

اثر اسید سالیسیلیک و طول دوره انبارداری بر خصوصیات کیفی میوه انبه (*Mangifera indica* L.)

عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی^۱، نوازاله مرادی^۲، ابراهیم رضازاده^۳ و مختار حیدری^{۴*}

۱- مربی گروه باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران

۲ و ۳- کارشناسان گروه باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران

*۴- نویسنده مسوول: استادیار گروه باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملائانی، ایران (mkheidari@ramin.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۳۰

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک (۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و دوره انبارداری (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) بر خصوصیات کیفی میوه انبه (مواد جامد محلول، چگالی، اسیدیته، pH و مواد فنلی پوست و گوشت میوه) در قالب آزمایش فاکتوریل ۴×۳ با طرح پایه کاملاً تصادفی انجام گردید. نتایج نشان دادند که افزایش دوره انبارداری تا ۲۱ روز باعث کاهش مواد جامد محلول و میزان فنل موجود در پوست میوه گردید اما میزان پوسیدگی و میزان pH عصاره میوه افزایش یافت. تیمار با اسید سالیسیلیک باعث تغییر میزان اسیدیته، میزان فنل گوشت و پوست میوه انبه در طول دوره انبارداری گردید به طوری که بیشترین میزان اسیدیته میوه با تیمار شاهد و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بدست آمد. میزان فنل پوست میوه با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک افزایش یافت ولی میزان فنل در گوشت میوه روند ثابتی نداشته است. در روز چهاردهم، پس از کاربرد دو تیمار اسید سالیسیلیک (۱۰۰۰ یا ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) میزان پوسیدگی میوه بطور معنی داری کاهش یافت. کاربرد اسید سالیسیلیک بر میزان اسید اسکوریک و چگالی اثر معنی داری نداشت.

کلید واژه ها: انبه، خصوصیات کیفی، میوه، اسید سالیسیلیک، انبارداری

مقدمه

مانند نمک های کلسیم (محمد و حکومت^۴، ۲۰۰۴) و یا تنظیم کننده های رشد گیاهی استفاده می شود. گزارش گردید که اسید جیبرلیک به تنهایی (قادر^۵، ۱۹۹۲) یا به همراه اکسین و سایتوکینین (ماجمودار و همکاران^۶، ۱۹۸۱) باعث به تاخیر انداختن رسیدگی میوه انبه می شود.

اسید سالیسیلیک^۷ ترکیب فنلی می باشد که بعنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی جدید بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان را تحت تاثیر قرار

انبه (*Mangifera indica*) میوه گرمسیری فرازگرا^۱ می باشد که از نظر ارزش غذایی پس از آناناس دومین میوه مهم جهان شناخته می شود (فائو^۲، ۲۰۰۳). کشت و پرورش آن در ایران تنها محدود به استان های هرمزگان و سیستان و بلوچستان می باشد. انبه یک میوه گرمسیری بسیار فساد پذیر می باشد که در دمای ۱۵-۱۰ درجه سانتی گراد ۲ تا ۴ هفته قابل نگهداری است (بایا^۳، ۱۹۹۸). به منظور کند کردن فرآیند رسیدگی میوه و طولانی کردن عمر انباری آن از نمک های معدنی

4- Muhammad & Hakoomat
5- Khader
6- Majumdar et al.
7- Salicylic acid

1- Climactric
2- FAO
3- Yahia

سالیسیلیک در افزایش عمر انبارداری میوه های انبه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

میوه های انبه رقم محلی میناب در مرحله رنگ سبز مایل به زرد از باغ تجاری در منطقه تمبانو (۳ کیلومتری غرب شهرستان میناب) برداشت گردید. بلافاصله پس از برداشت، میوه ها به آزمایشگاه گروه کشاورزی دانشگاه هرمزگان منتقل شدند. میوه های یکنواخت (از لحاظ اندازه و وزن تقریبی ۲۰۰ گرم)، با آب شستشو داده و روی یک پارچه خشک شدند. آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل اسید سالیسیلیک در غلظت های صفر (شاهد)، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و مدت زمان انبارداری (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) بود. برای این منظور میوه ها به مدت نیم ساعت در محلول اسید سالیسیلیک با غلظت مورد نظر تیمار شدند و میوه های شاهد در آب مقطر غوطه ور گردیدند و سپس در معرض هوا خشک شدند، سپس میوه ها در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شدند. در روزهای هفتم، چهاردهم و یا بیست و یکم پس از شروع انبارداری، شاخص های مورد نظر اندازه گیری شدند.

میزان مواد جامد محلول و چگالی آب میوه با استفاده از دستگاه قند سنج رومیزی (مدل AR10، آلمان) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه به روش تیتراسیون، مقدار ده میلی لیتر آب میوه با سود (NaOH) یک دهم نرمال تا رسیدن به $\text{pH} = 8.2$ تیتراسیون انجام شد (۱. او. ا. سی^{۱۱}، ۱۹۹۰). میزان فنل کل در گوشت و پوست میوه با استفاده از معرف فنل (جنونگ و همکاران^{۱۲}، ۲۰۰۱) اندازه گیری گردید. میزان پوسیدگی میوه ها به صورت مشاهده ای و با ارزیابی نسبت گسترش آلودگی در سطح

می دهد (هارمس و همکاران^۱، ۱۹۹۸؛ راسکین^۲، ۱۹۹۲). یکی از کاربردهای این ماده حفظ و بهبود کیفیت پس از برداشت محصولات باغبانی می باشد. سریواستاوا و دوی ودی^۳ (۲۰۰۰) ثابت کردند کاربرد اسید سالیسیلیک در عمر انباری میوه موز را زیاد می کند. دینگ و همکاران^۴ همکاران^۴ (۲۰۰۳) گزارش کردند کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش سرمازدگی میوه های انبه گردید. اسید سالیسیلیک با کاهش تولید رادیکال های آزاد، ارسال علامت آغاز کننده رسیدگی را در میوه های فرازگرا به تاخیر می اندازد (لی و همکاران^۵، ۱۹۹۸). ژانگ و همکاران^۶ (۲۰۰۳) ثابت کردند کاربرد اسید سالیسیلیک و یا اسپرین موجب به تاخیر انداختن تولید اتیلن (مرحله فرازگرایی) و حفظ پایداری غشاء در میوه های کیوی گردید. همچنین تاثیر اسید سالیسیلیک در ایجاد تاخیر در رسیدگی میوه های سیب (فان و همکاران^۷، ۱۹۹۶، هلو (هان و همکاران^۸، ۲۰۰۰)، خرمالو (هان و همکاران، ۲۰۰۲) و گوجه فرنگی و انبه (روننگ و همکاران^۹، ۲۰۰۱) گزارش گردیده است. دخالت در مقاومت به بیماری ها (هارمس و همکاران، ۱۹۹۸) و یا القاء مقاومت به بیماری آنتراکنوز نیز با کاربرد اسید سالیسیلیک در میوه انبه ثابت گردید (زننگ و جیانگ^{۱۰}، ۲۰۰۵).

با توجه به اینکه در استانهای جنوبی ایران آزمایشی برای عمر انبارداری میوه انبه انجام نگرفته است، پژوهش حاضر می تواند در مدیریت پس از برداشت میوه انبه اهمیت داشته باشد. بنابراین در این پژوهش نقش اسید

- 1- Harms *et al.*
- 2- Raskin
- 3 Raskin
- 4- Ding *et al.*
- 5- Li *et al.*
- 6- Zhang *et al.*
- 7- Fan *et al.*
- 8- Han *et al.*
- 9- Rong *et al.*
- 10- Zeng & Jiang

11- AOAC

12- Jenong *et al.*

تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند ولی در روز بیست و یکم، میزان مواد جامد محلول در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد و یا سایر تیمارهای اسید سالیسیلیک بود. با توجه به این که میزان مواد جامد محلول و تغییر آن در میوه های فرازگرا مانند انبه در تعیین کیفیت میوه اهمیت زیادی دارد (قادر، ۱۹۹۲)، تاثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر مواد جامد محلول در غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد می تواند در بررسی اثر این ماده بر انبار مانی میوه انبه مورد توجه قرار گیرد.

pH آب میوه: نمودار ۱- ب نشان دهنده اثر مدت زمان انبارداری بر pH آب میوه انبه می باشد. نتایج نشان دادند در روز هفتم انبارداری، میزان pH آب میوه با روز چهاردهم تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری از میزان pH آب میوه در روز بیست و یکم کمتر بود. نتایج آورده شده در جدول ۱ نشان می دهند بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و یا پس از کاربرد غلظت های ۱۰۰۰ و یا ۱۵۰۰ میلی گرم اسید سالیسیلیک، میزان pH آب میوه در روزهای هفتم، چهاردهم و یا بیست و یکم تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند ولی پس از کاربرد غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم اسید سالیسیلیک، میزان pH آب میوه به طور معنی داری بیشتر از pH آب میوه در روز هفتم انبارداری بود. در روز هفتم انبارداری، میزان pH آب میوه در تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند ولی پس از کاربرد غلظت های ۱۰۰۰ و یا ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود. در روز چهاردهم انبارداری، میزان pH آب میوه پس از کاربرد غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری کمتر از pH آب میوه در تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود. تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود (جدول ۱).

هر میوه نسبت به سطح کل میوه و ارائه میزان آلودگی بر اساس درصد آلودگی تعیین گردید. تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار Mstat-C و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح معنی دار پنج درصد انجام گرفت.

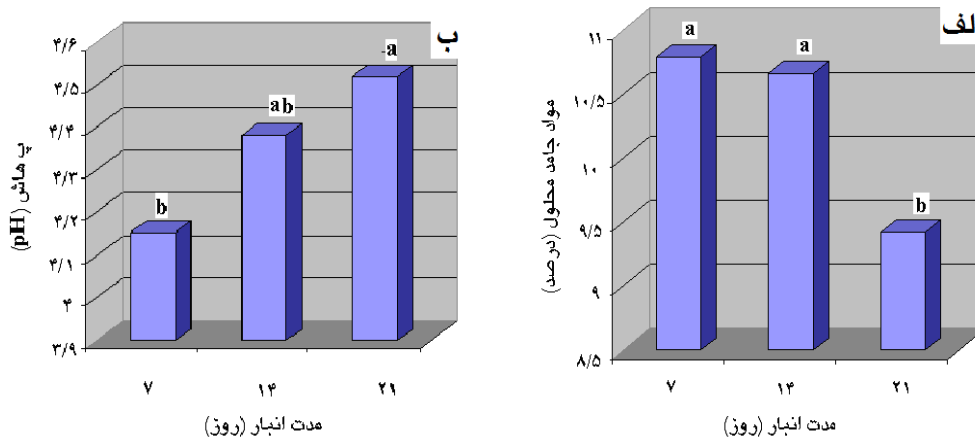
نتایج و بحث

میزان مواد جامد محلول: نتایج نشان دادند که افزایش مدت زمان انبارداری موجب کاهش معنی دار میزان مواد جامد محلول میوه انبه گردید و کمترین میزان آن در روز بیست و یکم بوده هر چند که هیچ گونه اختلاف معنی داری بین روزهای هفتم و چهاردهم مشاهده نشد (شکل ۱-الف).

بررسی برهمکنش اثرات اسید سالیسیلیک و مدت زمان انبارداری بر میزان مواد جامد محلول میوه انبه نشان داد بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و یا پس از کاربرد غلظت های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان مواد جامد محلول میوه های انبه در روزهای هفتم و چهاردهم تفاوت معنی داری نداشتند ولی در این تیمارها در روز بیست و یکم انبارداری کاهش معنی دار در میزان مواد جامد محلول نسبت به روز هفتم وجود داشت. پس از کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک میزان مواد جامد محلول در روزهای هفتم، چهاردهم و یا بیست و یکم تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۱). این نتایج با گزارش دینگ و همکاران (۲۰۰۳) در مورد عدم تغییر میزان مواد جامد محلول در میوه های انبه پس از تیمار با اسید سالیسیلیک در تضاد است. ولی کاظمی و همکاران^۱ (۲۰۱۱) گزارش دادند میزان مواد جامد محلول میوه کیوی فروت پس از کاربرد اسید سالیسیلیک کاهش یافت.

در حالی که در روزهای هفتم و یا چهاردهم، میزان مواد جامد محلول در تمام تیمارهای اسید سالیسیلیک

میرزا علیان دستجردی و همکاران: اثر اسید سالیسیلیک و طول دوره انبارداری...



شکل ۱- اثر زمان انبارداری بر میزان مواد جامد محلول (نمودار الف) و pH هاش (نمودار ب) آب میوه انبه. * میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

روز بیست و یکم بطور معنی داری کمتر از روز هفتم بود ولی با میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در روز چهاردهم تفاوت معنی داری نداشت. در روز هفتم انبارداری، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در کلیه تیمارهای اسید سالیسیلیک بطور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود. در روز چهاردهم انبارداری، کاربرد مقدار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه نسبت به تیمارهای ۱۰۰۰ و یا ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک گردید ولی با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در روز بیست و یکم انبارداری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه پس از کاربرد مقدار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری کمتر از تیمار شاهد و یا ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود ولی با میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۱). این نتایج برخلاف گزارش دینگ و همکاران (۲۰۰۳) است که عنوان داشتند کاربرد اسید سالیسیلیک تاثیر معنی داری بر اسیدیته میوه انبه نداشت.

فنل پوست میوه: بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر میزان فنل پوست میوه نشان داد پس از کاربرد غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم اسید سالیسیلیک میزان فنل پوست میوه

اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه: نتایج شکل ۲- الف در مورد اثرات اسید سالیسیلیک بر اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه نشان می‌دهند که پس از کاربرد مقادیر ۱۰۰۰ و یا ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود. تاثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک و مدت انبارداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان دادند بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در روزهای چهاردهم و بیست و یکم تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند ولی بطور معنی داری کمتر از میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در روز هفتم انبارداری بود. پس از کاربرد ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در طول زمان‌های انبارداری تفاوت معنی داری نداشتند. پس از کاربرد مقدار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در روز چهاردهم انبارداری بطور معنی داری بیشتر از روز هفتم بود ولی با اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در روز بیست و یکم تفاوت معنی داری نداشت. پس از کاربرد مقدار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در

سالیسیلیک موجب افزایش میزان فنل پوست میوه گردید. با توجه به اینکه اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی تک حلقه ای می باشد (راسکین، ۱۹۹۲)، به نظر می رسد مقدار زیاد فنل در پوست میوه های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ناشی از تاثیر این ترکیب با ماهیت فنلی بر تغییرات فنل ها در پوست میوه می باشد.

احتمالا یکی دیگر از دلایل تاثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر میزان فنل پوست، با تاثیر این ماده بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز مربوط است. آنزیم پلی فنل اکسیداز در قهوه ای شدن های گیاهی و میوه ها دخالت دارد. پرابا و پاتواردهان^۱ (۱۹۸۲) فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در پوست میوه انبه را مورد مطالعه قرار داده و گزارش دادند اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی مولار بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز جدا سازی شده از پوست میوه انبه تاثیری نداشت ولی به نظر می رسد لازم است فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در پوست میوه های تیمار شده با اسید سالیسیلیک اندازه گیری گردد تا بتوان تاثیر این ماده بر میزان فنل پوست میوه را با دقت بیشتری تفسیر نمود.

میزان فنل گوشت میوه: بررسی اثر مدت

انبارداری بر میزان فنل گوشت میوه نشان داد میزان فنل گوشت میوه در روز چهاردهم به طور معنی داری بیشتر از روز هفتم و یا بیست و یکم انبارداری بود (شکل ۳-ب). بررسی اثرات اسید سالیسیلیک بر میزان فنل گوشت میوه (شکل ۴-الف) نشان داد میزان فنل گوشت میوه در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود. بین سایر تیمارهای اسید سالیسیلیک با تیمار شاهد از نظر میزان فنل گوشت میوه تفاوت معنی داری وجود نداشت. بررسی برهمکنش اثرات اسید سالیسیلیک و مدت انبارداری بر میزان فنل گوشت میوه (جدول ۱) نشان داد بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، میزان فنل گوشت میوه در روزهای چهاردهم بطور معنی داری بیشتر از روز هفتم بود ولی با

به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) بود. فنل پوست میوه در سایر تیمارهای اسید سالیسیلیک تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشت (شکل ۲-ب).

بررسی اثر مدت زمان انبارداری بر میزان فنل پوست میوه انبه نشان داد افزایش مدت زمان انبارداری موجب کاهش معنی دار فنل پوست میوه در روزهای چهاردهم و یا بیست و یکم نسبت به روز هفتم گردید (شکل ۳-الف).

بررسی برهمکنش اثرات اسید سالیسیلیک و مدت انبارداری بر میزان فنل پوست میوه انبه نشان داد بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و یا پس از کاربرد غلظت های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان فنل پوست میوه در روز بیست و یکم بطور معنی داری کمتر از روز هفتم بود. در تیمار شاهد میزان فنل پوست میوه در روز بیست و یکم تفاوت معنی داری با روز چهاردهم نداشت. در تیمارهای ۱۰۰۰ و یا ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک میزان فنل پوست بطور معنی داری کمتر از روز چهاردهم بود. پس از کاربرد تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان فنل پوست میوه در روز چهاردهم به طور معنی داری از روزهای هفتم و یا بیست و یکم کمتر بود. در روز هفتم انبارداری، میزان فنل پوست میوه در تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشت ولی در روز چهاردهم میزان فنل پوست میوه پس از کاربرد مقدار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری کمتر از فنل پوست در تیمارهای ۱۰۰۰ و یا ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود ولی با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در روز بیست و یکم انبارداری میزان فنل پوست پس از کاربرد ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد و یا تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود (جدول ۱). زنگ و جیانگ (۲۰۰۵) گزارش دادند تیمار میوه های انبه با اسید

داد بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، درصد پوسیدگی در روز هفتم بطور معنی داری کمتر از روز چهاردهم یا بیست و یکم بود. در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در روز بیست و یکم درصد پوسیدگی بطور معنی داری بیشتر از روز چهاردهم بود ولی با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم اسید سالیسیلیک میزان پوسیدگی میوه در روزهای چهاردهم و بیست و یکم انبارداری، بطور معنی داری بیشتر از روز هفتم انبارداری بود.

پس از کاربرد ۲۰۰۰ میلی گرم اسید سالیسیلیک، درصد پوسیدگی میوه در روز بیست و یکم انبارداری، بطور معنی داری بیشتر از روزهای هفتم و چهاردهم بود. احتمالاً نتایج این آزمایش در مورد تاثیرات متفاوت اسید سالیسیلیک بر پوسیدگی میوه های انبه ناشی از تاثیر غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک بر سیستم دفاعی میوه های انبه در مقابل بیماری ها می باشد. استیچر و همکاران^۲ (۱۹۹۷) پیشنهاد نمودند سالیسیلیک اسید یکی از ترکیبات طبیعی ایجاد کننده مقاومت به بیماری در گیاهان می باشد. زانوری و همکاران^۳ (۲۰۰۱) و زنگ و همکاران^۴ (۲۰۰۶) تاثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر کنترل آنتراکنوز در میوه انبه را مورد تایید قرار دادند. زانوری و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش دادند سالیسیلیک اسید در غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر موجب کاهش آلودگی به آنتراکنوز در میوه انبه گردید. اگرچه مکانیسم تاثیر اسید سالیسیلیک در رابطه با مقاومت به بیماری ها به طور دقیق مشخص نگردیده است ولی فرضیه های مختلفی در این زمینه پیشنهاد شده است. دینگ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند اسید سالیسیلیک موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در میوه های انبه گردید. با توجه به اینکه کاهش در فعالیت این آنزیم پس از تیمار با اسید سالیسیلیک با افزایش مقاومت

میزان فنل گوشت میوه در روز بیست و یکم تفاوت معنی داری نداشت. پس از کاربرد ۱۰۰۰ و یا ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک میزان فنل گوشت در روزهای مختلف انبارداری تفاوت معنی داری نداشت. در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک میزان فنل گوشت میوه در روز هفتم و بیست و یکم تفاوت معنی داری نداشتند ولی بطور معنی داری کمتر از روز چهاردهم بودند. در روز هفتم انبارداری، میزان فنل گوشت میوه در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در اسید سالیسیلیک بطور معنی داری بیشتر از تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود. در روز چهاردهم انبارداری، میزان فنل گوشت میوه در تیمارهای ۱۰۰۰ و یا ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود در روز بیست و یکم انبارداری، میزان فنل گوشت میوه در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بطور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود ولی بین سایر تیمارهای اسید سالیسیلیک تفاوت معنی داری وجود نداشت. احتمالاً در این آزمایش دلیل تغییرات میزان فنل پوست و گوشت میوه انبه ناشی از برهمکنش تاثیر مدت زمان انبارداری و اسید سالیسیلیک بکار رفته در تیمارها می باشد که میزان فنل در بخش های مختلف میوه را بطور متفاوت تحت تاثیر قرار داده است زیرا کوندو و همکاران^۱ (۲۰۰۴) گزارش دادند میزان جاسمونات که یک ترکیب شیمیایی نزدیک به اسید سالیسیلیک می باشد در گوشت و پوست میوه انبه در مرحله انبارداری افزایش یافت. آنان این افزایش را به کاهش آب میوه نسبت دادند.

میزان پوسیدگی میوه: بررسی اثر انبارداری بر

درصد پوسیدگی میوه نشان داد میزان پوسیدگی میوه های انبه در روزهای هفتم و چهاردهم بطور معنی داری کمتر از روز بیست و یکم انبارداری بود (شکل ۴-ب). بررسی برهمکنش اثرات مدت انبارداری و اسید سالیسیلیک بر درصد پوسیدگی میوه انبه (جدول ۱) نشان

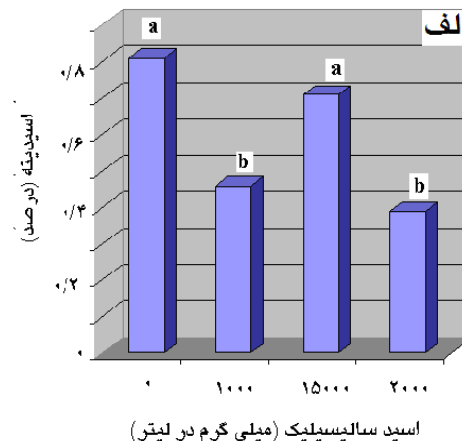
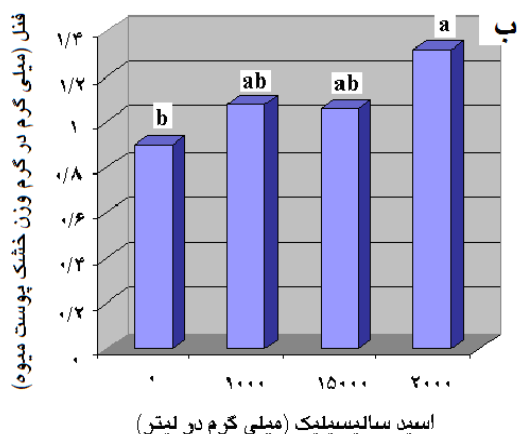
2- Sticher *et al*
3- Zainuri *et al*
4- Zeng *et al*.

1- Kondo *et al*.

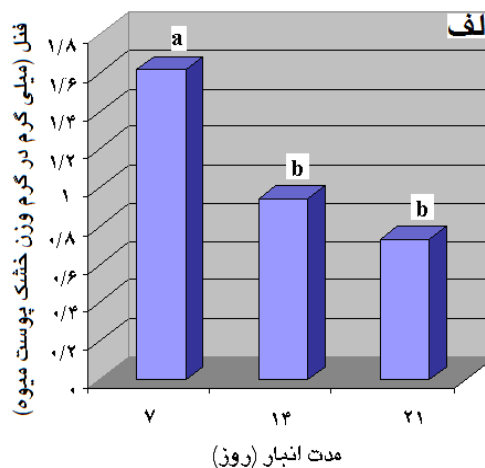
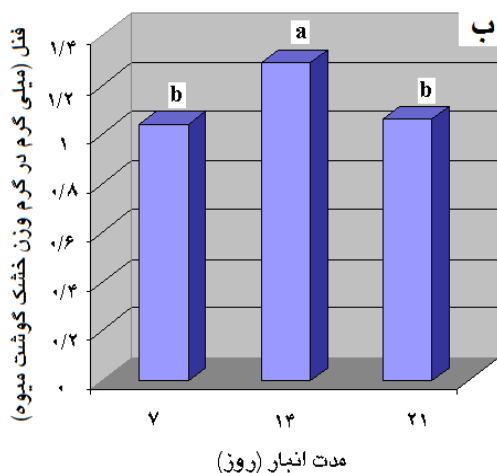
و یا چگالی میوه های انبه تاثیر معنی داری نداشتند (نتایج آورده نشده است). این در حالی است که دینگ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند کاربرد اسید سالیسیلیک موجب کاهش اسکوربات در میوه های انبه در مرحله پس از برداشت گردید.

به بیماری ها نسبت داده شده است، پیشنهاد می گردد در مطالعات بعدی تاثیر اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنزیم های مشارکت کننده با سیستم دفاعی مورد بررسی قرار گیرد.

هم چنین تیمار های اسید سالیسیلیک و یا مدت زمان انبارداری و یا برهمکنش آنها بر میزان اسید اسکوربیک

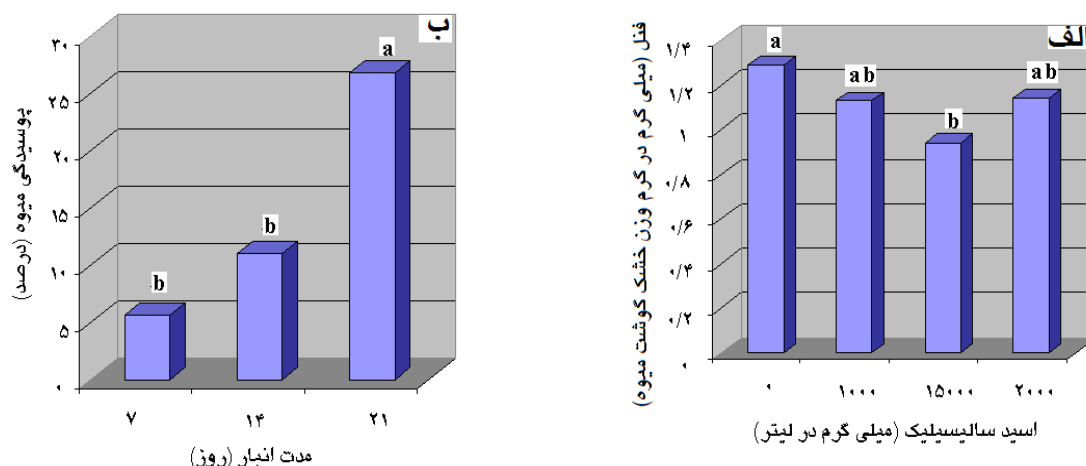


شکل ۲- اثر اسید سالیسیلیک بر اسیدیته آب میوه (نمودار الف) و فصل پوست میوه (نمودار ب) انبه * میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۳- اثر مدت زمان انبارداری بر فصل پوست (نمودار الف) و فصل گوشت (نمودار ب) میوه انبه * میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

میرزاعلیان دستجردی و همکاران: اثر اسید سالیسیلیک و طول دوره انبارداری...



شکل ۴- اثر اسید سالیسیلیک بر فنل گوشت میوه انبه (نمودار الف) و اثر مدت انبارداری بر پوسیدگی میوه انبه (نمودار ب) * میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۱- برهمکنش اثرات اسید سالیسیلیک و مدت زمان انبارداری بر میزان مواد جامد محلول، pH، اسیدیته، فنل پوست و گوشت و پوسیدگی میوه انبه

اسید سالیسیلیک (میلی گرم در لیتر)			زمان انبارداری (روز)
۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	Storage time (day)
مواد جامد محلول (%)			
۱۰/۵۷abc	۱۰/۴۸abc	۱۰/۹۹a	۷
۱۰/۸۲ab	۱۰/۳۶abc	۱۰/۶۲abc	۱۴
۱۰/۰۸abc	۹/۰۸d	۹/۳۶bc	۲۱
pH			
۴/۱de	۴/۴۵bcd	۴/۳۱bcd	۷
۴/۷۷abc	۴/۰۴de	۴/۴۹bcd	۱۴
۵/۰۷a	۴/۰۲de	۴/۷۹ab	۲۱
اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)			
۰/۶۶bcd	۰/۳۹ cde	۰/۴۳cde	۷
۰/۳ de	۰/۹۶ab	۰/۴۹cde	۱۴
۰/۲۱e	۰/۷۷bc	۰/۴۶cde	۲۱
فنل پوست (میلی گرم/گرم وزن خشک)			
۱/۸۶a	۱/۵۹ab	۱/۶ab	۷
۰/۴۶d	۱/۲c	۱/۲۱bc	۱۴
۱/۶۶ ab	۰/۳۹d	۰/۴۲d	۲۱
فنل گوشت (میلی گرم/گرم وزن خشک)			
۱/۱bc	۰/۷۴c	۱/۳۶ab	۷
۱/۱۳bc	۱/۲۸ab	۱/۰۷bc	۱۴
۱/۱bc	۰/۸۱c	۰/۹۶bc	۲۱
پوسیدگی میوه (درصد)			
۰d	۰d	۵/۶۴cd	۷
۰d	۱۰bc	۰d	۱۴
۳۹/۲۶a	۲۹/۳ab	۱۵bc	۲۱

*در مورد هر شاخص، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

منابع

1. AOAC, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th.ed. Helrich, K.) ed.; AOAC: Arlington, VA. p. 703.
2. Ding, Z.S. Tian, S.P., Zheng, X.L., Zhou, Z.W., and Xu, Y., 2003. Responses of reactive oxygen metabolism and quality in mango fruit to exogenous oxalic acid or salicylic acid under chilling temperature stress. Physiology Plant., 130: 112-121.
3. Fan, X., Matches, J.P., and Fellowman, J.K. 1996. Inhibition of apple fruit 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxides activity and respiration by acetylsalicylic acid. Journal Plant Physiology, 149: 469- 471.
4. Food and Agriculture Organization. Commodity Market Review, 2003. Commodities and Trade Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/ESC/escp/cmre.htm>.
5. Han, T., L.P., Li Wang, Y.N., and Feng, S.Q. 2002. Influence of salicylic acid treatments on postharvest horticultural products. China Bullton Botang, 19: 560- 566
6. Han, T., Li, L.P, and Ge X., 2000. Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peach fruit. Acta Horticulture, 27: 367- 368.
7. Harms, K., Ramirez, I., and Pena-Cortes, H. 1998. Inhibition of wound- induced accumulation of allene oxide synthase transcripts in flax leaves by aspirin and salicylic acid. Plant Physiology, 118: 1057- 1065.
8. Jenong, H.S., Chung, H.S., Lee, H.D., Seong, J.H., and Choi, J.U. 2001. Controlled atmosphere storage and modified atmosphere packaging of astringency-removed persimmons. Food Science Biotechnology, 10(4) : 380-386.
9. Kazemi, M., Aran, M., and Zamani, S. 2011. Effect of calcium chloride and salicylic acid treatments on quality characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) during storage. American Journal of Plant Physiology, 6 (3): 183- 189.
10. Khader, S.E.S.A., 1992. Effect of gibberellic acid and vapor guard on ripening, amylase and peroxidase activities and quality of mango fruits during storage. Journal Horticulture Science, 67: 855- 860.
11. Kondo, S., Yazama, F., Sungcome, K., Kanlayanaria, S., and Seto, H., 2004. Changes in jasmonates of mangoes during development and storage after varying harvest time. Journal American Society Horticulture Science, 129: 152-157.
12. Li, Z.L., Yuan, Y.B., Liu, C.L., and Cao, Z.X. 1998. Regulation of antioxidant enzymes by salicylic acid in cucumber leaves. Acta Botang Sin, 40: 356-361.
13. Majumdar, G., Modi, V.V., Palejwala, V.A., 1981. Effect of plant growth regulators on mango ripening. Indian Journal Experimental Biology, 98: 885-886.

14. Muhammad, A.A., and Hakoomat, A., 2004. Effect of various calcium salts on ripening of mango fruits. *Journal of Research, Zakariya University, Pakistan*, 15: 45-52.
15. Prabha, T.N., and Patwardhan, M.V. 1982. Purification and properties of polyphenoloxidase of mango peel (*Mangifera indica*). *Journal Bioscience*, 4 (1): 69-78.
16. Raskin, I., 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review Plant Physiology Molecular Biology*, 43: 439- 463.
17. Rong, F., Tong, S.S., and Feng, S.Q., 2001. The preliminary study on the effects of mango and tomato as influence by salicylic acid treatment. *Food Science*, 22: 79-81.
18. Srivastava, M.K., Dwivedi, U.N. , 2000, Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid, *Plant Science*, 15: 87-96.
19. Yahia, E., 1998. Modified and controlled atmospheres for tropical fruits. *Horticulture Review*, 22: 123-183.
20. Zainuri, D.E., Irving, E.K., Dann, L.M., Coates, and Wearing, A.H. 2003. Activating mango fruit defence to anthracnose disease. In: *Proceedings of Australian Postharvest Horticulture Conference*, pp: 149–150. Brisbane, Queensland.
21. Zainuri, J.D.C., Wearin, A.H., Coates, L., and Terry, L. 2001. Effect of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of 'Kensington pride' mango fruit. *Australian Journal Experimental Agriculture*, 41: 805-813.
22. Zeng, K.F., and Jiang, W.B. 2005. Induced resistance to anthracnose, (*Colletotrichum gloeosporioides*), in mango fruits by postharvest treatment with salicylic acid. *Journal China Agriculture University*, 10: 36-40 .
23. Zeng, K.F., Cao, J.K., and Jiang, W.B., 2006. Enhancing disease resistance in harvested mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Matisu') fruit by salicylic acid. *Journal Science Food Agriculture*, 86: 694–698.
24. Zhang, Y., Chen, K.S., Chen, Q.J., Zhang, S.L., and Ren, Y.P., 2003. Effects of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. *Acta Botanica Sin.*, 45: 1447-1452.