر و طعم‌دهنده در درمان اختلالات گوارشی، زخم‌های موضعی و همچنین به دلیل اثرات ضداحتقان و خلط‌آور در اختلالات تنفسی و سرماخوردگی استفاده می‌شود (محققزاده[4] و همکاران، ۲۰۰۴). بررسی‌های فیتوشیمیایی بر روی این گونه نشانگر حضور ترکیبات فلاونوئیدی (لوتئولین و کوئرستین)، اسیدهای فنلی مانند رزمارینیک اسید و مشتقات بنزوئیک اسید، توکوفرول کینون و ترپنوئیدها از جمله مشتقات پارا ـ سایمن و خصوصا اسانس سرشار از ترکیبات اکسیژنه مانند تیمول و کارواکرول می‌باشد (مالیک[5] و همکاران، ۲۰۰۳؛ سلیم[6] و همکاران، ۲۰۰۴). در مقالات متعدد اثرات ضد باکتری، ضدویروس، آنتی‌اکسیدان و ضدالتهاب رزمارینیک اسید به عنوان یکی از ترکیبات *Z.multiflora* گزارش شده است (اوساکابه[7] و همکاران، ۲۰۰۴).

در تحقیقی، تأثیر اسانس‌های گیاهان آویشن باغی، مورد و مرزه خوزستانی بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در عصاره میوه‌های موز، شلیل، گلابی، انگور، آلو، هلو، سیب لبنانی زرد و سیب لبنانی قرمز به عنوان منبع آنزیم پراکسیداز به کار برده شدند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در فعالیت آنزیم پراکسیداز در میوه‌های مورد مطالعه وجود دارد (احتشام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۰).

در تحقیقی اثر اسانس خوشاریزه در طول دوره نگهداری و انبارمانی میوه توت‌فرنگی بررسی و اظهار شد که تیمار ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس از تغییرات رنگ و طعم و پوسیدگی میوه توت فرنگی جلوگیری نموده و به حفظ سفتی میوه در طول دوره انبارداری کمک می‌کند (مظفری و همکاران، ۱۳۹۶). مواد دیواره سلولی خصوصا پکتین در حین رسیدن تجزیه می‌شوند، اما این تغییرات توسط اسانس‌ها ممانعت می‌گردند. بنابراین سفتی میوه که با رسیدن کاهش می‌یابد، از این طریق حفظ می‌گردد (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ یولتی[8] و همکاران، ۱۹۹۹).

در آزمایش دیگر اثر اسانس‌های نعناع (*Mentha* spp.)، رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، زنیان (*Trachyspermum ammi*)، آویشن (*Thymus vulgaris*)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی نارنگی "کینو" نشان داد که اسانس‌های گیاهان دارویی به کار رفته تأثیر به‌سزایی در ثبات کیفیت داشته و همچنین باعث کنترل پوسیدگی می‌شوند (ابوطالبی و محمدی، ۱۳۹۰). همچنین تیمارهای کیتوزان و اسانس آویشن به حفظ خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور در طی دوره پس

1. Sharma and Rao
2. Bell
3. Agrios
4. Mohagheghzadeh
5. Malik
6. Saleem
7. Osakabe
8. Ultee

از برداشت کمک می‌کند به‌طوری که میوه‌های تیمار شده درصد کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون، ریزش، خردشدگی و ترک خوردگی کمتر و سفتی، ارزش‌های رنگی، مواد جامد محلول کل و pH بالاتر و همچنین میزان پوسیدگی کمتری نسبت به شاهد نشان دادند (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۰).

گزارش منسجمی مبنی بر مقایسه طول عمر انباری رقم green anjou با دیگر ارقام گلابی در ایران در دسترس نمی‌باشد. اما بر اساس اظهار نظر و تجربه باغداران و تولیدکنندگان گلابی در سطح کشور، رقم مذکور به عنوان یک رقم دیررس با طول عمر انباری متوسط شناخته شده و در بین مصرف کنندگان از محبوبیت خوبی برخوردار است. بنابراین بررسی امکان افزایش طول عمر انباری این رقم با استفاده از تیمارهای مناسب ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر به منظور مطالعه امکان استفاده از اسانس گیاه دارویی آویشن شیرازی به عنوان ترکیب طبیعی و ایمن جهت افزایش عمر انبارداری در فرایند پس از برداشت گلابی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برداشت میوه گلابی رقم Green Anjou در ۳۰ شهریور ۱۳۹۸ در یکی از باغات شهرستان نور مازندران انجام و به اتاقکی در کنار سردخانه منتقل گردید. پس از جداسازی میوه‌های ناسالم، غیریکنواخت و زخمی بقیه میوه‌ها به چهار قسمت تقسیم شد. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد یک قسمت از میوه‌ها بدون اعمال تیمار (غلظت صفر میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن ـ آب مقطر) و سه قسمت بعدی در محلول‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن به مدت ۱ دقیقه غوطه‌ور گردید، تهیه اسانس از آویشن شیرازی که در منطقه خانی‌آبادنو تهران رویش یافته بود، به روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر صورت گرفت. سپس میوه‌های هر چهار تیمار در هوای آزاد به مدت ۸ ساعت قرار گرفت که در ظروف پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرومتر قرار داده شده و سپس نمونه‌ها به سردخانه با دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد منتقل شده و به مدت ۴ ماه نگهداری شد. بررسی‌های مورد نظر در زمان شروع آزمایش، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از تیمار، انجام شد. برای هر زمان اندازه‌گیری چهار ظرف پلی‌پروپیلن حاوی چهار گلابی در سه تکرار نظر گرفته شده بود. صفات مورد مطالعه شامل ارزیابی میزان پوسیدگی، درصد مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، کسر رسیدگی یا میزان مواد جامد محلول به اسید (TSS/TA)، درصد قند و سفتی بافت بود.

میزان پوسیدگی میوه

زمانی که ناحیه پوسیده قابل مشاهده، بیش از یک میلی‌متر عرض داشت به عنوان میوه پوسیده تلقی گردیده و سپس قطر ناحیه پوسیده شده با خط‌کش به صورت میلی‌متری بیان شد (جین[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

استخراج عصاره آنزیمی

مقدار ۰/۵ گرم از بافت آسیاب شده در هاون چینی در حضور نیتروژن مایع با یک میلی‌لیتر حلال بافر فسفات پتاسیم ترکیب گردید. پس از هموژنایز کردن، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شدند. از محلول رویی برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی استفاده شد (هامراشمیت[2] و همکاران، ۱۹۸۲).

سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

فعالیت SOD به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (جیانوپولیتیس و ریس[3]، ۱۹۷۷). محلول واکنش شامل EDTA ۰/۱ میلی‌مولار، بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، متیونین ۱۳ میلی‌مولار و NBT ۷۵ میکرومولار و ریبوفلاوین ۲ میکرومولار و ۱۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. محلول واکنش به مدت ۱۵ دقیقه در معرض نور فلورسانس قرار گرفت. واکنش با انتقال به شرایط تاریکی متوقف و سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر قرائت شد. برای سنجش فعالیت این آنزیم علاوه بر کووت‌های نمونه و بلانک از کووت شاهد نیز استفاده شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (Visible/UV-45 Lambda) خوانده شد. فعالیت این آنزیم به صورت میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر بیان شد.

آنزیم پراکسیداز (POD)

فعالیت آنزیم POD به روش اسپکتروفتومتری سنجش شد (هامراشمیت و همکاران، ۱۹۸۲). فعالیت POD به مدت ۳

1. Jin
2. Hammerschmidt
3. Giannopolitis and Ries

دقیقه در محلول واکنشی حاوی ۴۹۰ میکرولیتر گایاکول ۴۵ میلی‌مولار و ۴۹۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۰/۲۲۵ میلی‌مولار و ۲۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی مورد سنجش قرار گرفت. فعالیت POD در طول موج ۴۷۰ با استفاده از اسپکتروفتومتر (Visible/UV-45 Lambda) اندازه‌گیری شد. فعالیت این آنزیم بر حسب یک واحد آنزیمی (میکرومول) در گرم وزن تر در دقیقه بیان شد.

آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX)

فعالیت APX با استفاده از روش ناکانو و آسادا (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد. یک میلی‌لیتر مخلوط واکنش شامل ۵ میکرولیتر عصاره آنزیمی، ۳۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم و ۶۶۵ میکرولیتر آسکوربیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار و یک میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۰/۱ میلی‌مولار بود. فعالیت این آنزیم در طول موج ۲۹۰ نانومتر به مدت دو دقیقه سنجش شد. فعالیت این آنزیم بر حسب یک واحد آنزیمی در میلی‌گرم وزن تر گوشت و یا پوست محاسبه شد.

به منظور اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه، قبل از انبارمانی و پس از اتمام دوره انبارمانی، وزن خالص میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس درصد کاهش وزن هر تکرار از طریق فرمول مربوطه محاسبه گردید (آرنال و دل‌ریو ، ۲۰۰۴).

میوه وزن درصد=(اولیه وزن-ثانویه وزن)/(اولیه وزن)×۱۰۰

جهت تعیین درصد رطوبت میوه‌ها، حدود ۱۰ گرم نمونه از گلابی را قاچ (به صورت متقارن)، وزن کرده و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون به مدت تقریبا ۲۴ ساعت قرار داده شد، تا خشک شود؛ وقتی که وزن خشک ثابت ماند، با استفاده از فرمول، درصد رطوبت آن محاسبه گردید.

رطوبت درصد=(اولیه وزن+ثانویه وزن)/(اولیه وزن)×۱۰۰

برای اندازه‌گیری pH، ابتدا دستگاه pHمتر توسط محلول-های بافر ۴ و ۷ تنظیم گردید. سپس مقداری از عصاره صاف شده میوه در یک بشر کوچک ریخته شد و بعد الکترودهای دستگاه داخل بشر قرار داده شده و pH عصاره قرائت و ثبت شد (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۰).

ویتامین ث

اسید آسکوربیک با استفاده از روش تیتراسیون با ید در یدور پتاسیم اندازه گرفته شد. پایان تیتراسیون زمانی بود که عصاره میوه‌ها به رنگ آبی تیره درآمد و این رنگ چند ثانیه پایدار ماند. حجم محلول ید در یدور پتاسیم خوانده شد. در نهایت نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه تازه بیان گردید (اُگرادی و همکاران، ۲۰۱۴).

برای اندازه‌گیری کل مواد جامد محلول (TSS)، از میوه‌ها آبگیری نموده و میزان مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دیجیتال (Atago- ATC-20) تعیین و نتایج بصورت درجه بریکس Brix بیان شد (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۰).

جهت اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون ۵ میلی‌لیتر از عصاره آب میوه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و با هیدروکسید سدیم (۰/۱) نرمال تا زمانی که pH به حدود ۸/۲ برسد، تیتر گردید. نتایج بصورت درصد سیتریک اسید بیان شد (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۰).

نسبت درصد مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA) به عنوان شاخص رسیدگی میوه در نظر گرفته می‌شود و بیانگر کیفیت میوه نیز می‌باشد و با افزایش این نسبت میزان رسیدگی میوه نیز بیشتر می‌شود (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۰).

برای اندازه‌گیری میزان فنل کل، پس از عصاره‌گیری، عصاره‌های حاصل پس از صاف شدن با دستگاه تبخیرکننده چرخان با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ و با دستگاه خشک‌کن انجمادی خشک و میزان ترکیب‌های فنلی موجود در عصاره این گیاه از طریق رنگ‌سنجی به روش فولین سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت (سینگلتون و راسی ، ۱۹۶۵). مطابق روش مک‌دونالد[1] و همکاران (۲۰۰۱)، ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره استخراجی با ۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو (که با آب مقطر ۱۰ برابر رقیق شد) و ۴ میلی‌لیتر از محلول کربنات سدیم یک مولار به خوبی مخلوط می‌شود. مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Visible/UV-45 Lambda) در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد (عروجعلیان[2] و همکاران، ۲۰۱۰).

بدین منظور روش رنگ‌سنجی (فولین ـ سیوکالتو) نیز روی محلول‌های استاندارد اسید تانیک با غلظت‌های مختلف انجام شد. منحنی استاندارد در برابر جذب اسید تانیک رسم گردید (Y=0/00114X+0/01062، Y عدد جذب و X غلظت بر حسب ppm). برای تعیین غلظت فنل نمونه‌ها اعداد جذب به دست آمده از اسپکتروفتومتر را در معادله بالا (Y) قرار داده و میزان غلظت ترکیب‌های فنلی موجود

1. McDonald

2. Oroojalian

در نمونه‌ها بر حسب ppm (X) محاسبه گردید و سپس واحد ppm به میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه تبدیل و مقدار نمونه بیان شد.

جهت اندازه‌گیری میزان کاروتنوئیدها، مقدار نیم گرم از ماده تر گیاهی در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از نیتروژن مایع خرد و به خوبی له شد. ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد به نمونه اضافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ به بالن شیشه‌ای منتقل شد. مقداری از نمونه داخل بالن، در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و سپس مقدار جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول زیر میزان کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر نمونه به دست آمد (آرنون[1]، ۱۹۶۷).

Carotenoides = 100(A470)-3.27(mg chl. a)-104(mg chl. b)/227

V= حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)، A= جذب نور در طول موج ۴۷۰ نانومتر، W= وزن‌تر نمونه بر حسب گرم

برای تعیین میزان قند آب‌میوه گلابی روش حجمی لین - آینون که معمول‌ترین روش برای اندازه‌گیری قند است، استفاده شد. ۵ میلی‌لیتر از نمونه قند قبل از هیدرولیز را به یک بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتر منتقل نموده و ۳ میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ به آن اضافه شد. سپس آن را به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب ۷۰°C قرار داده و بعد از سرد شدن در درجه حرارت محیط و افزودن فنل‌فتالئین با سود خنثی و با آب مقطر به حجم رسانده و به بورت منتقل شد. سپس در یک ارلن‌مایر مقدار معینی فهلینگ A و B اضافه کرده و با قند موجود در بورت در حضور معرف بلودومتیلن تا به وجود آمدن رسوب آجری تیتر گردید (دانسمور[2] و همکاران، ۱۹۸۰). مقدار قند کل با استفاده از فرمول زیر بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه شد:

$$\text{میزان قند کل} = \frac{F \times 100 \times 100 \times 100}{V \times 25 \times 25}$$

جهت تعیین سفتی گوشت میوه از دستگاه پنترومتر دستی استفاده شد، برای این منظور با چاقو پوست میوه در سه نقطه به اندازه یک سانتی‌متر برداشته شد و سفتی گوشت میوه با پیستون هشت میلی‌متری بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع ثبت گردید.

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار صورت گرفت و داده‌های مورد نظر پس از ارزیابی با نرم‌افزار Excel ثبت و توسط نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

طبق نتایج اثر اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری در سطح احتمال یک درصد و نیز اثرات متقابل این دو فاکتور در سطح احتمال پنج درصد بر میزان پوسیدگی میوه گلابی معنی‌دار بود (جدول ۱).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری بر میزان پوسیدگی میوه، بیشترین میزان پوسیدگی در تیمار روز ۱۲۰ام انبارداری و در شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن (۰/۰۲۱ میلی‌متر) گزارش شد (شکل ۱).

در تحقیق حاضر، اسانس آویشن شیرازی موجب کاهش میزان پوسیدگی میوه در شرایط انبار شده است که مطابق با نتایج سایر پژوهشگران در میوه‌های انگور، موز، شلیل، گلابی، آلو، هلو، سیب لبنانی زرد و سیب لبنانی قرمز است (احتشام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۰؛ مستوفی و همکاران، ۱۳۹۰).

بر اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارمانی و اثرات متقابل تیمارها بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد و غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس آویشن (بترتیب ۲۹۵ و ۲۹۲/۳۳۳ میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر) و کمترین میزان فعالیت آنزیم در روز اول انبارداری و تمامی غلظت‌های اسانس آویشن محاسبه شد (جدول ۳).

ممکن است عوامل ممانعت کننده‌ای در گلابی وجود داشته باشد که با اسانس آویشن واکنش داده و اثر آن را بر آنزیم پراکسیداز کاهش داده باشد یا حتی موجب تجزیه اسانس به ترکیبات فنلی فعال دیگر شده باشد که در واکنش با آب اکسیژنه نقشی شبیه گایاکول را ایفا نموده و میزان فعالیت

1. Arnon

2. Dunsmore

آنزیم را بیشتر نشان دهد (قهفرخی[1] و همکاران، ۲۰۱۳). گایاکول پراکسیداز از جمله آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است که نقش اساسی در متابولیزه کردن ترکیبات فعال اکسیژن و جلوگیری از خسارات ناشی از تنش اکسیداتیو در گیاه را به عهده دارد (همراهی و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری در سطح احتمال یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل تیمارها تاثیر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری، بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پس از آن ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن (بترتیب ۴۳/۱۰۰ و ۴۱/۶۵۰ میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر) و کمترین مقدار آن در روز اول انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). پلی‌فنل اکسیداز در تیمار روز ۱۲۰ام انبارداری و در شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن (۲/۹۹۷ میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر) و کمترین فعالیت آنزیم در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه در روز اول انبارداری گزارش شد (شکل ۲).

همان طور که در این آزمایش نیز مشاهده شد در پایان دوره انبارداری، فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز در میوه گلابی افزایش یافت. در توت‌فرنگی نیز در پایان ۱۴ روز انبارداری فعالیت این آنزیم افزایش یافت (ویسنت[2] و همکاران، ۲۰۰۶).

اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آنها بر میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز همانند آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز در مسیر فنیل‌پروپانوئید (مسیر تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی)، در تولید انواع ترکیبات فنلی با ساختار دفاعی درگیر هستند (کرول[3] و همکاران، ۲۰۱۴). البته افزایش فعالیت این دو آنزیم باعث افزایش ترکیباتی چون کوئینون شده و قهوه‌ای شدن بافت را در بر دارد و در نتیجه موجب کاهش میزان کیفیت محصول می‌شود (اصغری و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش نیز اسانس آویشن شیرازی باعث کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز شده و در نتیجه کیفیت محصول برای مدت زمان بیشتری حفظ شده است.

تاثیر اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل این دو در سطح احتمال یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی دار بود (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها، بیشترین میزان فعالیت آنزیم مذکور (۲۳/۵۳۰ میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر) در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد اسانس و کمترین میزان فعالیت آنزیم (۲۱/۹۶۰ میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر) در روز اول انبارداری و غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن محاسبه شد (جدول ۳).

اسانس آویشن دارای اثر بازدارندگی بسیار مناسبی روی کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز می‌باشد. با افزایش زمان، فعالیت آنزیم پراکسیداز در یک غلظت ثابت از اسانس آویشن، افزایش می‌یابد که نتایج مربوط به ارتباط فعالیت آنزیمی با زمان، بیانگر افزایش دسترسی آنزیم به سوبسترا بوده که در سایر مطالعات نیز ثابت شده است (قهفرخی و همکاران، ۲۰۱۳؛ محسنی[4] و همکاران، ۲۰۱۵).

افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در گلابی تحت تأثیر اسانس آویشن می‌تواند به علت ترکیب شدن مواد فنلی اسانس آویشن با آب اکسیژنه و ایجاد رنگ قهوه‌ای باشد که باعث افزایش جذب شده است. به عبارت دیگر اسانس آویشن نه تنها نتوانسته است فعالیت آنزیم پراکسیداز در گلابی را مهار کند، بلکه خود به عنوان عامل تشدید کننده و ترکیب فنلی فعال با اکسیژن حاصل از تأثیر آنزیم بر آب اکسیژنه واکنش داده و شدت تشکیل رنگ را افزایش داده است. نتایج سایر محققان نیز موید تفاوت تأثیر اسانس‌های مختلف روی منابع آنزیمی مختلف بوده است (محسنی و همکاران، ۲۰۱۵).

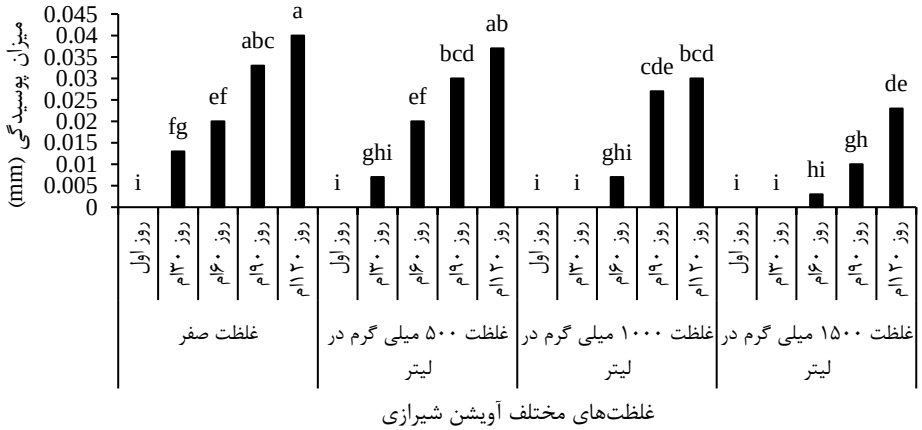
نتایج دانشمندان بیانگر تأثیر مثبت اسانس میخک در ممانعت از فعالیت آنزیم پراکسیداز در سبزیجات مورد مطالعه (کلم سفید و کلم قرمز) بوده و اثر ممانعت کنندگی اسانس با افزایش غلظت اسانس تشدید می‌شد (گرماخانی[5]

1. Ghahfarrokhi
2. Vicente
3. Król
4. Mohseni
5. Garmakhany

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای اسانس آویشن و مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان پوسیدگی و برخی آنزیم‌های میوه گلابی در شرایط انبار سرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		میزان پوسیدگی	آنزیم گایاکول پراکسیداز	آنزیم آسکوربات پراکسیداز	پلی‌فنل اکسیداز	آنزیم پراکسیداز
اسانس	۳	۰/۰۰۰۶**	۶۴۳/۸۸**	۴۰/۵۶*	۰/۰۲۷**	۰/۱۹۷**
زمان انبارداری	۴	۰/۰۰۲**	۸۸۹۱/۳۱**	۸۱۴/۱۵**	۰/۲۰۳**	۰/۰۷۳**
اسانس×زمان انبارداری	۱۲	۰/۰۰۰۰۶*	۴۳/۰۶**	۲۳/۸۴^{ns}	۰/۰۰۱۴**	۰/۰۱۰۴**
خطای آزمایشی	۳۸	۰/۰۰۰۰۲	۳/۴۸	۲۱/۶۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۸/۴۸	۰/۷۵	۱۵/۸۵	۰/۶۱	۰/۱۱

**، * و ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱- اثر متقابل اسانس آویشن و زمان انبارداری بر میزان پوسیدگی میوه گلابی رقم گرین آنجو. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر میزان پوسیدگی و برخی آنزیم‌های میوه گلابی

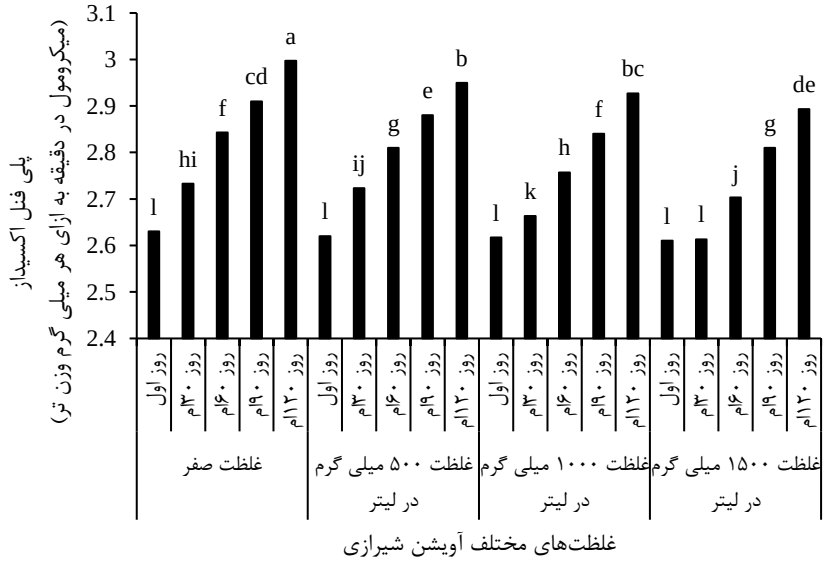
تیمارها / صفات مورد اندازه‌گیری		میزان پوسیدگی (میلی‌متر)	آنزیم گایاکول پراکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)	آنزیم آسکوربات پراکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)	پلی‌فنل اکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)	آنزیم پراکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)
غلظت‌های مختلف اسانس آویشن (mg/l)	صفر	۰/۰۲۱^{a}	۲۵۵/۴۰۰^{a}	۲۸/۹۲۳^{ab}	۲/۸۲۳^{a}	۲۲/۷۷۱^{a}
	۵۰۰	۰/۰۱۹^{a}	۲۵۱/۶۰۰^{b}	۲۷/۲۴۰^{b}	۲/۷۹۷^{b}	۲۲/۶۸۴^{b}
	۱۰۰۰	۰/۰۱۳^{b}	۲۴۶/۸۶۷^{c}	۳۰/۲۲۶^{ab}	۲/۷۶۱^{c}	۲۲/۵۹۷^{c}
	۱۵۰۰	۰/۰۰۷^{c}	۲۴۰/۲۰۰^{d}	۳۰/۹۹۷^{a}	۲/۷۲۶^{d}	۲۲/۵۰۵^{d}
مدت زمان‌های مختلف انبارمانی (روز)	روز اول	۰۰^{e}	۲۲۰/۳۳۳^{e}	۱۹/۷۶۷^{c}	۲/۶۱۹^{e}	۲۱/۹۹۰^{e}
	روز ۳۰ام	۰/۰۰۵^{d}	۲۲۸/۴۱۷^{d}	۲۲/۱۱۷^{c}	۲/۶۸۳^{d}	۲۲/۳۳۴^{d}
	روز ۶۰ام	۰/۰۱۳^{c}	۲۴۱/۸۳۳^{c}	۳۰/۴۴۵^{b}	۲/۷۷۸^{c}	۲۲/۶۸۳^{d}
	روز ۹۰ام	۰/۰۲۵^{b}	۲۶۵/۷۵۰^{b}	۳۶/۰۳۸^{a}	۲/۸۶۰^{b}	۲۲/۸۷۷^{b}
	روز ۱۲۰ام	۰/۰۳۳^{a}	۲۸۶/۲۵۰^{a}	۳۸/۳۶۷^{a}	۲/۹۴۲^{a}	۲۳/۳۱۱^{a}

در هر ستون اعدادی که دارای حروف لاتین مشترکند در یک گروه آماری قرار دارند (α = ٪۵).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل اسانس آویشن شیرازی و زمان‌های مختلف انبارداری بر میزان پوسیدگی و فعالیت آنزیمی میوه گلابی در شرایط انباری سرد

تیمارها	صفات مورد اندازه‌گیری	آنزیم گایاکول پراکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)	آنزیم آسکوربات پراکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)	آنزیم پراکسیداز (میکرومول در دقیقه به ازای میلی‌گرم وزن تر)
غلظت صفر	روز اول	۲۲۱/۰۰^{l}	۱۹/۳۳۳^{h}	۲۲/۰۲۰^{o}
	روز ۳۰ام	۲۳۴/۶۶۷^{i}	۲۱/۳۰۰^{fgh}	۲۲/۴۴۰^{k}
	روز ۶۰ام	۲۵۰/۳۳۳^{g}	۲۹/۱۰۰$^{c-f}$	۲۲/۸۴۰^{g}
	روز ۹۰ام	۲۷۶/۰۰^{c}	۳۴/۹۳۳^{abc}	۲۳/۰۲۷^{e}
	روز ۱۲۰ام	۲۹۵/۰۰^{a}	۳۹/۹۵۰^{ab}	۲۳/۵۳۰^{a}
غلظت ۵۰۰ (mg/l)	روز اول	۲۲۰/۶۶۷^{l}	۱۹/۶۶۷^{h}	۲۱/۹۹۷^{op}
	روز ۳۰ام	۲۳۰/۳۳۳^{jk}	۲۱/۹۰۰$^{e-h}$	۲۲/۳۷۰^{l}
	روز ۶۰ام	۲۴۴/۶۶۷^{h}	۳۰/۱۸۳^{cde}	۲۲/۷۴۷^{h}
	روز ۹۰ام	۲۷۰/۰۰^{d}	۳۵/۶۸۳^{abc}	۲۲/۹۴۷^{f}
	روز ۱۲۰ام	۲۹۲/۳۳۳^{a}	۲۸/۷۶۷$^{c-g}$	۲۳/۳۶۰^{b}
غلظت ۱۰۰۰ (mg/l)	روز اول	۲۲۰/۰۰^{l}	۲۰/۰۰^{gh}	۲۱/۹۸۳^{op}
	روز ۳۰ام	۲۲۷/۳۳۳^{k}	۲۲/۲۰$^{e-h}$	۲۲/۳۲۰^{m}
	روز ۶۰ام	۲۴۱/۶۶۷^{h}	۳۰/۹۱۳^{cd}	۲۲/۶۳۳^{i}
	روز ۹۰ام	۲۶۲/۶۶۷^{e}	۳۶/۳۶۷^{abc}	۲۲/۸۱۷^{g}
	روز ۱۲۰ام	۲۸۲/۶۶۷^{b}	۴۱/۶۵۰^{a}	۲۳/۲۳۰^{c}
غلظت ۱۵۰۰ (mg/l)	روز اول	۲۱۹/۶۶۷^{l}	۲۰/۰۶۷^{gh}	۲۱/۹۶۰^{p}
	روز ۳۰ام	۲۲۱/۳۳۳^{l}	۲۳/۰۶۷$^{d-h}$	۲۲/۲۰۷^{n}
	روز ۶۰ام	۲۳۰/۶۶۷^{j}	۳۱/۵۸۳^{bcd}	۲۲/۵۱۳^{j}
	روز ۹۰ام	۲۵۴/۳۳۳^{f}	۳۷/۱۶۷^{abc}	۲۲/۷۲۰^{h}
	روز ۱۲۰ام	۲۷۵/۰۰^{c}	۴۳/۱۰۰^{a}	۲۳/۱۲۳^{d}

در هر ستون اعدادی که دارای حروف لاتین مشترکند در یک گروه آماری قرار دارند (۵٪ = α).



شکل ۲- ارزیابی میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز میوه گلابی در شرایط انبارداری تحت تیمار اسانس آویشن. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد

و همکاران، ۲۰۱۰). در گلابی با افزایش زمان فعالیت آنزیمی، شدت و نرخ فعالیت آنزیمی (جذب) افزایش می‌یابد که این افزایش می‌تواند به علت افزایش سوبسترای در دسترس آنزیم و کم شدن اثر بازدارندگی آنزیم در غلظت‌های متفاوت اسانس آویشن باشد (قهفرخی و همکاران، ۲۰۱۳).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل تیمارها بر درصد کاهش وزن میوه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها بر درصد کاهش وزن میوه، بیشترین میزان آن (۳۷/۴۵۷ درصد) در تیمار روز ۱۲۰ام انبارداری و در شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن و کمترین مقدار آن در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه در روز اول انبارداری گزارش شد (جدول ۶).

بر مبنای نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل این دو در سطح احتمال یک درصد بر درصد رطوبت میوه، معنی دار بود (جدول ۴).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها، کمترین میزان رطوبت (۵۱/۳۳۳ درصد) در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد و بیشترین میزان آن در روز اول انبارداری در تمامی غلظت‌های اسانس آویشن محاسبه شد (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری و اثر متقابل تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر میزان pH آب میوه معنی دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کمترین میزان pH آب میوه در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت تمامی غلظت‌های اسانس آویشن و بیشترین مقدار آن (۵/۰۴۳) در روز اول انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد اسانس مشاهده شد (شکل ۳).

بر اساس نتایج بدست آمده، زمان انبارداری سبب افزایش میزان pH شده است اگرچه با افزایش غلظت اسانس آویشن از افزایش pH در طول دوره نگهداری جلوگیری شده است. به نظر می‌رسد تأخیر موقتی در سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها مانع تجزیه اسیدهای آلی و تبدیل آن‌ها به قند شده باشد. در طول دوره نگهداری پیش ماده‌های تنفس یعنی قندها و اسیدها کاهش پیدا می‌کنند. این امر باعث تغییرات متفاوتی در pH در طول مدت نگهداری میوه‌ها می‌شود (ژانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۸).

تغییرات مشاهده شده در pH همانند کاهش در محتوای مواد جامد محلول و اسیدهای آلی در توت‌فرنگی احتمالا به دلیل شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر (سازنده) در طی تنفس باشد (آیالا-زاوالا[2] و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان ویتامین ث تحت اثر اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشت، در حالی که اثر متقابل آنها بر میزان ویتامین ث معنی دار نشد (جدول ۴). نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از روند کاهشی غلظت

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای اسانس آویشن و مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان کاهش وزن، pH و مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه گلابی در انبار سرد (سردخانه)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد کاهش وزن میوه	درصد رطوبت میوه	pH آب میوه	ویتامین ث عصاره میوه	مواد جامد محلول کل (TSS)	اسید قابل تیتراسیون (TA)
اسانس	۳	۳۶۳/۰۹**	۷۹/۲۴**	۰/۰۲**	۰/۰۱۳**	۰/۳۹**	۰/۰۲**
زمان انبارمانی	۴	۱۲۹۴/۰۳**	۳۴۱۸/۱۱**	۰/۴۴**	۰/۲۶۳**	۰/۶۴**	۰/۶۸**
اسانس×زمان انبارمانی	۱۲	۱۲۷/۱۲**	۵/۰۶**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۲۲ns	۰/۰۲۲**	۰/۰۰۱*
خطای آزمایشی	۳۸	۵/۱۵	۰/۶۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۳/۵۳	۱/۰۴	۰/۲۳	۰/۴۳۵	۰/۲۴	۰/۷۱

**، * و ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری

1. Zhang

2. Ayala-Zavala

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر میزان کاهش وزن، pH و مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه گلابی در شرایط انبار سرد

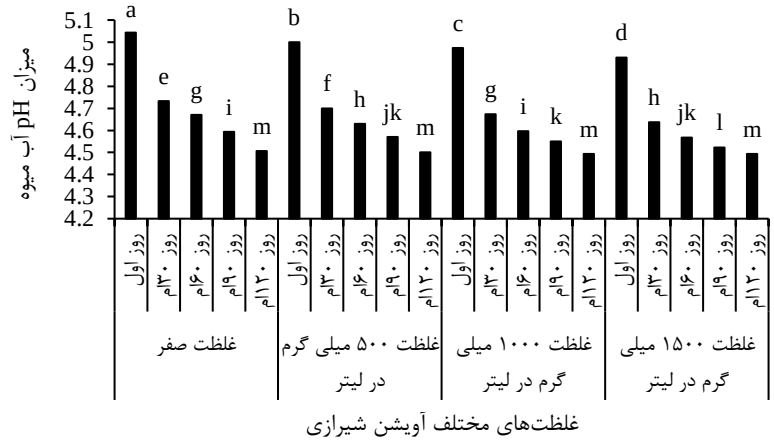
تیمارها / صفات مورد اندازه‌گیری		درصد کاهش وزن میوه	درصد رطوبت میوه	pH آب میوه	ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم‌نمونه)	درصد کل مواد جامد محلول (TSS)	اسید قابل تیتراسیون (TA) (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عصاره میوه)
غلظت‌های مختلف اسانس آویشن (mg/l)	غلظت صفر	۱۶/۹۴۵^{a}	۷۲/۸۶۷^{d}	۴/۷۰۹^{a}	۲/۶۰۳^{d}	۱۵/۳۲۱^{a}	۱/۹۲۱^{d}
	غلظت ۵۰۰	۸/۲۰۲^{b}	۷۴/۸۰۰^{c}	۴/۶۸۰^{b}	۲/۶۲۲^{c}	۱۵/۲۴۷^{b}	۱/۹۵۲^{c}
	غلظت ۱۰۰۰	۶/۸۸۵^{b}	۷۶/۱۳۳^{b}	۴/۶۵۷^{c}	۲/۶۴۲^{b}	۱۵/۱۴۹^{c}	۱/۹۷۴^{b}
	غلظت ۱۵۰۰	۶/۵۴۳^{b}	۷۸/۱۳۳^{a}	۴/۶۳۰^{d}	۲/۶۷۱^{a}	۱۴/۹۴۹^{d}	۲/۰۰۴^{a}
مدت زمان‌های مختلف انبارمانی	روز اول	۰۰^{e}	۹۷/۰۰^{a}	۴/۵۹۸^{e}	۲/۸۰۴^{a}	۱۵/۰۲۰^{e}	۲/۱۵۲^{a}
	روز ۳۰ام	۲/۴۴۷^{d}	۸۵/۱۶۷^{b}	۴/۵۵۹^{d}	۲/۷۴۰^{b}	۱۵/۲۹۸^{d}	۲/۱۳۴^{b}
	روز ۶۰ام	۵/۷۳۷^{c}	۷۷/۲۵۰^{c}	۴/۶۱۶^{c}	۲/۶۴۷^{c}	۱۵/۶۸۲^{c}	۲/۰۶۷^{c}
	روز ۹۰ام	۱۴/۷۲۳^{b}	۶۳/۸۳۳^{d}	۴/۶۸۵^{b}	۲/۵۴۶^{d}	۱۸/۸۶۳^{b}	۱/۸۷۴^{d}
	روز ۱۲۰ام	۲۵/۳۱۲^{a}	۵۴/۴۱۷^{e}	۴/۹۸۷^{a}	۰/۰۰۳		۰/۰۰

در هر ستون اعدادی که دارای حروف لاتین مشترکند در یک گروه آماری قرار دارند (۵٪ = α).

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای مختلف اسانس آویشن و زمان‌های متفاوت انبارداری بر میزان کاهش وزن، pH و مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه گلابی در شرایط انباری سرد

اسانس آویشن / صفات مورد اندازه‌گیری	طول مدت انبارداری	درصد کاهش وزن میوه	درصد رطوبت میوه	ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)	اسید قابل تیتراسیون (TA) (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عصاره میوه)
غلظت صفر (mg/l)	روز اول	۰۰^{h}	۹۶/۶۶۷^{a}	۲/۷۸۷^{bc}	۲/۱۴۰^{bcd}
	روز ۳۰ام	۲/۷۷۰^{gh}	۸۲/۶۶۷^{d}	۲/۷۰۳^{f}	۲/۰۹۷^{ef}
	روز ۶۰ام	۷/۹۰۰^{ef}	۷۳/۳۳۳^{g}	۲/۶۲۰^{h}	۲/۰۱۷^{h}
	روز ۹۰ام	۲۶/۶۰۰^{b}	۶۰/۳۳۳^{k}	۲/۵۰۳^{l}	۱/۸۲۷^{l}
	روز ۱۲۰ام	۳۷/۴۵۷^{a}	۵۱/۳۳۳^{o}	۲/۴۰۰^{p}	۱/۵۲۳^{p}
غلظت ۵۰۰ (mg/l)	روز اول	۰۰^{h}	۹۷/۰۰۰^{a}	۲/۷۸۳^{bc}	۲/۱۴۳^{bc}
	روز ۳۰ام	۲/۷۰۰^{gh}	۸۵/۳۳۳^{c}	۲/۷۳۷^{d}	۲/۱۲۳^{cd}
	روز ۶۰ام	۵/۳۲۳^{fg}	۷۶/۰۰^{f}	۲/۶۳۳^{h}	۲/۰۵۳^{g}
	روز ۹۰ام	۱۱/۲۲۷^{e}	۶۳/۰۰^{j}	۲/۵۳۷^{k}	۱/۸۶۰^{k}
	روز ۱۲۰ام	۲۱/۷۶۰^{c}	۵۳/۶۶۷^{n}	۲/۴۲۰^{o}	۱/۵۸۰^{o}
غلظت ۱۰۰۰ (mg/l)	روز اول	۰۰^{h}	۹۷/۳۳۳^{a}	۲/۸۰۰^{a}	۲/۱۵۷^{ab}
	روز ۳۰ام	۲/۴۸۰^{gh}	۸۵/۳۳۳^{c}	۲/۷۴۷^{d}	۲/۱۴۷^{abc}
	روز ۶۰ام	۵/۰۷۰^{fg}	۷۸/۰۰^{e}	۲/۶۵۷^{g}	۲/۰۸۰^{f}
	روز ۹۰ام	۱۰/۹۰۷^{e}	۶۵/۰۰^{i}	۲/۵۵۷^{j}	۱/۸۸۳^{j}
	روز ۱۲۰ام	۱۵/۹۷۰^{d}	۵۵/۰۰^{m}	۲/۴۵۰^{n}	۱/۶۰۳^{n}
غلظت ۱۵۰۰ (mg/l)	روز اول	۰۰^{h}	۹۷/۰۰^{a}	۲/۸۰۰^{a}	۲/۱۷۰^{a}
	روز ۳۰ام	۱/۸۳۷^{gh}	۸۸/۳۳۳^{b}	۲/۷۷۳^{c}	۲/۱۷۰^{a}
	روز ۶۰ام	۴/۶۵۷^{fg}	۸۱/۶۶۷^{d}	۲/۶۷۷^{f}	۲/۱۱۷^{de}
	روز ۹۰ام	۱۰/۱۶۰^{e}	۶۷/۰۰^{h}	۲/۵۸۷^{i}	۱/۹۲۷^{i}
	روز ۱۲۰ام	۱۶/۰۶۰^{d}	۵۷/۶۶۷^{l}	۲/۴۷۰^{m}	۱/۶۳۷^{m}

در هر ستون اعدادی که دارای حروف لاتین مشترکند در یک گروه آماری قرار دارند (۵٪ = α).



شکل ۳- اثر متقابل اسانس آویشن و زمان انبارداری بر میزان pH آب میوه گلابی در سردخانه. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد

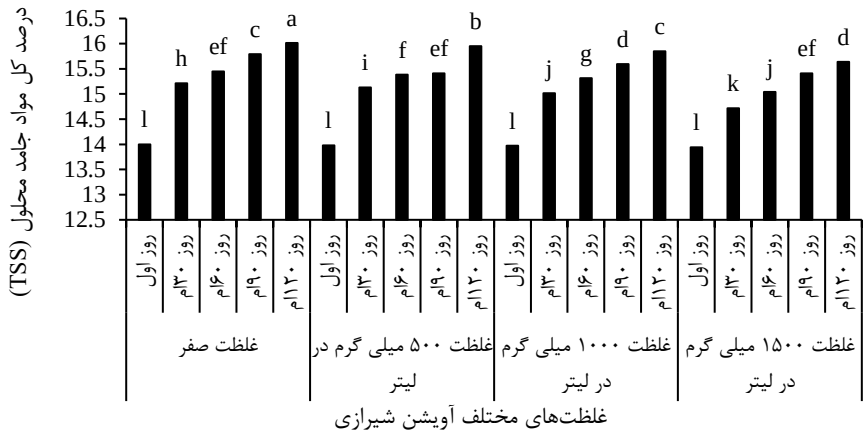
اسید اسکوربیک (ویتامین ث) طی انبارداری گلابی "گرین آنجو" است. رنجبر و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که ویتامین ث به شدت تحت تأثیر آبی که میوه از دست می‌دهد قرار می‌گیرد. به عبارتی هر چه وزن میوه در طی دوره انبارداری بیشتر کاهش یابد به همان میزان ویتامین ث کم می‌شود. اسید اسکوربیک ترکیبی ناپایدار است که در طی انبار بسته به شرایط نگهداری مانند دما، اکسیژن، نور و همچنین فعالیت آنزیم‌هایی مانند پراکسیداز و اسکوربات اکسیداز کاهش می‌یابد (پلازا[1] و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات گذشته مبنی بر کاهش این ویتامین طی انبارداری در مرکبات (پلازا و همکاران، ۲۰۱۱؛ راپیساردا[2] و همکاران، ۲۰۰۸) و میوه‌هایی همچون انبه، توت‌فرنگی، تکه‌های خربزه، تکه‌های آناناس و برش‌های کیوی نیز سازگار است (گیل[3] و همکاران، ۲۰۰۶).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، کل مواد جامد محلول، تحت اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل این دو در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین میزان مواد جامد محلول کل (۱۶/۰۱۳ درصد) در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن و کمترین مقدار آن در روز اول انبارداری تحت تمامی غلظت‌های اسانس مشاهده شد (شکل ۴).

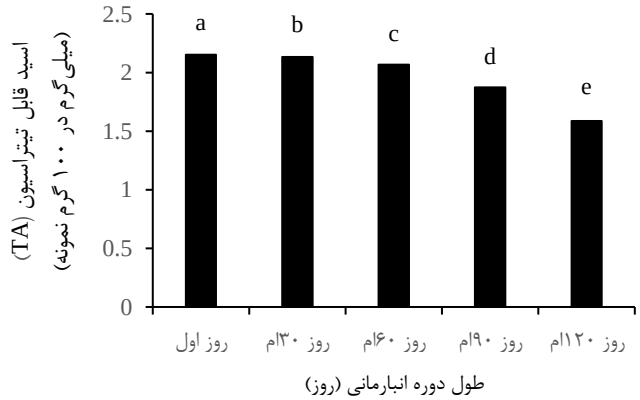
میوه گلابی از نظر تنفسی فرازگرا بوده و کربوهیدرات ذخیره در میوه‌های فرازگرا بیشتر از نوع نشاسته بوده که در دوره پس از برداشت به تدریج به ساکارز تبدیل می‌شود. مقدار مواد جامد محلول کل در طول دوره انبارداری افزایش پیدا کرد که این افزایش در اثر شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتیکی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر در طی فرآیند تنفس می‌باشد (خضری، ۱۳۹۰؛ دلیری[4]، ۲۰۱۵). علت بالا بودن مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با اسانس آویشن احتمالاً به علت ایجاد یک لایه نازک روی سطح میوه است که ممکن است باعث کاهش سرعت تنفسی میوه و جلوگیری از فرآیند تجزیه کربوهیدرات‌ها شود و این حالت باعث حفظ مواد جامد محلول میوه‌ها خواهد شد (شکراله‌فام و همکاران، ۱۳۹۱).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، در حالی که اثر متقابل تیمارها در سطح احتمال پنج درصد بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) معنی‌دار بود (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات ساده تیمار مدت زمان انبارداری، کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه (TA) (۱/۵۸۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) در روز ۱۲۰ام انبارداری و بیشترین مقدار آن (۲/۱۵۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) در روز اول انبارداری مشاهده شد (شکل ۵).

1. Plaza
2. Rapisarda
3. Gil
4. Daliri



شکل ۴- ارزیابی میزان کل مواد جامد محلول (TSS) میوه گلابی در شرایط انبارداری تحت تیمار اسانس آویشن در انبار سرد. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد



شکل ۵- ارزیابی میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) میوه گلابی در شرایط زمان‌های مختلف انبارداری در سردخانه. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، کمترین میزان آن (۱/۵۲۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) در تیمار روز ۱۲۰ام انبارداری و در شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن و بیشترین مقدار آن در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در روز اول و ۳۰ام انبارداری بدست آمد (جدول ۶). اسیدیته قابل تیتراسیون در طول دوره انبارداری کاهش پیدا کرد. اسید به طور مستقیم در ارتباط با غلظت اسیدهای آلی غالب در میوه است که یک پارامتر مهم در نگهداری کیفیت میوه می‌باشد. از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسید کل میوه کاهش و مقادیر pH آن افزایش یابد. کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون به علت تغییرات بیوشیمیایی ترکیبات آلی میوه در طی فرآیند تنفس بسیار محتمل است (مارتینز–رومرو[1] و همکاران، ۲۰۰۵). پس هر تیماری که باعث کندی متابولیسم و پیری محصول شود می‌تواند سرعت تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون را در طی دوره انبارداری کاهش دهد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۴).

محققان اعلام داشتند که اسید کل میوه با رسیده‌تر شدن آن کاهش می‌یابد. میزان اسید کل میوه‌ها بر اساس میزان اسیدهای آلی قابل تیتراسیون تغییر پیدا می‌کند و به نظر می‌رسد که نوعی همبستگی مستقیم بین اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS) و اسیدیته میوه وجود دارد (ملکوتی و طباطبایی[2]، ۲۰۰۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اسانس آویشن‌شیرازی

1. Martinez-Romero

2. Malakouty and Tabatabaei

و مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آنها بر نسبت درصد مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۷).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر نسبت درصد مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA) مشخص شد که با افزایش غلظت اسانس و کاهش مدت زمان انبارداری مقدار آن افزایش یافت به طوری که کمترین صفت مذکور در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن (۱۰/۵۱۷) در روز اول انبارداری در تمامی غلظت‌های اسانس آویشن محاسبه شد (جدول ۹).

میزان فنل کل

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمار اسانس آویشن شیرازی و اثر متقابل اسانس و مدت زمان انبارداری بر میزان فنل کل معنی دار نشد. اثر تیمار مدت زمان انبارمانی بر میزان فنل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تیمار زمان انبارداری، کمترین میزان فنل کل میوه (۱۸/۴۹۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) در روز اول دوره انبارداری و بیشترین میزان آن (۲۶/۲۶۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) در پایان دوره انبارداری (در روز ۱۲۰ام انبارداری) محاسبه شد (جدول ۸).

در این پژوهش در طول مدت نگهداری، با تیمار اسانس آویشن شیرازی تجمع ترکیبات فنلی در میوه‌ها افزایش یافت. اسانس آویشن احتمالا از طریق افزایش فعالیت آنزیم PAL (Phenylalanine ammonia-lyase) که یک آنزیم اصلی در سنتز ترکیبات فنلی است، باعث افزایش ترکیبات فنلی می‌گردد. مطابق با این پژوهش افزایش معنی‌دار در فنل کل میوه توت‌فرنگی تیمار شده با متیل جاسمونات گزارش شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۸).

میزان کاروتنوئید

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل این دو در سطح احتمال یک درصد بر میزان کاروتنوئیدها معنی‌دار بود (جدول ۷).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری بر میزان کاروتنوئید، بیشترین میزان آن در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت کاربرد تمامی غلظت‌های اسانس و کمترین میزان آن (۵/۷۹۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در روز اول انبارداری بدون تیمار اسانس آویشن محاسبه شد (جدول ۹).

گلابی یک میوه فرازگرا است که پس از برداشت، اکسیژن مصرف و دی‌اکسید کربن و بخار آب تولید می‌کند. به عبارت دیگر تنفس میوه در طول انبارداری بعد از برداشت ادامه می‌یابد. ارزیابی میزان کاروتنوئیدها در گلابی به دلیل پروفایل پیچیده کاروتنوئیدها و ماهیت اسیدی آن مشکل است (ملیندز-مارتینز[1] و همکاران، ۲۰۰۷)

یافته‌ها بیانگر افزایش غلظت کاروتنوئیدها در نمونه‌های گلابی طی انبارداری است. معمولاً رسیدگی میوه به تجمع کاروتنوئیدها در میوه منجر می‌شود (کاتو[2] و همکاران، ۲۰۰۴).

درصد اسید کل گوشت میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر اسید کل گوشت میوه (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت میوه) معنی‌دار بود (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری نشان داد که بیشترین میزان درصد اسید کل گوشت میوه (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت میوه)، در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن و کمترین مقدار آن در روز اول انبارداری تحت تمامی غلظت‌های اسانس مشاهده شد (جدول ۹).

درصد قند

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای اسانس آویشن شیرازی، مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آنها بر درصد قند نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری، بیشترین درصد قند در تیمار غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن در روز ۹۰ام انبارداری (۱۴/۷۰۷ میلی‌گرم در ۱۰۰

1. Meléndez-Martínez

2. Kato

گرم وزن تر) گزارش شد (جدول ۹).

در طول دوره نگهداری پیش ماده‌های تنفس یعنی قندها و اسیدها افزایش پیدا می‌کنند (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۸). در هنگام رسیدن و نرم شدن میوه در شرایط پس از برداشت، نشاسته به قندهای محلول هیدرولیز شده و بلافاصله غلظت قندهای محلول افزایش می‌یابد (کریسوستو[1] و همکاران، ۲۰۱۲).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کمترین میزان قند به اسید در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن (۴/۰۳۷) و بیشترین مقدار آن در شرایط شاهد انبارداری تحت غلظت‌های ۱۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس (بترتیب ۷/۱۲۷ و ۷/۱۲۳) مشاهده شد (جدول ۹).

در طی رسیدن میوه میزان قند میوه به دلیل تبدیل نشاسته به ساکارز و سپس به گلوکز و فروکتوز افزایش می‌یابد و اسیدیته میوه با رسیده‌تر شدن آن کاهش می‌یابد (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۸۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سفتی بافت میوه تحت اثر اسانس آویشن شیرازی و مدت زمان انبارداری و اثر متقابل تیمارها در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها، در تیمار غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر تیمارهای اسانس آویشن و مدت زمان انبارداری و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان فنل، کاروتنوئید، اسید و قند کل میوه گلابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		(TSS/TA)	میزان فنل کل	میزان کارتنوئید	درصد اسید کل	درصد قند کل	نسبت قند به اسید	سفتی بافت میوه
اسانس	۳	۰/۸۳**	۱۱/۵۲ns	۱/۳۴**	۰/۰۴**	۰/۳۳**	۰/۵۸**	۰/۱۳**
زمان انبارمانی	۴	۲۲/۷۷**	۱۵۳/۰۷**	۲۲۵/۱۷**	۳/۸۹**	۲۹/۶۰**	۱۴/۵۶**	۱/۸۳**
اسانس×زمان انبارمانی	۱۲	۰/۰۶**	۱۳/۱۴ns	۰/۱۳**	۰/۰۰۲**	۰/۰۳**	۰/۰۳۳**	۰/۰۱۲**
خطای آزمایشی	۳۸	۰/۰۰۶	۱۱/۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۰/۹۷	۱۴/۰۴	۰/۲۶	۰/۴۶	۰/۱۰	۰/۵۴	۰/۱۹

**، * و ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر میزان فنل، کاروتنوئید، اسید و قند کل میوه گلابی در شرایط انبار سرد

صفات مورد اندازه‌گیری / تیمارها		(TSS/TA)	میزان فنل کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)	میزان کارتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	درصد اسید کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت میوه)	درصد قند کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	نسبت قند به اسید	سفتی بافت میوه (نیوتن)
غلظت‌های مختلف اسانس آویشن (mg/l)	صفر	۸/۱۳۹a	۲۳/۴۵۷	۱۲/۰۸۳a	۲/۳۱۷a	۱۲/۶۴۵d	۵/۶۷۵d	۴/۳۹۳d
	۵۰۰	۷/۹۴۸b	۲۴/۱۴۵	۱۱/۹۵۱b	۲/۲۸۵b	۱۲/۸۲۳c	۵/۸۲۶c	۴/۴۹۲c
	۱۰۰۰	۷/۸۰۷c	۲۲/۹۰۳	۱۱/۷۱۴c	۲/۲۴۱c	۱۲/۸۹۳b	۵/۹۶۴b	۴/۵۵۹b
	۱۵۰۰	۷/۵۸۲d	۲۴/۹۲۹	۱۱/۴۰۳d	۲/۱۹۲d	۱۲/۰۰۷a	۶/۱۳۶a	۴/۶۰۴a
مدت زمان‌های مختلف انبارمانی	روز اول	۶/۵۱۳e	۱۸/۴۹۶c	۶/۰۸۹e	۱/۴۸۵e	۱۰/۵۰۰e	۷/۰۷۱a	۵/۰۱۰a
	روز ۳۰ام	۷/۰۴۰d	۲۲/۳۰۸b	۸/۶۶۵d	۱/۹۲۵d	۱۲/۸۲۵c	۶/۶۷۰b	۴/۸۱۱b
	روز ۶۰ام	۷/۴۰۸c	۲۴/۷۱۴ab	۱۲/۵۹۸c	۲/۳۳۶c	۱۳/۸۸۷b	۵/۹۵۰c	۴/۴۳۳c
	روز ۹۰ام	۸/۳۷۳b	۲۷/۵۱۴a	۱۵/۵۸۷b	۲/۶۱۷b	۱۴/۵۹۸a	۵/۵۸۰d	۴/۲۱۶d
	روز ۱۲۰ام	۱۰/۰۱۳a	۲۶/۲۶۰a	۱۶/۰۰a	۲/۹۳۱a	۱۲/۳۸۸d	۴/۲۳۱e	۴/۰۹۱e

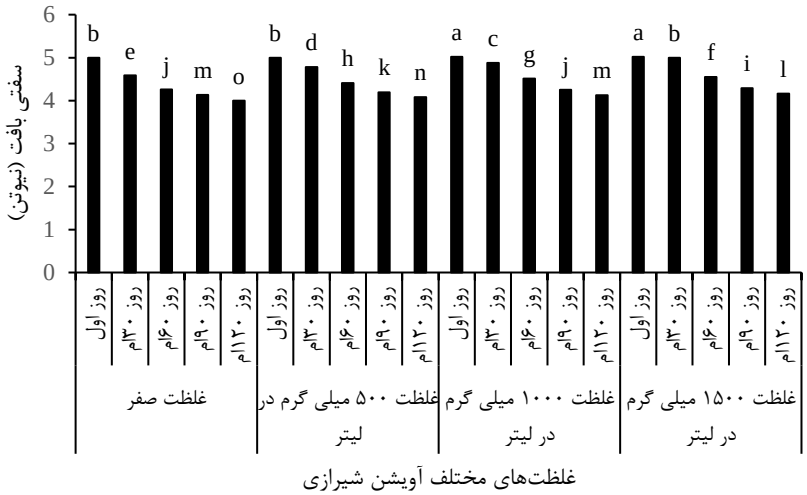
در هر ستون اعدادی که دارای حروف لاتین مشترکند در یک گروه آماری قرار دارند (۵٪ = α).

1. Crisosto

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای غلظت‌های مختلف اسانس آویشن و زمان‌های متفاوت انبارداری بر میزان فنل، کاروتنوئید، اسید و قند کل میوه گلابی در شرایط انبار سرد

صفات مورد اندازه‌گیری / تیمارها		نسبت درصد مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA)	میزان فنل کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)	میزان کارتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	درصد اسید کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت میوه)	درصد قند کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	نسبت قند به اسید
غلظت صفر	روز اول	۶/۵۴۰^{o}	۱۷/۵۹۷^{f}	۵/۷۹۳^{p}	۱/۵۰۰^{q}	۱۰/۵۰۰^{q}	۷/۰۰^{c}
	روز ۳۰ام	۷/۲۵۷^{k}	۲۱/۰۳۳$^{b...f}$	۷/۹۹۳^{l}	۱/۹۸۷^{m}	۱۲/۵۰۷^{m}	۶/۲۹۷^{f}
	روز ۶۰ام	۷/۶۶۳^{i}	۲۴/۰۲۷$^{a...f}$	۱۲/۰۰^{h}	۲/۴۲۳^{i}	۱۳/۶۴۳^{h}	۵/۶۳۰^{j}
	روز ۹۰ام	۸/۷۲۰^{e}	۲۶/۲۲۷^{abc}	۱۵/۲۲۷^{d}	۲/۶۷۰^{e}	۱۴/۴۵۳^{d}	۵/۴۱۳^{l}
	روز ۱۲۰ام	۱۰/۵۱۷^{a}	۲۸/۴۰۰^{a}	۱۶/۰۰^{a}	۳/۰۰۳^{a}	۱۲/۱۲۳^{p}	۴/۰۳۷^{p}
غلظت ۵۰۰ (mg/l)	روز اول	۶/۵۳۷^{o}	۱۸/۲۲۳^{ef}	۶/۰۱۰^{o}	۱/۴۹۳^{q}	۱۰/۵۰۰^{q}	۷/۰۳۰^{bc}
	روز ۳۰ام	۷/۱۲۷^{l}	۲۲/۱۹۷$^{a...f}$	۸/۵۶۷^{k}	۱/۹۵۷^{n}	۱۲/۸۵۰^{k}	۶/۵۶۷^{e}
	روز ۶۰ام	۷/۴۹۳^{j}	۲۴/۴۵۷$^{a...e}$	۱۲/۵۲۳^{g}	۲/۳۶۳^{j}	۱۳/۸۴۰^{g}	۵/۸۵۳^{h}
	روز ۹۰ام	۸/۴۹۰^{f}	۲۷/۴۴۰^{ab}	۱۵/۴۷۰^{c}	۲/۶۳۷^{f}	۱۴/۵۷۷^{c}	۵/۵۲۷^{k}
	روز ۱۲۰ام	۱۰/۰۹۳^{b}	۲۸/۴۱۰^{a}	۱۶/۰۰^{a}	۲/۹۷۳^{b}	۱۲/۳۴۷^{o}	۴/۱۵۳^{o}
غلظت ۱۰۰۰ (mg/l)	روز اول	۶/۵۰۷^{o}	۱۸/۹۶۳^{def}	۶/۲۴۳^{n}	۱/۴۷۳^{r}	۱۰/۵۰۰^{q}	۷/۱۲۳^{a}
	روز ۳۰ام	۶/۹۹۳^{m}	۱۹/۷۷۷^{def}	۸/۹۱۰^{j}	۱/۹۱۳^{o}	۱۲/۹۳۰^{j}	۶/۷۵۷^{d}
	روز ۶۰ام	۷/۳۶۷^{k}	۲۲/۸۶۳$^{a...f}$	۱۲/۷۹۳^{f}	۲/۳۱۰^{k}	۱۳/۹۳۷^{f}	۶/۰۳۰^{g}
	روز ۹۰ام	۸/۲۸۳^{g}	۲۴/۹۰۰$^{a...d}$	۱۵/۸۱۰^{b}	۲/۶۰۷^{g}	۱۴/۶۵۷^{b}	۵/۶۲۰^{j}
	روز ۱۲۰ام	۹/۸۸۷^{c}	۲۸/۰۱۰^{a}	۱۶/۰۰^{a}	۲/۹۰۳^{c}	۱۲/۴۴۳^{n}	۴/۲۸۷^{n}
غلظت ۱۵۰۰ (mg/l)	روز اول	۶/۴۶۷^{o}	۱۹/۲۰۰^{def}	۶/۳۱۰^{m}	۱/۴۷۳^{r}	۱۰/۵۰۰^{q}	۷/۱۲۷^{a}
	روز ۳۰ام	۶/۷۸۳^{n}	۲۳/۱۴۰$^{a...f}$	۹/۱۹۰^{i}	۱/۸۴۳^{p}	۱۳/۰۱۳^{i}	۷/۰۶۰^{b}
	روز ۶۰ام	۷/۱۰۷^{lm}	۲۵/۴۷۳$^{a...d}$	۱۳/۰۷۳^{e}	۲/۲۴۷^{l}	۱۴/۱۲۷^{e}	۶/۲۸۷^{f}
	روز ۹۰ام	۸/۰۰^{h}	۲۸/۳۸۰^{a}	۱۵/۸۴۰^{b}	۲/۵۵۳^{h}	۱۴/۷۰۷^{a}	۵/۷۶۰^{i}
	روز ۱۲۰ام	۹/۵۵۳^{d}	۲۸/۴۵۳^{a}	۱۶/۰۰^{a}	۲/۸۴۳^{d}	۱۲/۶۴۰^{l}	۴/۴۴۷^{m}

در هر ستون اعدادی که دارای حروف لاتین مشترکند در یک گروه آماری قرار دارند (۵٪ = α).



شکل ۶- ارزیابی میزان سفتی بافت میوه گلابی در شرایط انبارداری تحت تیمار اسانس آویشن در سردخانه شرایط انبارداری سرد

در روز اول انبارداری بیشترین میزان سفتی بافت (۵/۰۲ نیوتن) و کمترین میزان سفتی (۳/۹۹۷ نیوتن) در روز ۱۲۰ام انبارداری تحت شرایط تیمار شاهد اسانس آویشن گزارش شد (شکل ۶). کاهش سفتی بافت میوه‌ها به میزان بسیار زیادی به تبدیل نشاسته به قندهای محلول مربوط می‌شود. از دیگر دلایل این امر می‌توان به تخریب پروتوپکتین نامحلول و تبدیل آن به اسید پکتیک و پکتین محلول اشاره نمود (ژولیئت[1] و همکاران، ۲۰۰۶). اسانس‌ها از فعالیت آنزیم‌های نرم کننده دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز و گالاکتواکسیداز می‌کاهد (دارایی[2] و همکاران، ۲۰۰۹). اعمال پوشش‌های خوراکی از جمله اسانس‌های روغنی از طریق ایجاد یک لایه بازدارنده نیمه‌تراوا نسبت به گازها و بخار آب، موجب کاهش شدت تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی، خروج آب و در نتیجه افزایش ماندگاری محصولات تازه می‌شود (سودهیر و ایندیرا[3]، ۲۰۰۷). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اسانس آویشن شیرازی در حفظ سفتی بافت میوه گلابی رقم گرین آنجو موثر بود. با افزایش زمان نگهداری، میزان سفتی میوه کاهش معنی‌داری را نشان داد. از دلایل این امر ممکن است این باشد که اسانس آویشن شیرازی حاوی ترکیبات فنلی و ترپنی است که از تجزیه بیشتر دیواره سلولی ممانعت می‌نماید (پل[4] و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از اسانس آویشن شیرازی در بهبود برخی شاخص‌های کیفی میوه گلابی در مرحله پس از برداشت استفاده نمود، با توجه به اینکه میزان فعالیت اغلب آنزیم‌ها در گیاهان تحت تیمارهای مختلف، متفاوت می‌باشد، بایستی بر حسب نوع منبع آنزیم، اسانس مناسب استفاده نمود. در این مطالعه مشخص شد که اسانس آویشن شیرازی می‌تواند اثر خوبی در کاهش عملکرد آنزیم‌های میوه گلابی داشته باشد. در مجموع این مطالعه قابلیت استفاده از اسانس مذکور در کاهش فعالیت آنزیم‌ها را نشان داد. در مقایسه غلظت‌های مختلف نیز، غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن شیرازی بیش از سایر غلظت‌ها در حفظ خواص کیفی میوه گلابی رقم گرین آنجو در طی دوره انبارداری مؤثر بوده است.

منابع

ابوطالبی، ع.ح. و محمدی، م.ج. ۱۳۹۰. اثر اسانس گیاهان داروئی بر ثبات کیفیت و مدیریت پوسیدگی پس از برداشت نارنگی کینو. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲۷(۴): ۵۰۱-۵۰۴.

احتشام‌نیا، ع.، رضایی‌نژاد، ع.ح.، موسوی‌زاده، س.ج. و علیخانی‌کوپایی، م. ۱۳۹۰. بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در برخی میوه‌ها با کاربرد اسانس‌های گیاهی آویشن باغی، مورد و مرزه خوزستانی. فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱۱(۲): ۳۳-۴۲.

اصغری، م.، جمی ر. و فرخزاد، ع. ۱۳۹۶. کاربرد پس از برداشت نانوکربنات کلسیم بر فعالیت آنزیمی و برخی خصوصیات کیفی در سیب تازه بریده رقم "گلدن دلیشز". نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳(۱): ۱۵۵-۱۶۶.

جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۸۴. فیزیولوژی بعد از برداشت جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۷۶ ص.

خضری، ر. ۱۳۹۰. تأثیر اسانس زنیان و ورقه‌های سولفورپد بر ماندگاری پس از برداشت انگور رقم سیاه سردشت، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

رنجبر، ح.، فرزانه، م.، هادیان، ج.، میرجلیلی، م. و شریفی ر. ۱۳۸۷. اثر ضدقارچی چند اسانس گیاهی بر بیماریهای پس از برداشت میوه توت فرنگی. پژوهش و سازندگی، ۲۱ (۴): ۵۴-۶۰ .

شکراله‌فام، ص.، حاجی‌لو، ج.، زارع، ف.، طباطبایی، س.ج. و نقشی‌بند حسنی، ر. ۱۳۹۱. اثر کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری آلو رقم قطره طلا. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۲(۱): ۷۵-۸۵.

1. Jolivet
2. Daraei
3. Sudheer and Indira
4. Pol

علیخانی، م.، شریفانی، م.، موسوی‌زاده، س.ج. و عزیزی، م. ۱۳۸۸. فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی اسانس‌های گیاهی در خصوص کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز و قهوه‌ای شدن آنزیمی در برخی سبزی‌ها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۶(۲)، ۲۰۳-۲۰۷.

مستوفی، ی.، دهستانی‌اردکانی، م. و رضوی، س.ه. ۱۳۹۰. اثر چیتوزان بر افزایش عمر پس از برداشت و ویژگی‌های کیفی انگور رقم شاهرودی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸(۳۰): ۹۳-۱۰۲.

مظفری، ع.ا.، رحیمی، ر. و عبدوسی، و. ۱۳۹۶. تأثیر اسانس گیاه دارویی خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه دو رقم توت فرنگی در طول مدت انبارداری. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۷(۴): ۸۷-۱۰۲.

مظفریان، و. ۱۳۹۶. شناخت گیاهان دارویی و معطر مهم ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، ۱۴۴۴ ص.

ملکوتی، م.ج. و طباطبایی س.ج. ۱۳۸۴، تغذیه صحیح درختان میوه در خاکهای آهکی ایران. انتشارات سنا، ۳۰۶ ص.

همراهی، س.، حبیبی، د.، مدنی، ح. و مشهدی اکبر بوجار، م. ۱۳۸۷. اثر سایکوسل و عناصر ریز مغذی بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت به عنوان شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی در کلزا. یافته‌های نوین کشاورزی، ۲(۳): ۳۲-۳۹.

Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Amsterdam: Elsevier Academic.

Arnal, L. and Del Rio, M.A. 2004. Effects of cold storage and Rem oval Astringencyon Quality of prsimm on Fruit (*Diospy roskaki* L.) cv. Rojo Brillante. Food Science and Technology International, 10(3): 179-185.

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23(1): 112-121.

Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and Gonzalez-Aguilar, G.A. 2007. Highoxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology, 45(2): 166-173.

Bell, R.L., Quamme, H.A., Layne, R.E.C. and Skirvin, R.M. 1996. Pears. In: J. Janick and J. N. Moore (Ed.), Fruit Breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits, pp. 441-514.

Crisosto, G., Hasey, J., Zegbe, J. and Crisosto, C. 2012. New quality index based on dry matter and acidity proposed for Hayward kiwifruit. California Agriculture, 66(2): 70-75.

Daliri, M. 2015. Effect of Salicylic Acid and Sperimen as two eco-friendly Materials in post-harvest life of Strawberry cv. Selva. GMP Review, 16: 74-81.

Daraei, F., Badiei, F., Mizani, M. and Gerami, A. 2009. The influence of Methylcellulose Edible Coating on The Storage Life of Neetarine. Nutrition and Food Technology, 6(3): 2-11 (in Farsi).

Dunsmore, A., Mellet, P. and Wolff, M. 1980. Some factors affecting the lane and eynon titration method for determining reducing sugars in sugar products. Proceedings of the South African sugar technologists association, 54: 72-76.

Garmakhany, A.D., Mirzaei, H.O., Aghajani, N. and Kashiri, M. 2010. Investigation of natural essential oil antioxidant activity on peroxidase enzyme in selected vegetables. Journal of Agricultural Science and Technology, 4(3): 78-82.

Ghahfarrokhi, I.S., Garmakhany, A.D., Kashaninejad, M. and Dehghani, A.A. 2013. Estimation of peroxidase activity in red cabbage by artificial neural network. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 5(2): 163-167.

Giannopolitis, C.N. and Ries, S.K. 1977. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants, Plant Physiology, 59: 309-314.

Gil, M.I., Aguayo, E. and Kader, A.A. 2006. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. Journal of Agricultural and Food chemistry, 54(12): 4284–96.

Hammerschmidt, R.E., Nuckles, E. and Kuc, J. 1982. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to Colletotrichum lagenarium. Physiological Plant Pathology, 20(1): 73-82.

Jin, P., Zheng, Y.H., Tang, S.S., Rui, H.J. and Wang, C.Y. 2009. Enhancing disease resistance in peach fruit with methyl jasmonate. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89: 802–808.

Jolivet, S., Vezon, D., Froger, N. and Mercier, R. 2006. Non conservation of the meiotic function of the Ski8/Rec103 homolog in Arabidopsis. Genes to cells: devoted to molecular and cellular mechanisms, 11(6): 615–622.

Kato, M., Ikoma, Y., Matsumoto, H., Sugiura, M., Hyodo, H. and Yano, M. 2004. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoid biosynthetic genes during maturation in citrus fruit. Plant Physiology, 134(2): 824–837.

Krol, A., Amarowicz, R. and Weidner, S. 2014. Changes in the composition of phenolic compounds and antioxidant properties of grapevine roots and leaves (*Vitis vinifera* L.) under continuous of long-term drought stress. Acta Physiologiae Plantarum, 36(6): 1491-1499.

Malik, M.S., Iqbal, M.J. and Hamid, S. 2003. Essential oils resources of Pakistan studies on the essential oils of the species of Labiatae: Part-1. Pakistan Journal Science, 55: 34-36.

Martinez-Romero, D., Castillo, S., Valverde, J.M., Guillen, F., Valero, D. and Serrano, M. 2005. The use of natural aromatic essential oil helps to maintain postharvest quality of crimson table grapes. Journal of Acta horticulture, 682: 1723-1729.

McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M. and Robards, K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry, 73: 73-84.

Melendez-Martinez, A.J., Vicario, I.M. and Heredia, F.J. 2007. Analysis of carotenoids in orange juice. Journal of Food Composition and Analysis, 20(7): 638-649.

Mohagheghzadeh, A., Shams-Ardakani, M., Ghannadi, A. and Minaeian, M. 2004. Rosmarinic acid from *Zataria multiflora* tops and in vitro cultures. Fitoterapia, 75(3-4): 315 –321.

Mohseni, M., Mohamadi Sani, A. and Daraei Garmakhani, A. 2015. An investigation on the effects of clove essence on deactivation of horseradish peroxidase. International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Science (IJBPAS), 4(7): 4891-4897.

Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant and Cell Physiology, 22: 867-880.

O'Grady, L., Sigge, G., Caleb, O.J. and Opara, U.L. 2014. Effects of storage temperature and duration on chemical properties, proximate composition and selected bioactive components of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. Food Science Technology, 57(2): 508–515.

Oroojalian, F., Kasra-Kermanshahi, R., Azizi, M. and Bassami, M.R. 2010. Phytochemical composition of the essential oils from three Apiaceae species and their antibacterial effects on food-borne pathogens. Food chemistry, 120(3): 765-770.

Osakabe, N., Yasuda, A., Natsume, M. and Yoshikawa, T. 2004. Rosmarinic acid inhibits epidermal inflammatory responses: anticarcinogenic effect of Perilla frutescens extract in the murine two-stage skin model. Carcinogenesis, 25(4): 549-557.

Plaza, L., Crespo, I., de Pascual-Teresa, S., De Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Muoz, M., Cano, M.P. 2011. Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. Food Chemistry, 124(2): 646-51.

Plaza, L., Sánchez-Moreno, C., Elez-Martínez, P., De Ancos, B., Marín-Belloso, O. and Cano, M.P. 2006. Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields with regard to low pasteurization. European Food Research and Technology, 223(4): 487–93.

Pol, I.E., Krommer, J. and Smid, E.J. 2010. Bioenergetic cosequences of nisin combined with carvacrol towards Bacillus cereus, Innov. Food Science and Emerging Technologies, 3(1): 55- 61.

Rapisarda, P., Bianco, M.L., Pannuzzo, P. and Timpanaro, N. 2008. Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Postharvest biology and technology, 49(3): 348-354.

Saleem, M., Nazli, R., Afza, N., Sami, A. and Ali, M.S. 2004. Biological significance of essential oil of Zataria multiflora Boiss. Natural product research, 18(3): 493-497.

Sharma, S. and Rao, T.V.R. 2014. Xanthan gum based edible coating enriched with cinnamic acid prevents browning and extends the shelf-life of fresh-cut pears, LWT- Food Science and Technology, 11(50): 1-10.

Singleton, V.L. and Rossi, J. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotu_ ngstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144-58.

Sudheer, K.P. and Indira, V. 2007. Postharvest technology of horticulture crops. Horticulture Science Series, 7: 61-63.

Ultee, A., Kets, P.E. and Smid, E.J. 1999. Mechanism of action of carvacol on the foodborne pathogen bacillus cereus. Applied and Environmental Microbiology, 65: 4606- 4610.

Vicente, A.R., Martinez, G.A., Chaves, A.R. and Civello, P.M. 2006. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. Postharvest Biology and Technology, 40(2): 116-122.

Zhang, H., Ma, L., Wang, L., Jiang, S., Dong, Y. and Zheng, X. 2008. Biocontrol of gray mold decay in peach fruit by integration of antagonistic yeast with salicylic acid and their effects on postharvest quality parameters. Biological Control, 47(1): 60-65.