

اثر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه ورا بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی

شروین وحدت^۱، محمود قاسم‌نژاد^{۲*}، رضا فتوحی قزوینی^۲، محمدعلی شیرینی^۱ و سید علی اکبر خداپرست^۲

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱۲

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان

^۲ استادیار و استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان

^۳ دانشیار گروه گیاه پزشکی دانشگاه گیلان

*مسئول مکاتبه: Email: ghasemnejad@guilan.ac.ir

چکیده

در این پژوهش، اثر غلظت‌های مختلف ژل استخراج شده آلوئه ورا در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم محلی "کردستان" در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رقم "سلوا" در دو دمای ۴ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. میوه‌ها در ژل آلوئه با غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد و نیز آب مقطر (نمونه شاهد) به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. شاخص‌های کیفی شامل کاهش وزن میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته کل، سفتی بافت، ویتامین ث، مقدار آنتوسیانین، مقدار فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. میوه‌های هر دو رقم توت‌فرنگی تیمار شده با ژل آلوئه به‌طور معنی‌داری کاهش وزن کمتری در مقایسه با شاهد داشتند. کاهش وزن میوه‌ها تیمار شده با غلظت ۱۰۰ درصد ژل آلوئه در پایین‌ترین سطح بود و همچنین بیشترین میزان سفتی میوه‌ها در پایان دوره انبارداری را نشان دادند. به‌علاوه، مواد جامد محلول، ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های توت‌فرنگی تیمار شده نسبت به میوه‌های تیمار نشده، به‌طور معنی‌داری بهتر حفظ گردید. پوشش ژل آلوئه اثر معنی‌داری بر میزان اسیدیته کل، آنتوسیانین، میزان فنل کل، میوه‌های رقم کردستان و نیز اسیدیته کل، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رقم سلوا نداشت. تیمار دمایی اثر معنی‌داری بر تمام شاخص‌های کیفی رقم سلوا به غیر از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن داشت.

کلید واژه‌ها: توت‌فرنگی، ژل آلوئه ورا، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، کاهش وزن

Effect of different concentration of *Aloe vera* gel on maintaining postharvest quality of strawberry

Sh Vahdat¹, M Ghasemnezhad^{2*}, R Fotouhi Ghazvini², MA Shiri¹ and SAK Khodaparast³

Received: October 19, 2010 Accepted: December 02, 2012

¹ Former MSc Student and MSc Student, Department of Horticulture, University of Guilan, Guilan, Iran

² Assistant Professor and Professor, Department of Horticulture, University of Guilan, Guilan, Iran

³ Associate Professor, Department of Plant Protection, University of Guilan, Guilan, Iran

*Corresponding author: Email: ghasemnejad@guilan.ac.ir

Abstract

In this study, effect of different concentrations of gel extraction from *Aloe vera* on postharvest quality of strawberry cultivars "Kordestan" at 20 °C and "Selva" variety at 20 and 4 °C were investigated. Fruits were immersed in the gel in concentrations at 25, 50, 75, 100% and also distilled water (as control sample), for five minutes. Quality characteristics including weight loss, total acidity, sugar content, firmness, vitamin C content, total anthocyanin and phenolics content and antioxidant capacity were determined. Coated fruits by *A. vera* gel, significantly reduced weight loss as compared to control. The minimum weight loss was founded from fruits coated with 100% (v/v) and minimum firmness was achieved with control sample at the end of storage. Also, sugar content, vitamin C content and antioxidant capacity in coated fruits were maintained significantly better than control samples. *A. vera* gel coating had no significant effect on total acidity, total anthocyanin and total phenolics content of Kordestan variety and total acidity, total phenolics content and antioxidant capacity of Selva variety. Heat treatment had significant effect on all postharvest quality indexes of Selva variety, exceptional its antioxidant capacity.

Keywords: Aloe vera gel, Antioxidant capacity, Postharvest decay, Strawberry, Total phenol, Weight loss

۱- مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria × ananassa* به دلیل داشتن انواع ویتامین‌ها و املاح معدنی ارزش غذایی زیادی دارد، همچنین وجود برخی مواد آنتی‌اکسیدانی نظیر ال‌اس‌سیک اسید و آنتوسیانین در آن باعث شده که در پیشگیری از برخی بیماری‌های خطرناک، از جمله سرطان و بیماری‌های قلبی بسیار مفید باشد (گیووانونی ۲۰۰۱).

میوه توت‌فرنگی دارای عمر پس از برداشت کوتاهی است که می‌تواند به دلیل فعالیت متابولیکی بالا و حساسیت به بیماری‌های قارچی مختلف باشد. علاوه بر آن به دلیل پوشش نازک سطح میوه و گوشت نرم

آن در مقابل آسیب‌های مکانیکی بسیار حساس است (بهنامیان و مسیحا ۱۳۸۴).

معمولاً از مواد شیمیایی برای حفظ کیفیت میوه‌ها در طول انبارداری و حمل و نقل استفاده می‌کنند، اما این مواد برای مصرف کنندگان خطرناک است و مشکلات زیست محیطی زیادی را به همراه دارد. از طرفی استفاده مداوم از سموم شیمیایی برای حفظ فرآورده‌های باغی باعث ایجاد مقاومت به عوامل بیماری‌زا می‌شود که پس از مدتی دیگر آن تأثیر سابق را نخواهند داشت (تزورتزاکیس ۲۰۰۶).

معیارهای بازارپسندی و تعیین کیفیت میوه در توت‌فرنگی شامل شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی است

همچنین ناوارو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که ژل آلوئه ورا با کاهش میزان تولید اتیلن و شدت تنفس و همچنین کنترل پوسیدگی قارچی عمر پس از برداشت میوه شلیل را طولانی کرده است.

توت‌فرنگی رقم محلی کشت شده در استان گیلان که به رقم 'کردستان' معروف است، یک رقم روز کوتاه بوده و جزء ارقام توت‌فرنگی فضای آزاد بشمار می‌آید. تعداد استولون کم و تراکم آنتوسیانین و پوشش کرکی در آن شدید می‌باشد. طول میوه بیشتر از قطر آن بوده و اندازه آن نیز متوسط و فرم غالب نوک‌دار است. میوه خیلی نرم بوده و رنگ گوشت آن قرمز می‌باشد. در وسط میوه حفره وجود ندارد و رنگ گوشت میوه یکنواخت است. این رقم زود گل بوده و از نظر زمان رسیدن میوه میان رس می‌باشد و در هر سال یکبار میوه می‌دهد (مظفری ۱۳۸۵). توت‌فرنگی 'سلوا' رقم گلخانه‌ای بسیار مهم در جهان بوده که میوه‌های زودرس، درشت و سفت تولید می‌کند. این رقم از سطح کشت وسیعی در جهان برخوردار بوده و قدرت رشد بالایی هم دارد و جزء رایج‌ترین ارقام موجود اخیر دنیا می‌باشد. این رقم همیشه بارده بوده و در تمام فصول امکان میوه‌دهی آن وجود دارد و دارای میوه‌های درشت می‌باشد (بهنامیان و مسیحا ۱۳۸۴).

با توجه به اینکه میوه توت‌فرنگی در مدت کوتاهی پس از برداشت مصرف می‌شود، بقایای قارچ‌کش‌ها در آن بیش از هر محصول دیگری مشکل ساز خواهد بود. بنابراین، استفاده از روش‌های فیزیکی و غیرشیمیایی اهمیت زیادی پیدا می‌کند. در پژوهش حاضر امکان استفاده از ژل آلوئه به‌عنوان یک پوشش طبیعی، خوراکی و بی‌ضرر جهت افزایش عمر ماندگاری و حفظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌های توت‌فرنگی دو رقم "کردستان" و "سلوا" مورد بررسی قرار گرفت.

که ایجاد تغییر در این شاخص‌ها می‌تواند، گاهی در طول مدت نگهداری میوه مؤثر باشد. بنابراین، برای افزایش عمر پس از برداشت محصول شناخت عوامل مؤثر در این معیارها اهمیت زیادی دارد (سسمری و همکاران ۲۰۰۷).

در سال‌های اخیر استفاده از ژل آلوئه ورا به‌عنوان لایه پوششی محافظ میوه و سبزیجات برای حفظ کیفیت انبارمانی آن‌ها مطرح شده است و چون فاقد بو و طعم بوده و مصرف آن نیز برای سلامتی انسان مفید است به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها و جایگزین قارچ‌کش‌های شیمیایی مطرح شده است (والورد و همکاران ۲۰۰۵ و ناوارو و همکاران ۲۰۱۰). گیاه آلوئه ورا با نام علمی *Aloe vera* متعلق به تیره سوسن^۱ و جنس آلوئه می‌باشد. ژل آلوئه از یک هیدروکلوئید که در واکوئل یا در دیواره سلول‌ها جا گرفته و آب بافت را شامل می‌شود، تشکیل شده و بر خلاف صمغ‌ها و خاصیت چسبندگی ندارند. تمامی گونه‌های آلوئه دارای ژل می‌باشند که شامل ترکیبات مختلف پلی‌ساکاریدی است. ترکیبات پلی‌ساکاریدی گیاه آلوئه پیچیده است این پلی‌ساکاریدها از گلوکومانان به‌همراه گالاکتان است. پوشش آلوئه می‌تواند اتمسفر درونی را تغییر دهد و شرایطی را همانند بسته‌بندی با اتمسفر کنترل شده (MAP)^۲ را برای میوه‌ها بوجود آورد (والورد و همکاران ۲۰۰۵). در آزمایشی که از آلوئه به‌صورت مستقیم بر روی میوه گیلاس استفاده شد، آلوئه توانست جمعیت میکروارگانیزم‌ها را که عمدتاً شامل قارچ بوتریتیس بود کاهش دهد (مارتینز رومرو و همکاران ۲۰۰۵).

اثر کاربرد قبل از برداشت (کاستیلو و همکاران ۲۰۱۰) و پس از برداشت (مارتینز رومرو و همکاران ۲۰۰۶) و آورد و همکاران (۲۰۰۵) ژل آلوئه ورا در کنترل پوسیدگی میوه ناشی از مخمر نیز قبلاً ثابت شده است.

1. Liliaceae

2. Modified Atmospheric Packaging (MAP)

۲- مواد و روش‌ها**۲-۱- مواد گیاهی**

پژوهش حاضر در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی و علوم پایه دانشگاه گیلان اجرا گردید. میوه توت‌فرنگی رقم 'کردستان' از باغی در منطقه پیربازار واقع در ۳۰ کیلومتری شهر رشت و میوه رقم 'سلوا' از شهرک گلخانه‌ای استان گیلان، رشت تهیه شد.

۲-۲- آماده‌سازی میوه

میوه‌های هر دو رقم در مرحله رسیدن یعنی زمانی که بیش از ۸۰ درصد سطح میوه‌ها قرمز رنگ بودند، برداشت شدند. سپس میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک شده و پس از حذف میوه‌های نرم، آسیب دیده و غیریکنواخت، میوه‌های سالم، هم اندازه و همرنگ برای انجام تیمار آماده شدند. برای تیمار ابتدا میوه‌ها به ۱۵ گروه ۳۲ تایی، جمع ۴۸۰ میوه تقسیم شدند. قبل از انجام تیمار و شروع آزمایشات، خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه‌ها اندازه‌گیری شدند.

۲-۳- تهیه ژل آلونته ورا

برای این منظور از گیاهان آلونته موجود در گلخانه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان استفاده شد. ابتدا برگ‌های بالغ آلونته ورا برداشت شده و پس از ضدعفونی سطحی، گوشت آن‌ها که به حالت ژله‌ای بین اپیدرم روی و زیری برگ قرار دارد، استخراج گردید. سپس بافت گوشتی با مخلوط کن به‌صورت یکنواخت تهیه گردید و با آب مقطر به نسبت‌های حجمی (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) رقیق شد.

۲-۴- انجام تیمار و نگهداری میوه‌ها

میوه‌های توت‌فرنگی به مدت ۵ دقیقه درون نسبت‌های مختلف ژل آلونته ورا فرو برده شده و سپس بمنظور خشک کردن، میوه‌ها به مدت یک ساعت در دمای اتاق جهت خشک شدن سطح میوه‌ها قرار داده شدند. آنگاه میوه‌ها در ظروف یکبار مصرف پلی‌اتیلنی قرار گرفتند و بلافاصله به انبار با ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد قرار داده شدند. در رقم گلخانه

'سلوا' میوه‌های تیمار شده علاوه بر دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد جهت ارزیابی عمر قفسه‌ای در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ارزیابی عمر انبارمانی نیز نگهداری گردید، تا اثر دمای نگهداری در میوه‌های تیمار شده این رقم بررسی شود.

با توجه به نوع رقم اندازه‌گیری صفات کیفی میوه برای رقم 'کردستان' هر روز و برای رقم 'سلوا' با ماندگاری طولانی‌تر هر ۲ روز یکبار انجام شد.

۲-۵- اندازه‌گیری صفات**۲-۵-۱- کاهش وزن**

برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه‌ها تعداد ۲۰ میوه از هر تیمار به‌طور تصادفی انتخاب و روزانه وزن گردید و کاهش وزن آن‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه و بر حسب درصد بیان گردید:

$$100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن ثانیه} - \text{وزن اولیه}) = \text{کاهش وزن}$$

۲-۵-۲- سفتی بافت میوه

برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه توت‌فرنگی، از هر تکرار ۵ میوه بطور تصادفی انتخاب شده و با استفاده از سفتی‌سنج با نوک ۶ میلی‌متری، سفتی بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان گردید.

۲-۵-۳- مواد جامد محلول

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی (مدل CETI-BELGIUM) استفاده شد. میزان مواد جامد به‌صورت درصد بیان گردید.

۲-۵-۴- اسیدیته کل

برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل تیتراژ از روش تیتراسیون با سود (هیدروکسید سدیم) ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH عصاره به ۸/۱ تا ۸/۳ استفاده شد و طبق فرمول زیر به‌صورت درصد سیتریک اسید بیان گردید (فرناندو و همکاران ۲۰۰۵):

$$\text{حجم نمونه} / (0.064 \times \text{مقدار سود مصرفی}) = \text{اسیدیته کل}$$

۲-۵-۵- ویتامین ث

ویتامین ث با استفاده از روش مالیک و ساین (۲۰۰۵) و به‌وسیله تیتراسیون با یدور پتاسیم تعیین شد. مقدار ویتامین ث با استفاده از فرمول زیر بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محاسبه گردید:

$$\frac{25}{100} \times 0.88 \times \text{مقدار محلول ید مصرفی} = \text{ویتامین ث}$$

۲-۵-۶- آنتوسیانین کل

اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین کل طبق روش گاریکا-ویگورا و همکاران (۱۹۹۹) بر اساس تفاوت pH و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل PG Instruments LTD T80+ UV/VIS) انجام گرفت. در نهایت از فرمول زیر مقدار آنتوسیانین بر حسب میلی‌گرم در لیتر محاسبه شد:

$$(A) = [(A_{520} - A_{700})_{pH 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH 4.5}]$$

$$(5^c) (433.2^b) (103) (A/22,400^a) = \text{آنتوسیانین کل}$$

a = ضریب خاموشی مولار

b = وزن ملکولی

c = فاکتور رقیق‌سازی

۲-۵-۷- فنل کل

برای تعیین فنل کل میوه‌های توت‌فرنگی از روش فولین-سیوکالچو^۱ (سررانو و همکاران ۲۰۰۵) استفاده شد. برای تهیه محلول استاندارد از محلول استوک گالیک اسید استفاده شد. میزان جذب محلول‌ها را در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم آب میوه بیان شد.

۲-۵-۸- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه ارقام مختلف از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH^۲ تعیین شد (سررانو و همکاران ۲۰۰۵). ظرفیت

آنتی‌اکسیدانی به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH در طول موج ۵۱۷ نانومتر به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$[A_0 - (A - A_b)] / A = \text{درصد بازدارندگی}$$

$$A_0 = \text{میزان جذب (نمونه + DPPH)}$$

$$A = \text{میزان جذب DPPH}$$

$$A_b = \text{میزان جذب نمونه}$$

۲-۵-۹- آنالیز کیفی ترکیبات تشکیل دهنده برگ آلوئه

۲-۵-۹-۱- تعیین میزان فنل‌ها

پس از عصاره‌گیری بر اساس روش ماریا و همکاران (۱۹۹۷) و بعد از تنظیم pH (حدود ۳) و تبخیر محلول هپتان، محلول باقی‌مانده به HPLC تزریق شد. اندازه‌گیری کمی از طریق مقایسه مجموع مساحت‌های پیک‌های حاصله با پیک محلول استاندارد فنل انجام شد.

۲-۵-۹-۲- تعیین میزان آلوئین و امودین آلوئین

مقدار ۵ گرم از گیاه آلوئه‌ورا پس از خرد کردن با ۳۰ میلی‌لیتر متانول مخلوط کرده و به‌مدت ۳۰ دقیقه سونیکیت شد. پس از آن مخلوط سانتریفیوز شده و محلول را با متانول به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده و ۵ میلی‌لیتر از آن را با صافی، صاف کرده و سپس تبخیر گردید (کیم و همکاران ۱۹۹۸). میزان باقی‌مانده از تبخیر در ۰/۵ میلی‌لیتر متانول حل و مقدار ۲۰ میلی‌لیتر به دستگاه HPLC از نوع ODS تزریق شد. فاز حاصل شامل متانول، استونیتریل و محلول ۰/۳٪ اسید فسفریک (۲۰۰: ۴: ۲۲۰) بوده و طول موج آشکارساز ۲۲۰ نانومتر بود و آنالیز از طریق ایزوکراتیک صورت گرفت.

۲-۵-۱۰- نوع طرح آزمایشی

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد که در آن ژل آلوئه در پنج سطح صفر (نمونه شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به‌عنوان فاکتور اول و زمان نمونه‌برداری به‌عنوان عامل دوم در نظر گرفته شد. البته در مورد

1. Folin-Cicalteu

2. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl

انبارداری و اثر متقابل کاربرد ژل و مدت انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد بر کاهش وزن میوه‌های توت-فرنگی معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که میوه‌های تیمار شده با ژل آلوئه درصد کاهش وزن کمتری را نسبت به میوه‌های شاهد در طی مدت نگهداری در دمای ۲۰ درجه نشان دادند (شکل ۱).

رقم سلوا به‌علت پتانسیل انبارداری بهتر آن دمای نگهداری به‌عنوان فاکتور سوم در نظر گرفته شد. در مجموع ۱۵ ظرف برای هر بار آزمایش اختصاص یافته و نمونه‌برداری از ظروف به‌طور تصادفی انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- کاهش وزن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم 'کردستان' نشان داد که کاربرد ژل آلوئه و زمان

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم 'کردستان'.

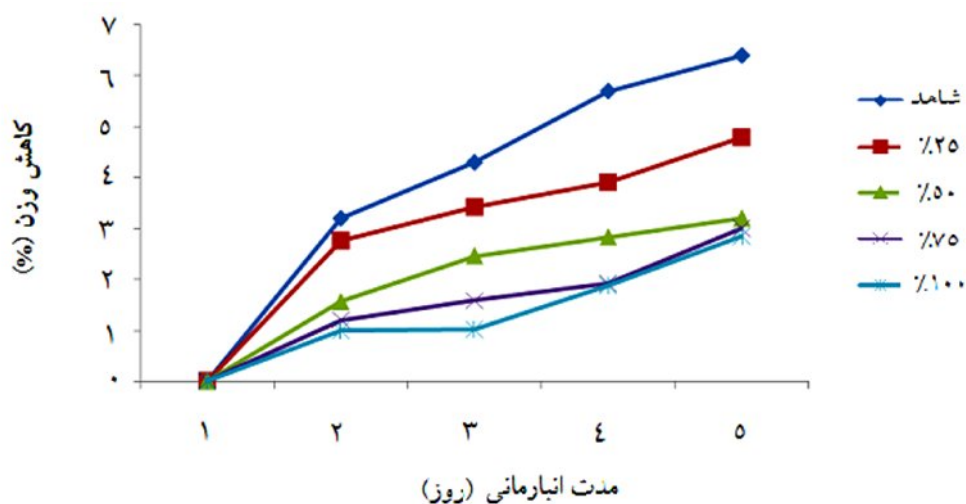
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | |
|---------------|------------|----------------|-----------|-----------------|------------|-----------|---------------|--------------------|
| | | کاهش وزن | سفتی بافت | مواد جامد محلول | اسیدیته کل | ویتامین ث | آنتوسیانین کل | ظرفیت آنتی‌اکسیدان |
| تیمار | ۴ | ۱۷/۳۴ ** | ۰/۷۱ ** | ۳/۹۳ ** | ۰/۰۱ ns | ۴۷۸/۳ ** | ۰/۰۰ ns | ۱/۸۵ ns |
| زمان | ۴ | ۳۵/۳۶ ** | ۳۵/۳۶ ** | ۱۲/۲۷ ** | ۰/۱۴ ** | ۳۷۶۰/۳ ** | ۱۸/۵۴ ** | ۷۷/۹۸ ** |
| تیمار X زمان | ۱۶ | ۱/۳۸ ** | ۰/۱۱ ** | ۰/۹۳ ** | ۰/۰۳ ns | ۶۶/۴ * | ۰/۰۰ ns | ۰/۲۶ ns |
| خطا | ۵۰ | ۰/۰۳ | ۰/۱۶ | ۰/۰۷ | ۰/۰۱ | ۲۱/۳ | ۰/۰۱ | ۱/۹ |
| ضریب تغییرات | — | ۸/۳۴ | ۱۰/۵۸ | ۳/۳۲ | ۱۴/۴۸ | ۳/۸ | ۰/۴۸ | ۱/۰۱ |

** و * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن. ns عدم معنی‌داری.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر ژل آلوئه بر صفات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم 'کردستان' در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد.

| صفات تیمار | کاهش وزن | سفتی بافت | مواد جامد محلول | اسیدیته کل | ویتامین ث | آنتوسیانین کل | فنل کل | ظرفیت آنتی‌اکسیدان |
|------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------|---------------------|
| | | | | | | | | |
| شاهد | ۳/۹۲ ^a | ۳/۵۷ ^c | ۸/۷۸ ^a | ۰/۸ ^{ns} | ۱۱۵/۳۳ ^c | ۲۳/۱۶ ^{ns} | ns | ۱۴/۸۶ ^{ns} |
| ژل ۲۵٪ | ۲/۹۸ ^b | ۳/۷۵ ^{bc} | ۸/۴۹ ^b | ۰/۸۲ | ۱۱۷/۶۶ ^{bc} | ۲۳/۱۶ | ۱۳۵/۷۳ | ۱۴/۸۸ |
| ژل ۵۰٪ | ۲/۰۱ ^c | ۳/۸۱ ^{abc} | ۸/۳۴ ^c | ۰/۸۴ | ۱۱۸/۸ ^b | ۲۳/۱۷ | ۱۳۵/۹۳ | ۱۴/۸۶ |
| ژل ۷۵٪ | ۱/۵۴ ^d | ۴/۰۳ ^{ab} | ۷/۶۸ ^d | ۰/۸۶ | ۱۲۷/۸ ^a | ۲۳/۲۸ | ۱۳۶/۲۹ | ۱۴/۹۲ |
| ژل ۱۰۰٪ | ۱/۳۵ ^e | ۴/۱۱ ^a | ۸/۰۲ ^d | ۰/۸۹ | ۱۲۶/۸ ^a | ۲۳/۲۸ | ۱۳۶/۵۳ | ۱۴/۹۶ |

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشد. ns عدم معنی‌داری.



شکل ۱- اثر متقابل زمان در غلظت‌های مختلف ژل آلوئه بر درصد کاهش وزن میوه رقم 'کردستان'.

در این ترکیبات موجب افت وزنی میوه شده است. ژل آلوئه عمدتاً ترکیبی از پلی‌ساکاریدها است و به‌عنوان یک مانع فیزیکی عمل می‌کند (نی و همکاران ۲۰۰۴).

جدول تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم سلوا نشان داد که اثرات متقابل کاربرد ژل در مدت انبارمانی، کاربرد ژل در دمای نگهداری، مدت انبارمانی در دمای نگهداری و اثر متقابل سه گانه آن‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد (جدول ۳). کاهش وزن میوه‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بوده است. اگرچه کاربرد ژل آلوئه به‌طور معنی‌داری از کاهش وزن میوه‌ها کاسته بود. به‌طوری‌که، افزایش غلظت ژل اثرات بهتری را نسبت به غلظت‌های پایین نشان داد (جدول ۴).

زاوالا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که توت‌فرنگی در دمای پایین آب کمتری را از دست داده و ژل آلوئه کاهش وزن را به تأخیر می‌اندازد و سرعت تنفس را کم می‌کند، این اثرات با نتایج به‌دست آمده با دیگر پوشش‌های خوراکی مشابه بود. مکانیسم این پوشش بر اساس خواص هیگروسکوپیک است که سبب تشکیل یک مانع برای انتشار آب بین میوه و محیط می‌شود (موریلون و همکاران ۲۰۰۲). پوشش‌هایی با ترکیبات پلی‌ساکارید- لیپید شناخته شدند که اثر بازدارندگی در مقابل خروج آب دارند، به‌طوری‌که افزایش درصد لیپید

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم 'سلوا'.

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | |
|--------------------|------------|----------------|--------------------|-----------------|---------------------|-----------|--------------------|---------------------|
| | | کاهش وزن | سفتی بافت | مواد جامد محلول | اسیدیته کل | ویتامین ث | آنتوسیانین کل | فنل کل |
| دما | ۱ | ۲۸/۳۶** | ۵/۸۴** | ۳۶/۹۴** | ۰/۰۸۲** | ۶۲۹۹** | ۴۴/۴۷** | ۸۶۴** |
| تیمار | ۴ | ۱۱/۳۶** | ۵/۵۵** | ۲/۲۲** | ۰/۰۱۹** | ۳۱۴** | ۰/۰۵* | ۱۲/۰۴ ^{ns} |
| زمان | ۴ | ۷۸/۰۳** | ۱۲۲/۳۶** | ۲۲/۷۴** | ۰/۷۳۹** | ۱۲۳** | ۳۰/۷۲** | ۱۱۱/۳** |
| دما X تیمار | ۴ | ۱/۲۵** | ۰/۲۶* | ۰/۳۵** | ۰/۰۰ ^{ns} | ۶۶** | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۵۱ ^{ns} |
| دما X زمان | ۴ | ۳/۵** | ۱/۵۳** | ۵/۶۷** | ۰/۰۳۳** | ۷۴۶** | ۱۳/۲۸** | ۶۵/۷۸** |
| زمان X تیمار | ۱۶ | ۰/۷۸** | ۲/۳** | ۰/۳۲** | ۰/۰۷۷ ^{ns} | ۲۷** | ۰/۰۱ ^{ns} | ۱/۶۱ ^{ns} |
| دما X زمان X تیمار | ۱۶ | ۰/۱۱** | ۰/۷۶ ^{ns} | ۰/۰۸* | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۲۰** | ۰/۰۰ ^{ns} | ۰/۵۲ ^{ns} |
| خطا | ۱۰۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۵۱ | ۰/۰۲ | ۱۳/۹۶ |
| ضریب تغییرات | — | ۴/۹۴ | ۴/۰۵ | ۲/۵۵ | ۳/۵۳ | ۰/۷۸ | ۰/۷ | ۲/۲۶ |

** و * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد. ^{ns} عدم معنی‌داری.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر ژل آلوئه و دماهای ۴ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر صفات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم 'سلوا'.

| صفات تیمار | کاهش وزن | سفتی بافت | مواد جامد محلول | اسیدیته کل | ویتامین ث | آنتوسیانین کل | فنل کل | ظرفیت آنتی‌اکسیدان |
|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| دمای ۴ درجه | ۱/۹۴ ^b | ۴/۶۵ ^a | ۷/۸۹ ^b | ۰/۹۱ ^a | ۸۷/۹۷ ^a | ۲۰/۳ ^b | ۱۶۲/۷۸ ^b | ۱۴/۸۸ ^{ns} |
| دمای ۲۰ درجه | ۲/۸۱ ^a | ۴/۲۶ ^b | ۸/۸۸ ^a | ۰/۸۷ ^b | ۷۵/۰۱ ^b | ۲۱/۳۹ ^a | ۱۶۷/۵۷ ^a | ۱۵ |
| شاهد | ۳ ^a | ۴/۲۶ ^d | ۸/۶۵ ^a | ۰/۸۷ ^c | ۷۷/۱۳ ^c | ۲۰/۷۸ ^b | ۱۶۵/۹ ^{ns} | ۱۴/۹۱ ^{ns} |
| ژل ۲۵٪ | ۲/۸ ^b | ۴/۲۸ ^d | ۸/۵۸ ^{ab} | ۰/۸۸ ^{bc} | ۷۹/۶ ^d | ۲۰/۸۳ ^{ab} | ۱۶۵/۵ | ۱۴/۸۹ |
| ژل ۵۰٪ | ۲/۶ ^c | ۴/۳۸ ^c | ۸/۴۹ ^b | ۰/۸۹ ^{ab} | ۸۳/۰۳ ^b | ۲۰/۸۴ ^{ab} | ۱۶۵/۴ | ۱۴/۹۱ |
| ژل ۷۵٪ | ۱/۹۴ ^d | ۴/۶ ^b | ۸/۱۸ ^c | ۰/۹ ^{ab} | ۸۵/۵۶ ^a | ۲۰/۸۸ ^a | ۱۶۵/۷ | ۱۴/۹۷ |
| ژل ۱۰۰٪ | ۱/۵۴ ^c | ۴/۷۶ ^a | ۸/۰۲ ^d | ۰/۹۱ ^a | ۸۲/۱۳ ^c | ۲۰/۹ ^a | ۱۶۵/۴ | ۱۵/۰۱ |

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشد. ^{ns} عدم معنی‌داری.

۳-۲- سفتی بافت

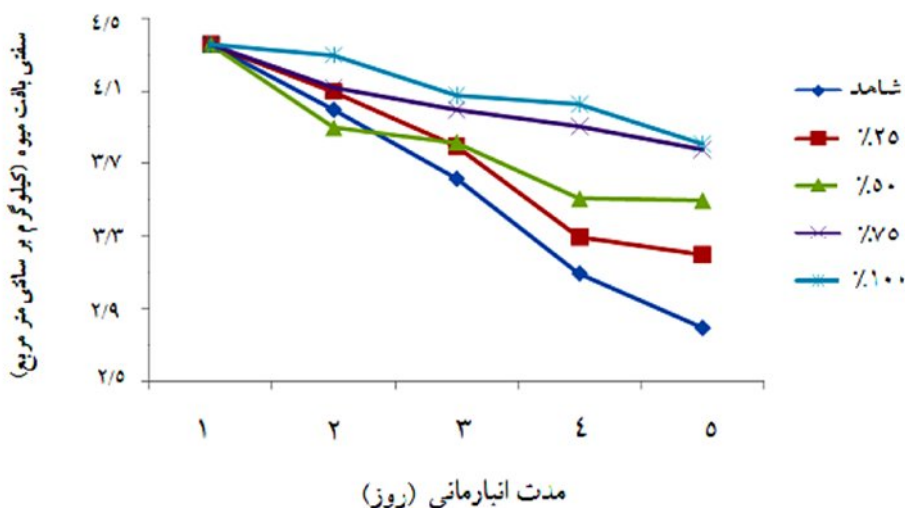
مدت انبارمانی میوه‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و اثر متقابل این دو بر سفتی بافت میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. مقایسه میانگین داده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم کردستان (جدول ۱) نشان داد که کاربرد ژل آلوئه و

نشان دادند که ژل آلوئه‌وره همانند یک پوشش خوراکی عمل می‌کند و باعث کاهش وزن کمتر میوه گیلاس می‌شود و این کاهش کمتر وزن باعث حفظ بیشتر سفتی بافت می‌شود. همچنین آلوئه‌وره فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی مثل پلی‌گالاکتورناز و پکتین متیل‌استراز را کاهش می‌دهد. هراندز-مانوز و همکاران (۲۰۰۸) گزارش مشابهی در مورد اثر غوطه‌ور ساختن میوه توت‌فرنگی در چیتوزان و کلسیم بر سفتی بافت میوه داشتند. بنابراین، ژل آلوئه‌وره همانند یک پوشش خوراکی مانع از کاهش وزن میوه‌های توت‌فرنگی می‌شود. این عمل باعث حفظ بیشتر سفتی بافت میوه‌ها می‌گردد.

ها نشان داد که سفتی بافت میوه‌های تیمار شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های تیمار نشده بود (جدول ۲). شکل ۲ تغییرات سفتی بافت میوه رقم کردستان تیمار شده با ژل و شاهد را نشان می‌دهد. میوه‌های تیمار شده در طی نگاه‌داری سفتی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد داشتند.

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم 'سلوا' (جدول ۳) کاربرد ژل، دمای نگاه‌داری (۴ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و زمان انبارمانی بر سفتی بافت میوه‌ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. میزان سفتی طی انبارمانی کاهش معنی‌داری یافته است. این نتایج با نتایج مارتینز-رومرو و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. آن‌ها



شکل ۲- اثر متقابل زمان و غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌وره بر سفتی بافت میوه توت‌فرنگی رقم 'کردستان'.

محلول بیشتری نسبت به میوه‌های تیمار شده داشتند. همچنین گذشت زمان باعث افزایش مواد جامد محلول شده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم سلوا (جدول ۳) نشان داد که اثر کاربرد ژل، دما و مدت انبارمانی و اثرات متقابل آن‌ها اثر معنی‌داری بر میزان

۳-۲-۳- مواد جامد محلول

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری مواد جامد محلول در رقم توت‌فرنگی کردستان نشان داد که اثر متقابل مدت انبارمانی و کاربرد ژل در سطح ۱ درصد معنی‌داری می‌باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که میوه‌های شاهد مواد جامد

این کاهش مربوط به سرعت تنفس میوه‌ها و استفاده از اسیدهای آلی در واکنش‌های آنزیمی تنفس می‌باشد. نگهداری میوه‌ها در دماهای بالا، می‌تواند به دلیل افزایش سرعت تنفس، باعث کاهش چشمگیر در میزان اسیدهای آلی گردد.

۳-۵- ویتامین ث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم کردستان (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل تیمار و زمان، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌داری می‌باشد. همان‌طوری‌که شکل ۳ نشان می‌دهد، بیشترین میزان ویتامین ث در میوه‌های تیمار شده با غلظت ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد آلوئه مشاهده شد. همچنین کاهش در میزان ویتامین ث طی انبارمانی مشاهده گردید.

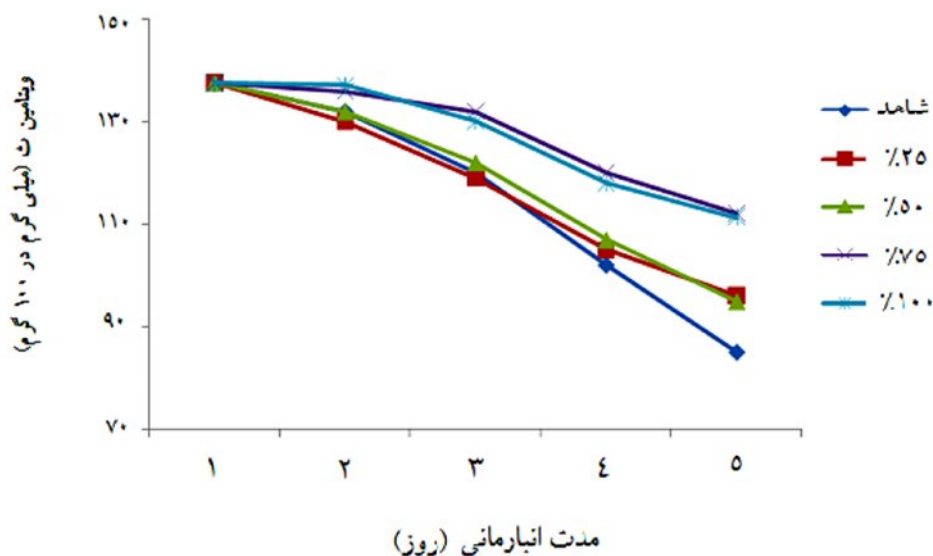
مواد جامد محلول دارد. نتایج مقایسه میانگین داده‌های کاربرد غلظت‌های مختلف ژل آلوئه بر مواد جامد محلول نشان داد که میوه‌های تیمار شده با غلظت ۱۰۰ درصد آلوئه کمترین میزان (۸/۰۲ درصد) و میوه‌های بدون پوشش بیشترین میزان (۸/۶۵ درصد) مواد جامد محلول را نشان دادند (جدول ۴). این نتایج بایافته‌های تانادا- پالمو و همکاران (۲۰۰۵) که نشان دادند، گولتن گندم زمانی که به صورت یک پوشش استفاده گردد باعث حفظ بهتر مواد جامد محلول در توت‌فرنگی می‌شود، مطابقت دارد. افزایش مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد می‌تواند مربوط به کاهش وزن میوه باشد که به نوبه خود باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌شود. همچنین تنفس میوه باعث شکسته شدن پلی‌ساکاریدها و تبدیل آن به ترکیبات ساده‌تر می‌باشد (تانادا- پالمو و همکاران ۲۰۰۵).

۳-۲-۴- اسیدپتیک کل

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به رقم کردستان نشان داد که میوه‌های تیمار شده با ژل آلوئه اختلاف معنی‌داری را نسبت به میوه‌های شاهد نداشتند. اما زمان نگهداری در انبار باعث اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد بین میوه‌ها گردیده است (جدول ۱). همچنین با گذشت زمان میزان اسیدپتیک کل کاهش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). میوه‌های تیمار شده با پوشش آلوئه باعث حفظ بهتر اسیدپتیک کل شد، ولی نسبت به میوه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم سلوا نشان داد که مدت و دمای انبارمانی بر میزان اسیدپتیک کل اختلاف معنی‌داری را نشان داد. دمای نگهداری تأثیر معنی‌دار را بر میزان اسیدپتیک کل داشت، به طوری‌که کمترین میزان اسیدپتیک کل در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (۰/۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۴).

هرناندز- مونا و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که با گذشت زمان، میزان اسیدپتیک میوه‌ها کاهش می‌یابد که



شکل ۳- اثر متقابل زمان و غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا بر میزان ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم 'کردستان'.

می‌شود، باعث جلوگیری از مصرف ویتامین ث برای رفع تنش و ترمیم سلول‌ها گردیده که نتیجه آن تجمع ویتامین ث در سلول‌های گیاهی است (ویسینیوسکا و چلکوسکی و همکاران ۱۹۹۹).

این نتایج با یافته‌های کردنانسی و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد که نشان دادند دمای پایین در مقایسه با دمای بالاتر، باعث حفظ بهتر ویتامین ث در توت‌فرنگی می‌گردد. میزان ویتامین ث در طول انبارمانی وابسته به رقم، شرایط کاشت، شدت نور و شرایط آب و هوای مکان کشت می‌باشد.

۳-۶- آنتوسیانین کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم کردستان (جدول ۳) نشان داد که کاربرد ژل آلوئه‌ورا نتوانست اثر معنی‌داری بر میزان آنتوسیانین داشته باشد. اما اثر طول دوره نگهداری میوه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشته است.

همان‌طوری که جدول تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم سلوا (جدول ۳) نشان می‌دهد کاربرد پوشش آلوئه‌ورا روی میوه در سطح ۵ درصد و زمان نگهداری میوه و

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های رقم سلوا (جدول ۴) کاربرد ژل آلوئه‌ورا، دما و زمان‌های نگهداری و اثرات متقابل بین آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر میزان ویتامین ث میوه توت‌فرنگی دارد. بهترین غلظت ژل که باعث حفظ بهتر میزان ویتامین ث گردیده است مربوط به پوشش ۱۰۰ درصد ژل آلوئه‌ورا (۰/۹۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) می‌باشد (جدول ۴).

طول مدت نگهداری بر میزان ویتامین ث نیز تأثیر داشته است. به‌طوری‌که با گذشت دوره انباری میزان ویتامین ث کاهش یافته است. طبق نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، میزان ویتامین ث میوه‌های انبار شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، کاهش کمتری را نسبت به میوه‌های ۲۰ درجه نشان داد.

گرانتر و همکاران (۱۹۹۵) اعلام کردند که سطح بیان mRNA رادیکال آزاد آسکوربات ردوکتاز (که تبدیل آسکوربات اکسید شده را به آسکوربات احیاء شده کاتالیز می‌کند) با ایجاد زخم، افزایش پیدا می‌کند. پوشش آلوئه‌ورا با بهبود بافت میوه و حفظ سفتی آن که منجر به کاهش زخم و سایر صدمات فیزیکی

با افزایش دما فنل کل میوه نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۴). این نتایج با نتایج فرناندو و همکاران (۲۰۰۴) که نشان دادند در دماهای بالاتر میزان فنل کل افزایش می‌یابد، مطابقت دارد. برطبق یافته‌های کالت و همکاران (۱۹۹۹) در توت‌فرنگی و تمشک، دمای بالا (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) غلظت فنل و آنتوسیانین را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث افزایش آن می‌شود. مطابق جدول ۳، برهمکنش دمای نگهداری و زمان انباری در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد.

افزایش پلی‌فنل‌ها را می‌توان به عملکرد و افزایش اتیلین نسبت داد. این هورمون فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز را که آنزیم مهمی در تولید پلی‌فنلی‌ها می‌باشد، تحریک می‌کند (لاجا و همکاران ۲۰۰۳). از طرف دیگر در سیب‌های انبار شده فعالیت پلی‌فنل اکسیداز بسیار پایین دیده شده است که ممکن است باعث کاهش اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها گردد. کاهش مقدار پلی‌فنل‌ها در روز آخر به دلیل پیری و از بین رفتن بافت میوه می‌باشد (لاجا و همکاران ۲۰۰۳).

۳-۸- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم کردستان (جدول ۱) نشان داد که پوشش ژل آلوئه در سطح ۵ درصد و طول دوره انباری در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری را بر میزان آنتی‌اکسیدان میوه توت‌فرنگی داشته است. کاربرد پوشش در سطح میوه از ژل آلوئه باعث حفظ بهتر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی می‌گردد (جدول ۳). گذشت زمان اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد روی غلظت آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی دارد و در طی انبارمانی روند افزایشی را طی می‌کند.

دمای انبار و اثر متقابل دما و دروه نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان آنتوسیانین میوه اثر معنی‌دار را نشان داده است. کاربرد ژل آلوئه باعث حفظ آنتوسیانین بیشتر در میوه‌های توت‌فرنگی در مقایسه با شاهد گردیده است. با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان بیان کرد که با افزایش دما غلظت آنتوسیانین نیز افزایش پیدا می‌کند. در بین اثرات مختلف تنها اثر متقابل دما و دروه نگهداری بر میزان آنتوسیانین در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند.

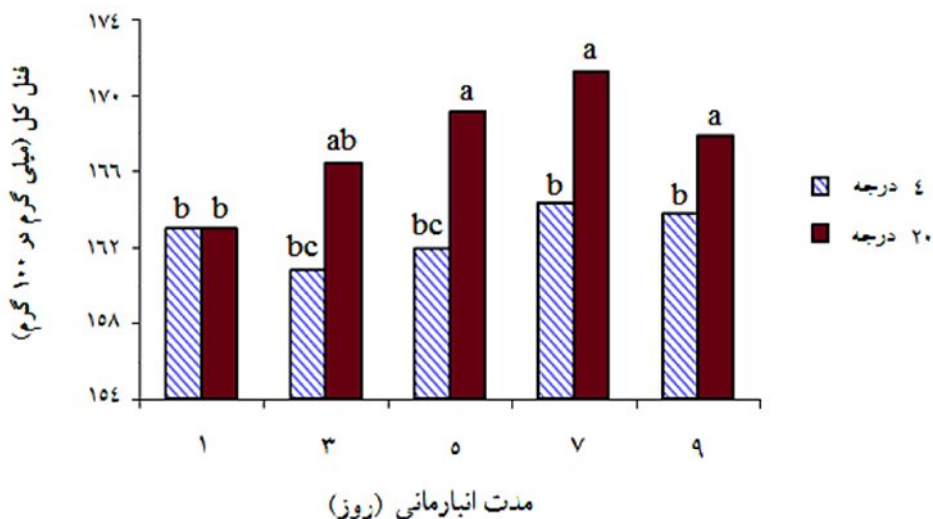
میوه توت‌فرنگی در هنگام انبارداری دارای سیانیدین-۳-گلوکوزید^۱ است که قرمز بسیار تیره‌تری نسبت به قرمز پرتقالی میوه درون مزرعه می‌باشد، در واقع این ترکیب قرمز پرتقالی ناشی از پلارگونیدین-۳-گلوکوزید^۲ می‌باشد (هانکوک ۱۹۹۹). فرناندو و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که در دماهای بالاتر میزان غلظت آنتوسیانین افزایش می‌یابد. کالت و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش کردند که در توت‌فرنگی و تمشک، دمای بالا (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) غلظت ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها افزایش می‌یابد.

۳-۷- فنل کل

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به رقم کردستان (جدول ۱) نشان داد که کاربرد ژل الوئه و اثر متقابل مدت انبارمانی و ژل آلوئه نتوانسته است تأثیر معنی‌داری بر میزان فنل کل میوه داشته باشد. طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به رقم سلوا (جدول ۳) کاربرد پوشش آلوئه و را روی میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد اما دمای نگهداری و طول دوره انبار تأثیر معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان دادند. میزان فنل کل تا روز هفتم انبارمانی افزایش یافت ولی در روز نهم میزان فنل کل کاهش یافت (شکل ۴).

1. Cyanidin-3-glucoside

2. Pelargon-3-glucoside



شکل ۴- تغییرات میزان فنل کل میوه توت‌فرنگی رقم 'سلوا' در طول انبارمانی در دماهای ۴ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد.

۳-۹- آنالیز کیفی ترکیبات تشکیل دهنده برگ آلوئه

۹-۳-۱- فنل‌ها

اندازه‌گیری کمی میزان فنل‌های سبک و سنگین از طریق مقایسه جمع مساحت‌های پیک‌های حاصله با پیک محلول استاندارد فنل، نشان دهنده مقدار ۷۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم فنل در عصاره آلوئه ورا است.

۹-۳-۲- آلونین و امودین آلونین

بررسی‌های انجام شده بر روی محلول استخراج شده نشان داد که عصاره تهیه شده دارای ترکیبات کینونی می‌باشد. تشخیص این که کدام پیک مربوط به کدام یک از ترکیبات می‌باشد از طریق بررسی تئوریک حلالیت ترکیبات حاصل شد. با توجه به کروماتوگرام آنالیز کیفی ترکیبات کینونی عصاره آلوئه ورا، پیک‌های آلونین در زمان ۴/۰۸ و امودین آلونین در ۶/۸۲ دقیقه شناسایی گردید.

با توجه به جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به رقم توت فرنگی سلوا، تیمار ژل آلوئه نتوانسته اثر معنی‌داری بر میزان آنتی‌اکسیدان داشته باشد. در حالی‌که زمان نگه‌داری در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشته است (جدول ۳).

در این رقم، در هر دو دمای مورد بررسی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تا روز هفتم افزایش یافته ولی در روز آخر کاهش پیدا کرد که علت آن پیری و از بین رفتن بافت میوه می‌باشد. فرناندو و همکاران (۲۰۰۵) توت‌فرنگی را در دمای مختلفی انبار کردند و نتیجه گرفتند که در دماهای بالاتر میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌باشد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه نزدیکی با ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، آنتوسیانین و ویتامین‌ها دارد. البته مطابق بسیاری از پژوهش‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها بیشتر تحت تأثیر پلی‌فنل‌ها می‌باشد (کالت و همکاران ۱۹۹۹). ونگ و لین (۲۰۰۰) همبستگی زیادی میان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل و آنتوسیانین در میوه توت‌فرنگی گزارش کردند.

منابع مورد استفاده

- بهنامیان م، مسیحا س، ۱۳۸۴. توت‌فرنگی، انتشارات ستوده تبریز، ۱۲۶ صفحه.
- مظفری، ع ا، ۱۳۸۵. ارقام شناسی در میوه‌ها روش بررسی (تمایز، یکنواختی و ثبات)، انتشارات دانشگاه کردستان.
- Castillo S, Navarro D, Zapata P J, Guillen F, Valero D, Serrano M, Martinez-Romero D, 2010. Antifungal efficacy of *Aloe vera* in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biol Technol*, 57: 183-188.
- Cordenunsi B, Genovese M, Nascimento J, Hassimotto N, Santos R, Laiolo F, 2005. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chem*, 91: 113-121.
- Fernando Ayala-Zavala J, Shioh W Y, Wang C, Gustavo A, 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technol Biotechnol*, 45(2): 166-173.
- Fernando Ayala-Zavala J, Shioh W Y, Wang C, Gustavo A, 2005. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatment increases antioxidant capacity, volatile compounds and postharvest life of strawberry fruit. *Eur J Food Res Technol*, 221: 731-738.
- Garcia-Viguera C, Zafrilla P, Romero F, Abella P, Artes F, Tomas-Barberan F A, 1999. Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *J Food Sci*, 64: 243-247.
- Giovannoni J, 2001. Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 52: 725-749.
- Grantz A A, Brummell D A, Bennett A B, 1995. Ascorbate free radical reductase mRNA levels are induced by wounding. *Plant Physiol*, 108: 411-418.
- Hancock J F, 1999. Strawberries, CABI Publishing, UK.
- Hernandez-Munoz P, Almenar E, Del Valle V, Velez D, Gavara R, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chem*, 110: 428-435.
- Hernandez- Munoz P, Almenar E, Ocio M J, Gavara R, 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life strawberries. (*Fragaria* × *ananassa*). *Postharvest Biol Technol*, 39: 247-253.
- Kalt W, Forney C, Martin A, Prior R, 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J Agri Food Chem*, 47: 4638-4644.
- Kim K H, Lee J G, Kim D G, Kim M K, Park J H, Shin, Y G, 1998. The development of a new method to detect the adulteration of commercial aloe gel powders. *Arch Pharm Rese*, 21(5): 514-520.
- Laja M, Mareczek A, Ben J, 2003. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chem*, 80: 303-307.
- Malik A U, Singh Z, 2005. Pre-storage application of polyamines improves shelf-life and fruit quality in mango. *J Hort Sci Biotechnol*, 80: 363-369.
- Maria I, Deirdre G, Holcroft M, Adel A K, 1997. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *J Agri Food Chem*, 45: 1662-1667.
- Martinez-Romero D, Albuquerque N, Valverde J M, Guillen F, Castillo S, Valero D, Serrano M, 2005. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatments: A new edible coating. *Postharvest Biol Technol*, 39: 93-100.
- Morillon V, Debeaufort F, Blond G, Capelle M, Voilley A, 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 42: 67-89.
- Navarro D, Diaz-Mula H M, Guillen F, Zapata P J, Castillo S, Serrano M, Valero D, Martínez-Romero D. 2010. Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. *International J of Food Microb*, 57: 183-188.

- Ni Y, Turner D, Yates K M, Tizard I, 2004. Isolation and characterization of structural components of *Aloe vera* L. leaf pulp. *Int Immunopharmacol*, 4: 1745-1755.
- Serrano M, Guillén F, Martínez-Romero D, Castillo S, Valero D, 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *J Agri Food Chem*, 53: 2741-2745.
- Sesmero R, Quesada M A, Mercado J A, 2007. Antisense inhibition of pectate lyase gene expression in strawberry fruit: Characteristics of fruits processed into jam. *Int J Food Eng*, 79: 194-199.
- Tanda-palmu P, Grosso C R F, 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biol Technol*, 36: 199-208.
- Tzortzakis N G, 2006. Maintaining postharvest quality produce with volatile compound. *Innovative Food Sci Emerg Technol*, 8: 111-116.
- Valverde J M, Valero D, Martínez-Romero D, Guillen F, Castillo S, Serrano M, 2005. Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. *Agri Food Chem*, 53: 7807-7813.
- Wang S Y, Lin H S, 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Agri Food Chem*, 48: 140-146.
- Wisniewska H, Chelcowaski J, 1999. Influence of exogenic salicylic acid on *Fusarium* seedling blight reduction in barley. *Acta Physiol plantarum*, 21: 63-66.
- Zavala J F A, Wang S Y, Wang C Y, Aguilar G A, 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT - Food Sci Technol*, 37: 687-695.