

اثر اسید سالیسیلیک بر استحکام، ماندگاری و برخی ویژگی‌های کیفی انگور عسکری (*Vitis vinifera* L.) در طول انبارداری

علی تهرانی فرا^۱، محمود شور^۲، رضا موسی‌زاده^{۳*}، حسین عراقی^۴ و یحیی سلاح‌ورزی^۵

^۱ دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

^۲ استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

^۳ کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

^۴ کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

^۵ کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات انار دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲

چکیده

استفاده از ترکیبات طبیعی یکی از راه کارهای مفید جهت کاهش فساد پس از برداشت محصولات کشاورزی می‌باشد. در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۷، ۱/۴، ۲ میلی‌مولار) و مدت زمان انبارداری (۱، ۲، ۳، ۴، ۵ هفته) روی کیفیت و ماندگاری انگور رقم 'عسکری' مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک از ۰ به ۲ میلی‌مولار، درجه اسیدیته و مواد جامد محلول به ترتیب ۱ و ۲/۳ درصد کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون ۲۰ درصد افزایش یافتند. در عین حال بیشترین مقدار ویتامین ث در غلظت ۱/۴ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بدست آمد که نسبت به شاهد ۷/۷ درصد افزایش نشان داد. در طول دوره انبارداری، درجه اسیدیته، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون به ترتیب ۱/۹، ۱۵/۶ و ۲۲/۸ درصد افزایش یافتند، ولی محتوای ویتامین ث ۵۲/۸ درصد کاهش یافت. کاربرد غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در صفات درصد پوسیدگی، درصد ریزش، درصد کاهش وزن به ترتیب ۵۳/۲، ۱۳/۳ و ۱۲/۲ درصد کاهش و در صفت سفتی ۱۷/۵ درصد افزایش را نسبت به شاهد (۰ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید) نشان داد. بنابراین به نظر می‌رسد. اسید سالیسیلیک که یک ترکیب فنولیکی طبیعی است که پتانسیل بالایی در کنترل ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی از جمله انگور 'عسکری' دارد.

واژگان کلیدی: انگور عسکری، خصوصیات کیفی، سالیسیلیک اسید، دوره انبارداری

مقدمه

مهم تولید کننده انگور در دنیا است. بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۱، سطح زیر کشت انگور در دنیا ۷۵۸۶۶۰۰ هکتار بوده و تولید جهانی آن ۶۹۰۹۳۲۹۳ تن گزارش شده است. در بین کشورهای جهان، سه کشور ایتالیا، چین و آمریکا

انگور (*Vitis vinifera*) به تیره تاکسانان (Vitaceae) تعلق دارد. این تیره دارای ۱۰ جنس است که انگور کشت شده متعلق به جنس *Vitis* می‌باشد (تفضلی و همکاران، ۱۳۷۰). ایران یکی از کشورهای

*نویسنده مسئول: rmoosazadeh@yahoo.com

دارای بالاترین میزان تولید انگور در جهان هستند. به طوری که تولید این سه کشور بیش از نیمی از مجموع تولید جهان را شامل می‌شود. ایران با تولید ۲۲۴۰۰۰۰ تن و سطح زیر کشت ۲۸۶۰۰۰ هکتار مقام نهم دنیا را دارد (FAO, 2011).

یکی از راه‌های افزایش دسترسی مردم به فرآورده‌های باغبانی، جلوگیری از ضایعات بین زمان برداشت تا زمان مصرف است. این ضایعات نتیجه عدم آگاهی تولیدکنندگان به شیوه‌های صحیح جابجایی پس از برداشت، حمل و نقل، نگهداری و بازار رسانی می‌باشد (راحی، ۱۳۸۲). رسیدگی میوه و پیری آن با چندین تغییر کیفی مثل سفتی، کاهش اسیدیته کل، افزایش مواد جامد محلول، افزایش رنگ، تولید مواد معطر و غیره همراه است (Asghari and Aghdam, 2010). انگور عسکری به دلیل داشتن پوست نازک، از نظر حمل و نقل قابلیت اندکی داشته و از نظر ماندگاری، عمر انبارداری پایینی دارد (تفضلی و همکاران، ۱۳۷۰). کاهش فعالیت‌های متابولیکی میوه باعث کاهش از دست رفتن آب میوه، کاهش مصرف کربوهیدرات و در نتیجه به تاخیر انداختن پیری و افزایش عمر انبارداری میوه‌ها می‌شود (Asghari and Aghdam, 2010). در طی سال‌های گذشته استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی برای کنترل پوسیدگی و افزایش عمر انبارداری محصولات باغبانی رایج بوده است ولی با توجه به مضراتی که برای سلامتی انسان دارد متخصصان بر آن شدند که از ترکیبات طبیعی برای کنترل پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه در طول مدت انبارداری استفاده کنند (Babalar et al., 2007). استفاده از ترکیبات طبیعی با خاصیت ضد میکروبی که مقبول‌تر و کم ضررتر از ترکیبات مصنوعی می‌باشند، راهبردی تازه در تکنولوژی پس از برداشت است، از سوی دیگر استفاده از مواد شیمیایی بازدارنده تولید و یا عمل اتیلن نیز جایگاه ویژه‌ای در تکنولوژی پس از برداشت میوه‌ها

دارد (غلامی و همکاران، ۱۳۸۷). کاهش در تولید و عمل اتیلن، القای مقاومت به بیماری‌ها و آسیب‌های سرمازدگی، جلوگیری از تنش‌های اکسیداتیو، کاهش سرعت تنفس، کاهش سرعت پوسیدگی، پیری، جلوگیری از تخریب دیواره سلولی بوسیله آنزیم‌ها و حفظ سفتی میوه‌ها از اثرات عمده کاربرد اسید سالیسیلیک است. اسید سالیسیلیک یکی از مواد طبیعی گیاهی بوده و در رشد و نمو، پاسخ‌های دفاعی گیاه، تحریک مقاومت سیستمیک اکتسابی و انتقال علائم نقش مهمی را ایفا می‌کند (Ding et al., 2001). تیمار اسید سالیسیلیک یکی از راه‌های مفید در جهت کاهش فساد پس از برداشت محصولات کشاورزی است. نتایج آزمایشی که توسط Hongjie و Shiping (۲۰۰۵) انجام گرفت، نشان داد که غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک پوسیدگی در گیلان را به طور موثری کنترل کرد. همچنین باعث افزایش عمر انبارداری، کاهش پوسیدگی و حفظ بهتر کیفیت ماندگاری در طول انبارداری گردید (Zheng and Zhang, 2004). نتایج مشابهی در مورد میوه‌هایی همچون هلو (Han et al., 2000)، گلابی (Imran et al., 2006; Cao et al., 2007)، توت فرنگی رقم سلوا (Babalar et al., 2007)، انگور تازه‌خوری (Asghari et al., 2009) نیز گزارش شده است. در راستای این فعالیت‌ها، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک در کاهش ضایعات پس از برداشت و افزایش عمر انبارداری انگور عسکری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و اعمال تیمار: میوه‌های انگور رقم عسکری از باغات منطقه دیزباد واقع در ۴۵ کیلومتری شهرستان نیشابور در اواخر تیرماه سال ۱۳۹۰ برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. خوشه‌های سالم و عاری از آسیب‌های فیزیکی به صورت تصادفی، به ۴

عمل تیتراسیون محلول با سود ۰/۳ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۱. ادامه یافته و میزان سود مصرفی یادداشت گردید. درصد اسیدیته قابل تیتراسیون نمونه با توجه به اینکه اسید غالب انگوره‌های تازه خوری مثل انگور عسکری اسید تارتاریک می‌باشد (راحی، ۱۳۸۲). با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

\times میلی لیتر سود مصرفی = درصد اسیدیته قابل نیتراسیون

میلی اکی والان اسید مالیک \times نرمالیت سود مصرفی
 $\times 100$ گرم نمونه

درصد ریزش با استفاده از روش Moys and Scholberg (۱۹۹۶) تعیین شد. درصد پوسیدگی حبه‌ها از تقسیم حبه‌های پوسیده به کل حبه‌ها بدست آمد. سفتی بافت میوه، که بیانگر میزان فرورفتگی پیستون در میوه بر حسب میلی متر می‌باشد، بر حسب میلی متر با استفاده از دستگاه پنوترومتر (penetrometer) اندازه‌گیری شد. درصد کاهش وزن نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

وزن ثانویه - وزن اولیه خوشه
 $\times 100$ = درصد کاهش وزن
 وزن اولیه

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور زمان و غلظت در سه تکرار انجام پذیرفت. تجزیه واریانس و تعیین حداقل اختلاف معنی دار، با نرم افزار آماری JMP4 و رسم نمودارها با صفحه گستر Excel صورت گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف اسید سالیسیلیک روی مواد جامد محلول، ویتامین ث و کاهش وزن ($P \leq 0/05$)، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، پوسیدگی و سفتی ($P \leq 0/01$) اثر معنی داری داشت (جدول ۱). بهترین تاثیر بر روی صفات نامبرده استفاده از حداکثر غلظت اسید سالیسیلیک (۲ میلی مولار) داشت. تاثیر زمان‌های

گروه ۱۲ تایی جهت تیمار با غلظت‌های (۰/۷، ۰/۴، ۰/۱، ۲ میلی مولار) محلول اسیدسالیسیلیک تقسیم شدند. خوشه‌های هر گروه در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۴ عدد خوشه، به مدت ۳ دقیقه در محلول‌های مذکور غوطه‌ور گردیدند. محلول‌های اسید سالیسیلیک با حل کردن پودر آن در آب داغ با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شد (سیاری و همکاران، ۱۳۸۶). پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها در برابر جریان هوای خشک قرار گرفته و سپس به سردخانه با دمای 5 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵ درصد منتقل شدند. میوه‌ها در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ هفته از انبار خارج و صفاتی مثل درصد کاهش وزن، درصد ریزش حبه‌ها، سفتی حبه‌ها، درصد پوسیدگی حبه‌ها، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درجه اسیدیته (pH) و ویتامین ث، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری صفات: برای اندازه‌گیری صفات میوه، آب میوه با آب میوه‌گیر دستی استخراج گردیده و پس از گذراندن از صافی بلافاصله مواد جامد محلول، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول میوه از رفراکتومتر دستی (Atago, Japan مدل N1) استفاده شد. pH آب میوه با استفاده از pH متر (Bitaco.Seal، مدل ۶۰۳۰۳) تعیین گردید. اندازه‌گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون و با کمک محلول ید در یدور پتاسیم و معرف نشاسته صورت گرفت. بدین صورت که آب میوه گرفته شده و ۲ میلی لیتر نشاسته یک درصد به آن اضافه گردید. محلول حاصله با ید-یدور پتاسیم (۱۶ گرم یدید پتاسیم به ۱ گرم کریستال ید در یک لیتر) تیترا شد، ویتامین ث با استفاده از فرمول زیر بدست آمد (سیاری و همکاران، ۱۳۸۶).

= میلی گرم ویتامین ث

حجم ید در یدور پتاسیم بر حسب میلی لیتر $\times 0/88$
 $\times 100$

۵

صفات ظاهری

ریزش جبه‌ها: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل دوره انبارداری و غلظت اسید سالیسیلیک بر ریزش جبه‌های انگور با یکدیگر اختلاف معنی‌دار را نشان داد ($P \leq 0/01$) (جدول ۱). طبق نتایج بدست آمده بیشترین ریزش مربوط به هفته دوم انبارداری بود ولی بعد از آن به علت از دست روی آب خوشه‌ها و خشک شدن دمگل ریزش نیز کاهش یافت. تیمار با غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث کاهش ریزش جبه‌ها نسبت شاهد گردید (شکل ۴).

درصد پوسیدگی جبه‌ها: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر پوسیدگی جبه‌های انگور با ۵ هفته انبارداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۱). بیشترین پوسیدگی مربوط به شاهد (غلظت صفر) و کمترین پوسیدگی مربوط به تیمار ۲ میلی‌مولار بعد از ۵ هفته انبارداری بود (شکل ۵).

درصد کاهش وزن: طبق نتایج بدست آمده اثر متقابل دوره انبارداری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر وزن جبه‌های انگور با یکدیگر اختلاف معنی‌دار را نشان داد ($P \leq 0/01$) به طوری که بیشترین کاهش وزن مربوط به هفته سوم انبارداری بود ولی بعد از آن به علت چروک و غلیظ شدن و نیز از دست رفتن آب جبه‌ها روند تغییرات کاهش وزن نزولی بود. کمترین کاهش وزن در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ۶).

سفتی جبه‌ها: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر سفتی جبه‌های انگور پس از برداشت و ۵ هفته انبارداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد داشت (جدول ۱). بیشترین سفتی مربوط به تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. تا هفته ۲ روند افزایشی سفت شدگی در همه تیمارها به وضوح مشخص بود ولی از هفته ۳ تا هفته

مختلف انبارداری نیز بر روی کلیه صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). برهمکنش اسید سالیسیلیک و دوره‌های انبارداری بر روی اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث، پوسیدگی، کاهش وزن، ریزش و pH در سطح ۱ درصد و بر روی سفتی در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار بود (جدول ۱).

صفات مربوط به کیفیت میوه

مواد جامد محلول: با افزایش دوره انبارداری میزان قند میوه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر مواد جامد محلول نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

تغییرات pH: تغییرات pH میوه‌ها نیز با افزایش دوره انبارداری و افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از ۰ به ۲ میلی‌مولار افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد (جدول ۱). همچنین کمترین افزایش pH در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ۱).

ویتامین ث: بر اساس نتایج تجزیه واریانس هم اثر ساده و هم برهمکنش دوره انبارداری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک روی تغییرات ویتامین ث اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۱). با گذشت زمان مقادیر ویتامین ث روند نزولی را نشان داد به طوری که کمترین مقدار ویتامین ث در هفته ۵ بدست آمد که این مقادیر در غلظت ۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به بقیه غلظت‌های اسید سالیسیلیک کمتر بود (شکل ۲).

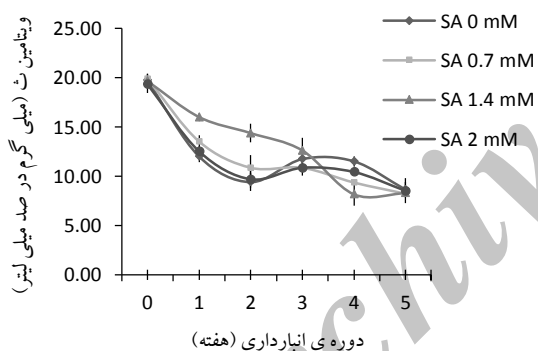
اسیدیته قابل تیتراسیون: نتایج نشان داد که اثر متقابل دوره انبارداری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون اثر معنی‌داری داشت ($P \leq 0/01$) (جدول ۱). اسیدیته قابل تیتراسیون روند مشخصی را طی نکرده است ولی با این وجود بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون بعد از ۵ هفته انبارداری و تیمار با غلظت ۲ میلی‌مولار بدست آمد (شکل ۳).

۵ تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای اسیدسالیسیلیک مشاهده نشد که بیانگر کاهش آب میوه و تسریع روند خشک شدن میوه از هفته ۳ به بعد بود (شکل ۷).

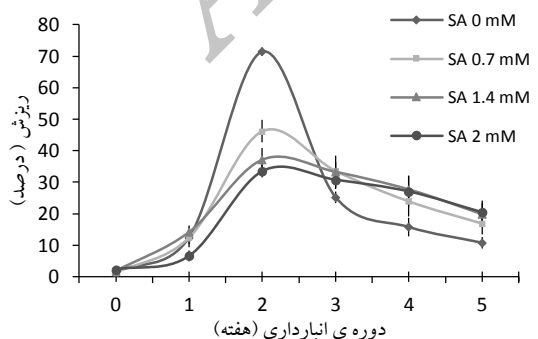
جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات مذکور در انگور عسکری میانگین مربعات

میانگین مربعات				منابع تغییرات
خطای آزمایش	SA×S	اسید سالیسیلیک (SA)	دوره انبارداری (S)	
۴۸	۱۵	۳	۵	درجه آزادی
۰/۳۳	۰/۱۱ ^{ns}	۱/۰۳*	۲۶/۰۱**	مواد جامد محلول
۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۴**	۰/۰۴**	درجه اسیدی (pH)
۰/۰۰۳	۰/۰۱**	۰/۰۸**	۰/۱**	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)
۱/۶۸	۵/۵۰**	۵/۹۲*	۱۹۰/۰۷**	ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)
۲۳/۹۴	۰/۳۳**	۷۳۲/۷۲**	۳۴۳۹/۴۲**	پوسیدگی (درصد)
۰/۰۵	۰/۱*	۱/۸۴**	۳/۷**	سفتی (میلی‌متر)
۲۱۸/۶۵	۱/۷۴**	۲۵/۵ ^{ns}	۲۹۱۴/۴۱**	ریزش (درصد)
۵/۳۵	۱۳/۵۲**	۱۹/۵۶*	۱۷۱۶/۲۲**	کاهش وزن (درصد)

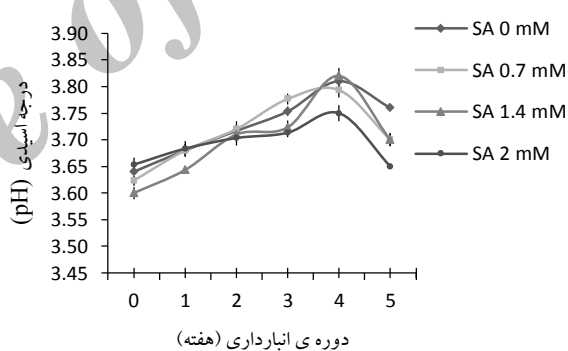
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار است



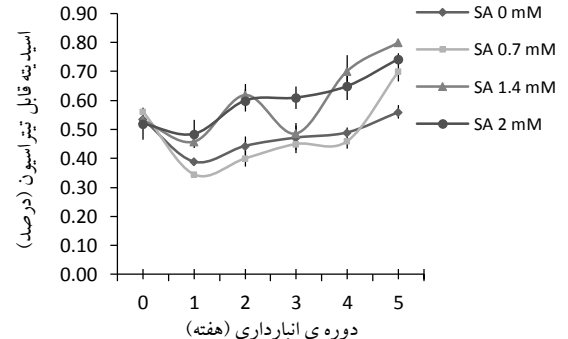
شکل ۲: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر محتوای ویتامین ث انگور عسکری در طول انبارداری



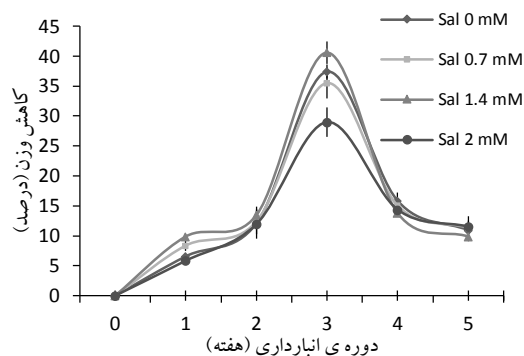
شکل ۴: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر ریزش حبه‌های انگور عسکری در طول انبارداری



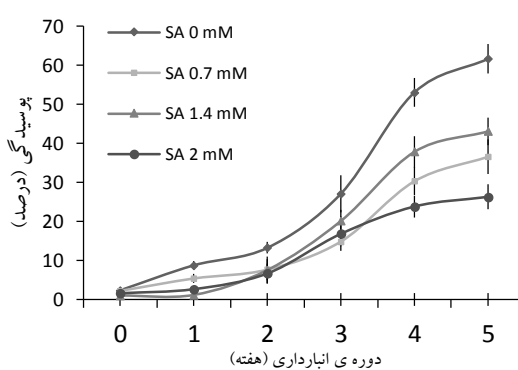
شکل ۱: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر تغییرات pH انگور عسکری در طول انبارداری



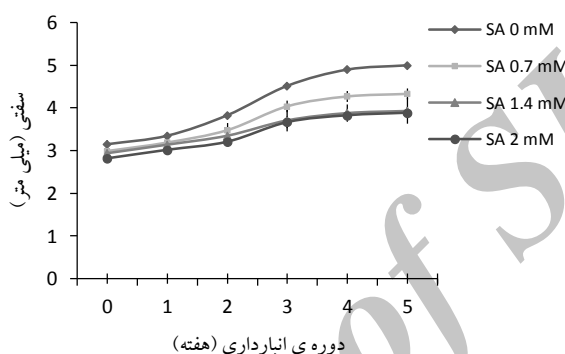
شکل ۳: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر اسیدیته قابل تیتراسیون انگور عسکری در طول انبارداری



شکل ۶: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر کاهش وزن حبه‌های انگور عسگری در طول انبارداری



شکل ۵: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر پوسیدگی حبه‌های انگور عسگری در طول انبارداری



شکل ۷: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر سفتی حبه‌های انگور عسگری در طول انبارداری

مناسب در تکنولوژی پس از برداشت محصولات باغبانی برای اطمینان از سلامتی غذاها استفاده شود. البته اثرات غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک قابل اطمینان و بدون ضرر برای هر محصول باید به دقت تعیین شود. کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک در غلظت‌های غیر سمی باعث افزایش مقاومت به عوامل بیماری‌زا و کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت می‌شود (Asghari et al., 2009). اسید سالیسیلیک باعث افزایش سریع مقدار پراکسید هیدروژن (H_2O_2) گشته که این ماده به نوبه خود به عنوان یک سیگنال مولکولی باعث فعال شدن سیستم مقاومتی گیاه بر ضد عوامل بیماری‌زا می‌گردد. تحقیقات نشان داده است اسید سالیسیلیک بطور موثری پوسیدگی قارچی و تولید اتیلن را که باعث از بین رفتن و پوسیدگی میوه

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، درجه اسیدیته و مواد جامد محلول کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش یافتند. در عین حال، بیشترین مقدار ویتامین ث در غلظت ۱/۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک بدست آمد که نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در طول دوره انبارداری، درجه اسیدیته، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش نشان دادند، ولی محتوای ویتامین ث کاهش یافت. همچنین غلظت ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک در صفات درصد پوسیدگی، درصد کاهش وزن و درصد ریزش، کاهش و در صفت سفتی افزایشی را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. بنابراین اسید سالیسیلیک می‌تواند به عنوان یک جایگزین

میلی مولار اسید سالیسیلیک اثر مثبتی روی کاهش وزن گیلاس در طول انبارداری داشت (Hongjie and Shiping, 2005).

کیفیت ظاهری میوه یک فاکتور مهم در بازار رسانی میوه می‌باشد. گزارش شده است اسیدسالیسیلیک از طریق کاهش تنفس و کاهش پوسیدگی کیفیت ظاهری میوه‌ها را در حد مطلوب نگه می‌دارد. در مورد توت فرنگی رقم سلوا تمام غلظت‌های اسید سالیسیلیک روی ظاهر میوه اثر مثبت داشت ولی غلظت ۲ میلی‌مولار باعث حفظ ظاهری بهتر بدون اثرات جانبی مضر شد (Babalar et al., 2007). بر اساس گزارشات Wang و همکاران (۲۰۰۶)، Srivastava و Dwivedi (۲۰۰۰)، اسید سالیسیلیک مانع نرمی میوه می‌شود. آنها چنین دریافتند که به هنگام رسیدن میوه میزان اسید سالیسیلیک درونی میوه کاهش می‌یابد که متعاقباً نرمی میوه را در پی دارد. تحقیقات نشان داده است اسید سالیسیلیک باعث حفظ سفتی میوه از طریق آماس سلول‌ها می‌شود. همچنین اسیدسالیسیلیک باعث کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلاز (ACC)، آمینوسیکلوپروپان اکسیژناز (ACO)، پلی‌متیل استراز (PME)، پلی‌گالاکتروناز (PG) و سلولاز می‌شود که در نتیجه منجر به کاهش تولید اتیلن و حفظ بهتر سفتی میوه می‌شود (Babalar et al., 2007). نتایج مشابهی نیز توسط Shafiee و همکاران (۲۰۱۰) روی توت فرنگی گزارش شده است. در پژوهش حاضر، مواد جامد محلول توسط اسیدسالیسیلیک تحت تاثیر قرار نگرفت، که این نتیجه در گزارشات Hernandez-Munoz و همکاران (۲۰۰۶)، Manganaris و همکاران (۲۰۰۷) نیز مشاهده شده است. Dat و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک باعث افزایش آسکوربات کل در دانه‌های خردل می‌شود. اسید سالیسیلیک باعث

می‌شود را کنترل می‌کند و باعث کاهش قابل توجه فعالیت‌های متابولیکی مثل تنفس می‌شود. گزارش شده است در توت فرنگی با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از ۱ به ۲ میلی‌مولار پوسیدگی به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت. این پدیده که هر فاکتوری باعث افزایش تولید اتیلن شود باعث افزایش تنفس نیز می‌شود امروزه به خوبی شناخته شده است. در نتیجه هر عاملی مثل اسیدسالیسیلیک که باعث کنترل تولید یا عمل اتیلن شود می‌تواند تنفس را کاهش دهد (Babalar et al., 2007). همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که اسید سالیسیلیک بطور مستقیم رشد قارچ‌ها و گسترش آنها و در نتیجه پوسیدگی ناشی از آنها را در توت فرنگی کنترل می‌کند. این نتایج نیز توسط Shafiee و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است.

در تحقیقات دیگری نیز در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک کمترین پوسیدگی و بهترین ظاهر میوه در توت فرنگی (Babalar et al., 2007) و گیلاس (Hongjie and Shiping, 2005) مشاهده شد. از طرف دیگر یکی از دلایل اصلی کاهش وزن محصولات باغبانی فعالیت‌های متابولیکی مثل تنفس و تعرق است. اسیدسالیسیلیک به‌عنوان دهنده الکترون تولید رادیکال آزاد می‌کند و باعث اختلال در تنفس می‌شود (Wolucka et al., 2005). همچنین اسید سالیسیلیک باعث کنترل تعرق و تنفس از طریق بستن روزنه‌ها می‌گردد (Zheng and Zhang, 2004). از طرف دیگر پدیده تعرق تحت تاثیر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیکی دیواره سلولی است و اسید سالیسیلیک از طریق اثر گذاشتن بر فعالیت این آنزیم‌ها پدیده تعرق را کنترل کرده و از این طریق مانع کاهش وزن می‌شود. در نتیجه یکی از راه‌های کاهش از دست رفتن آب و کربن آلی (کاهش وزن) کاهش تعرق است (Imran et al., 2007). آزمایشات نشان داده است که غلظت ۲

سیاری، م. بابالار، م. کلاتری، س. علیزاده، ه. و عسکری، م.ع. (۱۳۸۶). اثر اسید سالیسیلیک بر مقاومت به سرمازدگی و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیلایز انار رقم ملس ساوه در انبار. مجله علوم باغبانی ایران. جلد ۴۰. شماره ۳. صفحات ۲۸-۲۱.

غلامی، م. صدیقی، ا. ساری خانی، ح. و ارشادی، ا. (۱۳۸۷). اثر تیمار اسید سالیسیلیک بر عمر انباری و برخی شاخص‌های کیفی گیلان رقم مشهد. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. صفحه ۷۹۸.

موسی‌زاده، ر. شور، م. تهرانی‌فر، ع. داوری‌نژاد، غ. و مختاریان، ع. (۱۳۹۲). بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره بذر برخی ارقام انگور. مجله پژوهش‌های علوم گیاهی. سال هشتم. شماره ویژه تابستان. صفحات ۱۳-۹.

Amborabe, B.E., Lessard, P.F., Chollet, J.F. and Roblin, G. (2002). Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards *Eutypa lata*: structure activity relationship. *Plant Physiology. Biochemistry.* 40: 1051-1060.

Asghari, M.R., Hajitagilo, R. and Jalilimarandi, R. (2009). Postharvest application of salicylic acid before coating with chitosan affects the pattern of quality changes in table grape during cold storage. In 6th International Postharvest Symposium, Antalya, Turkey, 12 April 2009.

Asghari, M. and Aghdam, S. (2010). Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science and Technology.* 21:502-509.

Babalar, M., Asghari, M.R., Talaci, A.R. and Khosroshahi, A. (2007). Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chemistry.* 105: 449-453.

Cao, J., Zeng, K. and Jiang, W. (2006). Enhancement of postharvest disease resistance in Yali pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. *European Journal of Plant Pathology.* 114(4):363-370.

Dat, J.F., Foyer, C.H. and Scott, I.M. (1998). Changes in salicylic acid and antioxidants

فعال شدن پراکسیداز آسکوربات می‌گردد که نتیجه آن افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانتی و افزایش مقدار اسید آسکوربیک در میوه‌ها است (Wang et al., 2006). طبق مطالعات انجام گرفته این آنتی‌اکسیدانت‌های طبیعی می‌تواند بدن را در برابر آسیب اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت نمایند (موسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان و میوه‌ها با حفظ بهتر ویتامین ث در مقابل تخریب، آن را در حد بالاتری حفظ می‌کند (Wisniewska and Chelcowski, 1999).

نتیجه‌گیری نهایی

از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در افزایش عمر انبارداری انگور رقم عسکری نسبت به بقیه تیمارها موثرتر بود و لذا به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک می‌تواند نقش حفاظت‌کننده برای انگور عسکری در طول انبارداری داشته باشد که البته این امر نیاز به مطالعات بیشتری در آینده دارد. بنابراین می‌توان گفت اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولیکی طبیعی و سالم است که پتانسیل بالایی در کنترل ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی از جمله انگور عسکری دارد.

منابع

تفضلی، ع. حکمتی، ج. و فیروزه، پ. (۱۳۷۰). انگور. انتشارات دانشگاه شیراز. صفحه ۳۴۳.

راحی، م. (۱۳۸۲). فیزیولوژی پس از برداشت. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی سبزی‌ها و گیاهان زیتنی (ترجمه) چاپ سوم با تجدید نظر. انتشارات دانشگاه شیراز. صفحه ۲۵۹.

- during induced thermotolerance in mustard seedlings. *Plant Physiology*. 118:1455-1461.
- Ding, C.K., Wang, C., Gross, K. and Smit, D. (2001).** Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock protein genes in tomatoes by methyl jasmonate and methyl salicylate. *Plant Science*. 161: 1153-1159.
- FAO. (2011).** Faostat. Statistical Database. www.fao.org
- Han, T., Wang, Y., Li, L. and Ge, X. (2000).** Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. *Acta Horticulture Sinica*. 27(5):367-368.
- Hongjie, Y. and Shiping, T. (2005).** Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*. 35:253-262.
- Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Ocio, M.J. and Gavara. R. (2006).** Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Postharvest Biology. Technology*. 39:247-253.
- Imran, H., Yuxing, Z., Guoqiang, D., Guoying, W. and Jianghong, Z. (2007).** Effect of salicylic acid (SA) on delaying fruit senescence of Huang Kum pear *Front. Agriculture. China*. 1(4):456-459.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G. and Mignani, I. (2007).** The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physiochemical aspects of peach fruits. *Food Chemistry*. 100:1385-1392.
- Moyls, A.L. and Scholberg, P.L. (1996).** Modified-atmosphere packaging of grape and strawberries fumigation with acetic acid. *Horticulture Science*. 37:414-416.
- Shafiee, M., Taghavi, T.S. and Babalar, M. (2010).** Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulture*. 124:40-45.
- Srivastava, M.K. and Dwivedi, U.N. (2000).** Ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*. 158: 87-96.
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. and Archbold, D.D. (2006).** Salicylic acid pre treatment alleviates chilling injury and affects the anti oxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 41:244-251.
- Wolucka, B.A., Goossens, A. and Inze, D. (2005).** Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. *Journal of Experimental of Botany*. 56:2527-2538.
- Wisniewska, H. and Chelcowski, J. (1999).** Influence of exogenic salicylic acid on Fusarium seedling blight reduction in barley. *Acta Physiologiae Plantarum*. 21(1):63-66.
- Zheng, Y. and Zhang, Q. (2004).** Effects of polyamines and salicylic acid postharvest storage of 'Ponkan' mandarin. *Acta Horticulture*. 632:317-320.