نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۵، سال نهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳ / صفحات: ۳۳-۲۵

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

علی تهرانی‌فر[۱]، محمود شور[۲]، رضا موسی‌زاده*[۳]، حسین عراقی[٤] و یحیی سلاح ورزی[٥]

[۱] دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

[۲] استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

[۳] کارشناس‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

[٤] کارشناس‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

[٥] کارشناس‌ارشد، مرکز تحقیقات انار دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲ تاریخ پذیرش:۹۳/۳/۲۷

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، ۱/٤، ۲ میلی‌مولار) و مدت زمان انبارداری (۱، ۲، ۳، ٤، 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 به‌ترتیب ۱ و ۲/۳ درصد کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون ۲۰ درصد افزایش یافتند. در عین حال بیشترین مقدار ویتامین ث در غلظت ۱/٤ 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 به‌ترتیب ۱/۹، ۱۵/٦ 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 به‌ترتیب 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 انبارمانی

مقدمه

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 مهم تولید کننده انگور در دنیا است. بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۱، سطح زیر کشت انگور در دنیا ۷۵۸٦٦۰۰ هکتار بوده و تولید جهانی آن ٦۹۰۹۳۲۹۳ تن گزارش شده است. در بین کشورهای جهان، سه کشور ایتالیا، چین و آمریکا

*نویسنده مسئول: rmoosazadeh@yahoo.com

دارای بـالاترین میزان تولید انگور در جهان هســـتند. بـه‌طوری‌کـه تولید این ســـه کشـــور بیش از نیمی از مجموع تولید جهان را شـــامل می‌شـــود. ایران با تولید ۲۲٤۰۰۰۰ تن و سطح زیر کشت ۲۸٦۰۰۰ 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 (راحمی، 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 به‌دلیل 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 می شود (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 گـرفت، نـشـان داد کـه غلـظت ۲ میـلـی‌مـولار اسیدسالیسیلیک پوسیدگی در گیلاس را به‌طور 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., 2007; Cao et al., 2006) ، 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 سالسیلیک 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 ٤٥ کیلومتری شهرستان نیشابور در اواخر تیرماه سال ۱۳۹۰ برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. خوشه‌های سالم و عاری از آسیب‌های فیزیکی به‌صورت تصادفی، به ٤

گروه ۱۲ تایی جهت تیمار با غلظت‌های (۰/۰،۷، ۱/٤، ۲ میلی‌مولار) محلول اسیدسالسیلیک تقسیم شدند. خوشه‌های هر گروه در ۳ تکرار و هر تکرار شامل٤ عدد خوشه، به‌مدت ۳ دقیقه در محلول‌های مذکور غوطه‌ور گردیدند. محلول‌های اسید سالسیلیک با حل کردن پودر آن در آب داغ با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شد (سیاری و همکاران، ۱۳۸٦). پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها در برابر جریان هوای خشک قرار گرفته و سپس به سردخانه با دمای ۱±۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵ درصد منتقل شدند. میوه‌ها در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ٤، 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 رفرکتومتر دستی (Atago, Japan مدل N_1) استفاده شد. pH آب میوه با استفاده از pH متر (Bitaco.Seal، مدل ٦۰۳۰۳) 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 میلی‌لیتر نشاسته یک درصد به آن اضافه گردید. محلول حاصله با ید-یدور پتاسیم (۱٦ گرم یدید پتاسیم به ۱ گرم کریستال ید در یک لیتر) تیتر شد، ویتامین ث با استفاده از فرمول زیر بدست آمد (سیاری و همکاران، ۱۳۸٦).

$$\text{میلی گرم ویتامین ث} = \frac{\text{حجم ید در یدور پتاسیم بر حسب میلی لیتر} \times ۰/۸۸}{۵} \times ۱۰۰$$

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 انگورهای تازه‌خوری مثل انگور عسکری اسید تارتاریک می‌باشد (راحمی، ۱۳۸۲). با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{درصد اسیدیته قابل نیتراسیون} = \frac{\text{میلی‌لیتر سود مصرفی} \times \text{نرمالیته سود مصرفی} \times \text{میلی اکی والان اسید مالیک}}{\text{گرم نمونه}} \times ۱۰۰$$

درصد ریزش با استفاده از روش Moyls and Scholberg(۱۹۹٦) 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 میلی‌متر می‌باشد، بر حسب میلی‌متر با استفاده از دستگاه پنوترومتر (penetrometer) اندازه‌گیری شد. درصد کاهش وزن نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن اولیه خوشه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور زمان و غلظت در سه تکرار انجام پذیرفت. تجزیه واریانس و تعیین حداقل اختلاف معنی‌دار، با نرم‌افزار آماری JMP4 و رسم نمودارها با صفحه‌گستر Excel صورت گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف اسید سالیسیلیک روی مواد جامد محلول، ویتامین ث و کاهش وزن ($P\leq ۰/۰۵$)، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، پوسیدگی و سفتی ($P\leq ۰/۰۱$) اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). بهترین تاثیر بر روی صفات نامبرده استفاده از حداکثر غلظت اسید سالیسیلیک (۲ میلی‌مولار) داشت. تاثیر زمان‌های

مختلف انبـارداری نیز بر روی کلیه صـــفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش، در ســـطح ۱ درصـــد معنی‌دار بود (جدول ۱). برهمکنش اسـید 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 اسیدسالیسیلیک بر مواد جامد محلول نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

تغییرات pH: تغییرات pH میوه‌هـا نیز بـا افزایش دوره انبارداری و افزایش غلظت اسـید سـالیسـیلیک از ۰ به ۲ میلی‌مولار افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد (جـدول ۱). همچنین کمترین افزایش pH در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ۱).

ویتامین ث: بر اساس نتـــایج تجزیه واریانس هم اثر ســـاده و هم برهمکنش دوره انبارداری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک روی تغییرات ویتامین ث اثر معنی‌داری در سـطح ۱ درصـد داشـت (جدول ۱). با گذشـت زمان مقادیر ویتامین ث روند نزولی را نشـان داد بـه‌طوری‌کـه 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).

اسـیدیته قابل تیتراسـیون: نتایج نشـان داد که اثر متقابل دوره انبارداری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر تغییرات اسـیدیته قابل تیتراسـیون اثر معنی‌داری داشـت ($P\leq ۰/۰۱$) (جـــدول ۱). اسـیدیته قابل تیتراسیون روند مشـخصی را طی نکرده است ولی با این وجود بیشترین اسـیدیته قابل تیتراسیون بعد از ۵ هفته انبارمانی و تیمار با غلظت ۲ میلی‌مولار بدست آمد (شکل ۳).

صفات ظاهری

ریزش حبه‌ها: بر اســـاس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل دوره انبارداری و غلظت اسـید سـالیسـیلیک بر ریزش حبه‌های انگور با یکدیگر اختلاف معنی‌دار را نشـان داد ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۱). طبق نتایج بدسـت آمده بیشترین ریزش مربوط به هفته دوم انبارداری بود ولی بعد از آن به علت از دسـت روی آب خوشه‌ها و خشـک شـدن دمگل ریزش نیز کاهش یافت. تیمار با غلظت ۲ میلی‌مولار اسـید سـالیسـیلیک باعث کاهش ریزش حبه‌ها نسبت شاهد گردید (شکل ٤).

درصـد پوسـیدگی حبه‌ها: اثر متقـــابل غلظت‌های مختلف اسـید سالیسیلیک بر پوسیدگی حبه‌های انگور با ۵ هفته انبـــارداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار در سـطح ۱ درصد داشت (جدول ۱). بیشترین پوسیدگی مربوط به شـاهد (غلظت صـفر) و کمترین پوسیدگی مربوط بـه تیمـار ۲ میـــــلی مولار بعد از ۵ هفته انبـارداری بود (شکل ۵).

درصد کاهش وزن: طبق نتایج بدست آمده اثر متقابل دوره انبارداری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر وزن حبه‌های انـــگور بـا یکدیگر اختلاف معنی‌دار را نشـان داد ($P\leq ۰/۰۱$) به‌طوری‌که بیشـترین کاهش وزن مربوط به هفته سـوم انبارداری بود ولی بعد از آن به علت چروک و غلیظ شـدن و نیز از دسـت رفتن آب حبـه‌هـا رونـد تغییرات کـاهش وزن نزولی بود. کمترین کاهش وزن در غلظت ۲ میلی مـــولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ٦).

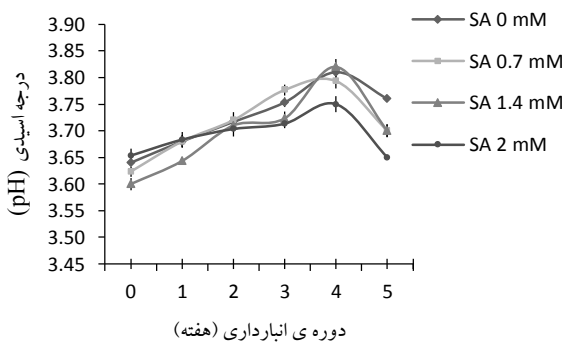
ســفتی حبـه‌هـا: اثر متقـابـل غلظـت‌های مختلف اسـیدسـالیسـیلیک بر سـفتی حبه‌های انگور پس از برداشـــت و ۵ هفتـه انبـارداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد داشت (جدول ۱). بیشترین سـفتی مربوط به تیمار ۲ میلی‌مولار اسـیدسـالیسیلیک بود. تا هفته ۲ روند افزایشـی سـفت شـدگی در همه تیمارها به وضوح مشخص بود ولی از هفته ۳ تا هفته

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).

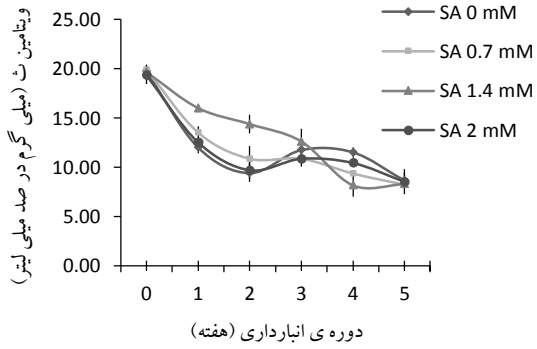
جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات مذکور در انگور عسکری

منابع تغییرات	میانگین مربعات			
	دوره انبارداری (S)	اسید سالیسیلیک (SA)	SA×S	خطای آزمایش
درجه آزادی	۵	۳	۱۵	٤۸
مواد جامد محلول	۲٦/۰۱**	۱/۰۳*	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۳۳
درجه اسیدی (pH)	۰/۰٤**	۰/۰۰٤ **	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۰٤
اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)	۰/۱**	۰/۰۸**	۰/۰۱**	۰/۰۰۳
ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰میلی‌لیتر)	۱۹۰/۰۷**	۵/۹۲*	۵/۵۰ **	۱/٦۸
پوسیدگی (درصد)	۳٤۳۹/٤۲**	۷۳۲/۷۲**	۰/۳۳ **	۲۳/۹٤
سفتی (میلی‌متر)	۳/۷**	۱/۸٤**	۰/۱ *	۰/۰۵
ریزش (درصد)	۲۹۱٤/٤۱**	۲۵/۵ ^{ns}	۱/۷٤ **	۲۱۸/٦۵
کاهش وزن (درصد)	۱۷۱٦/۲۲**	۱۹/۵٦ *	۱۳/۵۲ **	۵/۳۵

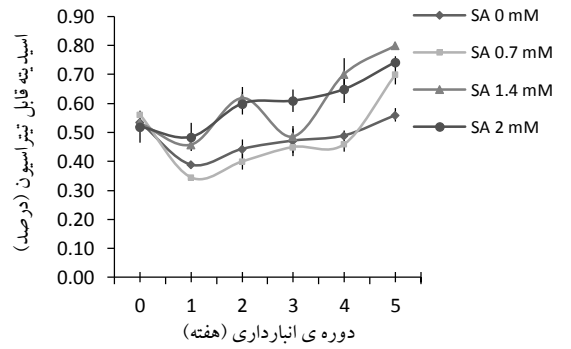
*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار است



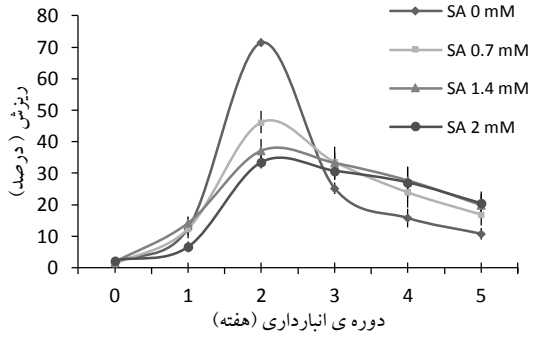
شکل ۱: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر تغییرات pH انگور عسکری در طول انبارداری



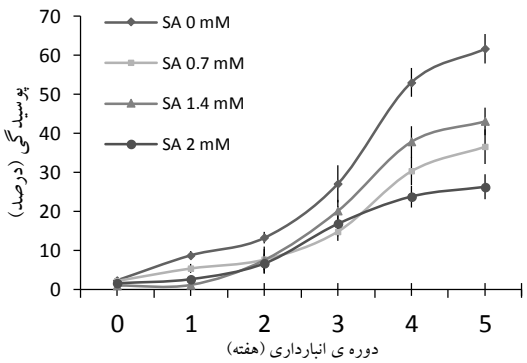
شکل ۲: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر محتوای ویتامین ث انگورعسکری در طول انبارداری



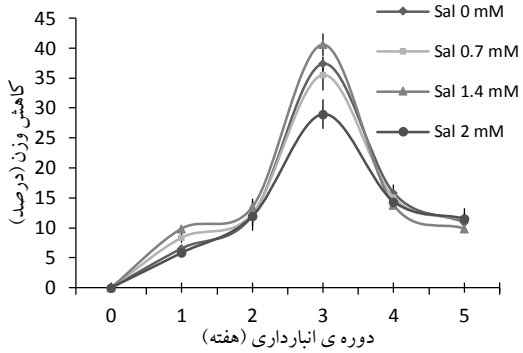
شکل ۳: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر اسیدیته قابل تیتراسیون انگور عسکری در طول انبارداری



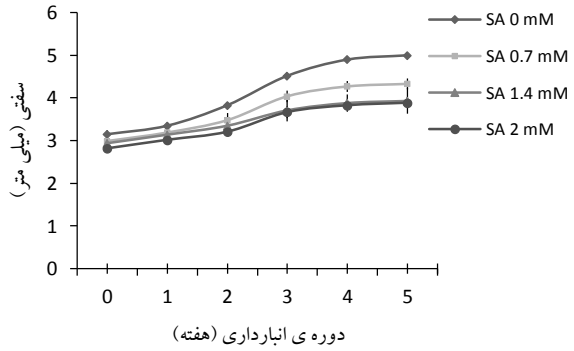
شکل ٤: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر ریزش حبه‌های انگورعسکری در طول انبارداری



شکل ٥: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر پوسیدگی حبه‌های انگور عسکری در طول انبارداری



شکل ٦: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر کاهش وزن حبه‌های انگور عسکری در طول انبارداری



شکل ٧: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر سفتی حبه‌های انگورعسکری در طول انبارداری

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش بـــا افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، درجه اسیدیته و مواد جامد محلول کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش یـافتند. در عین حال، بیشـــترین مقدار ویتامین ث در غلظت ١/٤ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بدست آمد که نســبت به شـــاهد افزایش نشـــان داد. در طول دوره انبارداری، درجه اسیدیته، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراســـیون افزایش نشـــان دادند، ولی محتوای ویتامین ث کاهش یافت. همچنین غلظت ٢ میلی‌مولار اسـیدسـالیسیلیک در صفات درصد پوسیدگی، درصد کاهش وزن و درصد ریزش، کاهش و در صفت سفتی افزایشـی را نسـبت به تیمار شـاهد نشان داد. بنابراین اسـید سـالیسـیلیک می تواند به عنوان یک جایگزین مناســب در تکنولوژی پس از برداشـــت محصـــولات باغبانی برای اطمینان از سـلامتی غذاها اسـتفاده شود. البته اثرات غلظت‌های مختلف اسـیدسـالیسیلیک قابل اطمینان و بدون ضـرر برای هر محصول باید به دقت تعیین شـود. کاربرد خارجی اسـیدسـالیسـیلیک در غلظت‌های غیر سمی باعث افزایش مقاومت به عوامل بیماری‌زا و کنترل پوســیدگی‌های پس از برداشـــت می‌شـود (Asghari et al., 2009). اسـید سـالیسیلیک باعث افزایش سریع مقدار پراکسید هیدروژن (H_2O_2) گشـته که این ماده به نوبه خود به‌عنوان یک سـیگنال مولکولی باعث فعال شدن سیستم مقاومتی گیاه بر ضد عوامل بیماریزا می‌گردد. تحقیقات نشـان داده اسـت اسـید سـالیسـیلیک بطور موثری پوسـیدگی قارچی و تولید اتیلن را که باعث از بین رفتن و پوسـیدگی میوه

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). Amborabe و 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 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 متعاقبا 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)، پلی گالاکتروناز (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 دانهال‌های خردل می‌شود. اسید سالیسیلیک باعث

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 می‌توانند 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 اسی سالیسیلیک در افزایش عمر انبارداری انگور رقم عسکری نسبت به بقیه تیمارها موثرتر بود و لذا به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک می‌تواند نقش حفاظت کننده 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.

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

سیاری، م. بابالار، م. کلانتری، س. علیزاده، ه. و عسکری، م.ع. (۱۳۸٦). اثر اسید سالیسیلیک بر مقاومت به سرمازدگی و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز انار رقم ملس ساوه در انبار. مجله علوم باغبانی ایران. جلد ٤٠. 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 گیلاس 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., Talaei, 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

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 Biolology. 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 Biolology 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.