فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی پایدار
جلد ۱۰ شماره ۲(۲): ۲۳ – ۱۳
ویژه‌نامه محصولات باغی
(تابستان ۱۳۹۳)

اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و کلرید کلسیم بر عمر پس از برداشت میوه گلابی رقم سردرود

موسی ارشد
استادیار گروه باغبانی
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد مهاباد
مهاباد، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
mo_arshad2002@yaho.com

چکیده در این بررسی اثر کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید در زمان‌های مختلف انبارداری به منظور افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی گلابی رقم سردرود بعد از برداشت مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. کلرید کلسیم در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۳٪، سالیسیلیک اسید در دو سطح ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار بود. در این آزمایش پی‌اچ، اسیدهای آلی، اسیدیته قابل تیتراسیون، کیفیت ظاهری، شاخص قهوه‌ای شدن و میزان تولید اتیلن در سه نوبت ۳۰، ۲۱۰ و ۲۴۰ روز پس از اعمال تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفتند. با کاربرد ۱/۵ میلی‌مول بر لیتر سالیسیلیک اسید و کلرید کلسیم ۳٪ در ۲۱۰ روز پس از اعمال تیمار، غلظت اتیلن و پوسیدگی به طور معنی‌داری کاهش و در نتیجه کیفیت میوه افزایش یافت. بیشترین میزان پی‌اچ عصاره میوه در تیمار کلرید کلسیم ۳٪ به همراه سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار و در ۲۴۰ روز مشاهده شد. در این تحقیق کمترین میزان مواد جامد قابل حل میوه گلابی در تیمار کلرید کلسیم ۳٪ به همراه سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار در ۳۰ روز به دست آمد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۰**
تاریخ دریافت: **۹۲/۱۰/۱۲**
تاریخ پذیرش: **۹۳/۰۹/۱۴**

واژه‌های کلیدی:
- انبارداری
- بازارپسندی
- تغذیه گیاهی
- دوام میوه
- ویژگی‌های کمی و کیفی

مقدمه سالیسیلیک اسید[1] یکی از ترکیبات فنولی است که در گیاهان تولید می‌شود و امروزه به عنوان یکی از هورمون‌های گیاهی شناخته شده است.[۲۵] سالیسیلیک اسید ترکیبی درون‌زا و کلیدی در مقاومت نسبت به بیماری‌های موضعی و همه‌گیر در گیاهان محسوب می‌شود که خواص شبه هورمونی دارد.[۱] این ترکیب به‌عنوان یک ماده طبیعی است که در عکس‌العمل گیاه به تنش‌های زیستی و فیزیکی نیز به کار می‌رود.[۱۰] از میان مشتقات مشتقات اسیدبنزوئیک[2]، اسیدسالیسیلیک نقش اساسی در ایجاد مقاومت در گیاهان به خصوص مقاومت اکتسابی سیستمیک داشته[۵] و مسیر سنتز آن نیز در اثر تنش‌های محیطی و عوامل بیماریزا فعال می‌شود.[۳۳] در تعداد زیادی از گیاهان، سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقاومت به عوامل بیماری‌زا شده و بین میزان سالسیلیک اسید موجود در گیاهان و مقاومت به بیماری‌ها ارتباط مستقیم وجود دارد، مطالعات نشان می‌دهد که سالسیلیک اسید و ساختارهای ترکیبی آن توانایی فعال کردن ژن‌های مقاومت را دارند که به آنزیم‌های کاتالاز[3] و پراکسیداز[4] با عنصر آهن اتصال پیدا کرده و به‌عنوان بازدارنده عمل آن‌ها می‌باشد.[۳۲] ثابت شده که سالیسیلیک اسید باعث افزایش عمر انبارداری کیوی می‌شود.[۳] مطالعات نشان داده که اسید سیالیسیک فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز[5] را در میوه کیوی متوقف می‌کند که نتیجه آن کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و کاهش بیوسنتز اتیلن است.[۲۹] کلسیم یکی از عناصر بسیار ضروری در رشد و نمو درختان میوه می‌باشد.[۲] کمبود کلسیم در میوه‌ها باعث کاهش عمر پس از برداشت و اختلالات فیزیولوژیکی آن‌ها می‌گردد. کلسیم در بهبود و کیفیت، سفتی پوست و عمر انباری میوه مؤثر است.[۸] پیوند کلسیم به صورت پکتات در تیغه‌های میانی برای استحکام دیواره سلولی و بافت گیاهی ضروری است. تخریب پکتات‌ها به وسیله آنزیم پلی گالاکترونازها[6] صورت می‌گیرد. زمانی که کلسیم به حد کافی وجود داشته باشد از تخریب آنها ممانعت می‌شود.[۳۰] کاربرد سالیسیلیک اسید و کلرید کلسیم باعث حفظ ویتامین ث، سفتی میوه، و جلوگیری از قهوه‌ای شدن میوه کیوی می‌شود.[۱۸] اتیلن به عنوان یک هورمون طبیعی گیاهی یک عامل مهم در تعیین عمر پس از برداشت محصولات باغبانی است و بسته به نوع محصول و موقعیت پس از برداشت، اتیلن می‌تواند مفید یا مضر باشد. اتیلن رسیدن محصول را تسریع بخشیده می‌بخشد.[۱۹،۳] در کشت‌های سوسپانسیون سلولی هویج، افزایش در بیوسنتز اتیلن درونی در غلظت‌های پایین‌تر از ۱ میلی‌مول سالیسیلیک اسید اتفاق می‌افتد در حالی که غلظت‌های بالاتر از ۱ میلی‌مول از تولید اتیلن جلوگیری می‌کند.[۲۵]

طبق گزارش *راسکین و همکاران (۱۹۹۲)* سالیسیلیک اسید و استیل سالیسیلیک اسید از تولید اتیلن در گلابی و کشت سوسپانسیون سلولی هویج جلوگیری کرده که این اثر به نقش بازدارندگی سالیسیلیک اسید برابر تولید اتیلن نسبت داده شده است. نتایج پژوهش‌های قبلی نشان داده که تیمار پس از برداشت میوه های هلو با محلول سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۱ گرم در لیتر به مدت ده دقیقه در خلا نسبی و بیست دقیقه در اتمسفر عادی باعث کاهش سرعت تنفس میوه ها و تاخیر در شروع نقطه اوج تولید اتیلن در طول مدت انبارداری می‌شود.[۱۴]

این مطالعه با هدف تعیین اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید و ترکیب آنها در زمان‌های مختلف انبارداری بر کیفیت گلابی رقم سردرود مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در پاییز ۱۳۹۰ میوه‌های گلابی رقم سردرود از باغی واقع در شهرستان

[1] salicylic acid (SA)
[2] benzoic acid
[3] catalase
[4] peroxidase
[5] lipoxinase
[6] galacturonase

ارومیه با ظاهر سالم و بدون آسیب، به تصادف از قسمت‌های مختلف درختان گلابی هنگام صبح برداشت گردید. برداشت میوه‌ها در مرحله بلوغ تجارتی آنها صورت گرفت. میوه‌ها بعد از چیدن با رعایت احتیاط‌های لازم جهت جلوگیری از ورود ضربات مکانیکی به آنها در جعبه‌های ۳ کیلوگرمی با عمق کم بسته‌بندی و اعمال تیمارهای مورد نظر، ۱۲ ساعت پس از چیدن آن‌ها انجام گرفت. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. عامل اول کلرید کلسیم در دو سطح ۱/۵ و ۳٪ و عامل دوم سالیسیلیک اسید در دو سطح ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار بود. تیمارها در مهرماه و اندازه‌گیری صفات در سه زمان مختلف انبارداری به عنوان عامل سوم شامل ۳۰ ، ۲۱۰ و ۲۴۰ روز بعد از اعمال تیمارها انجام گرفت. صفات مورد بررسی در این مطالعه شامل پی‌اچ، درصد مواد جامد محلول[1]، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، میزان پوسیدگی میوه، تولید اتیلن و میزان ماندگاری میوه بود.

پی‌اچ عصاره صاف شده میوه با استفاده از پی‌اچ متر دیجیتالی، مواد جامد قابل حل کل با استفاده از رفراکتومتر دستی انجام گرفت. میزان پوسیدگی میوه، با مشاهده چشمی و از طریق نمره‌دهی شامل ۱: خیلی کم ۲: کم ۳: متوسط ۴: زیاد ۵: خیلی زیاد ۶: شدید مورد ارزیابی قرار گرفت.[۲۲] همچنین، برای تعیین کیفیت ظاهری و بازارپسندی میوه‌ها بر حسب میزان بازارپسندی آنها نمره‌های یک تا شش به صورت ۱: خیلی بد ۲: بد ۳: متوسط ۴: خوب ۵: خیلی خوب ۶: عالی در نظر گرفته شد[۲۲]. برای اندازه‌گیری اتیلن، ابتدا نمونه‌ها به مدت ۱۶ ساعت در ظروف در بسته نگهداری و سپس به وسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی[2] مقدار آن از طریق روابط زیر اندازه‌گیری شد:

$$EP(\ mLh^{-1}g^{-1}) = \frac{(E \times V \times 60)}{(T \times W)}$$

که در آن:

EP= اتیلن تولید شده

E= غلظت اتیلن در فضای بالای شیشه (μLL^{-1})، V= حجم شیشه

T= مدت زمان قرار دادن نمونه در شیشه، W= وزن نمونه تر (g)

تجزیه واریانس داده ها و مقایسه میانگین تیمارهای با آزمون توکی با نرم‌افزار SAS ver. 9 انجام شد.

نتایج و بحث

پی‌اچ میوه گلابی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کلرید کلسیم در سالیسیلیک اسید و زمان از لحاظ پی اچ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین ترکیبات تیماری (شکل a-۱) بیانگر این بود که بیشترین میزان پی‌اچ در تیمار کلرید کلسیم ۳٪ با سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار در ۲۴۰ روز مشاهده شد. در مطالعه ای، *آلان و همکاران (۲۰۰۴)* اظهار داشتند که مقدارپی اچ میوه‌های سیب رقم کینگ‌استار[3] تیمار شده با غلظت‌های مختلف کلسیم ۲، ۴، ۶٪ پس از ۵ هفته نگهداری در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس در مقایسه با روز قبل از انباری افزایش می‌یابد.[۳] در مطالعه حاضر، میزان پی‌اچ میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم افزایش یافت که این امر مطابق با گزارش-های *خوش قلب و همکاران* (۱۹۹۹) بوده و می‌تواند با کاهش اسیدهای آلی نیز رابطه داشته باشد. با این که کاهش اسیدها در طول انبارداری در برخی از میوه‌ها منجر به افزایش پی‌اچ می‌شود، ولی این افزایش در اکثر میوه‌ها متفاوت است.[۱۱] تغییر پی‌اچ می‌تواند به

[1] total soluble solids
[2] Shimadzu, Japan
[3] King Star

دلیل تأثیر تیمار بر شرایط بیوشیمیایی و کاهش سرعت تنفس و فعالیت متابولیکی باشد.[۱۷] به نظر می‌رسد کاربرد توام تیمار کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید باعث از بین بردن پی‌اچ عصاره میوه و کاهش اسیدیته میوه شده است و برای همین پی‌اچ میوه تیمار شده نسبت به شاهد افزایش داشت، ولی این تأثیر می‌تواند در رقم‌های مختلف و نوع تیمار متفاوت باشد.[۱۷،۲۱]

مواد جامد قابل حل میوه گلابی

اثر متقابل کلرید کلسیم با سالیسیلیک اسید و زمان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین میزان مواد جامد قابل حل میوه گلابی متعلق به تیمار کلرید کلسیم ۳٪ به همراه سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار در آبان‌ماه است (شکل b–۱). بر اساس مطالعات *وانگ و همکاران (۲۰۰۶)* کاهش محتوای مواد جامد محلول و تغییرات مشاهده شده در پی‌اچ و اسید آلی کل میوه‌های توت فرنگی احتمالاً به دلیل شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر سازنده در طی فرآیند تنفس می‌باشد.[۳۴] افزایش در محتوای مواد جامد محلول در مدت زمان نگهداری به دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول نیست، بلکه به دلیل هضم شدن پلی ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل اسیدهای آلی به قندها است.[۲۷،۲۳،۱۴] اثر کلسیم در کاهش میزان مواد جامد محلول میوه‌ها به دلیل کند نمودن تنفس و فعالیت متابولیکی بوده و از این رو فرآیند رسیدگی میوه به تأخیر می‌افتد.[۲۰]

ارزیابی کیفیت ظاهری

اثر متقابل تیمار کلرید کلسیم با سالیسیلیک اسید و زمان از لحاظ کیفیت ظاهری میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار کیفیت ظاهری در ترکیب تیماری کلرید کلسیم ۱٪ با سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار در ۳۰ روز و کمترین مقدار آن در ترکیب تیماری کلرید کلسیم ۰/۵٪ با سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار در ۲۴۰ روز مشاهده شد (شکل c–۱). با توجه به گزارش‌های قبلی[۱۶،۳۰] یکی از عوامل مهم در ارزیابی و کیفیت و بازارپسندی میوه به صورت تازه‌خوری، سبز بودن و شادابی دم میوه می‌باشد و یکی از مشکلات جدی در نگهداری آن، خشک شدن میوه در مدت زمان نگهداری آن است. فرآیند تخریب

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در میوه گلابی

Table 1- Analysis of variance for measured traits in pear fruit

Source of variation	mean of square						
	df	pH	brown fruit	physical quality	fruit acidity	TSS	ethylene
Salicylic acid (SA)	1	0.008*	9.61**	2.61**	0.01*	0.071*	2.312**
$CaCl_2$	1	0.61**	2.25 **	8.5**	0.16**	3.61**	7.9**
Time	2	1.2**	16.96 **	22.95**	2.11**	26.15**	0.23*
CaCl2*SA	1	0.07**	2.45 **	1.32**	0.08*	23.09**	9.7 **
SA*Time	2	0.004*	8.14 **	0.88**	0.03*	0.093**	0.002**
CaCl2* Time	2	0.04**	1.58 **	4.51**	0.015*	1.10**	0.21**
CaCl2* SA*Time	2	0.02**	1.75**	1.69**	0.074**	6.43**	0.0017**
CV%	-	0.66	3.57	8.18	6.97	1.19	54.27

ns و** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ns,** non-significant and significant at 1% level of probability.

کلروفیل یک فرآیند اکسیداتیوی بوده که طی آن کلروفیل دم میوه تجزیه شده و باعث پیری بافت می‌گردد، در نتیجه میوه کیفیت و بازارپسندی خود را از دست می‌دهد، تیمار کلسیم باعث حفظ استحکام دیواره سلولی و در نتیجه باعث بهبود کیفیت میوه می‌شود[۲]. *ساری خانی و همکاران (۲۰۱۰)* در گزارش‌های خود اعلام نمودند که سالیسیلیک اسید باعث بهبود کیفیت میوه انگور می‌شود.[۳۰] همچنین *هان و همکاران (۲۰۰۳)*، *پن و جیانگ (۲۰۰۶)*، *وانگ (۲۰۰۴)*، *زینگ و زانگ (۲۰۰۴)* در گزارش‌های خود اعلام کردند که سالیسیلیک‌اسید باعث بهبود کیفیت میوه و جلوگیری از آلودگی به بیماری‌های گیاهی شده و نتایج این پژوهش با گزارش‌های فوق همخوانی دارد.[۳۸،۲۳،۲۳،۱۴]

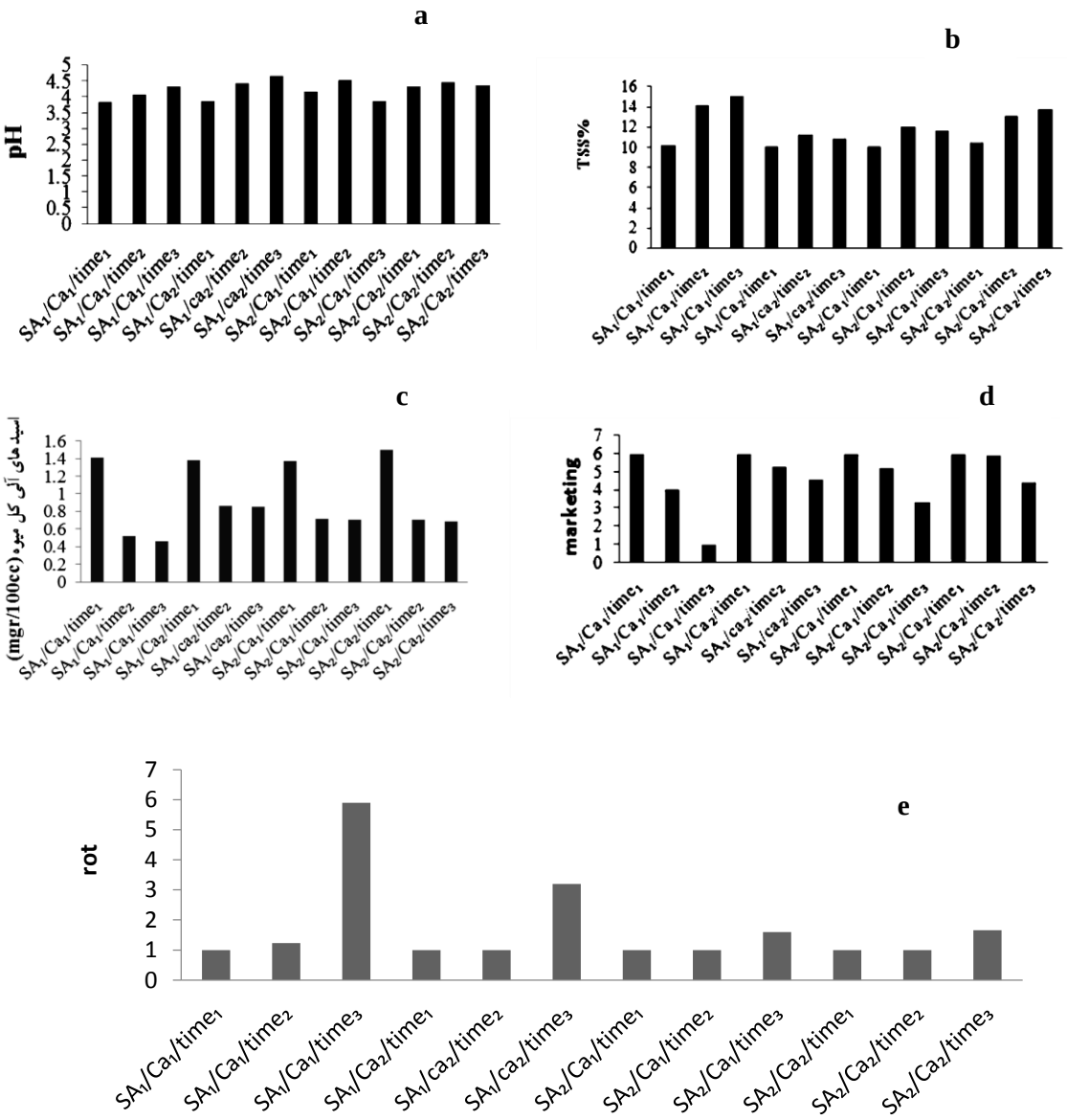
شاخص قهوه‌ای شدن میوه

در این مطالعه، بیشترین میزان پوسیدگی در تیمار شاهد و در ۲۴۰ روز پس از انبارداری مشاهده گردید این در حالی است که کمترین میزان پوسیدگی مربوط به اثر متقابل کلرید کلسیم ۳٪ و اسیدسالیسیلیک در ۳۰ روز پس از انبارداری بود (شکل e-۱). *فی ون و همکاران (۲۰۰۵)* گزارش کردند که اسیدسالسیلیک موجب تجمع آر.ان.ای پیامبر[۱] فنیل آلانین آمونیا[۲] و سنتز آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز و افزایش فعالیت آن و افزایش فعالیت آن می‌گردد که این پروتئین نیز سبب فعال شدن سیستم دفاعی گیاهان در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌شود.[۹] همچنین، *باندورسکا و همکاران (۲۰۰۳)* در مطالعه‌ای که در گیاهان تمشک مقاوم به بیماری‌های قارچی انجام دادند، نشان دادند که، آلودگی با قارچ‌های بیماری‌زا سبب دو برابر شدن اسیدسالسیلیک داخلی می‌شود[۵]در حالی که در گیاهان حساس به بیماری، میزان اسیدسالسیلیک داخلی افزایش نمی‌یابد.[۷] *لو و چن (۲۰۰۵)* اعلام کردند که کاربرد اسیدسالسیلیک از توسعه قارچ کپک خاکستری[۳] در گل سوسن جلوگیری نموده و این امر با فعال نمودن ژن‌های تولید کننده پروتیین‌های عامل مقاومت انجام می‌گیرد.[۱۱] در توافق با نتایج *زینگ و همکاران (۲۰۰۳)* در میوه‌های تازه بریده موز تیمار شده با کلرید کلسیم موجب کاهش تغییر رنگ میوه‌ها گردید.[۳۷] در واکنش قهوه‌ای شدن ترکیبات فنولی توسط پلی فنول اکسیداز[۴] به اکوئینون‌ها[۵] اکسید شده و اکوئینون‌ها نیز به رنگ دانه‌های قهوه‌ای یا تیره پلیمریزه می‌شوند، برخی مطالعات انجام شده در گونه‌های مختلف مانند سیب، گلابی و آناناس نشان داده‌اند که پراکسیدازها نیز ممکن است با قهوه‌ای شدن آنزیمی ارتباط داشته باشند این امر به احتمال زیاد به دلیل بازدارندگی پلی فنول اکسیداز به وسیله یون کلراید می‌باشد.[۲۸] آسیب اکسیداتیو غشا باعث مخلوط شدن آنزیم‌های جدا شده (پلی فنول اکسیداز) و سوبستراهای قابل اکسیداسیون (پلی فنل‌ها[۶]) و در نتیجه قهوه‌ای شدن می‌شود که به طور مستقیم با محتوای کلسیم میوه‌ها ارتباط دارد.[۱۴] بنابراین غوطه‌وری در کلسیم امکان کاهش حساسیت به قهوه‌ای شدن را در میوه‌ها افزایش می‌دهد.[۳] همچنین طبق اظهار *اختر و همکاران (۲۰۱۰)* تیمار کلرید کلسیم شاخص قهوه‌ای شدن کمتری در مقایسه با شاهد داشت.[۲]

اتیلن میوه

تیمار کلرید کلسیم و اثر متقابل آن با اسید سالیسیلیک در کاهش میزان اتیلن و در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۲). از طرفی، اثر متقابل تیمار اسید سالیسیلیک و زمان در کاهش میزان اتیلن در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به شکل ۶، کمترین میزان اتیلن تولیدی میوه در تیمار کلرید کلسیم ۳ و ۱/۵٪ و در

[1] messenger RNA
[2] phenylalanine ammonia
[3] *Botrytis cinerea*
[4] polyphenol oxidase
[5] quinone
[6] Polyphenol

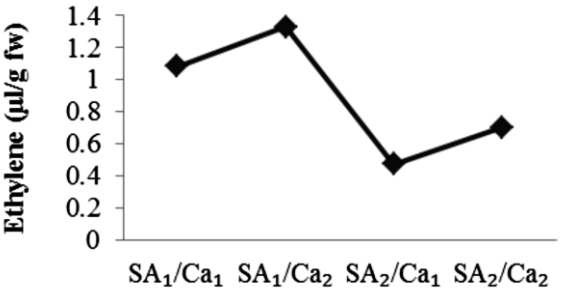


شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای زمان، کلرید کلسیم، اسید سالیسیلیک در پی اچ عصاره (a)، مواد جامد محلول کل (b)، اسیدیته (c)و بازار پسندی (d) و پوسبدگی میوه گلابی (e)

Figure 1- Interaction of time, $CaCl_2$ and salicylic acid on pH (a), total soluble solid (b), acidity (c), marketing (d) and fruit rot of pear

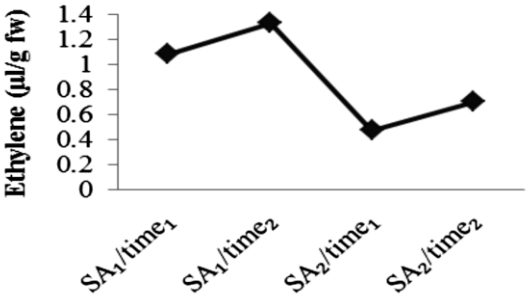
SA_1: تیمار بدون سالیسیلیک اسید، SA_2: تیمار سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی مولار. Ca_1: تیمار بدون کلرید کلسیم .Ca_2: تیمار کلرید کلسیم ۳٪. $time_1$: آبان‌ماه .$time_2$: فروردین‌ماه .$time_3$: اردیبهشت‌ماه

SA_1: with no Salicylic acid, SA_2: Salicylic acid (1.5 mM), Ca_1: with no $CaCl_2$, Ca_2: $CaCl_2$ (3%). $time_1$: September, $time_2$: March and $time_3$: August



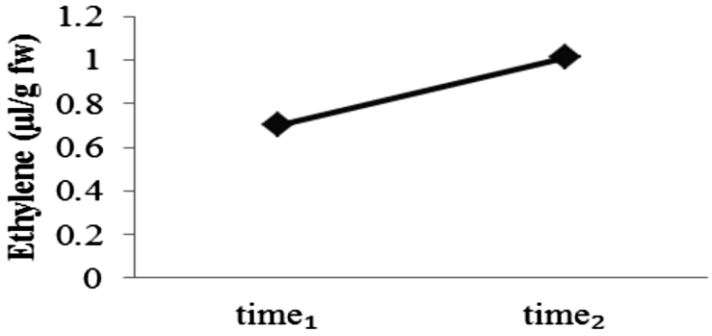
شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای کلرید کلسیم، اسید سالیسیلیک در میزان اتیلن تولیدی میوه گلابی

Figure 2- Interaction of $CaCl_2$ and salicylic acid on ethylene content of fruit in pear



شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای زمان، اسید سالیسیلیک در میزان اتیلن تولیدی میوه گلابی

Figure 3- Interaction of time and salicylic acid on ethylene content of fruit in pear



شکل ۴ – اثر تیمارهای زمان فروردین و اردیبهشت‌ماه در میزان اتیلن تولیدی میوه گلابی

Figure 4- Effect of times (March and August) on ethylene content of pear fruit

SA_1: تیمار بدون سالیسیلیک اسید، SA_2: تیمار سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی مولار. Ca_1: تیمار بدون کلرید کلسیم .Ca_2: تیمار کلرید کلسیم ۳٪. $time_1$: آبان‌ماه .$time_2$: فروردین‌ماه .$time_3$: اردیبهشت‌ماه

SA_1: no Salicylic acid, SA_2: Salicylic acid (1.5 mM), Ca_1: no $CaCl_2$, Ca_2: $CaCl_2$ (3%). $time_1$: September, time $_2$: March and $time_3$: August

از نظر این صفت بین تمامی تیمارها و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی دار آماری وجود دارد ۲۱۰ و ۲۴۰ روز مشاهده گردید. همچنین، کمترین میزان این صفت برای تیمار ااثر متقابل اسید سالیسیلیک ۱/۵ میلی‌مولار با کلرید کلسیم ۱/۵ و ۳٪ و در ۲۱۰ روز به دست آمد. در این مطالعه، میزان اتیلن تولیدی در۲۴۰ روز بیشتر از ۲۱۰ روز انبارداری بود (شکل ۳،۴و۵). کلسیم عامل اتصال دهنده دو زنجیره اسید گالاکترونیک در پلیمرهای پکتین است که از این طریق به ترکیبات پکتین در تیغه میانی ثبات می‌بخشد و اتصال و چسبندگی سلول‌ها را افزایش می‌دهد. تیمار کلسیم موجب کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شود.[۲] زمانی که کلسیم به حد کافی وجود داشته باشد از تخریب آنها ممانعت می گردد[۲۷] و در این صورت گیاه در مقابل تخریب دیواره سلولی مقاومت نشان می‌دهد.[۲۴] تخریب غشاهای سالم سبب افزایش سرعت تنفس شده و تیمار کلسیم نیز می‌تواند سرعت تنفس را کاهش دهند بنابراین در برگ‌ها تخریب پروتئین و کلروفیل با افزودن سیتوکینین یا کلسیم کاهش می‌یابد.[۲۵،۲۱]

نتیجه‌گیری کلی

با کاربرد سالیسیلیک اسید و کلرید کلسیم اسیدیته میوه و مواد جامد محلول افزایش ولی اتیلن و میزان پوسیدگی کاهش در نتیجه کیفیت میوه بهبود پیدا کرد. در این ازمایش میزان اتیلن میوه های گلابی با کاربرد تیمارهای سالیسیلیک اسید و کلرید کلسیم طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد. کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک موجب حفظ مطلوب ویژگی‌های کیفی، کاهش پوسیدگی، کاهش میزان اتیلن تولیدی و در نهایت موجب افزایش عمر انبارداری میوه‌های گلابی رقم سردرود شدند. کاربرد تیمارها به صورت ترکیبی نیز مؤثر تر از کاربرد آنها به تنهایی بود. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از تیمارهای مذکور یک روش مناسب برای حفظ ویژگی‌های کیفی به ویژه جلوگیری از تغییر رنگ و قهوه‌ای شدن آنزیمی و نیز افزایش مدت نگهداری میوه‌های گلابی باشد که این امر موجب کاهش ضایعات پس از برداشت شده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود البته به منظور دستیابی به نتایج مطلوب بایستی در کاربرد غلظت-های مناسب این تیمارها دقت لازم را نمود زیرا کاربرد متقابل تیمارها در زمان‌های کم موثرتر بود. اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مول بر لیتر مؤثرتر از غلظت ۱/۵ میلی‌مول بر لیتر در افزایش کیفیت محصول بود، زیرا اسید سالیسیلیک ۱/۵ میلی‌مول لر لیتر بیشتر از غلظت ۱ میلی‌مول بر لیتر باعث سیاه شدن پوست میوه شد. تیمار کلرید کلسیم در کاهش اتیلن مؤثرتر از سالیسیلیک اسید بود.

References

1. Amborabe BE, Lessard JF, Chollet G, Roblin PF (2002) Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards Eutypa late: structure-activity relationship. Plant Physiology and Biochemistry 40: 1051-1060.
2. Akhtar A, Abbasi NA, Hussain A (2010) Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of Loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany 42: 181-188.
3. Alan S, Ullah J, Ahmad T, Zafarullah M, Durrani Y (2004) Effect of calcium chloride coating applied under vacuum (270-300mmHg) on the physiochemical characteristics of apple cv. Kingstar storage at ambient conditions. Sarhad Journal of Agriculture 20: 627-634.
4. Bal E, Celic S (2010) the effect of post-harvest treatment of salicylic acid and potassium permanganate on the storage of kiwifruit ,Bulgarian Journal of Agriculture Science 16: 576-584.
5. Bandurska H, Kozlowska A, Stroinski HM (2003) The role of salicylic acid in plant response to biotic and abiotic stress. Acta Physiologiae Plantarum 25 (3): 168-176.
6. Dos S (2003) Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória: Incaper. pp. 659-666.
7. Dempsey DA, Shah J, Klessig DF (1999) Salicylic acid and disease resistance in plants. Critical Reviews. Plant Science 18: 547-575.
8. Dolati Bane H, Hassani A, Majidi A, Zomorrodi S, Hassani G, Malakoti MG (2001) Effect of calcium chloride concentration and frequency of spraying on firmness and storage characteristics of red apples Lebanese in the Urmia region. Journal of Agricultural Science 12(4): 47-54. [In Persian with English Abstract].
9. Fei-Wen P, Chen J, Kong WF, Pan QH, Wan SB, Huang WD (2005) Salicylic acid induced the expression of phenylalanine amonia-lyase gene in grape berry. Plant Science 169(3): 365-379.
10. Fox JA (2002) Influences on Purchase of Irradiated foods. Food Technology 56(11): 34-37.
11. Ghoshgalb H, Arzani K, Malakoti MG, Barzegar M (2008) Review during development and storage of carbohydrates and organic acids and its effect on survival, quality and internal browning of fruit in two varieties of Asian pear (pyrus serotina Rehd). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 12(54): 193-204. [In Persian with English Abstract].
12. Hewajulige IGN, Wilson-Wijeratnam RS, Wijesundera RLC, Abeysekere M (2003) Fruit calcium concentration and chilling injury during low temperature storage of pineapple. Journal of the Science of Food and Agriculture 83: 1451-1454.
13. Hemmaty S, Moallemi N, Naseri L (2007) Effect of UV-C radiation and hot water on the calcium content and postharvest quality of apples. Spanish Journal of Agricultural Research 5: 559-568.
14. Han T, Wang Y, Li L, Gc X (2003) Effects of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. Acta Horticultrae 628: 1232-1237.
15. Jitareerat P, Paumchai S, Kanlayanarat S (2007) Effect of chitosan on ripening enzymatic activity, and disease development in mango (*Mangifera indica L.*) fruit. New Zealand Journal of Crop Horticulture Science 35: 211-218.
16. Khosroshahi M (2008) Impact of environmental factors of pre-harvest physiology on Postharvest Physiology in horticultural crops. Abstracts Journal of Hamadan University of Horticulture. [In Persian with English Abstract].
17. Lu YY, Chen CY (2005) Molecular analysis of lily leaves in response to salicylic acid effective towards protection against *Bolrylis elliplica*. Plant Science 169(1): 1-9.
18. Mahmud TMM, Al Eryani –Raqeeb A, Syed Omar SR, Mohamad Zaki AR, AL Erfani Abdul –Rahman (2008) Effect of different Concentration and Application of Calcium on Storage Life and Physicochemical Characterestic of Papaya (*Carica papaya*). American Journal of Agricultural and Biological Sciences 3: 536-533.
19. Majd A, Madah SM, Falahian F, Sabag por SH, Chelbian F (2006) A comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance both susceptible and resistant chickpea to the fungus Ascochyta rabie. Journal of Biology Iran 19: 314-324. [In Persian with English Abstract].
20. Moor U, Karp K, Poldma P, Starast M (2008) Influence of pre-harvest calcium treatments on apple soluble solids, titratable acids and vitamin C content at harvest and after storage. Acta Horticulturae 768: 49-56.
21. Marquenie D, Michiels CW, Geeraerd AH, Schenk A, Soontjens C, Van Impie JF (2002) Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and head treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. International Journal of Food Microbiology 73: 187-196.

22. Nunes MCN, Brecht JK, Morais AMMB, Sargent SA (2006) physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 86: 180-190.
23. Pen gI, Jiang Y (2006) Exogenous salicylic acid inhibits browning if fresh- cut chinese water chestnut. Food Chemistry 94: 535-540.
24. Quiles A, Hernando I, P'erez-Munuera I, Llorca E, Larrea V, Llunch MA (2004) The effect of calcium and cellular permeabilization on the structure of the narenchyma of osmotic dehydrated Granny Smith' apple. Journal of the Science of Food and Agriculture 48: 1765-1770.
25. Ramazanian A, Rahemi M, Vazifeshenas MR (2009) Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative characteristics of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae 121: 171-175.
26. Raskin I (1992) Salicylate, a new plant hormone. Plant physiology. pp. 799-803.
27. Raese JT, Drake SR (2002) Calcium spray materials and fruit calcium concentrations influence apple quality. Journal of the American Pomological Society 56: 136-143.
28. Reddy VS, Reddy ASN (2004) Proteomics of calcium - signaling components in plants. Phytochemistry 65: 1745-1776.
29. Sammi S, Masud T (2007) Effect of Different Packaging Systems on Storage Life and Quality of Tomato (*Licopersicon esculentum* cv. Rio Grande) during Different Ripening Stages. Internet Journal of Food Safety 9: 37-44.
30. Sarikhani H, Golami M, Ershadi A (2010) Effect of salicylic acid and sulfur dioxide-releasing layer on the storage life of grape varieties Fakhri. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 11(4): 309-320. [In Persian with English Abstract].
31. Srivastava MK, Dwivedi UN (2000) Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science 158: 87–96.
32. Souleyre EJF, Iannetta PPM, Ross HA, Hancock RD, Shepherd LVT, Viola R, Taylor MA, Davies HV (2004) Starch metabolism in developing strawberry(*Fragaria*ananassa*) fruits. Physiology Plant 121: 369-376.
33. Wolucka BA, Goossens A, Inze A (2005) Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. Journal of Experimental Botany 56(419): 2527-2538.
34. Wang L, Chen S, Kong W, Li S, Archbold D (2006) Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology 41: 244-251.
35. Wang YSJ, Wang ZM, Yang QY, Wang B, Lu SQ, Li YP, Lu SH, Wang XS (2004) Salicylic acid modulates aluminum-induced oxidative stress in roots of cassia tora. Acta Botanica Sinica 46(7): 819-828.
36. Xu WP, Chen KS, Li I, Zhang SL (2000) Regulation of lipoxygenase on jasmonic acid biosynthesis in ripening kiwifruit. Acta Phytophysiology Science 26: 507- 514.
37. Zhang Y, Chen K, Zhang S, Ferguson I (2003) The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology 28(1): 67-74.
38. Zheng Y, Zhang Q (2004) Effects of polyamines and salicylic acid on postharvest storage of 'PONKAN' mandarin. ISHS Acta Horticulturae 632: 358-363.

Study of the effects of salicylic acid and chloride calcium on postharvest storage life of pear cv. Sardrod

Modern Science of Sustainable Agriculture Journal
Special issue for horticultural crops
Vol. 10, No. 2(2), 13-23, Summer 2014

Mousa Arshad*

Assistant professor of horticulture department
Mahabad Branch
Islamic Azad University
Mahabad, Iran

Email ✉:
mo_arshad2002@yahoo.com

Received: 31 December, 2013 **Accepted:** 5 December, 2014

ABSTRACT In this study, the effect of treatments including salicylic acid and chloride calcium was studied on pear (*Pyrus communis* cv. Sardrod) quality and quantity in several storage times. The factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications. The studied factors was calcium chloride (1.5 and 3%), salicylic acid (1 and 1.5 mM/L) along with three storage times including 30, 210 and 240 days after treatment applications. pH, organic acids, titrated fruit acidity, physical quality, browning of fruit and ethylene content traits of pear fruits were evaluated. The application of 1.5 mM/L of salicylic acid with 3% of calcium chloride 3%, in 210 days after treatment application could decrease ethylene content and browning of fruit and thus increased fruit quality. The most pH amount of fruit extract was in 3% of calcium chloride along with 1.5 mM/L of salicylic acid after 240 days. The least amount of total soluble substances was obtained in the last treatments after 30 days.

Keywords:
- storage period
- marketability
- plant nutrition
- fruit maintenance
- quality