



## اثر هگزانال، اسانس شمعدانی عطری - روغن کدوی تخمه کاغذی و فرمولاسیون حفظ تازگی میوه روی انبارمانی میوه انگور رقم بیدانه سفید

محمد سیاری<sup>۱\*</sup>، مریم شعبانلو<sup>۲</sup>، علی عزیزی<sup>۳</sup>

۱. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۱۰

### چکیده

اثر هگزانال، اسانس شمعدانی عطری، روغن کدوی تخمه کاغذی و فرمولاسیون حفظ تازگی میوه بر کیفیت و انبارمانی میوه انگور رقم بیدانه سفید در سال ۱۳۹۶ و در دانشگاه بوعلی سینا بررسی شد. تیمارها شامل (۱) شاهد خشک، (۲) شاهد تر (حلال اتانول ۰/۲ درصد مورد استفاده در تهیه تیمارها)، (۳) هگزانال ۰/۰۲ درصد، (۴) فرمولاسیون حفظ تازگی میوه و (۵) ترکیب اسانس شمعدانی عطری (۰/۰۱ درصد) و روغن کدوی تخمه کاغذی (۰/۱ درصد) بودند. میوه‌ها پس از تیمار به انباری با دمای  $1 \pm 0$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵-۹۰ درصد منتقل شدند. در شروع انبار و هر ۱۵ روز، برخی پارامترهای میوه ارزیابی شدند. نتایج نشان داد کمترین میزان مواد جامد محلول (۲۵/۵۹ درصد) در تیمار فرمولاسیون حفظ تازگی میوه مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شاهد داشت. هیچ یک از تیمارها بر اسیدپتیه قابل تیتراسیون، پی‌اچ، محتوای فنل کل و کیفیت خوراکی میوه اثر معنی‌داری نداشتند. تیمارهای شاهد با داشتن بیشترین میزان پوسیدگی (۷۰ درصد) و کاهش وزن (۹/۳ درصد) و کمترین میزان سفتی (۲۰۱/۳ نیوتن بر میلی‌مترمربع) نسبت به سایر تیمارها از کیفیت کمتری برخوردار بودند. به‌طورکلی مؤثرترین تیمار در حفظ خصوصیات پس از برداشت انگور، تیمار فرمولاسیون حفظ تازگی میوه با داشتن کمترین میزان کاهش وزن، پوسیدگی، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و تغییر رنگ چوب خوشه و نیز داشتن بیشترین میزان سفتی بود که به نظر می‌رسد اثر هم‌افزای هگزانال، اسانس شمعدانی عطری و روغن کدوی تخمه کاغذی توانسته کیفیت میوه انگور رقم بیدانه سفید را در طول دوره ۲ ماهه انبار حفظ نماید.

**کلیدواژه‌ها:** انبار سرد، درصد پوسیدگی، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، کاهش وزن، محتوای فنل.

## مقدمه

انگور میوه‌ای نافرازگرا<sup>۱</sup> با فعالیت فیزیولوژیکی نسبتاً پایین بوده که نگهداری آن به دلیل داشتن طبیعت فسادپذیر مشکل است. عواملی مانند از دست دادن آب، قهوه‌ای شدن محور خوشه و ساقه، ریزش حبه و پوسیدگی‌های قارچی به ویژه پوسیدگی خاکستری ناشی از قارچ بوتریس سینرا<sup>۲</sup> عمر نگهداری را در این محصول محدود می‌کنند. از دست دادن آب در پس از برداشت انگور یک مسئله جدی بوده که می‌تواند موجب خشک شدن و قهوه‌ای شدن ساقه، چروک شدن حبه‌ها و حتی خشک شدن آن‌ها شود (Crisosto & Smilanick, 2007).

کنترل ضایعات انگور اهمیت بالایی داشته و روش‌های مختلفی در مرحله قبل و پس از برداشت برای کاهش این ضایعات استفاده می‌شود (Champa et al., 2007; Droby & Lichter, 2014). تدخین گاز دی اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>) و استفاده از ورقه‌های آزادکننده گاز دی‌اکسیدگوگرد از مرسوم‌ترین روش‌های کاهش پوسیدگی‌های بعد از برداشت در انگور هستند. با توجه به این که مواد شیمیایی مصنوعی مشکلاتی از جمله به خطر انداختن سلامتی انسان در ارتباط با باقی‌مانده‌های شیمیایی به‌ویژه در رژیم غذایی کودکان، مقاومت به قارچ‌کش‌ها و مشکلات زیست‌محیطی ایجاد می‌کنند، امروزه توجه به تیمارهای طبیعی افزایش یافته است. ترکیبات طبیعی نظیر مواد معطر (مانند استالدهید، بنزالدهید و هگزانال)، اسید استیک، جازمونات‌ها، گلوکوسینولات‌ها، کیتوزان، اسانس‌ها و مواد عمده فعال برخی گیاهان در مدیریت پوسیدگی قارچی پس از برداشت استفاده می‌شود (Cheema et al., 2014; Tripathi et al., 2004).

هگزانال<sup>۳</sup> یک ماده طبیعی فرار است که از طریق مسیر لیپوکسیژناز در گیاهان ایجاد شده و می‌تواند برای دفاع علیه فساد طبیعی ناشی از قارچ مؤثر واقع شود (Spotts et al., 2007). هگزانال به‌عنوان یک ماده بی‌خطر برای سلامتی انسان شناخته شده است که می‌تواند فعالیت آنزیم فسفولیپاز را که در تخریب غشا نقش دارد، مهار کند و از این طریق سبب طولانی شدن عمر مفید محصولات باغبانی گردد (Cheema et al., 2014). کاربرد هگزانال به صورت‌های مختلف به تنهایی یا در برخی از فرمولاسیون‌های ویژه موجب حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری برخی محصولات از جمله انبه (Anusuya et al., 2016)، گیلان (Sharma et al., 2010) و گلابی (Spotts et al., 2007) شده است.

فرمولاسیون حفظ تازگی محصول<sup>۴</sup> نیز یک بازدارنده تخریب غشا است که حاوی هگزانال و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله ژرانیول و آلفا توکوفرول است (Bai et al., 2014; Cheema et al., 2014; Sharma et al., 2010). که از منابع طبیعی این مواد می‌توان به اسانس گیاه شمع‌دانی عطری و روغن کدوی تخمه کاغذی اشاره نمود. گیاه شمع‌دانی عطری یکی از گیاهان معطر و دارویی متعلق به تیره شمع‌دانی بوده که اسانس آن حاوی ژرانیول، سیترونلول، ترپینئول و الکل‌ها می‌باشد (Boukhatem et al., 2013). گیاه کدوی تخمه کاغذی نیز گیاهی علفی، یکساله و متعلق به تیره کدو است. دانه حاوی ۴۱ تا ۵۹ درصد روغن می‌باشد که روغن شامل مواد ارزشمندی مانند آلفاتوکوفرول، فیتوسترول و پروتوکروفیل می‌باشد (Gohari Ardabili et al., 2011). با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، به نظر می‌رسد تیمارهای حاوی هگزانال، اسانس شمع‌دانی عطری و

3. Hexanal  
4. Enhanced Freshness Formulation (EFF)

1. Non climacteric  
2. *Botrytis cinerea*

نسبی ۹۰-۸۵ درصد منتقل شدند. قبل از اعمال تیمارها میوه‌ها براساس اندازه و رنگ حبه در قالب سه گروه بلوک‌بندی شدند. سپس محلول‌های مورد نیاز تهیه شد. برای تهیه محلول‌ها ابتدا محلول ذخیره آنها ساخته شد. محلول ذخیره هگزانال شامل ۱ میلی‌لیتر هگزانال که همراه با ۰/۵ میلی‌لیتر توئین ۲۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۱۰ درصد حل شد. ترکیب فرمولاسیون ذخیره EFF شامل (۱) میلی‌لیتر هگزانال، ۱ گرم اسید آسکوربیک، ۰/۵ میلی‌لیتر اسانس شمععدانی عطری، ۵ میلی‌لیتر روغن کدوی تخمه کاغذی و ۰/۵ میلی‌لیتر توئین ۲۰ بود که با اتانول ۱۰ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد، محلول حاوی اسانس شمععدانی عطری و روغن کدوی تخمه کاغذی شامل ۰/۵ میلی‌لیتر اسانس، ۵ میلی‌لیتر روغن و ۰/۵ میلی‌لیتر توئین ۲۰ محلول در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۱۰ درصد و محلول شاهد تر شامل ۰/۵ میلی‌لیتر توئین ۲۰ محلول در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۱۰ درصد بود (Bai et al., 2014; Qi, Teng et al., 2011).

برای اعمال تیمارها، محلول‌های استوک تهیه شده با ۵ لیتر آب رقیق و میوه‌ها به مدت ۲/۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در محلول‌ها غوطه‌ور شدند. پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها در دمای اتاق خشک و سپس به میزان سه خوشه در هر تکرار درون ظروف پلاستیکی یکبار مصرف منفذدار بسته‌بندی و به سردخانه‌ای با دمای  $1 \pm 0$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد منتقل و به مدت دو ماه نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری صفات، هر ۱۵ روز یکبار نمونه‌های مربوط به هر دوره از سردخانه خارج و صفات مورد نظر در آنها اندازه‌گیری شد.

هگزانال با خلوص ۹۹ درصد از شرکت مرک<sup>۱</sup> آلمان و روغن کدوی تخمه کاغذی از شرکت دارویی زردبند

روغن کدوی تخمه کاغذی، که خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی داشته و در فرمولاسیون حفظ تازگی محصول قابل استفاده است، بتواند در جلوگیری از مشکلات پس از برداشت میوه انگور رقم بیدانه سفید به‌ویژه از دست‌دهی آب و پوسیدگی مؤثر باشد که در این تحقیق مورد پژوهش قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی اثر تیمارهای هگزانال، فرمولاسیون حفظ تازگی میوه (EFF) در انبار و تیمار ترکیبی اسانس شمععدانی عطری و روغن کدوی تخمه کاغذی بر کیفیت پس از برداشت میوه انگور رقم بیدانه سفید در طی دو ماه انبارداری انجام گرفت. پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور هرکدام در ۵ سطح و ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول، نوع تیمار و فاکتور دوم، زمان انبارداری در ۵ سطح شامل صفر (شروع انبارداری)، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز بود. تیمارها شامل (۱) شاهد خشک (میوه‌های تیمار نشده)، (۲) شاهد تر (میوه‌های تیمار شده با حلال (اتانول ۰/۲ درصد) مورد استفاده در ساخت دیگر تیمارها)، (۳) تیمار هگزانال ۰/۰۲ درصد، (۴) تیمار EFF، (۵) ترکیب اسانس شمععدانی عطری ۰/۰۱ درصد و روغن کدوی تخمه کاغذی ۰/۱ درصد، که در ادامه نحوه تهیه آنها توضیح داده شده است.

میوه‌های انگور رقم بیدانه سفید در زمان رسیدن تجاری (با داشتن قند کل حدود ۲۵ درصد) از یکی از باغات استان قزوین تهیه و سپس به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا منتقل و پس از حذف حبه‌های آلوده و آسیب‌دیده و اعمال تیمارها به روشی که در ادامه شرح داده خواهد شد، به سردخانه با دمای  $1 \pm 0$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت

1. Merck

روش Jung & Watkins (2011) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا آنزیم استخراج و سپس فعالیت آن اندازه‌گیری شد. برای استخراج آنزیم ۰/۱ گرم از پودر منجمد چوب خوشه با ۱۹۰۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم ۲۰۰ میلی‌مولار با پی اچ ۷/۸، حاوی ۲ میلی‌مولار EDTA و ۵ درصد پلی‌وینیل پیرولیدون<sup>۱</sup> (وزنی به حجمی) درون هاون چینی سرد همگن شد. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و روشناور آن برداشته شد. پس از استخراج، جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، ۲/۸ میلی‌لیتر مخلوط واکنش، حاوی ۱۰۰ میلی‌مولار بافر سیترات و ۲۰۰ میلی‌مولار بافر فسفات با پی اچ ۵ و حاوی ۵۰ میلی‌مولار کاتکول، به ۲۰۰ میکرولیتر از روشناور اضافه شد و افزایش جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر به مدت ۲ دقیقه دنبال شد و فعالیت آنزیم برحسب واحد بر گرم وزن تازه بافت بیان شد. ۰/۰۰۱ افزایش در جذب معادل یک واحد فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

### نتایج و بحث

#### میزان مواد جامد محلول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر دوره انبارمانی و تیمار بر میزان مواد جامد محلول (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار بود (جدول ۱). در طول دوره انبارمانی

تهیه شد. تهیه اسانس شمع‌دانی عطری از برگ‌های گیاه شمع‌دانی عطری انجام شد. به این منظور برگ‌های این گیاه در دمای اتاق و در سایه، خشک و سپس اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و با استفاده از ابزار کلونجر انجام گرفت. اسانس پس از جداسازی کامل از آب، در ظرف دربسته و در تاریکی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان استفاده نگهداری شد.

در شروع دوره انبارداری و نیز هر ۱۵ روز یکبار، میزان کاهش وزن، پی اچ آب میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی بافت میوه، شاخص قهوه‌ای شدن، میزان پوسیدگی، محتوای فنل کل و فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز مورد ارزیابی قرار گرفتند. از دوره دوم آزمایش، ارزیابی کیفیت خوراکی میوه‌ها نیز انجام گرفت. شرایط ظاهری و قهوه‌ای شدن چوب خوشه‌ها نیز بر اساس مشاهده‌های ظاهری و سیستم امتیازدهی به صورت زیر تعریف شد (Jung & Watkins, 2011):

- ۱- سالم: سبز بودن کل چوب خوشه شامل نوک ساقه‌ها و نقطه اتصال حبه و چوب خوشه
- ۲- ناچیز: قهوه‌ای شدن فقط نوک چوب‌ها
- ۳- متوسط: قهوه‌ای شدن نوک چوب‌ها و چوب خوشه ثانویه
- ۴- شدید: قهوه‌ای شدن نوک چوب‌ها، چوب خوشه ثانویه و اولیه
- ۵- خشک شدن چوب خوشه

سنجش میزان کل فنل موجود در حبه‌ها طی مراحل مختلف انبارداری براساس روش Singleton et al. (1999) با اندکی تغییر انجام شد. جهت اندازه‌گیری آنزیم، ابتدا دم حبه‌ها جدا و چوب دو خوشه از هر تکرار با استفاده از ازت مایع پودر و همگن شد. پودر حاصل تا زمان اندازه‌گیری در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز براساس

1. Polyvinylpyrrolidone (PVP)

مقدار مواد جامد محلول روند افزایشی داشت به طوری که کمترین مقدار در روز صفر و بیشترین مقدار در دوره آخر انباری مشاهده شد اما دوره اول و دوم از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۳). به نظر می رسد افزایش مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی به علت از دست دهی آب که منجر به افزایش غلظت قند در میوه می شود، می باشد. همچنین افزایش میزان مواد جامد محلول به ویژه در دوره آخر انبارمانی می تواند ناشی از تجزیه دیواره سلولی نیز باشد. در بین تیمارهای مورد استفاده، بیشترین میزان مواد جامد محلول در تیمارهای شاهد و کمترین آن در تیمار EFF مشاهده شد که با تیمار هگزانال اختلاف معنی داری نداشت. تیمار ترکیبی اسانس و روغن نسبت به تیمارهای شاهد از میزان مواد جامد محلول کمتری برخوردار بودند هرچند که با تیمارهای شاهد و نیز تیمار هگزانال اختلاف معنی داری از نظر آماری نشان نداد. تحقیقات مختلف اثر تیمارهای حاوی هگزانال را بر حفظ و حتی افزایش میزان سفتی محصول ثابت کرده اند (Anusuya et al., 2016; Cheema et al., 2014; Gill, Dhaliwal, Mahajan et al., 2016; Sharma

et al., 2010) که احتمالاً افزایش کمتر میزان مواد جامد محلول در این تیمارها به علت حفظ استحکام دیواره سلولی و جلوگیری از نرم شدن میوه و تلفات آب می باشد اما نتایج این پژوهش با نتایج آزمایش مشابهی، مبنی بر کاربرد اسپری قبل از برداشت فرمولاسیون هگزانال در میوه انبه که مقادیر مواد جامد محلول بیشتری در مقایسه با میوه های شاهد نشان داد، مطابقت نشان نداد (Anusuya et al., 2016).

به طور کلی تیمارهای شاهد نسبت به سایر تیمارها از قند بالاتری برخوردار بودند که این نتایج چندان هم دور از انتظار نیست چرا که میزان تلفات آب، که عمده ترین علت افزایش قند محصول در انبار در نظر گرفته می شود، در این تیمارها زیاد بوده و دلیل آن می تواند عدم وجود پوشش اضافی ناشی از روغن یا عدم وجود تیمار مؤثر در کاهش تلفات آب باشد. علی رغم این که انگور به طور طبیعی دارای پوشش واکس دار می باشد، اعمال تیمارهای حاوی روغن از طریق بستن روزنه ها و تقویت پوشش طبیعی روی میوه با ایجاد لایه ای محافظ در برابر تبخیر آب می تواند نتایج مطلوبی را در پی داشته باشد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف هگزانال، EFF، اسانس شمععدانی عطری- روغن کدوی تخمه کاغذی و زمان انبارمانی بر برخی صفات کمی و کیفی میوه انگور رقم بیدانه سفید

میانگین مربعات				اسیدیته قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	درجه آزادی	منابع تغییر
فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز	فنل کل	سفتی	pH				
۳۱۱۷۰۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶۹ <sup>**</sup>	۲۹/۸۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴۱ <sup>*</sup>	۱/۴۲ <sup>ns</sup>	۲	بلوک
۸۰۳۲۱۰۱۲/۵ <sup>**</sup>	۰/۰۲۰ <sup>**</sup>	۳۷۷۸۶/۸۴ <sup>**</sup>	۰/۸۷ <sup>**</sup>	۰/۰۱۲ <sup>**</sup>	۲۶/۰۰۱ <sup>**</sup>	۴	دوره انبارمانی (D)
۴۸۴۱۱۰۵۰/۰ <sup>**</sup>	۰/۰۰۱۵ <sup>ns</sup>	۹۴۰/۹۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱۱ <sup>ns</sup>	۲/۳۳ <sup>**</sup>	۴	تیمار (T)
۱۴۷۴۴۰۲۶/۰ <sup>**</sup>	۰/۰۰۵۲ <sup>**</sup>	۲۴۳/۰۶ <sup>**</sup>	۰/۰۰۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲۴ <sup>**</sup>	۰/۸۷ <sup>ns</sup>	۱۶	T × D
۲۳۲۸۷۱۸/۷	۰/۰۰۱۳	۲۸/۳۴	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۰۹۷	۰/۴۹	۴۸	خطای آزمایشی
۱۶/۱۰	۱۷/۸۸	۲/۵۵	۱/۷۲	۵/۵۱	۲/۶۷	-	ضریب تغییر (درصد)

ns غیر معنی دار، \* و \*\* به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشند.

### اسیدیته قابل تیتراسیون

تیمارهای مختلف بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون اثر معنی داری نداشتند. هرچند که اثر زمان بر این صفت معنی دار شد. در طی دوره انبارمانی نیز تغییرات میزان اسیدیته قابل تیتراسیون روند ثابتی نداشت با این حال مقدار آن در دوره دوم و دوره آخر انبارداری نسبت به روز صفر به طور معنی داری بیشتر بود.

### پی اچ آب میوه

هرچند که کاربرد تیمارها بر میزان پی اچ آب میوه معنی دار نبود اما طی دوره انباری این صفت روند افزایشی داشته و کمترین آن در دوره صفر و بیشترین مقدار در روز ۶۰ مشاهده شد. پی اچ نشان دهنده میزان غلظت یون هیدروژن مثبت در آب میوه است و طعم اسیدی آن را تعیین می کند اما الزاماً بین فاکتور پی اچ و اسیدیته قابل تیتراسیون ارتباط مستقیمی وجود ندارد (Crisosto & Smilanick, 2007).

### کاهش وزن

در طی ۶۰ روز انبارمانی درصد کاهش وزن روند افزایشی

نشان داد. کمترین میزان کاهش وزن در روز ۱۵ و بیشترین درصد در دوره آخر انباری بود (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار بر درصد کاهش وزن، تیمارهای شاهد بیشترین و تیمار EFF از کمترین میزان تلفات آب برخوردار بود که با تیمار هگزانال اختلاف معنی داری را نشان نداد. تیمار ترکیبی اسانس و روغن نیز نسبت به تیمارهای شاهد توانست از کاهش وزن محصول جلوگیری کند (جدول ۳).

اثر تیمارهای حاوی هگزانال بر میزان کاهش وزن محصول احتمالاً به علت تأثیر هگزانال بر حفظ سفتی و کاهش بار میکروبی باشد که باعث حفظ ساختار پوست و متعاقباً جلوگیری از افت آب می شود ضمن آن که در تیمار EFF به علت حضور ترکیبات اسانس و روغن که اثر حفاظتی مطلوبی در برابر از دست دادن آب دارند، این تأثیر دو چندان می شود. تحقیقات قبلی اثر مثبت ترکیبات حاوی هگزانال را بر میزان کاهش وزن محصول در طول مدت ذخیره سازی نشان داده اند که علت آن به تأخیر انداختن سرعت تنفس، حفظ غشای سلولی و ساختار سلول و در نتیجه کاهش فرآیندهای کاتابولیک گزارش شده است (Anusuya et al., 2016).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف هگزانال، EFF، اسانس شمع دانی عطری - روغن کدوی تخمه کاغذی و زمان انبارمانی بر برخی میزان کاهش وزن، پوسیدگی حبه و قهوه ای شدن چوب خوشه انگور رقم پیدانه سفید

منابع تغییر	درجه آزادی	کاهش وزن	پوسیدگی حبه	قهوه ای شدن چوب خوشه
بلوک	۲	۱/۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>
دوره انبارمانی (D)	۳	۳۳۷/۵۹ <sup>**</sup>	۱۹/۵۲ <sup>**</sup>	۷/۶۲ <sup>**</sup>
تیمار (T)	۴	۶/۰۴ <sup>**</sup>	۱/۲۷ <sup>**</sup>	۱/۳۰ <sup>**</sup>
T × D	۱۲	۰/۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۷ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۳۸	۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۲۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۶۰	۱۹/۳۴	۱۴/۴۲

ns غیر معنی دار و \*\* در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می باشد.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده دوره‌های انبارمانی بر برخی صفات کمی و کیفی میوه انگور رقم بیدانه سفید

دوره انبارمانی (روز)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)	کاهش پی‌اچ وزن (درصد)	سفتی بافت (نیوتن بر میلی‌مترمربع)	فنل کل (میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر)	فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (واحد بر گرم وزن تازه در دقیقه)	پوسیدگی قهوه‌ای شدن حبه (نمره)	چوب خوشه (نمره)
صفر	۲۴/۶۶d	۰/۵۴ b	۳/۳۲ d	-	۲۹۱a	۰/۱۶ d	-	-
۱۵	۲۵/۵۴c	۰/۵۴b	۳/۴۳c	۳/۹۰d	۲۱۴/۸۰b	۰/۲۲ b	۲/۰۶c	۲/۱۸d
۳۰	۲۶/۰۴c	۰/۵۸a	۳/۷۲b	۵/۵۱c	۱۹۷/۸۶c	۰/۲۵ a	۲/۳۳c	۳/۰۷c
۴۵	۲۶/۶۶b	۰/۵۵b	۳/۸۳a	۹/۸۶b	۱۷۸/۹۳d	۰/۱۹ c	۳/۲۰b	۳/۴۴b
۶۰	۲۸/۱۸a	۰/۶۰a	۳/۸۵a	۱۴/۴۷a	۱۶۱/۱۳e	۰/۱۷ cd	۴/۶۰a	۳/۸۵a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

افزایش سفتی بافت به اثبات رسیده است (Anusuya *et al.*, 2016; Cheema *et al.*, 2014; Gill *et al.*, 2016).

#### محتوای فنل کل پوست حبه

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار بر محتوای فنل کل پوست حبه معنی‌دار نشد درحالی‌که اثر دوره انبارداری و برهم‌کنش تیمار و دوره انبارمانی بر محتوای فنل‌ها (در سطح احتمال ۱ درصد) معنی‌دار شد (جدول ۱). بالاترین میزان فنل کل در دوره دوم و کمترین آن در دوره آخر انبارداری در تیمار ترکیبی اسانس و روغن مشاهده شد (شکل ۱). نتایج نشان داد که محتوای فنل کل تا روز ۳۰ افزایش و پس از آن در طول دوره نگهداری کاهش یافته است که با نتایج پژوهش‌گران دیگر مبنی بر کاهش فنل کل پس از رسیدن به پیک در طول دوره انباری انگور مطابقت دارد (Champa *et al.*, 2014).

میزان فنل کل در دوره سوم و چهارم انبارداری روند کاهشی را نشان داد که در دوره سوم بیشترین مقدار فنل کل مربوط به تیمار هگزاناتال بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. در دوره آخر میزان فنل تیمارهای شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود اما اختلاف آن‌ها با سایر تیمارها (به‌جز با تیمار ترکیبی اسانس و

اسانس‌های گیاهی با تأثیر بر میزان تنفس و پوسیدگی قارچی روی میزان کاهش وزن نقش داشته دارند. پژوهش‌های متعددی کاهش تنفس محصولات را طی مدت پس از برداشت، توسط اسانس‌ها یا مواد مؤثره گیاهی گزارش کرده‌اند (Almenar *et al.*, 2007; Valero *et al.*, 2006) و از آنجاکه افزایش تنفس می‌تواند یکی از دلایل افزایش کاهش وزن میوه‌ها باشد، اسانس‌ها از طریق کاهش تنفس، میزان تلفات آب را کاهش می‌دهند. همچنین با توجه به این‌که پوسیدگی قارچی موجب صدمه به پوست و جدا شدن پوست از گوشت میوه می‌شود و به این طریق از دست رفتن آب میوه‌ها افزایش می‌یابد، به‌نظر می‌رسد به‌علت اثر بازدارندگی اسانس‌های گیاهی در برابر رشد قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها، این ترکیبات می‌توانند سبب کاهش تلفات وزن در میوه‌های تیمار شده شوند (Valverde *et al.*, 2005).

در گزارشی آمده است که کاربرد اسپری قبل از برداشت EFF و تیمار پس از برداشت بخار هگزاناتال در میوه گیلاس موجب افزایش سفتی بافت شده است که این تغییرات به افزایش بیوستنز ترکیبات دیواره سلولی و حفظ غشا نسبت داده شده است (Sharma *et al.*, 2010). همچنین در پژوهش‌های دیگری ویژگی هگزاناتال در

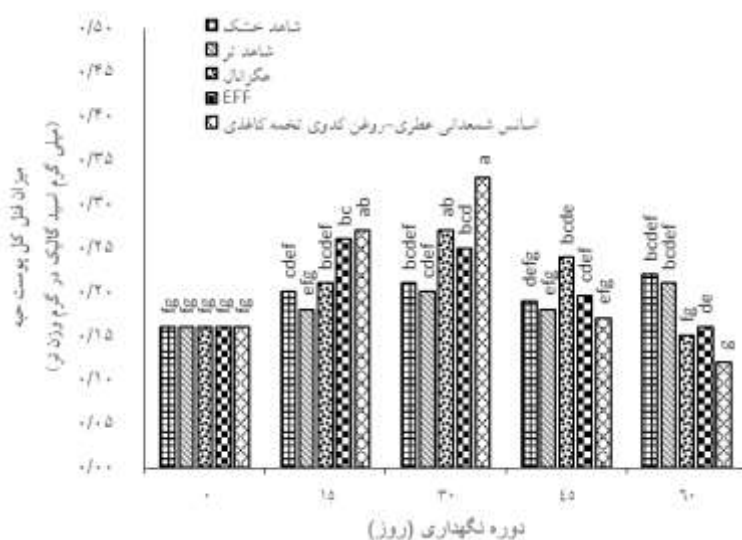
کمترین آن در دوره اول و بیشترین مقدار در روز ۶۰ مشاهده شد (جدول ۴) که این افزایش تدریجی در میزان پوسیدگی می‌تواند ناشی از فرآیند پیری در طول مدت انباری باشد چرا که فرآیند پیری در همه محصولات، آن‌ها را در برابر عوامل بیماری‌زا مستعد می‌سازد (جدول ۲). از بین تیمارها، تیمار EFF، هگزانال و ترکیب اسانس و روغن نسبت به سایر تیمارها توانسته از گسترش پوسیدگی جلوگیری کند که علت آن را می‌توان به داشتن خواص ضد میکروبی هگزانال و اسانس شمع‌دانی عطری نسبت داد (جدول ۴).

میزان بالاتر سفتی در این تیمارها نیز گواه این مسئله است. هرچند میزان پوسیدگی در تیمار هگزانال و تیمار ترکیبی اسانس و روغن نسبت به تیمارهای شاهد روند کندتری را داشته است اما اختلاف آن‌ها با تیمار شاهد خشک از نظر آماری معنی‌دار نشد. ترکیبات حاوی هگزانال می‌توانند تا حد زیادی از رشد و توسعه میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کنند (Song et al., 2007).

روغن معنی‌دار نشد (شکل ۱). احتمالاً این افزایش نسبی میزان فنل در تیمارهای شاهد به دلیل تنش ناشی از پیری باشد. به‌طور کلی تغییرات فنل در تیمارهای شاهد تا روز ۳۰ افزایش جزئی داشته و بعد در روز ۴۵ کاهش داشت که این اختلافات معنی‌دار نبود ولی در مورد تیمارهای هگزانال، EFF و ترکیب اسانس و روغن افزایش زیادی در روز ۱۵ و ۳۰ مشاهده شد که عمدتاً اختلاف معنی‌دار بود. طبق بررسی‌های انجام‌شده کاربرد ترکیبات حاوی هگزانال موجب افزایش ترکیبات فنلی می‌شود. کاربرد پس از برداشت بخار هگزانال در میوه گیلاس، موجب افزایش محتوای فنل در مقایسه با تیمار شاهد شد (شرما و همکاران، ۲۰۱۰). در پژوهشی اسپری قبل از برداشت EFF در میوه گواوا رقم الله‌آباد به‌طور قابل‌توجهی موجب سطح بالاتر ترکیبات فنلی نسبت به میوه‌های تیمار نشده شد (Gill et al., 2016).

### میزان پوسیدگی

میزان پوسیدگی طی دوره انباری روند افزایشی داشته و



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان انبارداری و تیمارهای مختلف بر میزان فنل کل پوست جبه (میلی‌گرم اسید گالیک در گرم) در گرم (وزن تر) میوه انگور رقم بیدانه سفید طی ۶۰ روز انبارداری (میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).



احتمال می‌رود آنزیم پراکسیداز در اکسیداسیون فنل‌ها و قهوه‌ای شدن آنزیمی نقش مؤثرتری نسبت به آنزیم پلی‌فنل اکسیداز داشته است. در میوه‌های تیمارشده با EFF نسبت به سایر تیمارها وضعیت ظاهری بهتری را نشان داد (جدول ۴) که علت آن را می‌توان به حفظ آب خوشه‌ها، کاهش میزان فعالیت قارچ‌ها و آنزیم‌های اکسیدکننده فنل توسط مواد استفاده شده در این ترکیب نسبت داد. همچنین قهوه‌ای شدن چوب خوشه در تیمارهای هگزانال و تیمار ترکیبی اسانس و روغن روند کندتری را نسبت به تیمارهای شاهد خشک و تر نشان داد هرچند که اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود.

#### فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

به‌طورکلی میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در تیمارهای شاهد خشک و تر نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (شکل ۲) و به‌نظر می‌رسد تیمارهای حاوی پوشش خوراکی و هگزانال به‌علت تأثیر در کاهش تنفس، کاهش دسترسی به اکسیژن و میزان اکسیداسیون فنل‌ها با آنزیم پلی‌فنل اکسیداز توانسته‌اند فعالیت این آنزیم را کاهش دهند (جدول ۱).

اثر ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی ممکن است به‌علت خاصیت آبگریزی آن‌ها باشد که با اتصال به پروتئین غشای سلول میکروارگانیسم سبب آزاد کردن لیپیدها و پلی‌ساکاریدها و اختلال در ساختار فیزیکی غشا شده و در نتیجه باعث از هم‌پاشیدگی و مرگ سلول‌های میکروارگانیسم می‌شوند (Valverde et al., 2005). اسانس‌های زنجبیل، هلو و ریحان در کنترل بیماری‌های پس از برداشت مرکبات مؤثر ارزیابی شده است (Tripathi et al., 2004).

#### شاخص قهوه‌ای شدن چوب خوشه

چوب خوشه انگور به مرور زمان دچار تغییر رنگ و چروکیدگی شد (جدول ۳) و در نخستین دوره انبارداری کمترین و در پایان آن بیشترین میزان قهوه‌ای شدن چوب خوشه‌ها مشاهده شد. قهوه‌ای شدن چوب خوشه در طی مدت نگهداری می‌تواند به‌علت فعالیت میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های اکسیدکننده فنل از جمله پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز باشد. در این پژوهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در طی مدت انباری کاهش یافت (شکل ۲) اما میزان قهوه‌ای شدن چوب خوشه روند افزایشی داشت که

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمارهای مختلف هگزانال، فرمولاسیون حفظ تازگی میوه (EFF)، اسانس شمعدانی

عطری- روغن کدوی تخمه کاغذی (Es-Oil) بر برخی صفات کمی و کیفی میوه انگور رقم بیدانه سفید

تیمار	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)	کاهش پی‌اچ وزن (درصد)	سفتی بافت (نیوتن بر میلی‌متر مربع)	فنل کل (میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر)	فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (واحد بر گرم وزن تازه در دقیقه)	پوسیدگی حبه (نمره)	قهوه‌ای شدن چوب خوشه (نمره)
شاهد خشک	۲۶/۵۲a	۰/۵۷a	۳/۶۶a	۲۰۱/۳۳c	۰/۱۹ a	۱۱۶۷۱/۳a	۳/۲۵ab	۳/۲۹ab
شاهد تر	۲۶/۵۲a	۰/۵۷a	۳/۶۰b	۲۰۱/۴۰c	۰/۱۸ a	۱۱۰۹۲/۷a	۳/۵۰a	۳/۴۹a
هگزانال	۲۶/۰۷ab	۰/۵۶a	۳/۶۳ab	۲۱۷/۱۳a	۰/۲۱ a	۸۰۱۸/۳b	۲/۹۱bc	۳/۰۴ b
EFF	۲۵/۵۹b	۰/۵۷a	۳/۶۳ab	۲۱۷/۰۰a	۰/۲۰ a	۷۷۵۵/۳b	۲/۶۶c	۲/۶۲c
Es-Oil	۲۶/۳۸a	۰/۵۵a	۳/۶۲ab	۲۰۶/۸۶b	۰/۲۱ a	۸۸۵۰/۷b	۲/۹۱bc	۳/۲۴ab

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

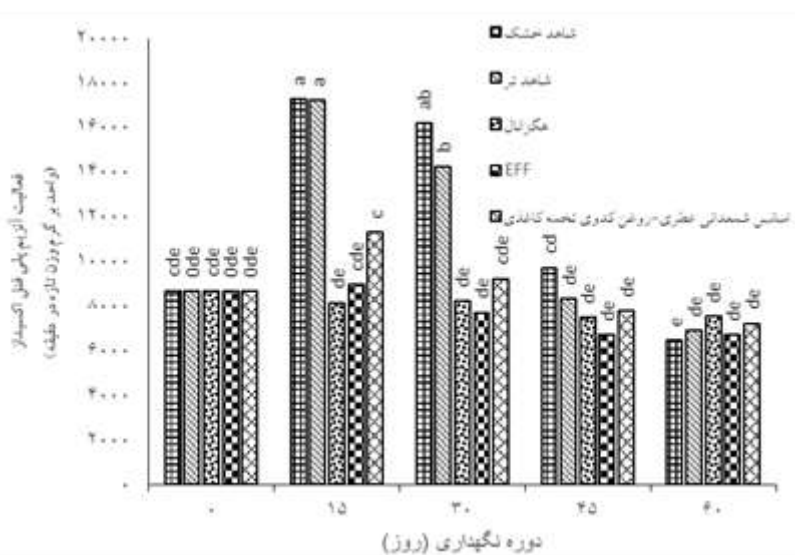
آخر انباری بود و به‌طورکلی نتایج نشان داد که میزان سفتی در طول دوره نگهداری کاهش یافته است (جدول ۵).

حفظ و حتی افزایش میزان سفتی توسط ترکیبات حاوی هگزانال به‌خوبی به اثبات رسیده است. مطالعات قبلی نشان داده است که هگزانال می‌تواند فعالیت آنزیم فسفولیپاز D (PLD) را که در تخریب غشا نقش دارد، مهار کند (Tiwari & Paliyath, 2011). به‌نظر می‌رسد هگزانال به‌دلیل تأثیر مستقیم بر فعالیت PLD و متعاقباً کند کردن فرآیند پیری و همچنین به‌علت اثر بازدارندگی بر رشد میکروارگانیسم‌ها باعث حفظ سفتی می‌گردد.

پوشش‌های خوراکی با محدود کردن میزان اکسیژن قابل دسترس محصول، موجب کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز می‌گردند. در تحقیقی نیز نشان داده شد که EFF دو درصد در طالبی به‌طور معنی‌داری از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز جلوگیری کرد (Qi et al., 2011).

قهوه‌ای شدن آنزیمی یکی از عوارض مهم پس از برداشت در انگور است که توسط آنزیم‌های اکسیدکننده از جمله آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز ایجاد می‌شود. فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز تحت تأثیر فاکتورهای زیادی از جمله پی‌اچ، دما، اکسیژن قابل دسترس، مقدار و نوع ترکیبات فنلی موجود در بافت، غلظت اسید آسکوربیک و مرحله نموی میوه قرار دارد (Othman, 2012). بنابراین وجود سوبسترا و آنزیم در بافت آسیب‌دیده همیشه منجر به تغییر رنگ نمی‌شود. با توجه به این‌که رنگ چوب خوشه انگور یکی از فاکتورهای مهم در بازاریابی آن می‌باشد، در این پژوهش میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در چوب خوشه مورد بررسی قرار گرفت.

سفتی بافت میوه: اثر زمان، تیمار و برهمکنش زمان و تیمار (در سطح ۱ درصد) بر میزان سفتی بافت میوه معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان سفتی در روز صفر و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد در دوره



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان انبارداری و تیمارهای مختلف بر میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (واحد بر گرم وزن تازه در دقیقه) چوب خوشه انگور رقم بیدانه سفید طی ۶۰ روز انبارمانی. (میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان انبارداری و تیمارهای مختلف بر میزان سفتی (نیوتن بر میلی مترمربع) میوه انگور رقم بیدانه سفید طی ۶۰ روز انبارمانی

دوره انباری (روز)					تیمار
۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	صفر	
۱۵۲/۰۰j	۱۷۹/۰۰fg	۱۸۸/۶۶de	۱۹۶/۰۰d	۲۹۱/۰۰a	شاهد خشک
۱۵۸/۰۰ij	۱۷۸/۰۰fg	۱۸۲/۰۰ef	۱۹۸/۰۰d	۲۹۱/۰۰a	شاهد تر
۱۶۱/۶۶hi	۱۹۲/۰۰d	۲۱۳/۰۰c	۲۲۸/۰۰b	۲۹۱/۰۰a	هگزانال
۱۶۹/۳۳gh	۱۷۴/۶۶fg	۲۱۴/۰۰c	۲۳۶/۰۰b	۲۹۱/۰۰a	EFF
۱۶۴/۶۶hi	۱۷۱/۰۰hg	۱۹۱/۶۶d	۲۱۶/۰۰c	۲۹۱/۰۰a	اسانس شمععدانی عطری- روغن کدوی تخمه کاغذی

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

### منابع

- Almenar, E., Del Valle, V., Catala, R. & Gavara, R. (2007). Active package for wild strawberry fruit (*Fragaria vesca* L.). Journal of Agricultural and Food chemistry, 55(6), 2240-2245. DOI: 10.1021/jf062809m
- Anusuya, P., Nagaraj, R., Janavi, G. J., Subramanian, K. S., Paliyath, G. & Subramanian, J. (2016). Pre-harvest sprays of hexanal formulation for extending retention and shelf-life of mango (*Mangifera indica* L.) fruits. Scientia horticulturae, 211, 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.08.020>
- Bai, X.-H., Teng, L.-H., Lü, D.-q. & Qi, H.-Y. (2014). Co-treatment of EFF and 1-MCP for enhancing the shelf-life and aroma volatile compounds of oriental sweet melons (*Cucumis melo* var. makuwa Makino). Journal of Integrative Agriculture, 13(1), 217-227. Doi: 10.1016/S2095-3119(13)60372-X.
- Boukhatem, M. N., Kameli, A. & Saidi, F. (2013). Essential oil of Algerian rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens*): Chemical composition and antimicrobial activity against food spoilage pathogens. Food Control, 34(1), 208-213. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.045>
- Champa, W. H., Gill, M., Mahajan, B. & Arora, N. (2014). Postharvest treatment of polyamines maintains quality and extends shelf-life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless. Postharvest biology and technology, 91, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.12.014>
- Cheema, A., Padmanabhan, P., Subramanian, J., Blom, T. & Paliyath, G. (2014). Improving quality of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by pre-and postharvest applications of hexanal-containing formulations. Postharvest biology and technology, 95, 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.03.012>

چوب خوشه انگور در تعیین کیفیت و بازارپسندی میوه نقش مهمی دارد و بیشتر از حبه‌ها مستعد تلفات آب است زیرا واکس کوتیکولی ضعیفی دارد. طبق پژوهش‌ها، فرمولاسیون حفظ تازگی حاوی هگزانال می‌تواند از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز جلوگیری کند (Qi et al., 2011) و از این طریق مانع تجزیه کلروفیل در حضور ترکیبات فنلی شود. همچنین به‌نظر می‌رسد کاهش تلفات آب و پوسیدگی کمتر میوه‌های تیمار شده با ترکیبات حاوی هگزانال در حفظ بهتر رنگ سبز چوب خوشه آن مؤثر بوده است.

به‌طور کلی می‌توان گفت که تیمار EFF علاوه بر ویژگی‌های مطلوب، در فرمولاسیون خود حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که به حفظ طراوت و تازگی محصول کمک می‌کند. در این پژوهش نیز این اثرات مطلوب به‌خوبی مشخص شد. ضمن آن‌که اضافه شدن اثرات مثبت اسانس شمععدانی عطری (که مهم‌ترین آن اثر ضد میکروبی این اسانس می‌باشد) و همچنین روغن کدوی تخمه کاغذی (که یک روغن طبی محسوب شده و در پس از برداشت محصولات نیز از نظر تقویت واکس طبیعی روی میوه جهت جلوگیری از افت آب، اهمیت دارد) به فرمولاسیون EFF به‌خوبی توانست در افزایش عمر پس از برداشت میوه انگور مؤثر واقع شود.

7. Crisosto, C. & Smilanick, J. (2007). Table grapes postharvest quality maintenance guidelines. The University of California Davis .
8. Droby, S. & Lichter, A. (2007). Post-harvest Botrytis infection: etiology, development and management Botrytis: Biology, pathology and control (pp. 349-367): Springer.
9. Gill, K., Dhaliwal, H., Mahajan, B., Paliyath, G. & Boora, R. (2016). Enhancing postharvest shelf life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda by pre-harvest application of hexanal containing aqueous formulation. Postharvest biology and technology, 112, 224-232. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.010>
10. Gohari Ardabili, A., Farhoosh, R. & Haddad Khodaparast, M. H. (2011). Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *Styriaka*) grown in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 13, 1053-1063 .
11. Jung, S.-K. & Watkins, C. B. (2011). Involvement of ethylene in browning development of controlled atmosphere-stored 'Empire' apple fruit. Postharvest biology and technology, 59(3), 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.019>
12. Othman, O. C. (2012). Polyphenoloxidase and Peroxidase Activity During Open Air Ripening Storage of Pineapple (*Ananas comosus* L.), Mango (*Mangifera indica*) and Papaya (*Carica papaya*) Fruits Grown in Dar es Salaam, Tanzania. Tanzania Journal of Science, 38(3), 84-94 .
13. Qi, H., Teng, L., Li, Y. & Xiao, Y.-n. (2011). Effect of enhanced freshness formulation on postharvest physiological properties of oriental sweet melons (*Cucumis melo* var. *makuwa* Makino) during storage. Food Science, 14, 069 .
14. Sharma, M., Jacob, J. K., Subramanian, J. & Paliyath, G. (2010). Hexanal and 1-MCP treatments for enhancing the shelf life and quality of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Scientia Horticulturae, 125(3), 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.03.020>
15. Singleton, V. L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in enzymology (Vol. 299, pp. 152-178): Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
16. Song, J., Hildebrand, P. D., Fan, L., Forney, C. F., Renderos, W. E., Campbell-Palmer, L. & Doucette, C. (2007). Effect of hexanal vapor on the growth of postharvest pathogens and fruit decay. Journal of Food Science, 72(4). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00341.x>
17. Spotts, R. A., Sholberg, P. L., Randall, P., Serdani, M. & Chen, P. M. (2007). Effects of 1-MCP and hexanal on decay of d'Anjou pear fruit in long-term cold storage. Postharvest Biology And Technology, 44(2), 101-106. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.12.003>
18. Tiwari, K. & Paliyath, G. (2011). Microarray analysis of ripening-regulated gene expression and its modulation by 1-MCP and hexanal. Plant Physiology and Biochemistry, 49(3), 329-340. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.01.007>
19. Tripathi, P., Dubey, N., Banerji, R. & Chansouria, J. (2004). Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants in management of post-harvest rotting of citrus fruits. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 20(3), 317-321 .
20. Valero, D., Valverde, J., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S. & Serrano, M. (2006). The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes. Postharvest Biology And Technology, 41(3), 317-327. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.04.011>
21. Valverde, J. M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. & Valero, D. (2005). Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol, or thymol. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(19), 7458-7464. DOI: 10.1021/jf050913i



## Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 20 ■ No. 4 ■ Winter 2019

### Impact of Hexanal, Pelargonium. Essential Oil-Cucurbita pepo Oil and Enhanced Freshness Formulation (EFF) on Storage Life of Grape cv. Bidaneh Sefid

Mohammad Sayyari<sup>1\*</sup>, Maryam Shabanloo<sup>2</sup>, Ali Azizi<sup>3</sup>

1. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran.
2. Former M.Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran.

Received: July 1, 2018

Accepted: September 23, 2018

#### Abstract

The present paper is an investigation of the impacts of hexanal and *Pelargonium*. essential oil (PEO)-*Cucurbita pepo* oil (CPO) on the quality and storability of grape cv. Bidaneh Sefid, conducted in Bu-Ali Sina University. The treatments include 1) dry controls (untreated fruits), 2) wet controls (treated fruits with 0.02% of Ethanol as solvent, used for preparation of the other treatments, 3) hexanal, 4) EFF, and 5) combination of PEO and CPO. After the treatments, the fruits have been stored at  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  and 65-60% RH. At the beginning of the storage, and every 15 days, some parameters have been evaluated, with the results showing that none of the treatments have had any significant effect on titratable acidity, pH, total phenol content, and fruit quality. Also, it is found that the lowest increase in soluble solids (35.59%) has belonged to EFF treatment, differing significantly from control untreated fruits. Control fruits with the highest rate of rot (3.5 score), weight loss (9.3%), and the lowest firmness ( $201.3 \text{ N mm}^{-2}$ ) are lower in terms of quality than other treated fruits. Hexanal treatment has been more successful to maintain color indices  $a^*$  and  $L^*$  in comparison with other treatments. In general, the most effective treatment for preservation of postharvest attributes of grape has been EFF treatment, having considerable effects on reduction of weight loss, activity of the polyphenol oxidase enzyme, fruit rot, and color change of rakis, which seems that good synergistic effects of hexanal treatment, PEO, and CPO has maintained quality of grapevine fruits cv. Bidaneh Sefid during the two months of storage.

**Keywords:** cold storage, decay, phenol content, polyphenol oxidase enzyme activity, weight loss.