

تأثیر سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر عمر انباری انگور (*Vitis vinifera* L.)، رقم 'فخری'^۱

EFFECT OF SALICYLIC ACID AND SULFUR DIOXIDE GENERATOR PAD ON STORAGE LIFE OF GRAPE (*VITIS VINIFERA* L.), CV. 'FAKHRI'

حسن ساری‌خانی، منصور غلامی و احمد ارشادی^۲

چکیده

نرم شدن حبه، تغییر رنگ و خشک شدن چوب خوشه و پوسیدگی‌های پس از برداشت از مهمترین عوامل اصلی محدودکننده عمر انباری انگورهای تازه خور هستند. در این پژوهش تأثیر سالیسیلیک اسید در چهار سطح (صفر، ۱، ۲ و ۴ میلی مولار) و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر عمر انباری انگور رقم 'فخری' مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید و لایه بر ویژگی‌های مواد جامد محلول، pH و اسید قابل تیتراسیون اثر معنی داری نداشت. در مقابل تیمار سالیسیلیک اسید و استفاده از لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد باعث حفظ سفتی و کاهش تلفات آب گردیدند. همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید افزون بر حفظ ظاهر چوب خوشه، باعث کاهش آلودگی‌های قارچی گردید. تیمار توام سالیسیلیک اسید و لایه اثرهای بهتری در نگهداری وضعیت چوب خوشه و کاهش آلودگی‌های قارچی نشان داد به طوری که خوشه‌های تیمار شده با غلظت ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید به همراه لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد ظاهر چوب خوشه بهتر و آلودگی قارچی کمتری را نسبت به بقیه نشان دادند. تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی دار فنل کل گردید. بالاترین غلظت فنل کل در تیمار ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد و تیمار شاهد کمترین مقدار فنل کل را نشان داد. در جمع، سالیسیلیک اسید باعث افزایش عمر انباری انگور رقم 'فخری' گردید و تیمارهای توام سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد تأثیر بهتری نسبت به کاربرد تکی هر کدام از آنها در پی داشت. **واژه‌های کلیدی:** انگور، پس از برداشت، تغییر رنگ چوب خوشه، سالیسیلیک اسید، فنل کل، لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد.

مقدمه

انگور جزء میوه‌های نافرازگرا است بدین مفهوم که پس از برداشت، رسیدن (افزایش تنفس) محسوس ندارد. بنابراین در زمان برداشت باید به سطح قابل قبولی از رسیدگی رسیده باشد. افزون بر این، انگورهای تازه‌خور طی مراحل برداشت، جابه جایی، انبارداری و بازاررسانی حساس هستند. مواردی چون نرم شدن و ریزش حبه، تغییر رنگ و خشک شدن چوب خوشه و پوسیدگی‌های قارچی در حبه و چوب خوشه از دشواری‌های اصلی پس از برداشت و نگهداری انگورهای تازه خور هستند (۱، ۵، ۱۳). بنابراین تیمار

۱ - تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۳۰

۲ - به ترتیب استادیار (sarikhani@basu.ac.ir)، دانشیار و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، همدان، جمهوری اسلامی ایران.

خوشه های انگور با موادی که از رشد قارچها جلوگیری کنند و سبب کند شدن روند نرم شدن حبه و کاهش تغییر رنگ چوب خوشه گردند، به عنوان روش موثری برای افزایش عمر انباری انگور اهمیت دارد. در این بین گاز دی اکسید گوگرد با اثر قارچ کشی مطلوب به ویژه در مورد عامل کپک خاکستری و همچنین تاثیر بر جلوگیری از قهوه ای شدن چوب خوشه به دو صورت تدخینی و ژنراتور (لایه) های آزادکننده دی اکسید گوگرد در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد (۱، ۷، ۸، ۱۰، ۲۶). ولی کاربرد این ماده در غلظت بالا، افزون بر به جای گذاری باقیمانده به نسبت خطرناک در محصول نگهداری شده، مشکلاتی چون سفید شدن بافت حبه به خصوص در محل اتصال به دم میوه (۱)، تخریب چوب خوشه (۸، ۲۶)، ایجاد ترک های ریز در حبه (۲۶) و بوی نامطبوع در محصول تیمار شده (۸) را در پی دارد که به این دلایل کاربرد آن در برخی کشورها محدود شده است. بنابراین جستجو و پژوهش برای استفاده از مواد سالم تر، هم برای مصرف کننده و هم برای محیط زیست، مورد توجه قرار گرفته است (۶).

سالیسیلیک اسید یکی از ترکیب های فنولی است که در گیاهان تولید می شود و امروزه به عنوان یکی از هورمون های گیاهی شناخته شده است (۱۶). کاربرد این ماده نتایج مهمی مانند کنترل فرایندهای رشد و نمو (۱۶)، افزایش مقاومت در برابر بیماری ها (۱۲، ۱۵، ۲۰، ۲۳)، کاهش تولید اتیلن (۲، ۱۱، ۱۷)، تاخیر در رسیدن میوه (۱۹) و افزایش عمر انباری محصول های باغبانی (۹، ۲۱) را در پی دارد. در موارد بسیاری اثر سالیسیلیک اسید بر فعالیت های گیاهی و همچنین بر عمر پس از برداشت محصول های باغبانی مورد بررسی قرار گرفته است. تیمار سالیسیلیک اسید در نارنگی باعث کاهش معنی دار پوسیدگی انباری و جلوگیری از کاهش وزن (۲۴)، در هلو باعث کاهش آسیب سرمازدگی، پوسیدگی های قارچی و حفظ یا کاهش سرعت نرم شدن (۲۱)، در موز باعث تاخیر در رسیدن میوه، کاهش در سرعت نرم شدگی، میزان تنفس، فعالیت اینورتاز و همچنین فعالیت آنزیم های اصلی دیواره یاخته ای مانند سلولاز، پلی گالاکتروناز و زیلوناز (۱۹) شده است. همچنین در بررسی های انجام شده روی توت فرنگی رقم 'سلوا' باعث کاهش تولید اتیلن و پوسیدگی قارچی گردیده است (۲). افزون بر این سالیسیلیک اسید با تاثیر بر فعالیت پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز، تغییر رنگ و سیاه شدن را در سیب، گلابی و کاهو به تاخیر انداخته و کیفیت خوراکی آن ها را حفظ کرده (۱۴) و در انگور باعث افزایش ترکیب های فنلی گردیده است (۴، ۲۲).

اگرچه اثر سالیسیلیک اسید بر عمر و کیفیت پس از برداشت میوه های زیادی مورد آزمایش قرار گرفته است، ولی تاکنون کاربرد آن و پیامدهای کاربرد آن بر انگورهای تازه خور بررسی نشده است. همچنین استفاده توأم تیمارهای کنترل کننده پوسیدگی مانند دی اکسید گوگرد و سالیسیلیک اسید به عنوان یکی از مواد موثر در حفظ کیفیت محصول، کاهش پوسیدگی ها، و کاهش اثرهای مخرب دی اکسید گوگرد مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین در پژوهش حاضر، غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید به صورت تنها یا توأم با کاربرد لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر انگور رقم 'فخری' مورد آزمایش قرار گرفته و تاثیر آن ها بر عمر انباری و کیفیت میوه بررسی شده است.

مواد و روشها

در تابستان سال ۱۳۸۷، بوته های انگور رقم 'فخری' از تاکستانی خصوصی واقع در همدان انتخاب شدند. قبل از تیمار خوشه های بلند هرس خوشه شدند تا به صورت یکنواخت باشند. بر اساس شاخص بلوغ (میزان مواد

جامد محلول بالاتر از ۱۸ درجه بریکس)، تعداد مشخصی از خوشه‌ها برداشت شدند و پس از آرایش و حذف حبه های آلوده، چروکیده و ترکیده مورد تیمار قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور (غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و چهار خوشه در هر تکرار انجام شد. فاکتور اول، غلظت سالیسیلیک اسید در چهار سطح (صفر یا شاهد، ۱، ۲ و ۴ میلی مولار) و فاکتور دوم، لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد، در دو سطح (بدون لایه و با لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد) مورد آزمایش قرار گرفت.

برای تیمار خوشه‌ها، ابتدا پیش تیمار خنک کردن اولیه در یخچال دمای صفر درجه سلسیوس انجام شد. سپس خوشه‌ها در محلول‌های سالیسیلیک اسید (مرک، آلمان) با غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار، حاوی مویان، فرو برده شدند. از حلال اتانول ۹۶٪ برای حل کردن سالیسیلیک اسید استفاده شد. از آب مقطر به همراه مویان و مقدار یکسان اتانول نیز به عنوان محلول شاهد استفاده گردید. خوشه‌ها به مدت سه دقیقه در محلول‌های سالیسیلیک اسید غوطه ور شدند و پس از خشک شدن در کیسه‌های سلفونی، با ابعاد ۱۶×۱۲ سانتی‌متر و با تعداد ۴۸ سوراخ در هر کیسه، به صورت جدا بسته بندی شدند. پس از آن دو خوشه داخل یک ظرف یکبار مصرف یک لیتری قرار داده شد و برای بررسی اثر دی اکسید گوگرد، در دو گروه با و بدون لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد (Uvasys Dual release, grapetek, Cape Town, South Africa) تقسیم بندی شدند و در تیمار با لایه، لایه‌ها روی کیسه‌های حاوی خوشه انگور و درون ظروف یک بار مصرف قرار گرفتند. سپس برای بررسی عمر انباری به سردخانه‌ای با شرایط دمایی 0 ± 0.5 درجه سلسیوس منتقل شدند. به منظور آسانی کاربرد در متن، به جای واژه لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد واژه لایه بکار رفته است.

برای بررسی ویژگی های تخریبی مورد اندازه گیری در مراحل مختلف نگهداری، توسط قیچی خوشه‌چه هایی از خوشه‌ها جدا شدند و پس از مخلوط کردن نمونه‌های هر تکرار، اندازه گیری‌ها انجام گرفت. در فواصل مشخص ۲۰ روز تا ۸۰ روز پس از شروع انبارداری، ویژگی های مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفرکترومتر دستی (آتاگا، ژاپن)، اسید قابل تیتراسیون (TA) به روش تیتراژ کردن با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲، میزان pH با استفاده از pH متر و میزان کل ترکیب های فنلی اندازه گیری شدند. سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (مدل اف دی کا ۳۲، واگنر) در زمان ۸۰ روز پس از شروع انبارداری اندازه گیری شد. همچنین کاهش وزن با وزن کردن نمونه دست نخورده در زمان‌های مختلف آزمایش اندازه گیری شد و گسترش قارچ‌های عامل پوسیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه و وضعیت ظاهری آن به صورت مشاهده‌ای و نمره‌دهی بررسی شدند.

برای اندازه گیری مقدار ترکیب های فنلی کل از روش فولین-سیکالته (Folin – Cicalteau) استفاده شد (۱۸). بدین منظور مقدار ۰/۵ گرم نمونه میوه در داخل هاون در حضور ۳ میلی لیتر متانول ۸۵٪ له شد و پس از صاف کردن با کاغذ صافی، ۳۰۰ میکرولیتر آن برداشته شد و به آن ۱۵۰۰ میکرولیتر فولین-سیکالته رقیق شده با نسبت یک به ۱۰ اضافه گردید. پس از ۵ تا ۸ دقیقه به آن ۱۲۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات ۷٪ افزوده شد و پس از ۱/۳۰ تا ۲ ساعت تکان دادن در دمای اتاق، جذب محلول در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (CARY100) تعیین گردید و با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید ($R=0.98731$)، مجموع فنل به صورت میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد.

برای بررسی ویژگی های میزان آلودگی قارچی، وضعیت چوب خوشه و وضعیت ظاهری آن، به صورت ظاهری بین یک تا پنج نمره دهی شد به طوری که شماره یک بدترین وضعیت و شماره پنج مطلوبترین وضعیت را نشان می داد.

داده های زمان آخر یادداشت برداری (۸۰ روز پس از شروع انبارداری) مربوط به ویژگی های اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه شده و میانگین ها نیز با آزمون چنددامنه ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج

مواد جامد محلول

میانگین مقدار مواد جامد محلول در زمان برداشت ۲۱/۶ درجه بریکس بود که در زمان انبارداری مقدار آن کمی افزایش یافت. به طوری که در تمامی تیمارها مقدار آن به بیش از ۲۲ درجه بریکس افزایش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین های مربوط به مواد جامد محلول نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ بین غلظت های سالیسیلیک اسید و استفاده از لایه وجود ندارد. همچنین بررسی برهمکنش غلظت سالیسیلیک اسید و لایه، معنی دار نبودن این اثر را نشان داد (جدول ۱).

اسید قابل تیتراسیون و pH

بررسی روند تغییرهای pH و اسید قابل تیتراسیون نشان داد که در طول زمان انبارداری به تدریج pH افزایش و مقدار اسید قابل تیتراسیون به تدریج کاهش یافت. میانگین اسید قابل تیتراسیون در زمان شروع انبارداری ۰/۷۳٪ و در زمان پایان انبارداری بین ۰/۴۵ تا ۰/۵۳ در تیمارهای مختلف اندازه گیری شد. استفاده از سالیسیلیک اسید و لایه و برهمکنش آن ها تاثیر معنی داری بر pH و اسید قابل تیتراسیون نداشت (جدول ۱).

سفتی بافت میوه

مقایسه میانگین های مربوط به ویژگی میزان سفتی بافت میوه نشان داد که تاثیر سالیسیلیک اسید، لایه و برهمکنش بین آن ها بر سفتی بافت میوه معنی دار است. در بین برهمکنش های بالاترین سفتی در غلظت های ۴ و ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید به همراه لایه مشاهده شد. تیمار غلظت صفر سالیسیلیک اسید به همراه لایه اثری مشابه غلظت های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید بدون لایه بر سفتی بافت داشت و اختلاف معنی داری با هم نداشتند. کمترین سفتی بافت میوه در غلظت شاهد سالیسیلیک اسید و بدون لایه مشاهده شد (جدول ۱).

کاهش وزن (از دست دادن آب)

تیمار شاهد سالیسیلیک اسید و بدون لایه با ۹/۴۴٪ کاهش وزن بیشترین از دست دادن آب را نشان داد. در حالی که در تیمار بدون لایه اختلاف معنی داری بین غلظت های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک مشاهده نشد، این تیمارها کاهش وزن بیشتری را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. در تیمار لایه، کاهش وزن کمتری نسبت به تیمار بدون لایه مشاهده شد (۶/۷۴ در مقابل ۸/۲۶٪) (جدول ۱ و شکل ۱). مقایسه میانگین های مربوط به ویژگی درصد کاهش وزن نشان داد که اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد و همچنین برهمکنش غلظت سالیسیلیک اسید و کاربرد لایه معنی دار است. به طوری که تیمارهای لایه به تنهایی

(شاهد سالیسیلیک اسید) یا به همراه سالیسیلیک اسید کمترین کاهش وزن را نشان دادند و در مرحله بعد تیمارهای سالیسیلیک اسید ۱، ۲ و ۴ میلی مولار بدون لایه نسبت به تیمار شاهد سالیسیلیک اسید کاهش وزن کمتری را داشتند.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر شاخص های کیفی انگور رقم 'فخری'، (۸۰ روز پس از شروع انبارداری در دمای ۰/۵ ± ۰ درجه سلسیوس).

Table 1. Mean separation of the effects of salicylic acid concentrations and SO₂ generator pad on quality indices of grape cv. 'Fakhri', (80 days after storage at 0 ± 0.5 °C).

| تیمارها Treatments | TSS (Brix) | pH | اسید قابل تیتراسیون TA (%) | سفتی [†] Firmness (N) | کاهش وزن Water loss (%) | وضعیت چوب خوشه Rachis | آلودگی قارچی Fungal Decay | فنل کل ^{††} Total phenol |
|--|---------------|--------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| Salicylic acid concentration (mM) | | | | | | غلظت سالیسیلیک اسید (میلی مولار) | | |
| 0 (Control) | 22.5 a | 4.34 a | 0.48 a | 49.8 b | 8.16 a | 2.9b | 2.8b | 19.1b |
| 1 | 22.6 a | 4.26 a | 0.52 a | 55.2 ab | 7.20 b | 3.7a | 3.6a | 29.0a |
| 2 | 22.8 a | 4.32 a | 0.46 a | 59.6 a | 7.29 b | 3.8a | 3.9a | 27.5a |
| 4 | 22.9 a | 4.25 a | 0.50 a | 59.5 a | 7.37 b | 3.6a | 3.8a | 31.3a |
| SO ₂ generator pad | | | | | | لایه آزاد کننده گوگرد | | |
| بدون لایه Without pad | 22.8 a | 4.31 a | 0.47 a | 53.0b | 8.26 a | 3.3 b | 2.6b | 26.5 a |
| با لایه With pad | 22.3 a | 4.28 a | 0.49 a | 59.1a | 6.74 b | 3.6a | 4.1a | 26.9 a |
| SO ₂ generator pad and salicylic acid interaction | | | | | | برهمکنش سالیسیلیک اسید در لایه | | |
| SA0 | 22.0 a | 4.35 a | 0.46 a | 49.0 c | 9.44 a | 2.6 d | 2.3 c | 18.8 a |
| SA1 | 22.8 a | 4.33 a | 0.53 a | 54.5 b | 7.78 b | 3.6 b | 3.1 b | 29.0 a |
| SA2 | 22.5 a | 4.33 a | 0.45 a | 54.2 b | 7.80 b | 3.7 ab | 3.4 b | 28.0 a |
| SA4 | 23.2 a | 4.22 a | 0.47 a | 53.0 bc | 8.04 b | 3.3 c | 3.2 b | 30.3 a |
| SA0 + pad | 22.4 a | 4.33 a | 0.49 a | 52.0 bc | 6.87 c | 3.2 c | 3.3 b | 19.4 a |
| SA1 + pad | 22.1 a | 4.18 a | 0.51 a | 55.9 b | 6.52 c | 3.8 a | 4.1 a | 29.0 a |
| SA2 + pad | 23.1 a | 4.30 a | 0.46 a | 65.0 a | 6.86 c | 3.9 a | 4.4 a | 27.0 a |
| SA4 + pad | 21.8 a | 4.29 a | 0.52 a | 66.0 a | 6.69 c | 3.5 bc | 4.2 a | 32.1 a |

In each column, means followed by the same letters are not significantly different at P ≤ 0.05 using Duncan's multiple range tests.

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری با هم ندارند.

† Firmness was determined using Wagner FT 02 firmness tester with 2mm tip in diameter.

Values were converted to Newtons (N= g x0.098).

† سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی سنج (مدل اف دی کا ۳۲، واگنر) با نفوذ میله نفوذ کننده با قطر ۲ میلی متر انجام شد. اعداد به نیوتن تبدیل شدند.

†† mg gallic acid/ 100 g fresh weight.

†† میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه.

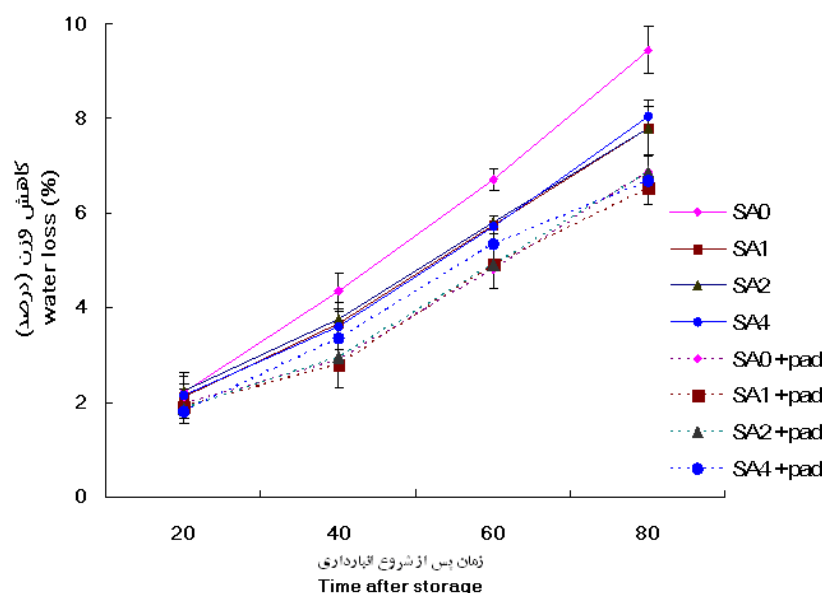


Fig. 1. The effects of salicylic acid concentrations and SO₂ generator pad on water loss of grape cv. 'Fakhri', (during storage up to 80 days at 0 ± 0.5 °C).

شکل ۱- اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر کاهش وزن انگور رقم 'فخری'، طی ۸۰ روز انبارداری در دمای ۰/۵ ± ۰ درجه سلسیوس).

وضعیت چوب خوشه

تغییر رنگ مشخص چوب خوشه از روز بیستم انبارداری به بعد مشاهده گردید. مقایسه میانگین‌های مربوط به ویژگی وضعیت چوب خوشه نشان داد که اثر تیمار سالیسیلیک اسید و کاربرد لایه بر این ویژگی معنی دار است. مقایسه میانگین‌های غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید نشان داد که هرچند بین غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، کاربرد سالیسیلیک اسید نسبت به تیمار شاهد (غلظت صفر سالیسیلیک اسید) باعث حفظ معنی‌دار کیفیت چوب خوشه گردید. خوشه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید ظاهر چوب خوشه بهتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. همچنین تیمار کاربرد لایه به طور معنی‌داری باعث بهبود وضعیت چوب خوشه انگور نسبت به تیمار بدون لایه گردید. مقایسه میانگین‌های برهمکنش سالیسیلیک اسید و لایه نشان می‌دهد که تیمار ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید به همراه لایه بهترین تاثیر را در حفظ وضعیت چوب خوشه انگور رقم 'فخری' داشته است که از لحاظ آماری با تیمار ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید به همراه لایه و ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید و بدون لایه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در مقابل کمترین تاثیر بر روند تخریب چوب خوشه در تیمار شاهد سالیسیلیک اسید و تیمار بدون لایه مشاهده شده است (جدول ۱ و شکل ۲).

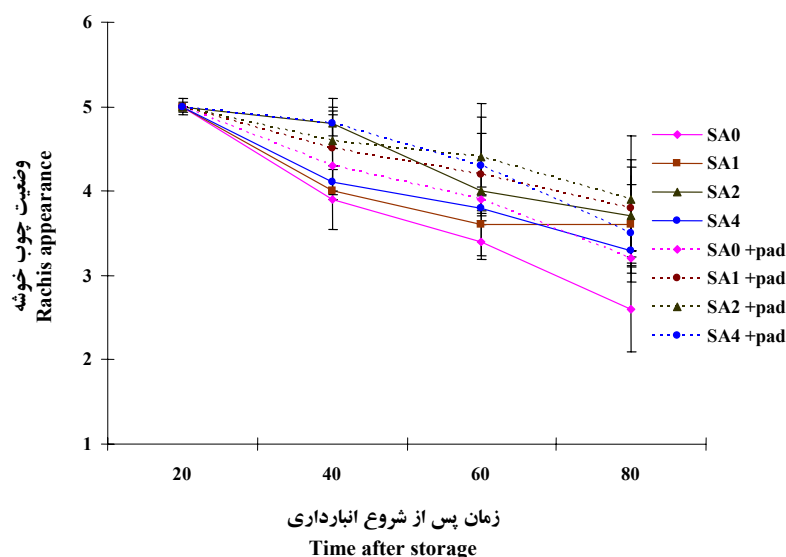


Fig. 2. The effects of salicylic acid concentrations and SO₂ generator pad on rachis appearance of grape cv. 'Fakhri', (during storage up to 80 days at 0 ± 0.5 °C).

شکل ۲- اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر وضعیت چوب خوشه انگور رقم 'فخری'، (در ۸۰ روز انبارداری در دمای ۰/۵ ± ۰ درجه سلسیوس).

میزان آلودگی‌های قارچی

از ابتدای انبارداری تا ۴۰ روز پس از آن آلودگی قارچی مشخصی در خوشه‌های مورد بررسی مشاهده نشد، اما از این زمان به بعد آلودگی قارچی گسترش پیدا کرد. در زمان‌های ۶۰ و ۸۰ روز پس از شروع انبارداری، تیمارهای انجام شده از لحاظ آلودگی در سه گروه شاهد سالیسیلیک اسید و بدون لایه با بیشترین آلودگی، سالیسیلیک اسید و بدون لایه با آلودگی متوسط و تیمار سالیسیلیک اسید به همراه پد با کمترین آلودگی تفکیک شدند. همچنین تیمار شاهد سالیسیلیک اسید و لایه در گروه آلودگی متوسط قرار گرفت (شکل ۳). مقایسه میانگین‌های داده‌های این زمان، نشان داد که اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه بر این ویژگی در سطح ۱٪ معنی دار است. کاربرد سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان آلودگی قارچی نسبت به شاهد گردید. اما بین غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار، اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد. همچنین کاربرد لایه به طور معنی داری باعث کاهش گسترش آلودگی‌های قارچی نسبت به تیمار بدون لایه گردید. بررسی برهمکنش سالیسیلیک اسید و لایه نشان داد که تیمارهای خوشه‌ها با غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید به همراه لایه بهترین تاثیر را در جلوگیری از گسترش آلودگی‌های قارچی انگور رقم 'فخری' داشته است. در مقابل کمترین تاثیر بر گسترش آلودگی‌های قارچی در تیمار شاهد سالیسیلیک اسید و تیمار بدون لایه مشاهده شده است (جدول ۱ و شکل ۳).

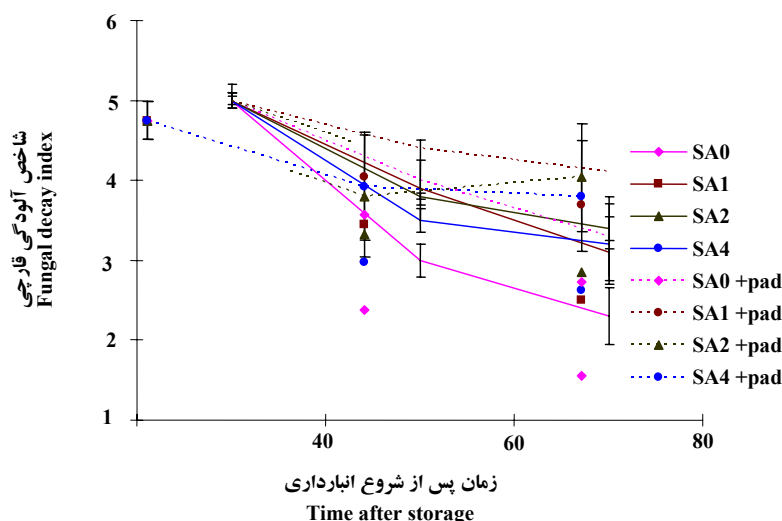


Fig. 3. The effects of salicylic acid concentrations and SO₂ generator pad on fungal decay of grape cv. 'Fakhri', (during storage up to 80 days at 0 ± 0.5 °C).

شکل ۳- اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر میزان آلودگی قارچی انگور رقم 'فخری'، (در ۸۰ روز انبارداری در دمای ۰/۵ ± ۰ درجه سلسیوس).

ترکیب های فنلی

در حالی که کاربرد لایه و برهمکنش لایه و سالیسیلیک اسید تاثیر معنی داری بر ترکیب های فنلی کل حبه های انگور نداشت، بین غلظت های سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری در غلظت مجموع ترکیب های فنلی مشاهده شد (جدول ۱). همچنین در مقایسه بین غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید، اختلاف معنی دار آماری بین غلظت های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار مشاهده نشد و غلظت شاهد (صفر) کمترین میزان ترکیب های فنلی (۱۹/۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) را نشان داد (جدول ۱ و شکل ۴).

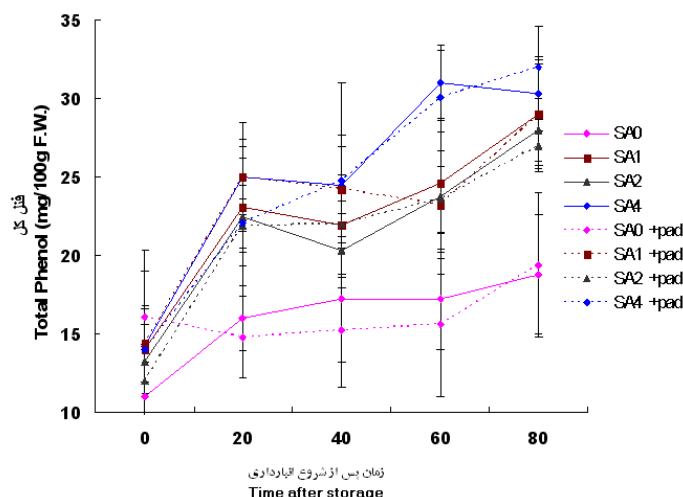


Fig. 2. The effects of salicylic acid concentrations and SO₂ generator pad on total phenolic content of grape cv. 'Fakhri', (during storage up to 80 days at 0 ± 0.5 °C).

شکل ۴- اثر غلظت سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد بر فنل کل انگور رقم 'فخری'، (در ۸۰ روز انبارداری در دمای صفر درجه سلسیوس).

بحث

حفظ تازگی چوب خوشه و جلوگیری از کاهش وزن حبه‌ها و همچنین جلوگیری از گسترش آلودگی‌های قارچی از مهمترین معیارهای تعیین کننده عمر انباری انگور هستند. اگرچه در کنار ویژگی‌های بالا، ویژگی‌های میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسید قابل تیتراسیون (TA) و نسبت بین آن‌ها از مهمترین شاخص‌های کیفی انگور می‌باشند، اما به دلیل نافرانگرا بودن انگور و برداشت آن با در نظر گرفتن شاخص‌های بلوغ (۵)، ویژگی‌های میزان مواد جامد محلول و اسید کل بر کیفیت محصول انبار شده تأثیر زیادی نداشته است. در حالی که تیمار سالیسیلیک اسید و لایه باعث بهتر ماندن انگور رقم 'فخری' نگهداری شده گردید، اما تأثیر معنی داری بر این ویژگی‌ها نداشت.

به دلیل طبیعت نافرانگرایی انگور، تنفس آن در مرحله پس از بلوغ و به ویژه در زمان انبارداری در دمای پایین، بسیار کم است و بخش عمده کاهش وزن آن در اثر از دست دهی آب است. بنابراین افزایش اندک در مقدار مواد جامد محلول در دوره نگهداری محصول در همه تیمارها نیز می‌تواند به کاهش وزن میوه در اثر از دست دهی آب و غلیظ شدن آب میوه مرتبط باشد. عوامل مختلفی بر میزان کاهش وزن در محصول انبار شده موثر هستند (۵). با حفظ یا افزایش سفتی بافت میوه به طور معمول از دست دهی آب میوه کاهش می‌یابد. افزون بر ضخامت کوتیکول و لایه مومی، سفتی بافت میوه از عوامل مهم و موثر بر میزان کاهش وزن می‌باشد. در بررسی‌های انجام شده روی کیوی (۲۵)، توت فرنگی (۲)، موز (۱۹) و هلو (۲۱) مشاهده شده است که سالیسیلیک اسید باعث حفظ سفتی بافت میوه می‌گردد. به نظر می‌رسد مکانیزم عمل سالیسیلیک اسید در جهت حفظ سفتی بافت به اثر جلوگیری کنندگی سالیسیلیک اسید از عمل و تولید اتیلن (۲، ۱۱، ۱۹)، کاهش فعالیت آنزیم‌های نرم کننده دیواره یاخته ای (۱۹) و همچنین غشاء یاخته ای (۳) بر می‌گردد. گرچه از نظر آماری در پژوهش حاضر اختلاف معنی داری بین اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر سفتی بافت حبه دیده نشد، ولی روند بهتر حفظ سفتی با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید در بین میانگین‌ها مشاهده می‌شود.

از عوامل دیگر موثر بر درصد کاهش وزن، وضعیت بسته و همچنین مواد مورد استفاده در بسته بندی محصول می‌باشد. در ساختار لایه به کار رفته در آزمایش حاضر، لایه نازکی از جنس پلی اتیلن استفاده شده است. به نظر می‌رسد درصد کاهش وزن کمتر در تیمار لایه نسبت به تیمار بدون لایه به دلیل وجود این لایه می‌باشد که از خروج رطوبت موجود درون بسته به بیرون از بسته جلوگیری می‌کند.

در آزمایش حاضر، رابطه مثبتی بین روند افزایش از دست دهی آب و میزان قهوه ای شده چوب خوشه مشاهده می‌شود. در واقع ارتباط به طور کامل مشخصی بین از دست دهی آب و وضعیت چوب خوشه وجود دارد. تغییر رنگ چوب خوشه در اثر خشک شدن چوب خوشه و همچنین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز صورت می‌گیرد (۳). به نظر می‌رسد یکی از دلایل تأثیر سالیسیلیک اسید بر کاهش روند تغییر رنگ چوب خوشه به تأثیر سالیسیلیک اسید در جلوگیری از دست دهی آب بر می‌گردد. افزون بر این، با توجه به این که تغییر رنگ چوب خوشه انگور، تغییری آنزیمی است، اثر سالیسیلیک اسید بر جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های موثر بر تخریب ترکیب‌های فنلی توسط پنگ و جیانگ (۱۴) گزارش شده است که به احتمال در انگور نیز از این طریق روند تغییر رنگ چوب خوشه را کاهش می‌دهد.

سالیسیلیک اسید، خود به عنوان ترکیبی فنلی، تحریک کننده تولید ترکیب‌های فنلی در گیاه است. با اثر روی آنزیم‌های موثر در تولید ترکیب‌های فنلی باعث افزایش تولید آن‌ها می‌گردد (۴، ۲۲). با افزایش غلظت

سالیسیلیک اسید میزان ترکیب های فنلی تولید شده نیز افزایش یافت. بالا بودن ترکیب های فنلی به عنوان نوعی وسیله دفاعی باعث کنترل فعالیت قارچ ها شده و از گسترش آلودگی های قارچی جلوگیری می کند (۱۲). همچنین مشخص شده است که سالیسیلیک اسید و مشتقات آن سیستم دفاعی محصول را در مقابل بیماری ها فعال می کند (۱۶). سالیسیلیک اسید باعث افزایش سریع در مقدار پراکسید هیدروژن می گردد و از این طریق سیستم دفاعی را در مقابل عوامل بیماریزا فعال می کند (۲۰).

لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد مورد استفاده حاوی ماده متا بی سولفیت سدیم است که این ماده در محیط مرطوب شروع به آزاد سازی دی اکسید گوگرد می نماید. لایه به کار رفته به صورت دو مرحله، رها سازی تند در چند روز اول انبارداری و رها سازی کند برای مدت بیش از چند روز، دی اکسید گوگرد را آزاد می کند. کاربرد لایه آزاد کننده به طور معنی داری باعث کاهش آلودگی های قارچی گردید و همچنین باعث حفظ بهتر وضعیت چوب خوشه شد که این نتایج با یافته های گائو و همکاران (۸)، هاروی و اوتا (۱۰) و زوفولی و همکاران (۲۶) مطابقت دارد.

تیمار سالیسیلیک اسید با کنترل کاهش وزن و آلودگی های قارچی و حفظ ظاهر چوب خوشه، زوال و فساد پس از برداشت میوه انگور را به تعویق انداخته و عمر پس از برداشت آن را افزایش می دهد. سالیسیلیک اسید به عنوان ترکیبی طبیعی قابلیت به نسبت خوبی در حفظ کیفیت انگور دارد. در کل در آزمایش حاضر یکی از مهمترین مشکلات ضخامت کم دم حبه و همچنین چوب خوشه انگور رقم 'فخری' می باشد که پیشنهاد می شود با انجام پیش تیمارهایی مانند GA_3 و CPPU (۲۷)، ابتدا وضعیت چوب خوشه و دم حبه را بهبود داده سپس با تیمار مناسب عمر انباری را افزایش داد.

به عنوان نتیجه گیری کلی می توان اظهار داشت که کاربرد هر یک از تیمارهای سالیسیلیک اسید و لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد به تنهایی بر افزایش عمر انباری انگور موثر هستند. تیمار سالیسیلیک اسید باعث کند کردن روند تخریب و تغییر رنگ چوب خوشه، کم کردن آلودگی های قارچی و افزون بر این باعث افزایش غلظت مجموع ترکیب های فنلی می گردد. مهمترین اثر کاربرد لایه آزاد کننده دی اکسید گوگرد نیز به کاهش آلودگی قارچی و بهبود وضعیت چوب خوشه بر می گردد. با توجه به تکمیل کننده بودن اثرهای هر دو تیمار، به نظر می رسد کاربرد با هم این دو از اثر نامطلوب دی اکسید گوگرد کاسته و باعث افزایش عمر انباری انگور می گردد که برای رقم 'فخری'، به نظر می رسد تیمار ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید به همراه تیمار لایه، تیماری کاربردی و مفید باشد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر از طریق طرح پژوهشی ۸۹۷-۳۲ دانشگاه بوعلی سینا حمایت مالی شده است که بدین وسیله تقدیر و تشکر می گردد.

REFERENCES

منابع

- دولتی بانه ع، م. بابالار و م. اخوت. ۱۳۷۸. بررسی اثر گاز دی اکسید گوگرد بر ویژگی های کیفی و کمی انگور پس از برداشت در ارقام فخری، شاهرودی و کشمش بیبانه نگهداری شده در سردخانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۳۵-۴۶: ۳.

2. Babalar M., M. Asghari, A. Talaei and A. Khosroshahi. 2007. Effect pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chem.* 105:449-453.
3. Carvajal-Millan, E., T. Carvallo, J.A. Orozco, M.A. Martinez, I. Tapia, V.M. Guerrero, A. Rascon-Chu, J. Llamas and A.A. Gardea. 2001. Polyphenol oxidase activity, color changes, and dehydration in table grape rachis during development and storage as affected by n-(2-chloro-4-pyridyl)-n-phenylurea. *J. Agric. Food Chem.*, 49:946-951.
4. Chen, J., P. Wen, W. Kong, Q. Pan, J. Zhan, J. Li, S. Wan and W. Huang. 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. *Postharvest Biol. Technol.*, 40:64-72.
5. Cirami R.M., I.J. Cameron and P.R. Hedberg. 1992. Harvesting and handling of table grapes. In: B.G. Coombe and P.R. Dry (eds.), *Viticulture Vol. 2 - Practices*, WineTitle, Adelaide. 359-369.
6. Fallik E. 2004. Pre-storage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing), A review. *Postharvest Biol. Technol.*, 32:125-134.
7. Franck, J., B.A. Latorre, R. Torres, and J.P. Zoffoli 2005. The effect of preharvest fungicide and postharvest sulfur dioxide use on postharvest decay of table grapes caused by *Penicillium expansum*. *Postharvest Biol. Technol.* 37:20-30.
8. Gao, H., X. Hu, L. Liu, H. Zhang, and S. Wang. 2003. Study on sensitivity of table grapes to SO₂. *Acta Hort.* 628:541-545.
9. Han T., Y. Wang, I. Li and X. Ge. 2003. Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peach. *Acta Hort.* 628:583-589.
10. Harvey J.M. and M. Uota. 1978. Table grapes and refrigeration: Fumigation with sulphur dioxide. *Int. J. Refrig.* 1:167-172.
11. Leslie C.A. and R.G. Romani, R.J. 1988. Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. *Plant Physiol.* 88:833-837.
12. Loake, G. and M. Grant. 2007. Salicylic acid in plant defense-the players and antagonists. *Curr. Opin. Plant Biol.* 10:466-472.
13. Meng, X., B. Li, J. Liu and S. Tian. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chem.* 106:501-508.
14. Peng I. and Y. Jiang. 2006. Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut. *Food Chem.* 94:535-540.
15. Qin G.Z., S.H. Tian, Y. Xu and Y.K. Wan. 2003. Enhancement of biocontrol efficacy yeast by salicylic acid in sweet cherry fruit. *Plant Pathol.* 62:147-154.
16. Raskin, I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiol.* 99:799-803.
17. Romani, R.J., B.M. Hess and C.A. Leslie. 1989. Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple discs and other plant tissues. *J. Plant Growth Regul.* 8:63-69.
18. Singleton V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enol. Vitic.* 16:144-158
19. Srivastava, M.K. and U.N. Dwivedi. 2000. Delay ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Sci.* 158:87-96.

20. Wang, D., K. Pajerowska-Mukhtar, A.H. Culler and X. Dong. 2007. Salicylic acid inhibits pathogen growth in plants through repression of the auxin signaling pathway. *Curr. Biol.* 17:1784-1790.
21. Wang, I., S. Chen, W. Kong, S. Li, and D. Archbuld. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affect the antioxidant system and heat shock proteins of peach during cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 41:244-251.
22. Wen, P.F., J. Chen, S. Wan, W. Kong, P. Zhang, W. Wang, J. Zhan, Q. Pan and W. Huang. 2005. Salicylic acid activates phenylalanine ammonia-lyase in grape berry in response to high temperature stress. *Plant Growth Regul.* 55:1-10.
23. Yao, H. and S. Tian. 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 Biol. Technol.* 35:253-262.
24. Zhang Y. and Q. Zhang. 2004. Effect of polyamine and salicylic acid on postharvest storage of ponkan mandarin. *Acta Hort.* 632:317-320.
25. Zhang Y., K. Chen, S. Zhang, and I. Ferguson. 2003. The role of salicylic acid in postharvest of kiwifruit. *Postharvest. Biol. Technol.* 28:67-74.
26. Zoffoli J.P., B.A. Latorre, and P. Naranjo. 2008. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide. *Postharvest Biol. Technol.* 47:90-97.
27. Zoffoli J.P., B.A. Latorre, and P. Naranjo. 2009. Postharvest applications of growth regulator and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 51:183-192.

EFFECT OF SALICYLIC ACID AND SULFUR DIOXIDE GENERATOR PAD ON STORAGE LIFE OF GRAPE (*VITIS VINIFERA* L.), CV. 'FAKHRI'

H. SARIKHANI, M. GHOLAMI AND A. ERSHADI¹

Postharvest life of table grapes is usually shortened by berry softening, berry drop, stem browning and its desiccation and also fungal decay. In present study, effects of salicylic acid (SA) and SO₂ generator pad on grape postharvest storage life and its phenolic content were studied. Harvested clusters of grape 'Fakhri' were treated with salicylic acid (SA) at four concentrations, 0, 1, 2 and 4 mM and stored at 0 °C up to 80 days with or without SO₂ generator pad. The results indicated that both SA and SO₂ generator pad significantly increased postharvest storage life and maintained quality. SA at all concentrations effectively reduced rate of water loss and maintained berry firmness. Furthermore, SA at 1, 2 and 4 mM significantly reduced rachis browning and fungal decay. Also, application of SA together with SO₂ generator pad showed the better effect of them solely on maintaining rachis condition and reducing fungal decay. The clusters treated with 2 mM SA followed by SO₂ generator pad showed the best rachis condition and lowest fungal decay. Total phenolic contents were increased by SA treatment during storage. The highest content was in 4 mM and the lowest in control. These results demonstrated that SA treatment along with SO₂ generator pad have better potential for increasing table grapes storage life and quality.

Keyword: Grape, Phenolic content, Postharvest quality, Rachis browning, Salicylic acid, SO₂ generator pad.

1. Assistant Professor (sarikhani@basu.ac.ir), Associate Professor and Assistant Professor, Department of Horticultural Scie Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. Iran, respectively.