

## تاثیر کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک و ژل آلونهورا بر خصوصیات کیفی و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه انگور رقم قزل ازوم

محمد رضا اصغری<sup>۱</sup> - لیلا احدی<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۳

### چکیده

امروزه، به دلیل تاثیر مضر مواد شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست استفاده از این مواد در تکنولوژی نگهداری محصولات کشاورزی با محدودیت‌هایی روبرو است. از این رو یافتن مواد سالم برای استفاده در تکنولوژی پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها ضروری می‌باشد. در این پژوهش اثر اسید سالیسیلیک و ژل آلونهورا بر ویژگی‌های کیفی و عمر نگهداری انگور رقم قزل ازوم بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۶ تکرار انجام شد میوه‌ها با اسید سالیسیلیک در غلظت‌های ۰، ۱، ۲ میلی‌مولار و ژل آلونهورا در غلظت‌های ۰، ۲۵٪ و ۳۳٪ تیمار شدند و پس از ۴۵ روز نگهداری در دمای ۵±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد مورد مطالعه قرار گرفت. صفاتی شامل pH، اسیدیته کل (TA)، فنول کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل و مقدار ویتامین ث و مواد جامد محلول (TSS) ارزیابی شدند. اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار نسبت به سایر تیمارها از افزایش pH و کاهش مواد جامد محلول جلوگیری کرد و باعث حفظ pH میوه گردید، همچنین تاثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلونهورا ۳۳٪ بر میزان TSS و TA معنی‌دار بود و موجب حفظ بیشتر مواد جامد محلول شد و از کاهش اسیدهای قابل تیتراسیون و تجزیه آن به قندها جلوگیری کرد. در این مطالعه بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل، فنول کل و مقدار ویتامین ث مربوط به اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلونهورا ۳۳٪ و تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلونهورا ۳۳٪ بود. کاربرد تیمارهای اسید سالیسیلیک و ژل آلونهورا می‌تواند جایگزین مناسبی برای مواد شیمیایی در تکنولوژی پس از برداشت انگورهای رومی‌زی باشد.

**واژه‌های کلیدی:** انگور، ژل آلونهورا، اسید سالیسیلیک، فنول کل، آنتی‌اکسیدان کل

### مقدمه

انگور دارد. با توجه به اینکه کاربرد قارچ کش‌ها خیلی محدود شده است، معرفی مواد طبیعی و روش‌های سالم برای کنترل ضایعات ضروریست. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی ساده است که در بسیاری از فرایندهای رشد و نمو گیاهی دخالت می‌کند (۸). به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان مثل فتوسنتز، تنفس، بیوسنتز و اثر اتیلن، بیوسنتز و عمل سایتوکینین‌ها و اسید ابسیزیک، بیوسنتز و اثر اسید جاسمونیک، تنظیم اکسین و عمل آن در گیاه و... نقش دارد (۲۷). در تعداد زیادی از گیاهان تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زا شده است و بین میزان اسید سالیسیلیک موجود در گیاه و مقاومت به بیماری ارتباط مستقیم وجود دارد. مطالعات نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک و آنالوگ‌های آن که توانایی فعال کردن ژن‌های عامل مقاومت را دارند به کاتالازها و پراکسیدهای دارای آهن متصل شده و به عنوان بازدارنده عمل آنها عمل می‌کنند. (۳۷). کائو و

بدلیل فسادپذیری میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده از فناوری‌های نوین برای جلوگیری از ضایعات پس از برداشت این محصولات بسیار ضروری می‌باشد (۱). انگور (*Vitis vinifera*) میوه‌ی غیر کلیماکتریک است که فعالیت فیزیولوژیکی نسبتاً پایینی دارد. از دست رفتن آب محصول یک موضوع جدی در پس از برداشت انگور است. قهوه‌ای شدن محور خوشه و ساقه، نرم شدن و از دست رفتن آب و پوسیدگی، کیفیت انگور را تحت تاثیر قرار می‌دهند که توسط قارچ بوتریتیس سینرا ایجاد می‌شود، پوسیدگی میوه مشکل مهم پس از برداشت انگور است، اگرچه میزان ضایعات و شدت آنها بستگی به نوع

۱- استادیار گروه باغبانی دانشگاه ارومیه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشگاه ارومیه

(Email: leilaahadi85@yahoo.com)

\*- نویسنده مسئول:

(Germany). خریداری شد.

### مواد گیاهی

میوه‌های انگور رقم قزل‌آزم در مرحله رسیدن تجاری هنگامی که ۸۰ تا ۹۰ درصد رنگ گرفته بودند و دارای اندازه مناسب بودند برداشت شدند. سپس با دقت و در زمان کوتاه به آزمایشگاه انتقال یافت و تا زمان اعمال تیمار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میوه‌های دارای شکل غیر طبیعی و معایب فیزیکی حذف شده و میوه‌های سالم و یکنواخت انتخاب گردیدند. برای تهیه ژل آلوتئورا نیز برگ‌های بالغ و شاداب گیاه آلوتئورا از بازار تهیه و پس از ضد عفونی سطحی برگ‌های مورد نظر، اپیدرم بالایی برگ‌ها حذف شده و بافت گوشتی مورد نظر که به صورت ژل در بین اپیدرم رویی و زیری برگ وجود دارد به آرامی و به صورت لایه لایه به شکل ژله مانند استخراج گردید. سپس ژل خارج شده با آب مقطر به نسبت‌های حجمی مورد نظر (۲۵٪ و ۳۳٪) رسانیده شد (۷). تیمار با اسید سالیسیلیک و ژل آلوتئورا آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد و برای هر تیمار ۶ تکرار و در هر جعبه یک خوشه‌ی انگور در نظر گرفته شد (جعبه  $3 \times 3 \times 6 = 54$ ) و در مجموع ۵۴ خوشه انگور به کار برده شد که در محلول‌های با غلظت‌های ۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به مدت ۳ دقیقه در دمای اتاق غوطه‌ور شدند. برای تیمار با ژل آلوتئورا هم از روش غوطه‌وری استفاده شد. برای این منظور نیز میوه‌ها به مدت ۳ دقیقه در محلول ژل آلوتئورا با غلظت‌های ۰، ۲۵ و ۳۳٪ غوطه‌ور شدند. میوه‌های شاهد نیز با آب مقطر تیمار شدند. سپس سطح میوه‌ها در هوای معمولی اتاق خشک شده و در ظروف پلاستیکی یک بار مصرف قرار گرفتند و به سردخانه با دمای  $0 \pm 0.5$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد منتقل و میوه‌ها به مدت ۴۵ روز در این شرایط نگهداری شدند، و سپس مورد آزمایش قرار گرفتند. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسات میانگین در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

### pH آب میوه

برای اندازه گیری pH آب میوه از عصاره صاف شده میوه استفاده شد و با استفاده از دستگاه pH متر مدل pH411 در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرائت گردید (۴۲).

### اسیدیته کل و مواد جامد محلول

برای اندازه گیری اسیدیته کل از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال NaOH تا رسیدن به  $pH=8.2$  استفاده شد و نتایج بر حسب گرم اسید تارتاریک (اسید غالب انگور) در ۱۰۰ گرم بیان شد. برای این منظور ۵ میلی لیتر آب میوه با ۹۵ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و سپس

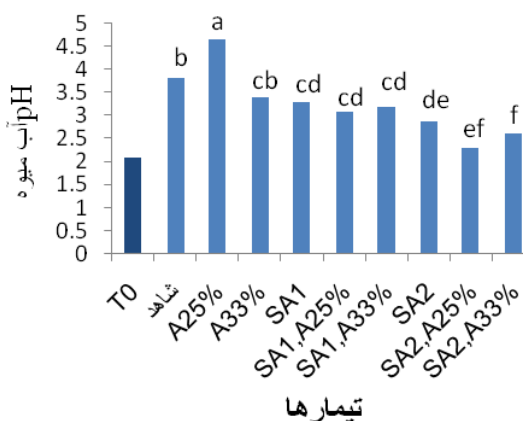
همکاران (۱۲) مشاهده نمودند که در میوه‌های درختان گلابی تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک فعالیت آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیدازها، فیل آلانین آمونیا لیا، کیتونازیا ۱- $\beta$  و ۳-گلوکاناز نسبت به میوه‌های درختان شاهد افزایش می‌یابد. کاربرد قبل یا بعد از برداشت اسید سالیسیلیک به غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر در میوه‌ی انبه از بروز بیماری آنتراکنوز حاصل از قارچ کلوتوتریکوم ممانعت نمود (۴۲). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک از فعالیت آنزیم لیپوکسی‌ژناز در صفحات میوه‌ی سیب جلوگیری می‌کند که در نتیجه-ی آن تولید رادیکال‌های آزاد و بیوستنز اتیلن کاهش می‌یابد (۱۹). پوشش‌های خوراکی می‌توانند منجر به تغییر اتمسفر درونی میوه شده، مقدار تنفس را کاهش دهند و همچنین باعث بهبود کیفیت میوه برداشت شده می‌شوند (۲۵). یکی از پوشش‌های خوراکی ژل آلوتئورا می‌باشد که ژل شفاف و سفیدی از قسمت‌های داخلی برگ گیاه آلوتئورا استخراج می‌شود، بین این ژل و پوست بیرونی برگ سلول‌های خاصی حاوی مایع زرد رنگ قرار دارد که با خشک شدن این مایع شیره آلوتئورا تولید می‌شود که تمامی خواص گیاه در آن نهفته است. ژل آلوتئورا شفاف، بی بو، بدون چسبندگی و دارای قدرت جذب بالا است. این ژل کاملاً سالم و سازگار با محیط بوده و pH آن حدوداً ۴/۵ است که می‌تواند جایگزین پوشش‌های مختلف میوه در تکنولوژی پس از برداشت شود (۱۳). تأثیر مثبت ژل آلوتئورا در کاهش تنفس انگورهای رومیزی به میزان ۲۵٪ در طی ۳۵ روز نگهداری در انبار سرد گزارش شده است. همچنین تیمار ژل آلوتئورا در گیلان باعث کاهش میزان تنفس به میزان ۵۰٪ طی ۱۶ روز نگهداری در سردخانه به اضافه یک روز دمای معمولی اتاق شده است (۲۴). فعالیت ضد قارچی ژل آلوتئورا بر تعدادی از عوامل بیماری‌زا در محصولات برداشت شده ثابت شده است. ژل آلوتئورا از جوانه‌زنی و رشد میسلیم قارچ جلوگیری می‌کند و همچنین اثر بازدارنده ترکیبات موجود در آن و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های قارچ‌های بیماری‌زا ثابت شده است (۲۸). هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمار پس از برداشت اسید سالیسیلیک و ژل آلوتئورا در حفظ خصوصیات کیفی و افزایش ماندگاری میوه انگور بود.

### مواد و روش‌ها

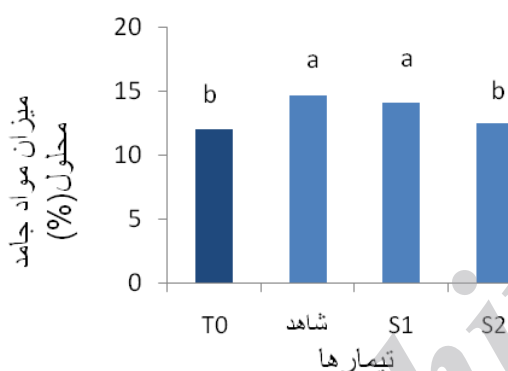
#### مواد شیمیایی مورد استفاده

اسید گالیک<sup>۱</sup>، فولین سیوکالتو<sup>۲</sup>، کربنات سدیم<sup>۳</sup>، اسید آسکوربیک<sup>۴</sup>، اسید سالیسیلیک<sup>۵</sup> از شرکت مرک آلمان (Darmstadt)

- 1- Gallic acid
- 2- Folin-Ciocalteu
- 3- Sodium carbonate
- 4- Ascorbic acid
- 5- Salicylic acid



شکل ۱- تاثیر اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا بر pH آب میوه ی انگور رقم قزل ازوم غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دارد سطح- احتمال ۱٪ می باشد. T0: زمان شروع نگهداری، S: اسید سالیسیلیک (میلی مولار)، A: ژل آلوتهورا



شکل ۲- اثر اسید سالیسیلیک بر میزان مواد جامد محلول میوه انگور رقم قزل ازوم غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می باشد. T0: زمان شروع نگهداری، S1: اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار، S2: اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار

شکل ۳ نشان می دهد که در پایان دوره ی نگهداری بالاترین میزان مواد جامد محلول مربوط به شاهد بوده، زمان شروع نگهداری (T0) و بعد از آن ژل آلوتهورا ۲۵٪ دارای کمترین میزان مواد جامد محلول بوده اند.

کاربرد اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا هر کدام به تنهایی در سطح احتمال ۱٪ بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون معنی دار بودند و باعث حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون شد، اما تاثیر تیمار ترکیبی ژل آلوتهورا و اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون معنی دار نبود. در بررسی حاضر نیز تیمار با اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار باعث حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت به شاهد زمان ۴۵ روز گردید.

تیترا شد. مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفاکومتر دستی مدل (Atago Manual) در دمای اتاق بر حسب درجه بریکس قرائت گردید (۹).

### فنول کل

برای اندازه گیری ترکیبات فنولی کل از روش فولین سیوکالتو استفاده شد. مقادیر ترکیبات بر اساس معادل اسید گالیک (GAE) و بر حسب میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد منحنی استاندارد با استفاده از اسید گالیک استاندارد تهیه گردید (۳۶).

### ویتامین ث

برای اندازه گیری مقدار ویتامین ث از روش یدومتری استفاده شد و مقدار ویتامین ث بر حسب میلی گرم اسید اسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه بیان گردید (۱۵).

### فعالیت آنتی اکسیدان های کل

اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره میوه به روش فرپ (FRAP) انجام شد. نتایج بر حسب معادل میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (۱).

### نتایج

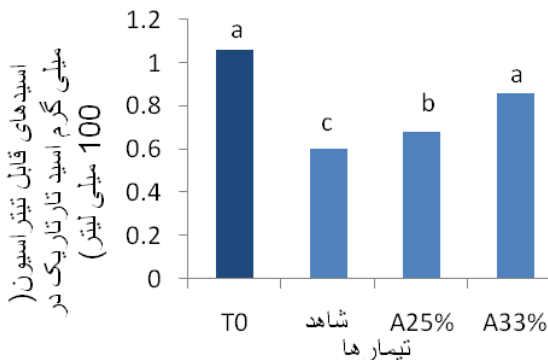
#### pH آب میوه

pH آب میوه طی دوره نگهداری میوه های شاهد افزایش یافت. تیمارهای اسید سالیسیلیک و تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا بر میزان اسیدیته میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان pH آب میوه در غلظت ۲۵٪ ژل آلوتهورا مشاهده شد (شکل ۱).

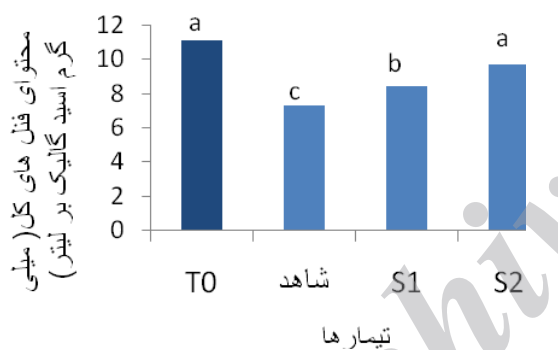
#### مواد جامد محلول و اسیدیته کل

کاربرد تیمار اسید سالیسیلیک به تنهایی در سطح احتمال ۱٪ و کاربرد تیمار ژل آلوتهورا در سطح احتمال ۵٪ بر روی مواد جامد محلول معنی دار بود، اما تاثیر تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا بر میزان مواد جامد محلول معنی دار نبود (جدول ۱). میزان مواد جامد محلول در میوه های شاهد طی دوره ی انبارمانی ۴۵ روز دارای بالاترین مقدار، اما در میوه های تیمار شده روند کاهشی را نشان داد. براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار شاهد در زمان ۴۵ روز و کمترین آن مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار بعد از ۴۵ روز انبارداری و شاهد زمان شروع انبارمانی (T0) بود (شکل ۲).

ترتیب مربوط به شاهد زمان ۴۵ روز با نسبت آلوتهورا ۲۵٪ می‌باشد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (سطح احتمال ۱ درصد) بین آن‌ها دیده می‌شود.



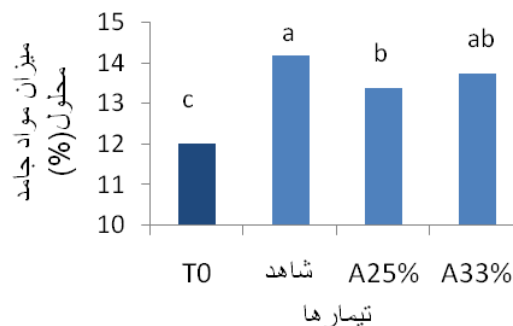
شکل ۵- اثر ژل آلوتهورا بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون میوه انگور رقم قزل‌ازوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری؛ A: ژل آلوتهورا



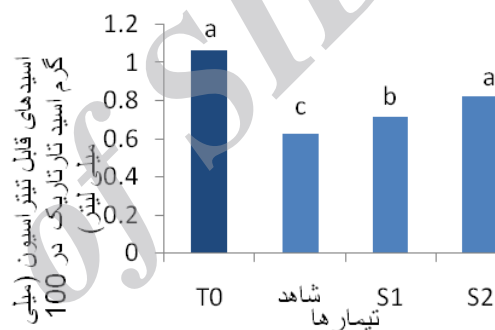
شکل ۶- اثر اسید سالیسیلیک بر محتوای فنول‌های کل در میوه انگور رقم قزل‌ازوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری؛ S1: اسید سالیسیلیک ۱ میلی-مولار؛ S2: اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار

### ویتامین ث (اسید اسکوربیک)

ویتامین ث در طول دوره انبارمانی کاهش یافت تاثیر تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا بر میزان ویتامین ث در طول دوره انبارمانی نسبت به شاهد در هر دو سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار نبود (جدول ۱) بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به شاهد شروع انبارمانی (T0) و بعد از آن تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار که نسبت به دیگر تیمارها میزان ویتامین ث را حفظ کرد، همچنین ژل آلوتهورا ۳۳٪ نسبت به ژل آلوتهورا ۲۵٪ میزان ویتامین ث را بیشتر حفظ کرد.



شکل ۳- اثر ژل آلوتهورا بر میزان مواد جامد محلول میوه انگور رقم قزل‌ازوم. (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری؛ A: ژل آلوتهورا



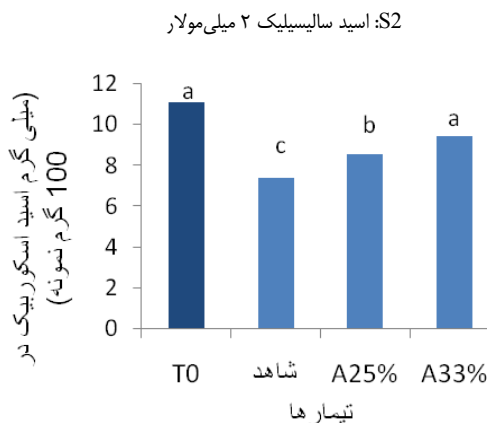
شکل ۴- اثر اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون در میوه انگور رقم قزل‌ازوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری؛ S1: شاهد؛ S2: اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار؛ S2: اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار

شکل ۵- نشان می‌دهد که شاهد زمان T0 دارای بالاترین اسیدیته و بعد از آن ژل آلوتهورا ۳۳٪ بیشترین اسیدیته را داشته و باعث حفظ اسیدهای آلی نسبت به شاهد ۴۵ روز و آلوتهورا ۲۵٪ شده است.

### فنول کل

کاربرد تنهای هر کدام از تیمارهای اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا در سطح احتمال ۱٪ بر فنول کل معنی‌دار بود ولی اثر تیمارهای ترکیبی بر محتوای فنول کل معنی‌دار نبود (جدول ۱).

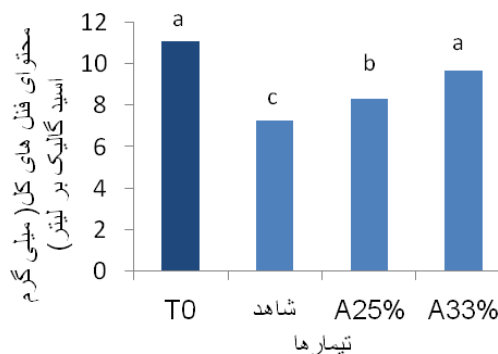
محتوای ترکیبات فنولی در تمام تیمارها در پایان انبارمانی کاهش یافت که این کاهش در میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید و ژل آلوتهورا کمتر دیده شد. همان گونه که در شکل‌های ۶ و ۷ مشاهده می‌شود محتوای فنول کل در تیمار با ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا ۳۳٪ در بالاترین سطح حفظ شده است. کمترین مقدار به



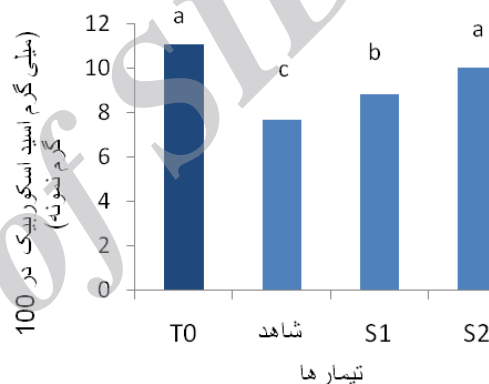
شکل ۹- اثر ژل آلونته‌ورا بر میزان ویتامین ث میوه انگور رقم قزل اژوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری، A: ژل آلونته‌ورا

#### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

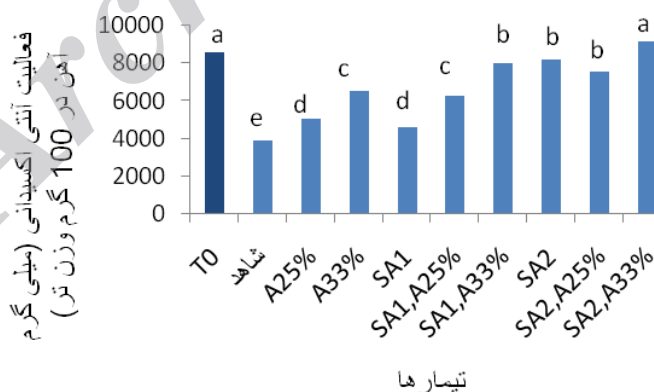
تیمار اسید سالیسیلیک و ژل آلونته‌ورا در سطح احتمال ۱٪ بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار بود، در طول دوره‌ی انبارمانی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی روند کاهشی را نشان داد که این کاهش در شاهد زمان ۴۵ روز بیشتر و در تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار و ژل آلونته‌ورا ۳۳٪ نسبت به اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار و ژل آلونته‌ورا ۲۵٪ میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را بیشتر حفظ کرد (شکل ۱۰).



شکل ۷- اثر ژل آلونته‌ورا بر روی محتوای فنل کل در انگور رقم قزل اژوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری، A: ژل آلونته‌ورا



شکل ۸- اثر اسید سالیسیلیک بر ویتامین ث در میوه انگور رقم قزل-اژوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری، S1: اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار،



شکل ۱۰- اثر ژل آلونته‌ورا و اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور رقم قزل اژوم (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن می‌باشد). T0: زمان شروع نگهداری، A: ژل آلونته‌ورا، S: اسید سالیسیلیک (میلی مولار)

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس تاثیر کاربرد اسید سالیسیلیک و ژل آلوتوره و اثر متقابل آنها بر صفات اندازه گیری شده

| میانگین مربعات |                 |        |                        |                 |        | درجات آزادی | منابع تغییرات      |
|----------------|-----------------|--------|------------------------|-----------------|--------|-------------|--------------------|
| ویتامین ث      | آنتی اکسیدان کل | فنل کل | اسیدیته قابل تیتراسیون | مواد جامد محلول | pH     |             |                    |
| ۲۴/۴۲**        | ۱۷۸۵۷۳۳۲**      | ۲۵.۲** | ۰/۱۸**                 | ۲۳/۲**          | ۸/۳۸** | ۲           | اسید سالیسیلیک (A) |
| ۱۵/۰۴**        | ۳۷۶۲۱۱۵۴**      | ۲۶**   | ۰/۳۱**                 | ۲/۷۳*           | ۰/۴۳ns | ۲           | ژل آلوتوره ورا (B) |
| ۰/۰۵ns         | ۴۴۴۶۹۴/۹۲**     | ۰/۰۶ns | ۰/۰۰۳ns                | ۰/۰۴ns          | ۱/۳**  | ۴           | اثر متقابل (A×B)   |
| ۰/۲۸           | ۳۶۵۱۹۷/۵        | ۰/۲۸   | ۰/۰۰۶                  | ۰/۶۱            | ۰/۱۳   | ۵۳          | اشتباه آزمایشی     |
| ۵/۹۷           | ۷/۳۳            | ۶/۳۷   | ۱۰/۷۸                  | ۵/۷۱            | ۱۱/۳۷  |             | ضریب تغییرات (CV)  |

ns، \*\* و \* به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

## بحث

تاخیر می اندازد (۲۸، ۲۱، ۴۱ و ۳۳). که در بررسی حاضر نیز اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار باعث حفظ اسیدهای آلی نسبت به شاهد شد که دلیل آن اثر اسید سالیسیلیک در کاهش فعالیت های متابولیکی است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان فنول های کل در تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار و ژل آلوتوره با غلظت ۳۳٪ بیشتر بود. آسیب اکسیداتیو فرایند اولیه ای است که در نتیجه ترکیب شدن یک ماده با اکسیژن در نتیجه فعالیت آنزیم هایی مانند پلی فنول اکسیداز (PPO) ایجاد می شود. اکسیداسیون فنول ها منجر به قهوه ای شدن می شود (۴۰). ثابت شده است که پوشش های خوراکی با ایجاد مانع در مقابل تبادلات گازی منجر به کاهش اکسیژن شده و در نتیجه اکسیداسیون فنل ها را کاهش می دهند (۲۳). در طول دوره نگهداری میزان اسید آسکوربیک که یکی از آنتی اکسیدان های مهم می باشد کاهش می یابد که دلیل آن مصرف این ویتامین بعنوان دهنده الکترون به اکسیدانها برای خنثی کردن رادیکال های آزاد می باشد (۳۱). در این آزمایش میوه های انگور تیمار شده با اسید سالیسیلیک و ژل آلوتوره ورا دارای مقادیر بیشتری ویتامین ث نسبت به شاهد بودند. کردناسی و همکاران (۱۶) اظهار داشتند که پوشش ژل آلوتوره با بهبود بافت میوه و حفظ سفتی آن و کاهش زخم و سایر صدمات فیزیکی باعث جلوگیری از مصرف ویتامین ث برای رفع تنش و ترمیم سلول ها می گردد که نتیجه آن تجمع ویتامین ث در سلول های گیاهی است. کاهش سطح اسید آسکوربیک در میوه های پوشش دار ممکن است به دلیل اثر عمومی ژل آلوتوره ورا در کاهش سرعت رسیدن میوه باشد که باعث کاهش تولید اتیلن و کاهش میزان تنفس می شود همچنین کاهش سطح آسکوربیک اسید در میوه های تیمار شده می تواند به دلیل فعالیت بیشتر آنزیم آسکوربات اکسیداز باشد (۳۷). به گزارش دات و همکاران (۱۷) اسید سالیسیلیک در افزایش میزان اسکوربات کل در گیاه خردل یک نقش افزایشی دارد. با توجه به اینکه اسید سالیسیلیک نقش اساسی در فعال کردن سیستم مقاومت القایی در گیاه و افزایش قدرت آنتی اکسیدانی آن دارد تاثیر آن را در افزایش اسید آسکوربیک میوه، می توان به این امر نسبت داد (۲). گونه های فعال اکسیژن در

افزایش قندها و کاهش اسیدها طی نگهداری در برخی از میوه ها منجر به افزایش pH می شود ولی این افزایش در اکثر میوه ها متفاوت می باشد، چون علاوه بر اسیدها سایر مواد موجود در میوه نظیر قندها نیز امکان تاثیر بر pH را دارند (۲۶). کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر میزان pH داشت که می توان گفت اسید سالیسیلیک می تواند با کاهش تنفس و کاهش سرعت فرایندهای متابولیکی سلول از کاهش اسیدهای آلی تا حدودی جلوگیری کند که در بلند مدت ۴۵ روز باعث تجمع اسیدهای آلی و پایین بودن pH عصاره میوه می گردد (۳). افزایش مواد جامد محلول در طول مدت نگهداری در نتیجه کاهش آب میوه و تجزیه ی قندهای مرکب به قندهای ساده اتفاق می افتد (۵ و ۶). در میوه های برداشت شده اسید سالیسیلیک عامل کاهش تنفس و تولید اتیلن بوده و با افزایش پتانسیل آنتی اکسیدانی محصول از اکسیداسیون چربی ها جلوگیری می کند که نتیجه ی آن کاهش مصرف قندها و حفظ مواد جامد قابل حل می باشد (۱۴). نتایج تحقیق حاضر نشان داد در پایان دوران نگهداری ژل آلوتوره ورا در غلظت ۲۵٪ و اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی مولار روند افزایش مواد جامد محلول کند تر بود و نسبت به سایر تیمارها TSS بیشتر حفظ گردید. معمولاً اسیدهای آلی به هنگام رسیدن در اثر تنفس و یا تبدیل به قندها کاهش می یابند و کاهش آنها رابطه ی مستقیم با فعالیت های متابولیکی دارد. در واقع اسیدهای آلی به عنوان یک اندوخته انرژی میوه می باشند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت و ساز مصرف می شوند (۵). انگورهای تیمار شده با ژل آلوتوره ورا اسیدهای آلی کل را به طور معنی داری نسبت به انگورهای شاهد حفظ کردند. همچنین حفظ اسید های آلی در میوه های پوشش دار می تواند به دلیل نفوذپذیری کم اکسیژن و میزان تنفس کمتر و در نتیجه جلوگیری از اکسیداسیون کمتر اسید های آلی باشد (۳۹). در این تحقیق نیز ژل آلوتوره ورا در غلظت ۳۳٪ باعث حفظ بیشتر اسیدهای آلی شد. ثابت شده است که اسید سالیسیلیک میزان تنفس را در بافت میوه های موز، هلو، کیوی و سیب کاهش داده و شروع نقطه ی اوج فرازگرایی را به

جلوگیری از اثر سوء آنها شود (۳۲). تیمارهایی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و در نتیجه باعث کاهش سرعت پیری می‌شوند باعث کاهش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شوند. رینولد و دوک (۲۹) گزارش کردند که تیمار انگورهای رقم کریسمون بدون دانه با ژل آلوتهورا از کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی انبارداری جلوگیری می‌کند. همچنین هانگ و همکاران (۲۲) گزارش کردند که تیمار با اسید سالیسیلیک در پرتقال فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در سطح بالایی نگه میدارد. در تحقیق حاضر میزان آنتی‌اکسیدان کل در میوه‌های با تیمار ژل آلوتهورا ۳۳٪ و اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به یک میلی‌مولار طرفیت آنتی-اکسیدانی را کمتر کاهش دادند وقتی که باشد ۴۵ روز مقایسه شدند.

محیط‌های بی‌هوازی و نیز در طی متابولیسم سلولی نرمال تولید می‌شوند، اما میزان زیادی از این مولکول‌ها می‌توانند در طی استرس اکسیداتیو تولید شوند. قرار گرفتن سلول‌های گیاه در معرض هر گونه تنش دمایی زیاد، شرایط غرقابی، ازن، دی‌اکسید سولفور و پاتوژن‌ها موجب تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (۱۱). خطرناک‌ترین گونه‌های فعال اکسیژن سوپر اکسید ( $O_2^-$ )، هیدروکسیل ( $OH^-$ ) و هیدروژن پراکسید ( $H_2O_2$ ) می‌باشند (۱۸ و ۲۰). افزایش گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد در طی فرآیند رسیدن میوه‌ها در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو به خصوص در میوه‌های فراز گرا می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای سلولی و افزایش سرعت پیری محصول گردد. سیستم آنتی‌اکسیدانی با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد باعث

## منابع

- ۱- اثنی عشری م و زکاتی خسروشاهی م، ر، ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. چاپ اول. انتشارات دانشگاه همدان. ۶۵۸ ص.
- ۲- اصغری م، ۱۳۸۵. تاثیر استفاده از اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تولید اتیلن و فرایند پیری، آلودگی‌های قارچی و برخی صفات کیفی میوه توت فرنگی رقم سلوا. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۷۱ صفحه.
- ۳- اصغری م و شیرزاد ح، ۱۳۸۷. تعیین اثر کاربرد اسید سالیسیلیک در مرحله ی بعد از برداشت بر خواص کیفی، شاخص پوسیدگی ها و ماندگاری میوه در برخی ارقام سیب، گلابی و انگور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. ۸۷ صفحه.
- ۴- حسینی ز، ۱۳۶۹. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۱۰ صفحه.
- ۵- راحمی م، ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه‌ها و سبزی‌ها و گیاهان زینتی) (تالیف: ویلس، مک کلاسون، گراهام و جویس). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۳۷ صفحه
- ۶- لسانی ح و مجتهدی م، ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، ۳۷۲ صفحه.
- 7- Agarry O.O, Olaleye MT and -Michael CO, 2005. Comparative antimicrobial activities of aloe vera gel and leaf. African Journal of Biotechnology 12: 1413-1414.
- Arnao M.B, A Cano, J Hernandez-Ruiz, F Garcia-Canovas and M Acosta, 1996. Inhibition by L-ascorbic acid and other antioxidants of the 2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) oxidation catalyzed by peroxidase: a new approach for determining total antioxidant status of foods. Analytical Biochemistry, 236: 255-261.
- 8- Ayala-Zavala JF, Wang SY, Wang CY and González-Aguilar GA, 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology 45: 166-173.
- 9- Benzie IF and Strain, JJ, 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.
- 10- Bowler C, Van Montagu, Mand Inze D, 1992. Superoxide dismutase and in stress tolerance. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 43: 83-116.
- 11- Cao J, Zeng K, Jiang W, 2006. Enhancement of postharvest disease resistance in Ya Li pear (pyrus bretschneideri) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. European Journal of Plant Pathology, 114: 363-370
- 12- Choi S and Chung M, 2003. A Review on The relationship Between *Aloe vera* Component and Their biologic Effects. Seminars in Integrative Medicine, 1 : 53-62.
- 13- Choudhury S and Panda S.K, 2000. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *oryza sativa* L. roots. Bulg Journal of plant Physiol, 30(3-4): 95-110.
- 14- Cioroi M, 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. Cercetari Agronomice Moldova, 1: 23-27.
- 15- Cordenunsi B, Genovese M, Nascimento J, Hassimotto N, Santos R and Laiolo F, 2005. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. Food Chemistry. 91: 113-121.
- 16- Dat JF, CH Foyer and IM. Scott., 1998. Changes in salicylic acid. and antioxidants during induced thermotolerance in mustard seedling. Plant Physiology, 118: 1455-1461.
- 17- -Elstner EF, 1987. Metabolism of activated oxygen species. In: Biochemistry of plants. D.D. Davies (Ed.). London, Academic Press. pp 253-315.
- 18- -Fan H and CS He, 1998. Inhibition of ethylene generation of post-harvest apple fruit by salicylic acid. Plant Physiology Commun. 34, pp. 248-250.
- 19- -Fridovich I, 1988. Oxygen Radicals and Tissue Injury. In: Proceedings of an Upjohn Symposium. (Eds.): B. Halliwell and M.D. Bethesda. Fed.

- Amer. Soc. Expt. Biol, 74: 77-86.
- 20- Han T, Wang Y, Li Ge X, 2003. Effect of exogenous Salicylic acid on postharvest physiology of peaches. Acta Horticulture XXVI ernational Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture. 22: 279-283.
  - 21- Huang RH, Liu JH, Lu YM and Xia RX., 2008. Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of 'Cara cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures. Postharvest Biology and Technology. 47: 168-175.
  - 22- Jiang Y, M and Li B, 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruits. Food Chemistry, 73: 139-143.
  - 23- Martinez-Romero D, Alburquerque N, Valverde J.M, Guillen F, Castillo S, Valero D and Serrano M. 2005. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatments: A new edible coating. Postharvest Biol and Tech. 39: 93-100.
  - 24- Perez-Gago M B, C Rojas and MA Del-Rio., 2003. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible compositecoatings on plum quality during storage. J. Perkins-Vaezie P, 2007. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. Postharvest biology, Technology, 10:1005-1016
  - 25- Perkins-Vaezie, P. (2007) Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. Postharvest biology, Technology, 10:1005-1016
  - 26- Raskin I, 1992. Salicylic, a new plant hormone. Plant Physiology, 99: 799-803.
  - 27- Raskin I, Ehmann A, Melander WR and Meeuse BJD, 1987. Salicylic acid a natural inducer of heat production in Arum lilies. Science, 237: 1601-1602.
  - 28- Reynolds T and AC Dweck, 1999. *Aloe vera* leaf gel. A review updatr. Journal of Ethnopharmacology. 21: 68- 89.
  - 29- Serrano M, Valverde GM, Guillén, F, Castillo S, Martínez-Romero D and Valero D, 2006. Use of *Aloe vera* Gel Coating Preserves the Functional Properties of Table Grapes. Agriculture and Food chemistry. E54: 3882-3886.
  - 30- Smimoff N, 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. In: Smimoff N. (Ed.) Environment and Plant Metabolism. Bios Scientific Publisher Oxford United Kingdom 217-243.
  - 31- Spinardi A.M, 2005. Effect of harvest date and Storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae. international Postharvest symposium. 682:7-9.
  - 32- Srivastava MK and Dwivedi, UN. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid, 158(1-2): 87-96.
  - 33- Su X, G Zheng, Y H Zhang, L Wang F and Zhaig Y M, 2001. Effects of chitosan coating on postharvest quality and decay of vegetable pods. Acta Phytophysiologica Sinica, 27: 467-472.
  - 34- Serrano M, 2005. Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. Agricultural and Food Chemistry. 53: 7807-7813.
  - 35- Waterhouse AL, 2002. Determination of total phenolics. In: Wrolstad RE. (Ed.), Current protocols in food analytical chemistry. John Wiley and Sons, New York, Units. I.1.1.1-I.1.1.8.
  - 36- Wolucka BA, Goosens A and Inze D, 2005. Methyl jasmonate stimulates the denovo biosynthesis of vitamin c in plant cell suspensions. Journal of Experimental Botany, 56(419): 2527-2538.
  - 37- Yahia EM, Contreras-Padilla, M and Gonzalez-Aguilar G, 2001. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 34: 452-457.
  - 38- Yaman O and Bayindir L, 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. Lebensm. -Wiss. u. - Technol. 35: 146-150.
  - 39- You Y L, Jiang Y M, Duan X, W Su, X G Song LL, Liu H, Sun J, and Yang H M, 2007. Browning inhibition and quality maintenance of fresh-cut chinese waterchestnut by anoxia treatment. Journal of Food Processing and Preservation, 31: 595-606.
  - 40- Zavala JFA, SYm Wang CY, Wang GAG Aguilar, 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit . Elsevier Ltd. On behalf of Swiss Society of Food Science and Technology. 41: 42-49.
  - 41- Zainuri Joyce DC, Wearing A.H, Coates L, Terry L, 2001. Effect of phosphonate and salicylic acid treatment on anthracnose disease development and ripening of "Kensington Pride" mango fruit, Aust. Journal Exp. Agriculture, 41: 805-813.
  - 42- Zokaee Khosroshahi MR, Esna-Ashari M and Ershadi A, 2007. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. Horticultural Science, 114: 27-32.