

تأثیر اسانس گیاه دارویی خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) بر ویژگی‌های کمی و کیفی

میوه دو رقم توت فرنگی در طول مدت انبارداری

علی اکبر مظفری^{۱*}، رسول رحیمی^۲ و وحید عبدوسی^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۷

^۱ دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ایران

^۳ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: a.mozafari@uok.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر تاثیر چهار غلظت اسانس گیاه خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) در غلظت‌های صفر، ۴۰۰، ۲۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام بر ماندگاری میوه توت‌فرنگی ارقام کردستان و پاروس طی انبارداری مورد بررسی قرار گرفت. برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ها طی زمان‌های ۳، ۶ و ۹ روز انبارداری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد و افزایش غلظت اسانس خوشاریزه منجر به کاهش پوسیدگی میوه‌ها و حفظ ویتامین ث طی روزهای انبارداری می‌شود. در رقم کردستان با افزایش مدت زمان انبارداری، میزان مواد جامد محلول کاهش و در رقم پاروس افزایش یافت. آب میوه هر دو رقم در زمان ۳ روز انبارداری نسبت به زمانهای ۶ و ۹ روز از pH بالاتری برخوردار بود. رقم پاروس سفتی میوه بیشتری نسبت به رقم کردستان داشت. با اعمال ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس، سفتی میوه در رقم پاروس نسبت به رقم کردستان افزایش بیشتری نشان داد. استفاده از غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه در مقایسه با غلظت‌های صفر و ۶۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش بازارپسندی میوه‌ها در هر دو رقم کردستان و پاروس گردید. در روز سوم انبارداری در غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام خاصیت چشایی میوه رقم پاروس نسبت به رقم کردستان در سطح مطلوب تری قرار داشت. در هر دو رقم تیمار اسانس باعث کاهش طعم میوه شد. با افزایش غلظت اسانس و زمان انبارداری کاهش وزن بیشتری در میوه هر دو رقم مشاهده گردید. نتایج ما نشان داد که استفاده از اسانس خوشاریزه، برخی از شاخصهای کمی و کیفی میوه توت فرنگی را بهبود می‌بخشد، اما عمر انباری میوه را کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: انبارداری، پس از برداشت، رقم پاروس، رقم کردستان، کیفیت میوه

مقدمه

قارچ‌کش‌ها امکان استفاده از مواد شیمیایی کاهش یافته است (هاشمی و همکاران ۱۳۸۷) امروزه نیاز و تقاضای مصرف کنندگان در داخل کشور و همچنین تقاضای کشورهای وارد کننده به میوه‌های

در سالهای اخیر برای کنترل ضایعات بعد از برداشت، استفاده از روشهای سالم و جلوگیری از اثرات جانبی سموم روی سلامتی انسان و نیز وجود مقاومت به

نداشته، بلکه به علت خواص آنتی‌اکسیدانی، کیفیت و طول دوره انبارداری میوه‌ها را افزایش می‌دهند (پلازا و همکاران ۲۰۰۴).

استفاده از ترکیبات طبیعی به منظور جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و کاهش شاخص‌های کمی و کیفی در پاسخ به فشار مصرف کننده در جهت کاهش و یا توقف استفاده از مواد شیمیایی سنتزی برای محصولات کشاورزی در حال افزایش است (آقابابی و همکاران ۱۳۹۳).

خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) گیاهی از تیره چتریان است و از گیاهان انحصاری ایران بوده و به نام‌های محلی خوشاروزه، خوشاریزه و کشندر معروف است. ترکیبات فیتوشیمیایی این گیاه شناسایی شده‌اند اما اسانس آن برای نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها در انبار، به ویژه اینکه تاثیر آن بر خواص کیفی و کمی میوه توت‌فرنگی مورد بررسی قرار نگرفته است. این اولین تحقیقی است که در آن تاثیر اسانس گیاه خوشاریزه بر ماندگاری و عمر انباری میوه توت‌فرنگی مورد بررسی قرار می‌گیرد. لذا در این پژوهش پیشینه تحقیق بر اسانس گیاهان دیگر که ترکیبات مشابه گیاه خوشاریزه دارند، متمرکز شده است.

گیاه خوشاریزه دارای ترکیبات ساپونین و فلاونوئید و آلکالوئید می‌باشد. یکی از مهم‌ترین ترکیبات ترپنی شناسایی شده در اسانس این گیاه ترانس بتا اوسیمین با ۶۷٪ می‌باشد (محبوبی و همکاران، ۱۳۸۸). خموبی تولی و همکاران (۱۳۹۰) ۳۹ ماده فرار را در اسانس خوشاریزه شناسایی کردند و ترکیبات آلفا فلاندرن (۲۴/۰۸٪)، پی سیمن (۱۶/۳۲٪)، کارواکرول (۹/۱۲٪) و آلفا پینن (۸/۳۰) را به عنوان عمده‌ترین ترکیبات اصلی اسانس گزارش نمودند. برخی از مطالعات آزمایشگاهی نشان دهنده این است که عصاره گیاه خوشاریزه بر روی تعدادی درماتوفیت و نیز مخمر کاندیدا آلبیکانس تاثیر مناسبی داشته است (محبوبی و همکاران، ۱۳۸۸). پاس و همکاران (۱۳۹۱) مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده

ارگانیک که در طول مراحل مختلف تولید آنها از هیچ گونه سموم و مواد شیمیایی استفاده نشده باشد رو به افزایش است (بهداد و همکاران ۱۳۹۲). در ضمن سالانه مقادیر زیادی ارز برای خرید سموم و قارچکش‌های شیمیایی از کشور خارج می‌گردد. بعلاوه میکروارگانیسم‌ها و حشرات در مقابل این سموم مقاوم شده و هر روز نیاز به فرمولاسیون جدید برای نابودی آنها می‌باشد (جایمند و رضایی ۱۳۸۵).

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria ananassa* Duch. یکی از اعضای خانواده Rosaceae می‌باشد. توت‌فرنگی میوه‌ای نافرازگرا بوده و شدت تنفس آن بسیار بالاست (عشقی و همکاران ۱۳۹۲). توت‌فرنگی به دلیل حساسیت فراوان به عوامل قارچی عمرانباری بسیار کوتاهی دارد. کاربرد ترکیبات شیمیایی مصنوعی ضدقارچی به منظور افزایش ماندگاری این میوه نگرانی‌های فراوانی به دنبال داشته است (عشقی و همکاران ۱۳۹۲).

در دهه اخیر تلاش‌های فراوانی در راستای افزایش ماندگاری میوه توت‌فرنگی و حفظ ارزش تغذیه‌ای آن در زمان انبارداری با روش‌هایی غیر از استفاده از قارچکش‌ها صورت گرفته است (باتیستا- بانوس و همکاران ۲۰۰۳). محققان افزایش نگهداری این میوه را با بکارگیری روش‌هایی مانند اتمسفر کنترل شده (والرو و همکاران ۲۰۰۶) استفاده از ترکیبات حاوی کلسیم (هرناندز - مانوز و همکاران ۲۰۰۸)، استفاده از امواج فراصوت (کائو و پنگ ۲۰۱۰)، اشعه ماورای بنفش (حبشی و عیوضی ۱۳۸۹) و پوشش‌های خوراکی (عشقی و همکاران ۱۳۹۲) گزارش کرده‌اند. یکی از روش‌های مناسب و عملیاتی برای افزایش ماندگاری این میوه و جلوگیری از گسترش آسیب بافت آن، کاربرد اسانس‌های طبیعی می‌باشند.

استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه به عنوان روشی جدید در چند سال اخیر مطرح شده است. این ترکیبات نه تنها اثرات جانبی

لذا با توجه به طول عمر پس از برداشت کوتاه میوه توت‌فرنگی و با عنایت به خاصیت ضد میکروبی اسانس‌ها، این پژوهش با هدف بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسانس خوشاریزه بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی ارقام کردستان و پاروس در طول زمان انبارداری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق در سال ۱۳۹۴ میوه توت‌فرنگی ارقام "کردستان" و "پاروس" از روستای شیان در حومه شهرستان سنندج از مزرعه تهیه شدند. میوه‌ها در مرحله رسیدگی تجاری (۸۰٪ سطح میوه رنگ قرمز داشت) در اوایل صبح برداشت گردیدند. از میان میوه‌های جمع آوری شده میوه‌های سالم و یکنواخت از نظر رنگ و اندازه انتخاب و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. اندام هوایی گیاه خوشاریزه از مراتع اطراف شهرستان سنندج تهیه گردید. اسانس گیری گیاه خوشاریزه در زمانی که گیاه در مرحله بلوغ بود با استفاده از روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد.

هر دو رقم توت‌فرنگی کردستان و پاروس با استفاده از اسانس خوشاریزه با غلظت‌های صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام تیمار شده و به مدت ۳، ۶ و ۹ روز نگهداری گردیدند. قبل از اعمال تیمارها ابتدا میوه‌های سالم و عاری از آلودگی به‌طور یکنواخت انتخاب شدند. سپس میزان ۲۵۰ گرم برای هر واحد آزمایش تفکیک و پس از غوطه‌ور کردن میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول ۱ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه و سپس به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق ($24 \pm 2^\circ\text{C}$) قرار داده شوند تا به کمک جریان هوا سطح میوه‌ها خشک شوند. در نهایت، میوه‌ها در ظروف یکبار مصرف درب‌دار ضد عفونی شده قرار گرفتند و در طول مدت آزمایش در سردخانه در دمای 4°C با رطوبت نسبی ۷۰٪ نگهداری شدند.

اسانس خوشاریزه را α - فلاندرن (۳۲/۰۹٪)، لیمونن (۱۶/۲۸٪)، پارا- سیمین (۱۰٪/۷۵)، α - پینن (۹٪/۷۹)، کارواکرول (۳٪/۷۹)، β - میرسن (۲٪/۶۵) معرفی نموده‌اند.

در سال‌های اخیر از تیمول و کارواکرول جهت کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه‌ها استفاده شده است (براگا و همکاران ۲۰۰۸). گیاه خوشاریزه دارای خاصیت ضد قارچی و همچنین ضد باکتری می‌باشد (دل آرام و همکاران ۱۳۹۰). علاوه بر این خاصیت ضد میکروبی آن بر علیه برخی کپک‌ها نیز گزارش شده است (احسانی و همکاران ۱۳۹۳). هاشمی و همکاران (۱۳۸۷) بیان داشتند که اسانس آویشن، مرزه و میخک به همراه اسید سالیسیلیک در کنترل بیماری‌های قارچی بعد از برداشت توت‌فرنگی موثر است. اصغری مرجانلو و همکاران (۱۳۸۷) اعلام داشتند که میوه‌های تیمار شده با اسانس ریحان، سفت‌تر، ویتامین ث بیشتر، رنگ بهتر و میزان مواد جامد محلول بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. اسانس ریحان در غلظت‌های پائین (۶۰ و ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر) اثر مثبتی روی برخی پارامترهای کیفی میوه توت‌فرنگی مانند رنگ، اسیدیته قابلیت تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول، میزان ویتامین ث و سفتی بافت دارد (اصغری مرجانلو و همکاران ۱۳۸۷). اسانس آویشن شیرازی دارای خاصیت ضد قارچی بوده و به‌طور مؤثری قادر به مهار بیماری‌های قارچی پس از برداشت توت‌فرنگی بوده است (بهداد و همکاران ۱۳۸۹). اسانس تیموس توانسته است رشد قارچ *Botrytis* روی میوه توت-فرنگی را تا ۵ روز و رشد قارچ *Rhizopus* را تا ۳ روز در محیط اتاق ($24 \pm 1^\circ\text{C}$) مهار کند (شائو و همکاران ۲۰۱۳). خواص ضد میکروبی اسانس‌ها عمدتاً به ترکیبات فنلی و ترپنی آن‌ها مربوط می‌باشد. هر چه قدر مواد فنولیک و ترپنی در اسانس بالاتر باشد، خواص ضد میکروبی آن‌ها نیز بیشتر است (پل و همکاران ۲۰۱۰).

صفات مورد ارزیابی

ویتامین ث

ابتدا تعدادی میوه از واحدهای آزمایشی در هر تکرار انتخاب گردید. سپس آب میوه‌ها به روش تیتراسیون محتوای ویتامین ث آن‌ها اندازه‌گیری گردید. برای تیتراسیون ۲ میلی‌لیتر از آب میوه صاف شده با ۲ میلی‌لیتر محلول پایدارکننده تری کلرواستیک اسید (TCA) ۵٪ مخلوط کرده و عمل تیتراسیون با معرف ۶-۲- کلرو ایندوفنول و با کمک هم‌زن مغناطیسی تا زمان تغییر رنگ محلول از آبی به صورتی انجام داده شد. میزان ویتامین ث بر اساس حجم مصرفی ایندوفنول و بر مبنای نمودار استاندارد آن محاسبه گردید. (AOAC. 2002).

برای محاسبه مقدار اسیداسکوربیک در عصاره میوه از معادله زیر استفاده گردید:

$$A = \frac{S * N * F * 88.1 * 100}{10}$$

A = مقدار اسیداسکوربیک در عصاره میوه (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)

S = مقدار محلول ید مصرف شده (ml)

N = نرمالیتة محلول مصرف شده

F = فاکتور محلول ید مصرف شده

مواد جامد محلول

اندازه‌گیری مواد جامد محلول به وسیله دستگاه انکسارسنج صورت گرفت. به این صورت ابتدا انکسار-سنج توسط آب مقطر کالیبره شده و سپس چند قطره از آب میوه صاف شده توت‌فرنگی را با استفاده از سمپلر روی منشور انکسارسنج قرار داده شد و در مقابل نور میزان مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس اندازه‌گیری و یادداشت گردید (فیسک و همکاران ۲۰۰۸).

pH میوه

ابتدا آب میوه با استفاده از دستگاه آب میوه‌گیری استخراج شد و پس از صاف کردن آن، pH میوه با استفاده از pH متر اندازه‌گیری شد.

سفتی میوه

اندازه‌گیری سفتی به وسیله دستگاه سفتی سنج مدل Santam STM-1 Iran با پروب ۸ میلی‌متر و سرعت ۲۰ میلی‌متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد و سفتی میوه‌ها (برای هر تکرار ۶ میوه) اندازه‌گیری شدند.

آزمون چشایی (تست پانل)

برای ارزیابی حسی و چشایی، آزمون‌های حسی توسط افراد آموزش دیده انجام شد. معیارهای ارزشیابی شامل: ظاهر، رنگ، درخشندگی، بافت و طعم میوه توت-فرنگی بودند. در این ارزشیابی ۳۰٪ به ظاهر، ۱۰٪ به رنگ، ۲۵٪ به درخشندگی، ۲۵٪ به بافت و ۱۰٪ به طعم میوه نمره داده شده که با کسب معدل نمره بیشتر از ۵۰٪ میوه مورد نظر از لحاظ آنالیز حسی قابل قبول ثبت می‌شد (نونه و همکاران ۱۹۹۸).

پوسیدگی میوه‌ها

برای ارزیابی میزان پوسیدگی میوه‌ها از روش نمره-دهی استفاده شد. بنابراین میوه‌ها بر اساس میزان پوسیدگی در چهار دسته تقسیم‌بندی شدند و نمره‌دهی به صورت: صفر = میوه‌های بدون پوسیدگی؛ ۱ = میوه-های دارای پوسیدگی کمتر از یک سوم کل سطح میوه؛ ۲ = میوه‌های دارای پوسیدگی بین یک سوم تا دو سوم کل سطح میوه؛ ۳ = میوه‌های دارای پوسیدگی بیش از دو سوم کل سطح میوه، انجام گرفت و در نهایت شاخص پوسیدگی بر اساس فرمول زیر بر حسب % بیان شد (فیسک و همکاران ۲۰۰۸).

$$\text{شاخص پوسیدگی} = \frac{\sum (\text{تعداد میوه موجود در هر دسته} * \text{دسته})}{\text{تعداد میوه مورد ارزیابی} * \text{بیشترین نمره}} * 100$$

کاهش وزن میوه

میوه‌های موجود در هر واحد آزمایشی در ابتدای آزمایش (قبل از اعمال تیمارها) و پایان هر دوره ارزیابی (۳، ۶ و ۹ روز) با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند و سپس با استفاده از رابطه زیر بر حسب % کاهش وزن بیان گردید (فیسک و همکاران ۲۰۰۸).

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

وضعیت بازارپسندی

برای ارزیابی میزان بازارپسندی میوه‌ها از روش نمره دهی استفاده شد. میوه‌ها بر این اساس در پنج دسته تقسیم‌بندی شدند و نمره دهی به صورت: صفر= غیر قابل قبول؛ ۱= بد؛ ۲= قابل قبول؛ ۳= خوب؛ ۴= عالی انجام گرفت و در نهایت با توجه به فرمول زیر بر حسب % بیان شد (فیسک و همکاران ۲۰۰۸).

$$100 * \frac{\sum (\text{تعداد میوه موجود در هر دسته} * \text{دسته})}{\text{تعداد میوه مورد ارزیابی} * \text{بیشترین نمره}} = \text{وضعیت بازارپسندی}$$

شاخص طعم

شاخص طعم میوه با استفاده از نسبت مواد جامد محلول بر اسیدیته قابل تیتراسیون به دست آمد (مارتینز-رومرو و همکاران ۲۰۰۵).

تجزیه و تحلیل آماری

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد استفاده عبارت بودند از: ۱- فاکتور رقم (کردستان و پارس)، ۲- فاکتور غلظت-های مختلف اسانس خوشاریزه (با غلظت‌های صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام)، ۳- فاکتور مدت زمان انبارداری (۳، ۶ و ۹ روز بعد از انبارداری). داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۱% یا ۵% انجام شد.

نتایج

ویتامین ث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر رقم، اسانس و زمان انبارداری و همچنین اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر میزان ویتامین ث توت‌فرنگی داشته است.

مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل سه جانبه نشان داد که اسانس خوشاریزه در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام در انبارداری به مدت ۳ روز در هر دو رقم کردستان و پارس بهترین تأثیر را داشت. میزان ویتامین ث میوه در غلظت‌های ۲۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس و انبارداری به مدت ۳ روز در هر دو رقم کردستان و پارس در سطح بالاتری قرار داشتند (جدول ۲). به طور کلی کاربرد اسانس سبب حفظ ویتامین ث در میوه‌های توت‌فرنگی در مقایسه با شاهد شد. کمترین مقدار ویتامین ث نیز در غلظت‌های صفر، ۴۰۰، ۲۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس طی ۹ روز انبارداری ثبت شد. از این نظر رقم پارس وضعیت بهتری داشت و میزان ویتامین ث آن در مقایسه با رقم کردستان در ۹ روز بعد از انبارداری بیشتر بود.

مواد جامد محلول

طبق تجزیه واریانس (جدول ۱) میزان مواد جامد محلول تحت تأثیر رقم و اسانس قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۱) نشان دادند. اما زمان انبارداری روی میزان مواد جامد محلول میوه‌های توت‌فرنگی تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر متقابل رقم در اسانس (P<۰/۰۱) و اثر متقابل رقم در زمان انبارداری (P<۰/۰۵) معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان دادند که میوه رقم کردستان با درجه بریکس ۱۰/۰۳ نسبت به رقم پارس (درجه بریکس ۷/۹۳) از مواد جامد محلول بیشتری برخوردار بود. نتایج نشان دهنده کاهش مواد جامد محلول میوه در اثر استفاده از اسانس خوشاریزه بود. در این پژوهش میزان مواد

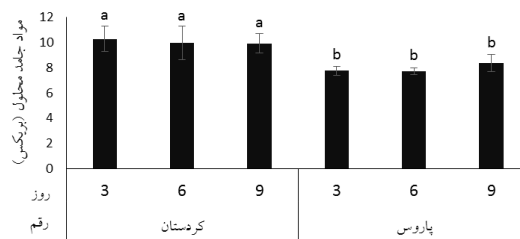
رقم پاروس در تیمار شاهد تفاوت آماری با سایر تیمارها (جدول ۴). نتایج نشان داد که اثرات متقابل رقم در زمان انبارداری (شکل ۱) بر روی مقدار مواد جامد محلول طی زمان‌های انبارداری ۳، ۶ و ۹ روز در هر رقم دارای روند ثابتی می‌باشد.

جامد محلول از ۹/۴۵ در تیمار شاهد به ۸/۶۷ بریکس در تیمار ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس کاهش یافت (جدول ۳). اعمال ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس در رقم کردستان سبب کاهش میزان مواد جامد محلول میوه در مقایسه با شاهد گردید. اما مقدار مواد جامد محلول در

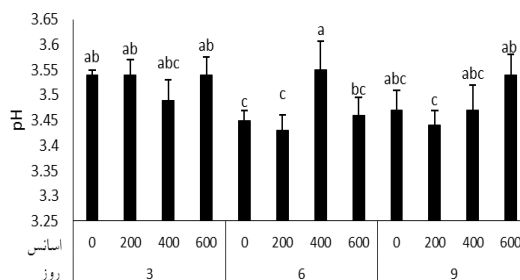
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مورد استفاده بر صفات اندازه گیری شده توت‌فرنگی بر اساس میانگین مربعات.

تیمار	درجه آزادی	ویتامین ث	مواد جامد محلول	pH	سفتی	آزمون چشایی (تست پاتل)	پوسیدگی	کاهش وزن	بازارپسندی
رقم (a)	۱	۱۱۵/۹*	۷۹/۴۶**	۰/۴۲۱**	۷۳۹۹۳۴/۱**	۲۱۵۳/۹**	۱۲/۸۰ ^{ns}	۱۴۵/۸۳**	۷۲۱/۶۸**
اسانس (b)	۳	۱۷۷۲/۰۸**	۲/۰۰۱**	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۰۹۹۹۶/۸**	۹۶۴/۷**	۳۸۸۳/۰۴**	۳۶۱/۴۵**	۵۸۵/۸۶**
زمان انبارداری (c)	۲	۱۵۰۴۲/۴**	۰/۵۶ ^{ns}	۰/۰۱*	۴۳۵۳۲۵/۸**	۲۴۲۳۶/۰۷**	۲۸۳۰/۸**	۳۸۶۸/۰۶**	۱۹۵۵۱/۴**
a×b	۳	۸۱/۷۷*	۵/۱۵**	۰/۰۰۹ ^{ns}	۳۹۲۷۸/۳**	۷۰۲/۲۲**	۲۴۵/۸۵**	۳۴/۸۳ ^{ns}	۲۸۸/۸**
a×c	۲	۵۲۳/۱۳**	۱/۴۵*	۰/۰۰۸ ^{ns}	۱۵۲۴۹۱/۸**	۱۱/۴۳ ^{ns}	۴۰۳/۸۸**	۳۷/۵۷ ^{ns}	۷/۶۳ ^{ns}
b×c	۶	۴۱/۵۸*	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۰۱۴**	۴۰۴۱/۹ ^{ns}	۱۴۲/۰۶**	۶۷۶/۶۷**	۱۶/۸۸ ^{ns}	۷۷/۹۳ ^{ns}
a×b×c	۶	۱۲۹/۴۹**	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۲۸۷۵/۶۸ ^{ns}	۱۸۶/۶۷**	۶۲/۴۴*	۱۷/۵۱ ^{ns}	۸۱/۱۱ ^{ns}
خطا	۱۷	۱۸/۰۳	۰/۳۳۸	۰/۰۰۳	۱۸۴۵/۰۵	۳۲/۳۱	۲۱/۸۶	۱۹/۰۷	۵۵/۷۴
% CV		۷/۸۶	۶/۴۷	۱/۶۸	۱۰/۸۲	۱۲/۹۷	۱۱/۱۱	۱۷/۶۸	۱۵/۶۰

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم و زمان انبارداری بر میزان مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی ارقام کردستان و پاروس. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل اسانس و زمان انبارداری بر pH میوه توت‌فرنگی (میانگین دورقم کردستان و پاروس). ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل رقم، اسانس و زمان انبارداری بر صفات اندازه گیری شده توت‌فرنگی ارقام

کردستان و پارس						
رقم	اسانس (پی‌پی‌ام)	زمان انبارداری (روز)	ویتامین ث (میلی گرم در صد گرم وزن تر)	شاخص طعم (TSS/TA)	آزمون چشایی (تست پانل)	% پوسیدگی
کردستان	صفر	۳	۶۷/۳۸ ^d	۸/۳۱ ^{bcd}	۷۱/۷۶ ^c	۱۵/۲۴ ^{i*}
		۶	۴۸/۹۱ ^f	۹/۷۷ ^b	۳۳/۲۱ ^{ef}	۵۳/۸۸ ^{ef}
		۹	۱۹/۰۹ ⁱ	۱۵/۱۶ ^a	۵/۹۱ ^g	۹۱/۶۱ ^{ab}
		۳	۷۳/۷۸ ^d	۷/۰۵ ^{de}	۷۰/۱۰ ^c	۱۲/۲۶ ^{ij}
		۶	۵۰/۰۹ ^f	۷/۷۶ ^{cd}	۳۵/۹۶ ^e	۵۱/۰۷ ^f
	۲۰۰	۹	۲۱/۴۴ ^{hi}	۷/۸۹ ^{cd}	۶/۴۸ ^g	۸۴/۸۳ ^{cb}
		۳	۱۰۰/۳ ^a	۷/۱۱ ^{de}	۷۶/۶۲ ^{bc}	۹/۳۸ ^{ijkl}
		۶	۷۳/۵۱ ^d	۸/۲۸ ^{bcd}	۳۶/۱۳ ^e	۲۴/۶ ^h
		۹	۲۷/۹۳ ^h	۸/۱۰ ^{cd}	۱۰/۰۸ ^g	۷۹/۴۴ ^{cd}
		۳	۸۲/۱۶ ^c	۷/۸۰ ^{cd}	۷۱/۰۳ ^e	۲/۴۶ ^{kl}
پارس	صفر	۶	۴۹/۴۹ ^f	۷/۸۶ ^{cd}	۳۳/۴۵ ^{ef}	۱۰/۱۴ ^{ijk}
		۹	۱۸/۶۴ ⁱ	۹/۰۲ ^{bc}	۹/۳۸ ^g	۷۴/۹۳ ^d
		۳	۶۹/۱۸ ^d	۵/۷۵ ^{ef}	۸۰/۵۰ ^{abc}	۱۷/۳۳ ^{hi}
		۶	۴۰/۰۹ ^g	۵/۳۸ ^f	۲۴/۴۳ ^f	۷۳/۱۸ ^d
		۹	۱۹/۴۵ ⁱ	۵/۱۱ ^f	۳/۷۶ ^g	۹۵/۸۹ ^a
	۲۰۰	۳	۷۴/۵۹ ^d	۶/۱۴ ^{ef}	۷۸/۴۹ ^{abc}	۱۳/۲۹ ^{ij}
		۶	۵۹/۰۴ ^e	۵/۵۳ ^{ef}	۲۶/۴۸ ^{ef}	۵۹/۱۳ ^{ef}
		۹	۳۵/۳۶ ^g	۵/۶۱ ^{ef}	۱۴/۲۰ ^g	۷۸/۳۳ ^{cd}
		۳	۹۰/۰۹ ^b	۵/۹۰ ^{ef}	۸۲/۴۳ ^{ab}	۶/۳۷ ^{ijkl}
		۶	۶۶/۷۵ ^d	۵/۲۴ ^f	۵۷/۱۸ ^d	۳۳/۹۰ ^g
۴۰۰	۹	۴۷/۸۳ ^f	۶/۱۴ ^{ef}	۳۲/۰۳ ^{ef}	۶۰/۷۹ ^e	
	۳	۶۷/۸۳ ^d	۶/۰۱ ^{ef}	۸۸/۳۱ ^a	۰/۹۷ ^l	
	۶	۵۷/۲۹ ^e	۵/۵۱ ^{ef}	۷۱/۶۱ ^c	۱/۶۸ ^{kl}	
	۹	۳۵/۶۷ ^g	۶/۲۳ ^{ef}	۳۱/۹۸ ^{ef}	۵۸/۶۸ ^{ef}	

* : اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج % ندارند.

pH میوه

جدول ۱ نشان داد که pH میوه تحت تأثیر رقم قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) بین آنها وجود دارد. pH میوه رقم کردستان از pH میوه رقم پارس بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳). در این تحقیق pH میوه تحت تأثیر اسانس خوشاریزه قرار نگرفته و اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). در حالی که زمان انبارداری تأثیر معنی‌داری ($P < 0.01$) بر pH میوه‌های توت‌فرنگی داشت. بدین ترتیب که با افزایش

روزهای انبارداری به ۶ و ۹ روز میزان pH میوه

کاهش یافت. بیشترین میزان pH میوه در زمان ۳ روز انبارداری ثبت گردید (جدول ۳). طی ۳ روز اول انبارداری غلظت‌های مختلف اسانس تفاوت معنی‌داری روی pH میوه ایجاد ننمودند. اما در روزهای ۶ و ۹ انبارداری تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی‌داری نشان دادند (شکل ۲).

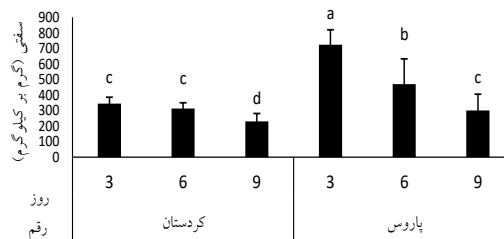
سفتی میوه

نتایج نشان داد که سفتی میوه‌ها تحت تأثیر رقم، اسانس و زمان انبارداری قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) نشان داد. همچنین اثر متقابل رقم در اسانس و اثر متقابل رقم در زمان انبارداری معنی‌دار ($P < 0.01$) شد (جدول ۱).

در اثر استفاده از اسانس خوشاریزه سفتی میوه تا غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام افزایش یافت اما در غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام مجدداً کاهش یافت. یعنی بالاترین میزان سفتی میوه در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسانس فراهم گردید. افزایش روزهای انبارداری نیز موجب کاهش معنی‌دار سفتی میوه شد. بالاترین سفتی میوه طی ۳ روز و پائین‌ترین آن در ۶ روز انبارداری مشاهده شد (جدول ۳).

تیمار صفر و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسانس بر روی رقم کردستان کمترین سفتی میوه را به همراه داشت. اعمال ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس در رقم پاروس سبب افزایش معنی‌دار سفتی میوه گردید. به طور کلی میوه رقم پاروس سفتی بیشتری نسبت به رقم کردستان دارا بود، به طوری که حتی در رقم پاروس تیمار شاهد (صفر پی‌پی‌ام اسانس) از تمامی تیمارهای رقم کردستان سفتی بیشتری داشت (جدول ۴).

اثرات متقابل رقم در زمان انبارداری نشان داد که سفتی میوه در هر دو رقم کردستان و پاروس طی زمان‌های انبارداری ۳، ۶ و ۹ روز کاهش می‌یابد. اما میوه رقم پاروس طی ۳ روز انبارداری (۷۲۴/۱۴ گرم) بالاترین میزان سفتی، و رقم کردستان طی ۹ روز انبارداری کمترین میزان سفتی (۲۲۹/۴۴ گرم) را دارا بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل رقم و زمان انبارداری بر سفتی میوه توت فرنگی ارقام کردستان و پاروس

ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

آزمون چشایی (تست پانل)

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) آزمون چشایی حاکی از تأثیرپذیری معنی‌دار این صفت از رقم، اسانس خوشاریزه و زمان انبارداری و اثرات متقابل آنها بود. اثر متقابل رقم در اسانس در زمان انبارداری، تفاوت معنی‌داری ($P < 0.01$) در صفت آزمون چشایی نشان داد. در ارزیابی ۳ روز پس از انبارداری و غلظت-های ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رقم پاروس بهترین نمره را از نظر آزمون چشایی دریافت کردند و غلظت صفر و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسانس طی ۳ روز انبارداری در میوه

های پاروس در درجه دوم قرار داشت (جدول ۲). به طور کلی رقم پاروس از کیفیت چشایی بالاتری نسبت به رقم کردستان برخوردار بود. کاربرد اسانس خوشاریزه باعث بهبود تست پانل طی انبارداری گردید. البته با افزایش زمان انبارداری به ۶ و بخصوص ۹ روز از نمره آزمون چشایی به میزان قابل توجهی کاسته شد. پائین‌ترین نمره نیز طی ۹ روز انبارداری (در تمام تیمارها) در رقم کردستان مشاهده گردید.

پوسیدگی میوه‌ها

آزمایش حاضر نشان داد (جدول ۱) که صفت % پوسیدگی تحت تأثیر اسانس خوشاریزه و زمان انبارداری قرار گرفته و دارای اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) می‌باشد. نتایج به خوبی نشان داد که اثرات دو گانه ($P < 0.01$) و سه گانه ($P < 0.05$) دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند. در ارزیابی ۹ روز انبارداری در هر دو رقم کردستان و پاروس بیشترین پوسیدگی در

تیمار شاهد مشاهده شد. افزایش روزهای انبارداری در هر دو رقم سبب افزایش پوسیدگی میوه حتی با اعمال اسانس گردید. اما میزان پوسیدگی با افزایش غلظت اسانس کاهش یافت (جدول ۲). رقم پاروس واکنش بهتری نسبت به کاربرد اسانس داشت و پوسیدگی کمتری بروز داد. همچنین با افزایش مدت انبارداری رقم پاروس نسبت به رقم کردستان میزان پوسیدگی کمتر داشت (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات رقم، اسانس و زمان انبارداری بر صفات اندازه گیری شده توت‌فرنگی ارقام کردستان و

پاروس					
تیمار	رقم	مواد جامد محلول (بریکس)	pH	سفتی (گرم)	% کاهش وزن
	رقم				% بازارپسندی
کردستان	۱۰/۰۳ ^a	۳/۰۵ ^a	۲۹۵/۲۸ ^b	۲۳/۲۷ ^b	۴۴/۶۷ ^{b*}
پاروس	۷/۹۳ ^b	۲/۴۱ ^b	۴۹۸/۰۳ ^a	۲۶/۱۲ ^a	۵۱/۰۰۷ ^a
اسانس (پی‌پی‌ام)					
۰	۹/۴۵ ^a	-	۳۱۶/۳۶ ^c	۲۰/۵۸ ^c	۴۰/۱۳ ^c
۲۰۰	۸/۹۳ ^b	-	۳۴۵/۱۵ ^c	۲۱/۴۰ ^c	۴۶/۹۵ ^b
۴۰۰	۸/۸۷ ^b	-	۴۷۹/۰۷ ^a	۲۶/۸۱ ^b	۵۱/۷۷ ^{ab}
۶۰۰	۸/۶۷ ^b	-	۴۴۶/۰۶ ^b	۲۹/۹۸ ^a	۵۲/۵۱ ^a
زمان انبارداری (روز)					
۳	-	۳/۰۵ ^a	۵۳۴/۱۵ ^a	۱۱/۰۱ ^c	۷۰/۷۴ ^a
۶	-	۲/۴۷ ^b	۳۹۰/۸۵ ^b	۲۶/۹۸ ^b	۵۶/۹۱ ^b
۹	-	۲/۴۸ ^b	۲۶۴/۹۸ ^c	۳۶/۰۹ ^a	۱۵/۸۶ ^c

*: اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج % ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل رقم و اسانس بر صفات اندازه گیری شده توت‌فرنگی ارقام کردستان و

پاروس				
رقم	اسانس (پی‌پی‌ام)	% بازارپسندی	مواد جامد محلول (بریکس)	سفتی (گرم)
کردستان	۰	۳۷/۱۶ ^b	۱۱/۲۹ ^a	۲۵۵/۷ ^{d*}
	۲۰۰	۴۶/۹۶ ^{ab}	۹/۷۶ ^b	۲۸۲/۸ ^d
	۴۰۰	۵۰/۹۳ ^{ab}	۹/۷۳ ^b	۳۲۸/۹ ^{bcd}
	۶۰۰	۴۳/۶۳ ^{ab}	۹/۳۴ ^b	۳۱۳/۵ ^{cd}
پاروس	۰	۴۳/۰۸ ^{ab}	۷/۶۱ ^c	۳۷۶/۹ ^{bc}
	۲۰۰	۴۶/۹۴ ^{ab}	۷/۹۹ ^c	۴۰۷/۳ ^b
	۴۰۰	۵۲/۶۱ ^{ab}	۸/۱۳ ^c	۶۲۹/۳ ^a
	۶۰۰	۶۱/۳۸ ^a	۷/۹۹ ^c	۵۷۸/۵ ^a

*: اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج % ندارند.

کاهش وزن میوه

صفت کاهش وزن تحت تأثیر اثرات رقم، اسانس خوشاریزه و زمان انبارداری قرار گرفته و در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). نتایج نشان داد که رقم پاروس نسبت به رقم کردستان کاهش وزن بیشتری داشت (جدول ۳). اعمال غلظت‌های مختلف اسانس خوشاریزه باعث تغییرات جالب توجهی در وزن میوه‌ها گردید. بطوری که کاربرد اسانس سبب افزایش از دست دهی وزن میوه شد (جدول ۳). طبق نتایج حاصل شده کاربرد ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسانس تأثیر معنی‌داری بر روی ٪ کاهش وزن میوه توت‌فرنگی نسبت به شاهد نداشت، اما با اعمال غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس، مقدار کاهش وزن میوه نسبت به شاهد معنی‌دار بود. بدین گونه که بیشترین کاهش وزن با اعمال ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه ثبت شد (جدول ۳). افزایش روزهای انبارداری نیز سبب کاهش معنی‌دار وزن میوه توت‌فرنگی شد (جدول ۳). به گونه‌ای که در ۳ روز اول انبارداری کمترین کاهش وزن میوه مشاهده شد و به صورت تجمعی در ۹ روز انبارداری افزایش یافت.

بازارپسندی

طبق نتایج (جدول ۱) میزان بازارپسندی تحت تأثیر اثرات رقم، اسانس خوشاریزه و زمان انبارداری قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری ($P < 0.01$) نشان داد. اثر متقابل رقم در اسانس نیز در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری داشت. میوه رقم پاروس از بازارپسندی بالاتری نسبت به رقم کردستان برخوردار بود (جدول ۴). غوطه‌ور کردن میوه‌ها در محلول اسانس خوشاریزه سبب افزایش بازارپسندی میوه‌های توت‌فرنگی شد. به گونه‌ای که ٪ بازارپسندی از ۴۰/۱۲ در تیمار شاهد به ۵۲/۵۱٪ در تیمار ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رسید. کاربرد ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسانس نیز موجب افزایش معنی‌دار ٪ بازارپسندی میوه‌ها نسبت به شاهد گردید. با افزایش روزهای انبارداری بازارپسندی میوه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۴). اثر متقابل رقم در اسانس (جدول ۴) در

غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسانس موجب افزایش بازارپسندی میوه‌ها در هر دو رقم کردستان و پاروس گردید. اما با افزایش غلظت اسانس به ۶۰۰ پی‌پی‌ام، بازارپسندی رقم پاروس افزایش و در رقم کردستان کاهش یافت. در واقع کاربرد غلظت بالای اسانس خوشاریزه در رقم پاروس تأثیر بیشتری نسبت به رقم کردستان بر ٪ بازارپسندی میوه‌ها داشت.

بحث

عواملی از قبیل صدمات فیزیکی، صدمات ناشی از سرمازدگی در انبار و همچنین افزایش مدت انبارداری سبب کاهش میزان ویتامین ث می‌شود (لی و کدر ۲۰۰۰). حفظ بهتر ویتامین ث مربوط به نفوذ کمتر اکسیژن از پوشش‌های تشکیل یافته بر سطح میوه می‌باشد (لی و کدر ۲۰۰۰).

نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل در انگورهایی که با بخار تیمول و منتول تیمار شده بودند، کاهش می‌یابد. همچنین کاربرد تیمول و منتول در انگور باعث کاهش نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شود (مارتینز - رومرو ۲۰۰۵).

اعمال تیمار اسانس بر میوه توت‌فرنگی رقم کردستان سبب کاهش میزان مواد جامد محلول در میوه‌ها گردید (جدول ۳). قندها غلظت اکسیژن نامحلول و نفوذ اکسیژن هوا به داخل میوه را کاهش می‌دهد (سحری ۱۳۸۱). در این تحقیق مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد نسبت به میوه‌های تیمار شده با اسانس بیشتر بود (جدول ۳). که علت آن شکستن پلی ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل آنها به قندهای محلول بوده و در نتیجه آن پیری و تخریب سلولی صورت می‌گیرد. بر خلاف نتایج ما بیان شده است که در حین بخاردهی میوه گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی توسط اسانس دارچین و اکالیپتوس، میزان مواد جامد محلول میوه در طول انبارداری افزایش می‌یابد (نیکوز و تزورتزاکیز ۲۰۰۷). در صورتی که در این پژوهش در میوه رقم کردستان با

افزایش روزهای انبارداری میزان مواد جامد محلول کاهش ولی در میوه رقم پاروس افزایش یافت (شکل ۱). نتایج خضری (۱۳۹۰) نیز نشان داد که با افزایش مدت نگهداری میوه انگور در سردخانه میزان مواد جامد قابل حل کل افزایش پیدا می‌کند. گزارش گردیده که انبارداری ۷ و ۱۴ روز سبب افزایش مواد جامد محلول توت فرنگی رقم سلوا شده است (دلیری ۲۰۱۵). اما نتایج ما نشان که زمان انبارداری تأثیر معنی‌داری بر مواد جامد محلول نداشت. که این می‌تواند به دلیل کوتاه بودن زمان انبارداری و فاصله زمانی کم بین تیمارهای انبارداری باشد.

در پژوهش حاضر کاربرد اسانس خوشاریزه در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام و انبارداری به مدت ۹ روز در رقم پاروس بیشترین تأثیر را بر میزان اسیدیته میوه داشت (جدول ۲). زندی و همکاران (۲۰۱۳) نیز نتیجه گرفتند که افزایش زمان انبارداری توت‌فرنگی تا ۷ روز باعث افزایش اسیدیته میوه‌ها می‌گردد. افزایش زمان انبارداری توت‌فرنگی تا ۱۰ روز موجب کاهش اسید آسکوربیک میوه‌ها گردید (زندی و همکاران ۲۰۱۳). گنجی مقدم و نیک خواه (۱۳۸۴) نشان دادند که مدت نگهداری میوه انگور در سردخانه بر اسیدیته قابل تیتراسیون تأثیر معنی‌داری دارد.

بر اساس نتایج ما، با افزایش زمان انبارداری pH میوه کاهش یافت (جدول ۳). همسو با نتایج ما عبدالمی (۱۳۸۷) اعلام کرد که با افزایش غلظت اسانس میزان pH میوه انگور در انبار افزایش می‌یابد. همچنین نیکوز و تزورتزاکیز (۲۰۰۷) نشان دادند که اسانس باعث افزایش pH میوه‌های توت‌فرنگی و گوجه‌فرنگی می‌شود. از طرف دیگر نتایج این تحقیق با گزارشات راناسینگ و همکاران (۲۰۰۵) در موز که گزارش کردند تیمار میوه‌ها با اسانس هیچ گونه تأثیری بر pH میوه ندارد، مغایرت دارد.

گزارش علیخانی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داده است که اعمال اسانس آویشن بر روی میوه توت‌فرنگی موجب

حفظ سفتی میوه می‌گردد. در پژوهش حاضر اعمال ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه بر میوه رقم پاروس سبب افزایش سفتی میوه گردید (جدول ۴). بر خلاف خاصیت آب دوست بودن پلی ساکاریدها، آنها می‌توانند سدی در مقابل از دست دهی آب باشند و بنابر این با ممانعت از شکستن دیواره و غشاء سلولی باعث حفظ سفتی میوه در طول انبارداری می‌گردند (علیخانی و همکاران ۱۳۸۸). تغییراتی که در سفتی میوه توت‌فرنگی به خصوص در گروه شاهد از روز ۳ تا ۹ دیده شد بیانگر این موضوع است که چون توت‌فرنگی میوه نافرانگرا می‌باشد و با توجه به از دست دادن رطوبت میوه با گذشت زمان غلظت قند افزایش یافته، و نهایتاً میوه فاسد شده و نرم می‌گردد. استفاده از اسانس خوشاریزه با جلوگیری از پوسیدگی میوه به حفظ سفتی میوه‌ها کمک می‌کند. در آزمایش سرانو و همکاران (۲۰۰۵) بخار اوژنول، تیمول و منتول سفتی میوه گیلاس را حفظ گردید. اسانس‌ها از فعالیت آنزیم‌های نرم کننده دیواره سلولی مثل پلی گالاکتورناز و گالاکتواکسیداز کاسته و باعث حفظ سفتی میوه می‌گردند (باتیس و همکاران ۱۹۹۶). در این پژوهش سفتی میوه در هر دو رقم کردستان و پاروس طی زمان‌های انبارداری ۳، ۶ و ۹ روز کاهش یافت (جدول ۳). گنجی مقدم و نیکخواه (۱۳۸۴) نتیجه گرفتند که طی مدت زمان انبارداری سفتی بافت میوه به تدریج کاهش می‌یابد. در طول دوره انبارداری آنزیم‌هایی از قبیل پکتین استراز، پلی کالاکتورناز، سلولاز و غیره باعث تجزیه دیواره سلولی و در پی آن کاهش سفتی محصول می‌شوند هرناندز - مانوز و همکاران (۲۰۰۶). کاهش استحکام بافت در میوه توت‌فرنگی ممکن است به دلیل فعالیت آنزیمی و تخریب دیواره‌ی سلول‌ها، خرابی پارانشیم و حل شدن پکتین در مایع داخل سلولی باشد (هرناندز - مانوز و همکاران ۲۰۰۶).

در پژوهش حاضر افزایش روزهای انبارداری سبب بهبود شاخص طعم در میوه رقم کردستان شد. این در

باکتریایی بر استافیلوکوکوس و استرپتوکوکوس آزمایش شده است (آویژگان و همکاران ۲۰۰۶). در واقع مواد مؤثره اسانس‌های گیاهی که با کیفیت و کمیت‌های مختلف در این ترکیبات فرار وجود دارند تأثیرات ضد میکروبی مختلفی بسته به نوع عامل بیماریزا و همچنین حداقل غلظت بازدارنده از خود نشان می‌دهند (دلاکیوس و همکاران ۲۰۰۲).

نتایج ما نشان داد که با اعمال غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ پی-پی‌ام اسانس خوشاریزه مقدار کاهش وزن میوه نسبت به شاهد افزایش پیدا می‌کند (جدول ۳). نتایج سایر محققان کاهش از دست دهی آب را در اثر اعمال اسانس ذکر کرده‌اند. سرانو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که کاربرد اوژنول، تیمول و منتول در اتمسفر تغییر یافته از کاهش وزن میوه گیلاس جلوگیری می‌کند. نتایج عبدالهی (۱۳۸۷) نشان داده است که با افزایش غلظت اسانس‌های ریحان، رازیانه، آویشن و مرزه بر میوه‌های انگور ارقام سفید بیدانه و تبرزه میزان کاهش وزن میوه‌ها کمتر شده است. تحقیق ما نیز چنین نتایجی را به همراه داشت.

در پژوهش حاضر کاربرد اسانس خوشاریزه باعث بهبود خوصیات چشایی میوه طی انبارداری گردید (جدول ۲). مسکوکی و مرتضوی (۱۳۸۳) هم نشان داده‌اند که میوه‌های گلابی تیمار شده با اسانس زنیان نسبت به شاهد از طعم بهتری برخوردار می‌باشد.

در پژوهش حاضر استفاده از غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه موجب افزایش بازارپسندی میوه‌ها در هر دو رقم کردستان و پارس گردید. شائو و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که توت‌فرنگی‌های تیمار شده با اسانس درخت چای کیفیت تازه تر و بهتری از میوه‌های تیمار نشده در طول انبارداری داشته و از بازارپسندی بالاتری برخوردار بودند.

حالی است که در رقم پارس با افزایش روزهای انبارداری شاخص طعم تا ۶ روز کاهش یافته ولی بعد از آن با ادامه انبارداری تا ۹ روز و همزمان با اعمال تیمار اسانس خوشاریزه شاخص طعم افزایش یافت (جدول ۲).

محصولات دارای آنزیم پراکسیداز بیشتر، مقاومت بالاتری نسبت به اسانس‌های اعمال شده نشان می‌دهند و در واقع در این نوع محصولات آنزیم پراکسیداز پایدارتر است (حمید و رحمان ۲۰۰۹). تحقیق (ایالا-زوالا و همکاران ۲۰۰۴) نشان داده است که pH میوه توت‌فرنگی رقم چندلر تا ۱۱ روز بعد از انبارداری در دماهای صفر، ۵ و ۱۰ درجه سانتیگراد کاهش پیدا می‌کند. استفاده از غلظت‌های بالای اسانس خوشاریزه و افزایش روزهای انبارداری تا ۹ روز سبب کاهش pH میوه توت‌فرنگی شد (شکل ۲).

با افزایش غلظت اسانس خوشاریزه و کاهش دوره انبارداری کیفیت میوه و بازارپسندی هر دو رقم افزایش یافت (جدول ۳). اسانس‌ها باعث جلوگیری از فعالیت آنزیم پراکسیداز و ممانعت از قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌شود (علی خانی و همکاران ۱۳۸۸). طبق نتایج علی خانی و همکاران (۱۳۸۸) تیمار اسانس آویشن از تغییرات رنگ و طعم میوه جلوگیری نموده و در واقع موجب حفظ رنگ و طعم میوه توت‌فرنگی در طول انبارداری می‌گردد.

نتایج ما نیز نشان داد که میزان پوسیدگی با کاربرد اسانس خوشاریزه کاهش می‌یابد. بدین صورت که در رقم پارس با ۳ و ۶ روز انبارداری و کاربرد ۶۰۰ پی-پی‌ام اسانس خوشاریزه کمترین پوسیدگی میوه حادث شد (جدول ۲). احتمالاً کارواکرول، لینالول، پاراسیمن، آلفا-پینن و گاما ترپینن موجود در اسانس خوشاریزه عامل اصلی کنترل پوسیدگی میوه‌ها باشد.

مطالعات متعدد اثرات قوی ضد قارچی این گیاه را نشان داده است (آویژگان و همکاران ۲۰۱۰). اما اثرات ضد

نتیجه گیری کلی

خوشاریزه باعث بهبود حس چشایی میوه‌های توت-فرنگی طی انبارداری می‌گردد. میزان پوسیدگی میوه با افزایش غلظت اسانس خوشاریزه کاهش می‌یابد. با اعمال غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس % کاهش وزن میوه در هر دو رقم افزایش پیدا می‌کند. با کاربرد ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه در رقم پاروس سفتی میوه افزایش می‌یابد. استفاده از غلظت-های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسانس خوشاریزه موجب افزایش بازارپسندی میوه‌ها در هر دو رقم کردستان و پاروس می‌گردد.

میوه ارقام مختلف توت‌فرنگی در شرایط انبارداری عکس العمل‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. اسانس خوشاریزه در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام و انبارداری به مدت ۳ روز در هر دو رقم کردستان و پاروس مناسبترین شرایط برای حفظ ویتامین ث در میوه توت‌فرنگی بود. استفاده از اسانس خوشاریزه موجب حفظ ویتامین ث میوه‌ها طی انبارداری به خصوص در ۳ روز اول می‌گردد. اسانس خوشاریزه در رقم کردستان سبب کاهش میزان مواد جامد محلول میوه می‌شود. کاربرد اسانس

منابع مورد استفاده

- احسانی ع، هاشمی م و شهبازی ی، ۱۳۹۳. ارزیابی خواص ضد قارچی گیاه خوشاریزه (اکینوفورا پلتی لوبا). صفحه های ۱۲۷ تا ۱۳۲. دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار. ۳۰ مرداد، دانشگاه شهید مفتح، همدان.
- آقابابایی ل، مرتضوی سع، جوانمردی داخلی م، الهامی راد ا ح و مشکاتی س م، ۱۳۹۳. بهینه سازی فرمولاسیون پوشش خوراکی متیل سلولز و عصاره آویشن شیرازی بر کیفیت و عمر انباری انگور، نشریه‌ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی، شماره ۲. صفحه‌های ۱۵ تا ۲۴.
- بهداد م اعتمادی ن بهداد ا زینلی ح، ۱۳۸۹. مطالعه اثر ضد قارچی اسانس آویشن شیرازی در حفظ محصول توت‌فرنگی پس از برداشت. صفحه‌های ۲۵۳ تا ۲۵۸، اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان.
- بهداد م اعتمادی ن بهداد ا زینلی ح، ۱۳۹۲. بررسی اثر ضدقارچی اسانس چند گیاه دارویی در کنترل قارچ *Rhizopus stolonifer* عامل پوسیدگی نرم روی میوه توت‌فرنگی، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد بیست و نهم، شماره ۲. صفحه ۳۹۹ تا ۴۱۱.
- پاس م، رشیدی پور م، طالعی غ و دوستی ب، ۱۳۹۱. ترکیبات شیمیایی، خاصیت ضدباکتریایی و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس گیاه خوشاریزه *Echinophora cinerea* Boiss، گیاهان دارویی، جلد دوم، شماره ۳. صفحه‌های ۶۷ تا ۷۴.
- حبشی ف و عیوضی ع، ۱۳۸۹. اثرات متیل جاسامونات و پرتویابی - UK-C بر کیفیت و عمر پس از برداشت توت فرنگی رقم سلوا، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره بیست و یکم، جلد ۴. صفحه‌های ۷۵-۸۲.
- خضری ر، ۱۳۹۰. تاثیر اسانس زنیان و ورقه های سولفورپد بر ماندگاری پس از برداشت انگور رقم سیاه سردشت، پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.
- خمویی تولی چ، اصغری ژ، میقانی ح و اقدسی م، ۱۳۹۰. جداسازی و شناسایی E-β-Ocimene از گیاه *Echinophora platyloba* DC و ترکیب Z-β-Ocimene و از گیاه *Ferulago angulata* (Schlecht.) Boiss. Subsp. Angulate با استفاده از تابش ریزموج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم دانشگاه گلستان.
- دل آرام م، صادقیان ز، جعفری ف، خیری س، بخردی م و رفیعیان م، ۱۳۹۰. مقایسه تاثیر خوشاریزه، رازیانه و دارو نما بر علایم سندروم پیش از قاعدگی در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، مجله علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، جلد نوزدهم، شماره ۲، صفحه‌های ۲۰۱ تا ۲۱۰.
- سحری م ع، ۱۳۸۱. شیمی واکنش های قهوه‌ای شدن (درمواد غذایی)، انتشارات اندیشمند.

- عبداللهی ع، ۱۳۸۷. تأثیر سه اسانس گیاهی در کنترل بیماری‌های قارچی بعد از برداشت دو رقم انگور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.
- عشقی س، هاشمی م، محمدی ع ب، بدیعی ف، محمدحسینی ز، احمدی صومعه ک و قناتی ک، ۱۳۹۲. تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میوه‌ی توت‌فرنگی پس از برداشت، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد هشتم، شماره ۲. صفحه‌های ۹ تا ۱۹.
- گنجی مقدم ا و نیک خواه، ۱۳۸۴. بررسی اثر کاربرد روغن های گیاهی بر خواص کمی و کیفی و افزایش عمرانبارمانی میوه سیب گلدن و رد دلشس، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ششم، شماره ۲۳. صفحه‌های ۴ تا ۱۲.
- محبوبی م، آویژگان م، دارابی م و کسائیان ن، ۱۳۸۸. بررسی اثر ضد کاندیدیایی گیاه خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) بر مخمر کاندیدا آلبیکنس در مقایسه با آمفوتریسین، فصلنامه گیاهان دارویی. جلد هشتم، شماره ۳۰. صفحه‌های ۳۶ تا ۴۳.
- هاشمی ن، حسنی ع، اصغری م ر و جوادی ت، ۱۳۸۷. تأثیر برخی اسانسهای گیاهی و اسید سالیسیلیک در کنترل بیماریهای قارچی بعد از برداشت توت‌فرنگی، صفحه‌های ۶۹ تا ۷۳. سومین همایش منطقه‌ای یافته‌های پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی (غرب ایران). دانشگاه کردستان. سنندج.
- AOAC, 2000. Vitamin C (ascorbic acid) in vitamin preparations and juices: 2, 6 titrimetric method final action. Association of Official Analytical Chemists Official Method 4(967): 21.
- Avijgan M, Hafizi M, Saadat M and Nilforoushzadeh MA, 2006. Antifungal Effect of *Echinophora platyloba*'s Extract against *Candida albicans*. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 4: 285-289.
- Avijgan M, Mahboubi M, Darabi M, Saadat M, Sarikhani S and Kassaiyan N, 2010. Overview on *Echinophora platyloba*, a synergistic antifungal. Journal of Yeast and Fungal Research 1(5): 88-94.
- Ayala-Zavalaa JF, Wangb SW, Wanga CY and Gonzalez-Aguilar GA, 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensm.-Wiss. u.- LWT - Food Science and Technology 37: 687-695.
- Batisse C, Buret M and Coulomb PJ, 1996. Biochemical differences in cell wall of cherry fruit between soft and crisp fruit. Journal of Agriculture and Food Chemistry 44: 453-457.
- Bautista-Banos S, Garcia-Dominguez E, Barrera-Necha LL, Reyes-Chilpa R and Wilson CL, 2003. Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamuchil (*Pithecellobium dulce*): action against *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifer* of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 29: 81-92.
- Braga PC, Culici M, Alferi M and Dal Sasso M, 2008. Thymol inhibits *Candida albicans* biofilm formation and mature biofilm. The International Journal of Antimicrobial 31: 472-477.
- Cao S, Hu Z and Pang B, 2010. Optimization of postharvest ultrasonic treatment of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 55: 150-3.
- 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.
- Delaquis PJ, Stanich K, Girard B and Mazza G, 2002. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. International Journal of Food Microbiology 74:101-109.
- Fisk CL, Silver AM, Strik BC and Zhao Y, 2008. Postharvest quality of hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta Ananasnaya*) associated with packaging and storage conditions. Postharvest Biology and Technology 47: 338-345.
- Hamid M and Rehman Kh, 2009. Potential applications of peroxidases. Food Biochemistry 115: 1177 - 1186.
- Hernandez – Munoz P, Almenar E , Ocio MJ and Gavara R, 2006. Effect of calcium dips and chitosan coating on postharvest life strawberries (*Fragaria ananassa*). Postharvest Biology and Technology 39: 247-253

- Hernandez-Munoz P, Almenar E, Valle VD, Velez D and Gavara R, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry* 110:428-435.
- Lee SK and Kader AA, 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207–220.
- Martinez-Romero D, Castillo S, Valverde JM, 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.
- Nikos G and Tzortzakis A, 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Journal of innovative food science and emerging technologies* 8:11-116.
- Nunes MCN, Brecht JK, Morais, AMMB and Sargent SA, 1998. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic levels in strawberries during postharvest handling. *Journal of Food Science* 63: 6. 1033-1036.
- Plaza P, Torres R, Usall J, Lamarca N and Vinasa I, 2004. Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79(6): 935-940.
- Pol IE, Krommer J and Smid EJ, 2010. Bioenergetic cosequences of nisin combined with carvacrol towards *Bacillus cereus*, *Innov. Food Science and Emerging Technologies* 3 (1): 55 - 61.
- Ranasinghe L, Jayawardena B and Abeywickrama K, 2005. An integrated strategy to control post-harvest decay of Embul banana by combining essential oils with modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Science and Technology* 40: 97-103.
- Serrano M, Martinez-Romero D, Castillo S, Guillen F and Valero D, 2005. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in Sweet cherry storage. *Journal of Innovative food science and Emerging Technologies* 6: 115-123.
- Shao R, Hu J, Billig H, 2013. Toward understanding Chlamydia infection – induced infertility caused by dysfunctional oviducts. *The Journal of Infectious Diseases* 208:707-709.
- Valero D, Valverde JM, Martinez-Romero D, Guillen 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: 317-327.
- Zandi K, Weisany W, Ahmadi A, Bazargan I and Nasri L, 2013. Effect of Nanocomposite-Based packaging on postharvest quality of Strawberry during storage, *Bulletin of Environment. Pharmacology and Life Sciences* 2 (5): 28-36.

Effects of *Echinophora platyloba* essential oil on quantitative and qualitative characteristics of two varieties of strawberries during shelf- life

A Mozafari^{1*}, R Rahimi² and V Abdossi³

Received: July 27, 2016

Accepted: February 5, 2017

¹Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

²MSc Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Garmsar Branch, Iran

³Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Garmsar Branch, Iran

*Corresponding author: Email: a.mozafari@uok.ac.ir

Abstract

In present experiment the effect of four prickly parsnip (*Echinophora platyloba* L.) essential oil concentrations (0, 200, 400 and 600 ppm) on shelf- life of strawberry cvs. Kurdistan and Paros has been studied during storage times. Measurement at 3, 6 and 9 days after storage was done. Some qualitative and quantitative characteristics have been measured during storage periods. Results showed that application and increasing of prickly parsnip essential oil concentration reduced fruit decay and improved vitamin C preservation. Amount of TSS decreased in cv. Kurdistan and increased in cv. Paros during storage periods. Fruit juice pH in third day of storage was higher than pH in sixth and ninth days after storage in both cultivars. Firmness of cv. Paros fruits was higher than cv. Kurdistan fruits. Applying of 400 and 600 ppm essential oil improved fruit firmness in cv. Paros compared to cv. Kurdistan. Improvement of fruit marketability in both cultivars has been observed by using 200 and 400 ppm essential oil in compared to 0 and 600 ppm. Fruit taste of cv. Paros showed higher desirability compared to cv. Kurdistan in day 3 after storage due to 400 and 600 ppm essential oil application. Using of essential oil reduced fruit taste in both cultivars. Higher reduction in fruit weight obtained by increasing of storage time and essential oil concentration. Our results revealed that Application of essential oil improved some qualitative and quantitative characteristics of strawberry fruits, but reduced storage life.

Key words: Shelf-life, Postharvest, Paros cultivar, Kurdistan cultivar, fruit quality