

# مطالعه اثر اسید آسکوربیک و اسید سیتریک با بسته بندی پلی اتیلن و پلی استیرن بر انبارمانی پسته تر احمد آقایی

فاطمه ناظوری<sup>۱\*</sup>، ریحانه شافعی<sup>۲</sup>، سید حسین میردهقان<sup>۳</sup>

۱- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۳- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۰)

## چکیده

پسته (*Pistacia vera*) به واسطه‌ی داشتن طعم و ویژگی‌های تغذیه‌ای ارزشمند از محبوب‌ترین دانه‌های آجیلی دنیاست. عرضه میوه غالباً به صورت خشک بوده و مصرف تازه خوری آن محدود به فصل برداشت است. قهوه ای شدن و تجمع آب از عوامل اصلی محدود کننده عمر قفسه ای پسته تر می باشند. در این پژوهش اثر تیمارهای اسید سیتریک (۱، ۱/۵ و ۲ درصد)، اسید آسکوربیک (۱۵، ۲۵ و ۳۵ پی‌پی‌ام) و دو نوع پوشش پلاستیکی (پلی اتیلن و پلی استیرن) بر عمر انبارمانی (روز صفر، ۲۵ و ۴۵) پسته تر رقم احمدآقایی مورد بررسی قرار گرفت. از نظر ارزیابی ها استفاده از تیمارهای اسیدی تا روز ۲۵ انبارمانی قادر به حفظ ویژگیهای ظاهری و طعم و مزه پسته شد و از آن به بعد اختلاف معنی داری بین آنها و نمونه شاهد مشاهده نشد. پسته‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک ۱۵ پی پی ام که با پلی استیرن، بسته بندی شده بودند از نظر وضعیت ظاهری و قهوه‌ای شدن نسبت به پوشش پلی اتیلن مطلوبیت بیشتری داشتند. بعد از گذشت ۴۵ روز انبارمانی بیشترین میزان فنل، مربوط به تیمارهای اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی پی ام) در بسته بندی‌های پلی اتیلن بود. میزان آنتوسیانین و کلروفیل در طی انبارمانی کاهش یافت ولی کاروتنوئید ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. میزان رنگیزه‌های موجود در پسته مانند کلروفیل، آنتوسیانین و کاروتنوئید در بسته بندی‌های پلی اتیلن بهتر از پلی استیرن حفظ شد. بیشترین میزان درصد چربی در تیمار اسید سیتریک (۱/۵ درصد) مشاهده شد. در مجموع پوشش پلی اتیلن و اسید آسکوربیک با غلظت ۱۵ و ۲۵ پی پی ام و اسیدسیتریک با غلظت ۱/۵ درصد بهتر از بقیه تیمارها خصوصیات کیفی و کمی پسته را حفظ کردند.

کلید واژگان: فعالیت آنتی اکسیدانی، رنگیزه های پسته، ویژگی های کمی و کیفی

\*مسئول مکاتبات: f.nazoori@vru.ac.ir

## ۱- مقدمه

پسته یکی از محصولات مهم باغی است که با وجود داشتن اهمیت غذایی و ارزش اقتصادی قابل توجه، مشکلات زیادی بر سر راه تولید، بازاریابی و فروش آن وجود دارد و در این میان، مسائل مربوط به کم آبی، عدم تأمین نیاز سرمایی، نحوه فرآوری، انبارداری و همچنین بسته بندی مناسب جزو مهم ترین ها هستند. مصرف پسته تر به دلیل سالم بودن و ارزش غذایی بالاتر نسبت به پسته خشک، اهمیت زیادی دارد. روش های متداول خشک کردن به دلیل سخت شدن سطح محصول و استفاده از دمای بالا در مدت زمان طولانی، باعث کاهش کیفیت و افزایش هزینه ها می شود این در صورتی است که پسته تر طعم مطلوب تر و هزینه کمتری دارد ولی به دلیل قابلیت ماندگاری کم در طول نگهداری از لحاظ فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی دچار تغییراتی می شود که منجر به کاهش عمر انبارداری و عدم مقبولیت آن از طرف مصرف کننده می گردد لذا باید در مدت کوتاهی مصرف شود و یا فرآیند خشک شدن روی آن صورت گیرد. این مسئله باعث کاهش ارزش غذایی این محصول و تبدیل آن از یک میوه تازه به خشکبار و پرداخت تعرفه بازرگانی بسیار بالا برای صادرات می شود [۱].

پسته تر همانند سایر میوه های آب دار، طی نگهداری با برخی مشکلات روبه رو است. تنفس بالا و تجمع آب، تخریب پوست نرم و قهوه ای شدن آن، آلودگی باکتری ها و قارچ ها از جمله مواردی است که در اکثر پژوهش ها به آن اشاره شده است. گزارش حاصل از همه تحقیقات نشان داده جدا کردن خوشه و برگ از میوه و نگه داشتن پوست نرم رویی در افزایش عمر نگهداری این محصول بسیار مؤثر می باشد [۲، ۱]. حفظ وزن محصول، کاهش بار میکروبی و ممانعت از قهوه ای شدن از مهمترین مراحل در زنجیره تولید محصولات تازه خوری به ویژه پسته تر می باشد که در صورت سالم بودن پوست نرم بیرونی به عنوان سد مناسب برای ورود اکسیژن و در نتیجه کاهش فعالیت های اکسیداسیون، محقق می گردد [۱].

روش های متفاوتی با هدف کاهش بار میکروبی و کنترل قهوه ای شدن آنزیمی در صنعت پس از برداشت استفاده می شود یکی از زمینه های مهم کشاورزی و باغبانی ارگانیک که امروزه توجه زیادی به خود جلب کرده است استفاده از بسته بندی های مناسب و ترکیبات طبیعی سازگار با گیاه، طبیعت و انسان

جهت تولید و نگهداری محصول است که به این ترتیب نه تنها محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک و مضر تولید میشود بلکه دارای ارزش دارویی و غذایی بالاتری نیز خواهد بود [۳]. آنتی اکسیدان ها کاربرد وسیع و گسترده ای بر ماندگاری مواد غذایی و خصوصاً جلوگیری از اکسیداسیون چربی ها دارند [۴]. قهوه ای شدن پوست نرم پسته تازه از جمله موانع اصلی در ارائه این محصول در بازار است. این پدیده ناشی از تشکیل یک سری ترکیبات پیچیده و پلی مرهای رنگی در اثر واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی است که موجب آسیب به بافت، عطر، طعم و حتی ظاهر میوه می شود. کاهش پی اچ با استفاده از اسید راهی مناسب برای جلوگیری از این نوع واکنش هاست، زیرا فعالیت ایتیم پلی فنل اکسیداز در پی اچ بین ۵ تا ۷ است. با افزودن بعضی از اسیدهای ارگانیک قابل مصرف نظیر اسید آسکوربیک، اسید سیتریک، اسید مالیک، می توان فعالیت پلی فنل اکسیداز را مهار کرد [۵]. در بین آنتی اکسیدان ها، اسید سیتریک و اسید آسکوربیک به صورت گسترده به منظور جلوگیری از فرآیند قهوه ای شدن و کاهش جمعیت میکروب ها در میوه ها استفاده می شود. اسید آسکوربیک یک آنتی اکسیدان فعال طبیعی است. اسید سیتریک با نام تجاری جوهر لیمو طی سالهای متمادی به عنوان یک اسید آلی خوراکی به مصرف می رسد. اسید سیتریک یک اسید ضعیف بوده و علاوه بر اینکه یک نگهدارنده طبیعی در صنایع غذایی مورد استفاده است به عنوان یک واسطه در چرخه اسید سیتریک می باشد و در نتیجه در سوخت و ساز تمام موجودات زنده اتفاق می افتد و عمدتاً به عنوان ماده ای برای کاهش pH و اسیدی کردن محیط مورد استفاده قرار می گیرد [۳]. استفاده از محلول های آبی ۰/۵ درصد اسید آسکوربیک و ۰/۵ درصد اسید سیتریک منجر به کاهش قهوه ای شدن آنزیمی برش های سیب رقم گلدن دلشیز و افزایش شاخص درخشندگی گردید [۶]. مصرف اسید سیتریک یک میلی مولار در گلابی رقم سردرد باعث تأخیر در رسیدن و پیری و حفظ ویژگی های کمی و کیفی محصول گردیده است [۳]. تیمارهای اسید سیتریک شش میلی مولار به دلیل خاصیت ضد پاتوژنی و آنتی اکسیدانی از طریق حفظ سفتی بافت و ارزش غذایی و کاهش بار میکروبی و بد رنگ شدن محصول منجر به افزایش عمر قفسه ای قطعه های تازه بریده میوه کیوی

۲ هیدروکسی پروپان، -۳ و ۲ و ۱ تری کربوکسیلیک اسید ۱.

حفظ کیفیت و انبارمانی پسته فیلم پلی اتیلن ترفتالات بود که عمر انبارمانی را از ۲ ماه به ۵ ماه افزایش داد [۱۴]. اثر دما، کاربرد آنتی اکسیدان و نوع بسته بندی بر پسته تر رقم اوحدی نشان داده دمای ۴ درجه سانتی گراد، اسید آسکوربیک ۲۰ پی پی ام و پوشش پلی پروپیلن مناسب ترین شرایط جهت نگهداری این رقم است [۴]. مطالعات بر پسته خشک اوحدی در دو نوع بسته بندی (معمولی و تحت خلا) و دو شرایط نگهداری (معمولی و رطوبت بالا) حاکی از عدم تکثیر چارچ های مولد آفلاتوکسین در بسته بندی تحت خلا و با پلاستیک هشت لایه، حتی در مرطوبترین شرایط می شود [۱۵]. نگهداری توت تیمار شده در بسته های پلی استیرنی نسبت به بسته پلی اتیلنی از نظر خصوصیات شیمیایی، میکروبی و رئولوژیکی (امتیاز های بافت و طعم، حداقل میزان رنگ قهوه ای و شمارش میکروبی) دارای ارجحیت بود [۱۶]. نظر به ارزش غذایی و اهمیت پسته تر بررسی عوامل مؤثر بر حفظ کیفیت و کاهش ضایعات پس از برداشت آن و ارائه راهکاری برای عرضه آن به بازار ضروری می باشد. در پژوهش حاضر تأثیر اسید سیتریک و اسید آسکوربیک و دو پوشش پلی اتیلن و پلی استیرن بر ماندگاری پسته تر رقم "احمدآقایی" و برخی از خصوصیات کیفی و کمی آن مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- نحوه اجرای آزمایش

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه های گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی عصر رفسنجان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار در هفت سطح (شاهد با آب مقطر، اسید آسکوربیک با غلظت ۱۵، ۲۵، ۳۵ پی پی ام، اسید سیتریک با غلظت ۱ و ۱/۵ و ۲ درصد به مدت سه دقیقه) دوره نگهداری در سه سطح (روز صفر، ۲۵ و ۴۵ روز بعد از انبارمانی) و پوشش پلاستیکی در دو سطح (پلی اتیلن و پلی استیرن) بود. اواخر شهریور ماه ۱۳۹۴ پسته تازه احمدآقایی از درختان ۳۰ ساله با پایه بادامی زرنندی، موجود در باغ های منطقه حوض دق در شهرستان کرمان تهیه شد. نمونه گیری به طور تصادفی از تمام قسمت های درختان پسته که ۸۰٪-۷۰ پسته نرم پسته به راحتی از پوست استخوانی جدا شده و

شد [۷]. افزودن اسیدسیتریک ۳،۲۰۱ درصد و کلریدکلسیم ۱/۵ درصد به انجیر، شاخص درخشندگی ( $L^*$ ) نسبتاً مطلوبی را ایجاد کرد [۸]. اسیدسیتریک در غلظت ۱۰۰ میلی مول در لیتر به طور بسیار مؤثری از قهوه ای شدن میوه لیچی جلوگیری می کند. اسیدسیتریک به عنوان عامل کلاته کننده عمل کرده و مس را از دسترس آنزیم خارج می سازد چرا که این آنزیم بدون وجود عنصر مس قادر به فعالیت نمی باشد در عین حال یک عامل اسیدی کننده می باشد زیرا pH بهینه فعالیت آنزیم های پلی فنل اکسیداز pH قلیایی می باشد، که هر دو عملکرد آن از فعالیت پلی فنل اکسیداز جلوگیری می کند [۹]. استفاده از پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین حامل اسید آسکوربیک مانع از فرآیند اکسیداسیون در پسته خشک رقم اوحدی شد [۱۰]. کاربرد اسید سیتریک از تکثیر و تجمع عوامل بیماریزا در میوه های تازه برش داده شده پرتقال، سیب و موز جلوگیری کرده و مانع فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در میوه های سیب، گلابی و موز و در نتیجه مانع قهوه ای شدن آنها شده و از فساد بافت ها در خشکبارها از جلوگیری می کند [۳]. تاکنون تحقیقاتی بر روی تأثیر انواع بسته بندی پسته صورت گرفته است. مهم ترین فواید بسته بندی، شامل کاهش تنفس، کاهش تولید و حساسیت اتیلن، کند شدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخلی میوه است. استفاده از اتمسفر کنترل شده، قابلیت نگهداری پسته (بدون پوست تر) رقم کرمان را ۱۰۵ روز در دمای خنک افزایش داد در حالی که نمونه شاهد فقط تا ۳۰ روز قابل عرضه بود [۱۱]. استفاده از بسته بندی سبک تر و فرآوری پسته با پوست تر در انبار با دمای  $1 \pm 4$  درجه سانتی گراد می تواند ویژگیهای کیفی و کمی پسته تر احمدآقایی را تا ۴۵ روز حفظ نماید [۱۲]. بررسی اثر دو نوع بسته بندی بر روی عدد پراکسید، تیوبایوتیک و آزمون حسی بادام زمینی خام و برشته نشان داد که پلی پوشش پروپیلن با ضخامت ۴۵ میکرومتر نسبت به پلی اتیلن با ضخامت ۱۸ میکرومتر عملکرد بهتری دارد [۱۳]. در پژوهشی تأثیر انواع مختلف پوشش های پلاستیکی انعطاف پذیر (پلی اتیلن سبک، پی وی سی، نایلون (پلی آمید/پلی اتیلن)، پلی آمید/پلی پروپیلن و پلی اتیلن ترفتالات) بر روی انبارمانی پسته خشک نشان از افزایش میزان رطوبت در طی انبارمانی و در نتیجه افزایش میزان آفلاتوکسین داشت. همه ی تیمارها به جز پلی اتیلن سبک باعث تأخیر در جذب آب و افزایش آفلاتوکسین شدند. بهترین نوع بسته بندی برای

ریخته شد. ۲۵ میلی لیتر حلال پراکسید (مخلوط استیک اسید و کلروفرم به نسبت ۳ به ۲) و بعد از ۵ دقیقه ۱ میلی لیتر محلول یدور پتاسیم اشباع به آن اضافه شد. مخلوط به مدت یک دقیقه در جای تاریک قرار داده و گهگاهی به هم زده می شد. در مرحله بعد ۲۵ میلی لیتر آب مقطر و چند قطره معرف چسب نشاسته ۱ درصد به آن اضافه گردید و تا از بین رفتن رنگ آبی محلول عیار سنجی آن را با استفاده از محلول تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال ادامه داده و عدد پراکسید بر حسب میلی اکی-والان در کیلوگرم توسط فرمول زیر محاسبه شد [۱].

وزن نمونه (gr) / مقدار مصرفی تیوسولفات

سدیم (ml) × نرمالیت تیوسولفات سدیم × ۱۰۰۰ = عدد پراکسید

## ۲-۵- ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی

به منظور اندازه گیری ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی ابتدا عصاره گیری از میوه با بافر فسفات که از محلول های  $K_2HPO_4$  و  $KH_2PO_4$  با پ هاش ۷/۸ تهیه می شود، صورت گرفت. برای اندازه گیری ترکیبات فنلی میزان ۱۰۰ میکرو لیتر روشناور عصاره با ۴۰۰ میکرو لیتر بافر فسفات، ۲/۵ میلی لیتر فولین ۱:۱۰ و ۲ میلی لیتر کربنات سدیم ۷،۵ درصد رقیق شده و پس از ورتکس به مدت ۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس میزان جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه گیری شد. میزان ترکیبات فنلی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی مولار بر حسب معادل میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه گردید [۱۷]. تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از DPPH انجام شد [۱۷]. مقدار ۱۰۰ میکرو لیتر از عصاره مغز پسته با ۹۰۰ میکرو لیتر از محلول DPPH ۵۰۰ میکرو مولار در اتانول آمیخته شد و به شدت توسط دستگاه ورتکس تکان داده شد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار گرفت. نمونه شاهد هم به همین صورت تهیه شد ولی با این تفاوت که به جای عصاره از آب مقطر استفاده گردید. میزان جذب از محلول به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. واکنش آمیخته بدون DPPH برای تصحیح ماده زمینه استفاده شد. با استفاده از فرمول زیر درصد فعالیت آنتی اکسیدانی محاسبه شد:

$$\text{عدد کتیل} \times 100 = \frac{(\text{عدد قریب تصحیح} - \text{عدد نمونه})}{\text{عدد کتیل}} = 1 - \text{فعالیت آنتی اکسیدانی}$$

عدد ضرب تصحیح: عدد قرائت شده مربوط به آمیخته حاوی

پوست سبز پسته به رنگ صورتی و کرم تغییر رنگ داده بود انجام و بعد از انتقال به آزمایشگاه پسته سالم و یکنواخت از پسته های صدمه دیده و نارس جدا شدند. بعد از اعمال تیمارها به مقدار ۱۸۰ گرم در دو نوع پوشش پلی اتیلن و پلی استیرن توزین و توسط دستگاه سیل کن دستی بسته بندی شد و در سردخانه با دمای  $3 \pm 1$  درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی  $5 \pm$  ۸۵ درصد قرار گرفتند. اندازه گیری صفات کیفی و کمی مورد نظر بعد از هر دوره انبارمانی به روش زیر انجام شد.

## ۲-۲- ارزیابی حسی

بررسی عطر و بو، طعم و مزه و وضعیت ظاهری پوست تر و خشک پسته ها بر اساس آزمون هدونیک و از روش نمره دادن صفر تا پنج و چشیدن و نظرخواهی از افراد مختلف استفاده شد. هشت نفر پانل از بین دانشجویان و اساتید انتخاب شدند. از هر تیمار تعدادی پسته درون ظروف پلاستیکی که از طریق کدهایی تفکیک شده بودند، قرار داده شد. سپس ارزیاب ها سه فاکتور عطر و بو، طعم و مزه، خسارت پوسته استخوانی و پوسته نرم را مورد بررسی قرار دادند. وضعیت بسیار عالی با نمره صفر، بسیار خوب با نمره یک، خوب با نمره دو، متوسط با نمره سه، ضعیف با نمره چهار و بسیار بد با نمره پنج مشخص شد. در نهایت با محاسبه میانگین امتیازدهی پنج ارزیاب حسی اثر تیمار بر ویژگی ها مورد بررسی قرار گرفت [۱۲].

## ۲-۳- درصد چربی

برای محاسبه درصد چربی ۲۰ گرم از نمونه خشک شده پس از آسیاب کردن و توزین، در یک کاغذ صافی پیچیده شده و پس از قرار گرفتن داخل انگشتانه، درون بالن مخصوص دستگاه سوکسله قرار داده شد که بالن ها حاوی ۳۵۰ میلی لیتر ان-هگزان بودند. چربی گیری با استفاده از حلال ان-هگزان با نقطه جوش ۱۸۰ به مدت سه ساعت انجام گرفت. پس از این مدت نمونه های داخل کاغذ صافی از دستگاه خارج و به مدت ۶ ساعت در آن ۷۰ درجه سانتی گراد خشک شدند، سپس مجدداً نمونه ها توزین گردیده و با محاسبه اختلاف وزن نمونه قبل از چربی گیری و بعد از آن، میزان چربی بر حسب درصد (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) در نتایج بیان گردید [۱۲].

## ۲-۴- عدد پراکسید

۵ گرم از روغن استخراج شده در ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری

و بافر استات (pH=4.5) ریخته و سپس میزان جذب نور دو محلول با دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل T80 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd در طول موج ۵۲۰ نانومتر و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

$A = (A_{520pH1} - A_{700pH1}) - (A_{520pH4.5} - A_{700pH4.5})$  جذب  
 $(mg/L) = (A/30.200^a) (10^3) (433.2^b)$   
 (15<sup>c</sup>)  
 a = molar extinction coefficient of Cyd-3-gal  
 (Idaein) b = Cyd-3-gal (Idaein) molecular  
 Weight c = dilution factor

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تست پانل (خصوصیات حسی)

##### ۳-۱-۱- وضعیت ظاهری پوست نرم و استخوانی

در طی دوره انبارمانی، کیفیت ظاهری پوسته نرم پسته کاهش پیدا کرد. در بین پوشش‌های استفاده شده، بسته‌بندی با پوشش‌های پلی‌استیرن وضعیت ظاهری مطلوب‌تری نسبت به پوشش‌های پلی‌اتیلن تا ۲۵ روز بعد از انبارداری داشتند ولی از آن دوره به بعد تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین پوشش‌ها وجود نداشت. از نظر ارزیابی تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) با بسته‌بندی پلی‌استیرن، کیفیت ظاهری پوسته نرم پسته را بهتر حفظ کرده است که اختلاف معنی‌داری با روز صفر انبارمانی نداشت. نامناسب‌ترین تیمار از نظر کیفیت وضعیت ظاهری پوست استخوانی، تیمار اسید سیتریک (غلظت ۲ درصد) در بسته‌بندی پلی‌اتیلن بود و بهترین تیمار اسید آسکوربیک (۲۵ پی‌پی‌ام) در روز ۲۵ انبارمانی با بسته‌بندی پلی‌اتیلن بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که با افزایش غلظت اسید آسکوربیک و اسید سیتریک، کیفیت ظاهری پوست استخوانی کاهش می‌یابد.

عصاره و آب مقطر  
 عدد نمونه: عدد قرائت شده مربوط به آمیخته حاوی عصاره و DPPH  
 عدد کنترل: عدد قرائت شده مربوط به آمیخته حاوی آب مقطر و DPPH

#### ۲-۶- رنگیزه آنتوسیانین، کلروفیل و کاروتنوئید

۰.۸۵ گرم نمونه از مغز تازه با ۱۵ میلی لیتر اتانول ۹۶٪ ساییده و از کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره حاصل به مدت یک شب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس جذب محلول با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ۶۴۹ و ۶۶۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. جهت تنظیم دستگاه اتانول ۹۶٪ مورد استفاده قرار می‌گیرد. غلظت رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد [۱۸].

$$Chl_a = (13/95 A_{665} - 7/88 A_{649}) \quad Chl_b = (24/96 A_{649} - 7/32 A_{665})$$

$$Chl_T = (Chl_a + Chl_b) \quad C_{R+C} = (1000A_{470} - 2/0.5 Chl_a - 11.4/8 Chl_b) / 245$$

در این فرمول  $Chl_a$ ،  $Chl_b$ ،  $Chl_T$  و  $C_{R+C}$  به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید می‌باشند. به منظور اندازه‌گیری آنتوسیانین کل ابتدا ۵ گرم از بافت پوست تر به همراه ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و اسیکلریدریک خالص به نسبت حجمی ۹۹ به ۱ (داخل لوله فالکن ۵۰ ریخته و توسط و سپس توسط دستگاه ULTRA-TURRAX مدل basic IKT18 ساییده تا به صورت توده یکنواختی درآید و بعد از آن مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه با دور rpm (۴۵۰۰) سانتریفیوژ شدند؛ و فاز رویی آن در لوله‌های آزمایش ریخته شد. سپس ۱ میلی لیتر از عصاره به همراه ۴ میلی لیتر از بافر HCL-KCl (pH=1)

**Table 1** Effect of antioxidant compounds and plastic packs on appearance of hull and shell of pistachio during storage

Parameters	Storage period (day)	Cover	Control	Cit 1%	Cit 1.5%	Cit 2%	Asco 15ppm	Asco 25ppm	Asco 35ppm
Hull appearance	25	polystyrene	1.4 <sup>m</sup>	1.4 <sup>m</sup>	1.2 <sup>mn</sup>	1.0 <sup>o</sup>	0 <sup>o</sup>	1.1 <sup>mn</sup>	1.15 <sup>mn</sup>
	25	polyethylene	2 <sup>l</sup>	3.05 <sup>a-c</sup>	2.75 <sup>c-f</sup>	2.2 <sup>j-l</sup>	2.25 <sup>h-l</sup>	2.2 <sup>i-l</sup>	2.1 <sup>kl</sup>
	45	polystyrene	2.55 <sup>eh</sup>	2.3 <sup>i-l</sup>	2.55 <sup>e-h</sup>	2.3 <sup>g-k</sup>	2.15 <sup>j-l</sup>	2.85 <sup>c-e</sup>	2.9 <sup>b-d</sup>
	45	polyethylene	2.45 <sup>f-j</sup>	2.2 <sup>cd</sup>	2.65 <sup>d-g</sup>	2.5 <sup>f-i</sup>	2.85 <sup>cde</sup>	4.31 <sup>a</sup>	3.25 <sup>ab</sup>
Shell appearance	25	polystyrene	0.85 <sup>d-h</sup>	0.65 <sup>g-l</sup>	0.7 <sup>f-k</sup>	1.2 <sup>bc</sup>	0.65 <sup>g-l</sup>	1.1 <sup>bcd</sup>	1.15 <sup>bc</sup>
	25	polyethylene	0.45 <sup>kl</sup>	0.8 <sup>e-i</sup>	0.95 <sup>c-f</sup>	0.9 <sup>c-f</sup>	0.85 <sup>d-h</sup>	0.4 <sup>l</sup>	0.6 <sup>h-l</sup>
	45	polystyrene	0.9 <sup>c-g</sup>	0.55 <sup>i-l</sup>	0.5 <sup>ijkl</sup>	1.0 <sup>b-e</sup>	0.5 <sup>ijkl</sup>	0.75 <sup>e-j</sup>	1.1 <sup>bcd</sup>
	45	polyethylene	0.75 <sup>e-j</sup>	1.15 <sup>bc</sup>	1.25 <sup>b</sup>	1.7 <sup>a</sup>	0.95 <sup>c-f</sup>	1.55 <sup>a</sup>	1.25 <sup>b</sup>

Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 according the LSD test

## ۳-۱-۲-عطر و بو

بر اساس نظر ارزیاب‌ها، میزان عطر و بوی نامطلوب در روز ۲۵ انبارمانی در بسته‌های موجود در بسته‌بندی‌های پلی‌استیرن بیشتر از بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن بود؛ ولی در روز ۴۵ انبارمانی در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن این فاکتور بیشتر بود. بیشترین میزان عطر و بوی نامطلوب در روز ۴۵ به تیمار اسید آسکوربیک ( غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن مربوط می‌شد و کمترین این میزان در روز ۲۵ انبارمانی مربوط به تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌اتیلن و در روز ۴۵ انبارمانی مربوط به تیمار اسید آسکوربیک (۱۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌استیرن بود (جدول ۲).

## ۳-۱-۳-طعم و مزه

در طی دوره‌ی انبارمانی از کیفیت طعم و مزه مغز بسته به‌طور

معنی‌داری کاسته شد. اکثر تیمارها با پوشش پلی‌استیرن در طی افزایش دوره‌ی انبارمانی دچار طعم نامطلوب شدند بطوریکه در روز ۴۵ انبارمانی شدت آن افزایش یافت. در بین تیمارها اسید اسکوربیک ( غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌استیرن، با اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد ( آب مقطر)، کمترین میزان کیفیت را در دوره‌ی ۴۵ روزه‌ی انبارمانی نشان داد؛ که اختلاف معنی‌داری با اسید آسکوربیک (غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام) و اسید سیتریک ( غلظت ۱/۵ درصد) با همان بسته‌بندی نداشت. تیمارهای پوشش پلی‌اتیلن طعم مناسب‌تری داشتند که در بین آن‌ها اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ و ۲۵ پی‌پی‌ام) در روز ۴۵ انبارمانی و تیمار آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) و اسید سیتریک ( غلظت ۱ و ۱/۵ درصد) در روز ۲۵ انبارمانی بهترین طعم را داشتند (جدول ۲).

**Table 2** Effect of antioxidant compounds and plastic packs on sensory properties of pistachio during storage

Parameters	Storage period (day)	Cover	Control	Cit 1%	Cit 1.5%	Cit 2%	Asco 15ppm	Asco 25ppm	Asco 35ppm
aroma	25	polystyrene	1.3 <sup>b-e</sup>	1.2 <sup>c-f</sup>	1.35 <sup>bcd</sup>	1.43 <sup>b</sup>	1.1 <sup>ef</sup>	1.1 <sup>ef</sup>	1.4 <sup>bc</sup>
		Polyethylene	0.75 <sup>gh</sup>	0.55 <sup>h-j</sup>	0.4 <sup>j</sup>	0.75 <sup>gh</sup>	0.45 <sup>j</sup>	0.35 <sup>j</sup>	0.75 <sup>gh</sup>
	45	polystyrene	0.8 <sup>g</sup>	0.45 <sup>j</sup>	0.5 <sup>ij</sup>	0.55 <sup>hij</sup>	0.35 <sup>j</sup>	0.4 <sup>j</sup>	0.7 <sup>ghi</sup>
		polyethylene	1.15 <sup>d-f</sup>	0.8 <sup>g</sup>	1.05 <sup>f</sup>	1.2 <sup>c-f</sup>	1.25 <sup>bf</sup>	1.45 <sup>b</sup>	1.85 <sup>a</sup>
Taste and flavor	25	polystyrene	1.3 <sup>c</sup>	1.2 <sup>cd</sup>	1.3 <sup>c</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.1 <sup>d</sup>	1.1 <sup>d</sup>	1.25 <sup>cd</sup>
		polyethylene	0.7 <sup>f</sup>	0.5 <sup>g</sup>	0.4 <sup>g</sup>	0.7 <sup>f</sup>	0.35 <sup>g</sup>	0.9 <sup>e</sup>	0.75 <sup>ef</sup>
	45	polystyrene	1.25 <sup>cd</sup>	1.15 <sup>cd</sup>	1.63 <sup>ab</sup>	1.27 <sup>cd</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.6 <sup>ab</sup>	1.75 <sup>a</sup>
		polyethylene	0.85 <sup>ef</sup>	0.7 <sup>f</sup>	0.7 <sup>f</sup>	0.75 <sup>ef</sup>	0.4 <sup>g</sup>	0.4 <sup>g</sup>	0.7 <sup>f</sup>

پلی‌اتیلن باشد. پوشش پلی‌اتیلن، صرف‌نظر از نوع ترکیب گازی به‌کار رفته، با ممانعت از افت وزن محصول، حفظ خصوصیات ارگانولپتیکی و بصری، با ایجاد میکرواتمسفر اشباع از رطوبت در اطراف محصول از پیر شدن پوست میوه جلوگیری کرده، ضمن افزایش عمر انباری سبب حفظ کیفیت و بازارپسندی و طراوت و شادابی پوست انار [۲۰] و زغال اخته [۱۱ و ۲۱] شد. تیمار اسید آسکوربیک (۱۵ پی پی ام) تا روز ۲۵ انبارمانی بهترین کیفیت از نظر قهوه‌ای شدن پوسته‌رویی را داشت و در واقع تفاوتی با روز صفر نداشت زیرا اسید آسکوربیک با احیای کوئینون و تبدیل آن به ترکیبات فنل اولیه مانع از انجام واکنش‌های بعدی که منجر به تولید رنگدانه می‌شود، می‌گردد و به این ترتیب از قهوه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری می‌کند. قهوه‌ای شدن پوسته استخوانی نیز در تیمار اسید آسکوربیک (۲۵ پی‌پی‌ام) تا روز ۲۵ انبارمانی در کمترین میزان قرار داشت. در اکثر تیمارهای اسید آسکوربیک

یکی از عوامل مؤثر در کاهش کیفیت ظاهری پوسته‌رویی و پوسته‌استخوانی عدم استحکام کافی پوشش‌های پلاستیکی است، که باعث می‌شود هنگامیکه بسته‌بندی‌ها روی هم قرار می‌گیرند، به بسته‌بندی‌های تحتانی فشار آورده و باعث صدمه به نمونه‌های درون آن‌ها می‌شود، در نتیجه به علت آسیب به غشای سلولی، آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز فعال شده، ترکیبات فنلی را به اورتوکوئینون‌ها اکسید کرده، سبب قهوه‌ای شدن و کاهش کیفیت پوسته‌ها می‌شود [۱۹]. کیفیت ظاهری محصول بستگی به خصوصیات فیزیولوژیکی از جمله حفظ آماس و رطوبت سلول‌ها دارد. از دست دادن رطوبت کیفیت ظاهری میوه را کاهش می‌دهد که منجر به از دست دادن آماس و متعاقب آن نرم شدن محصول می‌شود. در این پژوهش از دست‌رفتن رطوبت، در پوشش‌های پلی‌اتیلن بیشتر از پلی‌استیرن بود در نتیجه دور از انتظار نیست که، وضعیت ظاهری پوسته‌رویی و استخوانی پوسته‌های موجود در بسته‌بندی پلی‌استیرن بهتر از

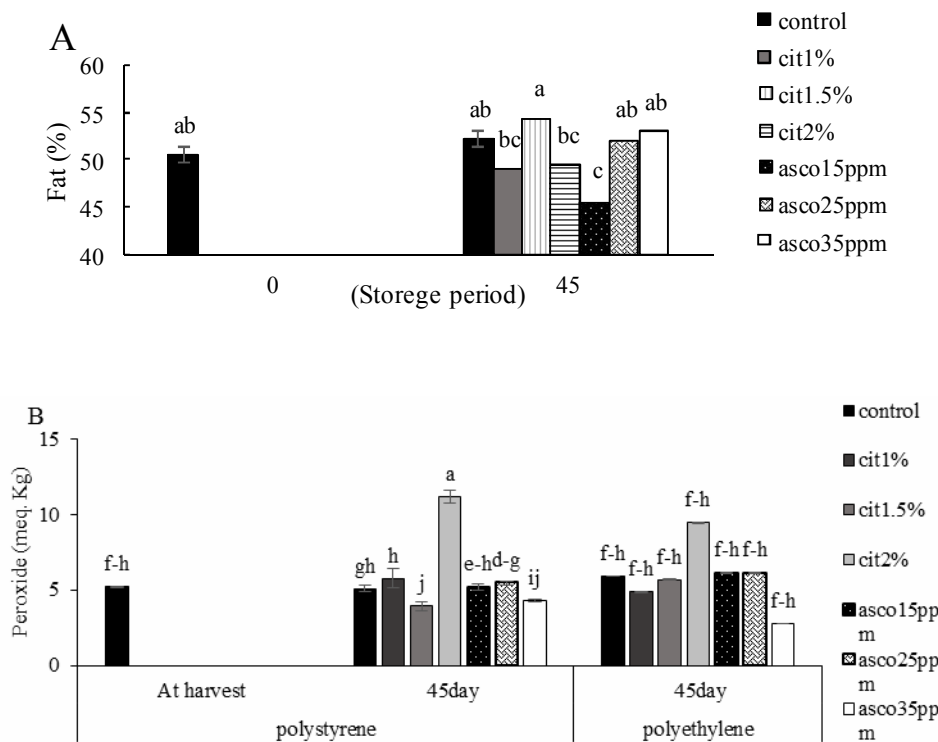
مشاهده شد؛ ولی در بقیه تیمارها افزایش یافت و بیشترین میزان مربوط به تیمار اسید سیتریک ۱/۵ درصد بود (شکل A-۱). عقیده بر این است که مقدار خالص محتوی چربی افزایش نمی‌یابد، اما میزان آب مغز و وزن کل در طی انبارمانی کاهش پیدا می‌کند و باعث می‌شود مقدار چربی نمونه از میزان اولیه بیشتر نشان داده شود. حفظ مقدار روغن را میتوان به اثر آنتی‌اکسیدانی فرآورده‌های حاصل از واکنش میلارد نسبت داد که باعث پایداری بیشتر روغن دانه‌ها در مقابل اکسیداسیون در طی نگهداری خواهد شد [۲۶].

بیشترین میزان عدد پراکسید در طی انبارمانی مربوط به روز ۴۵ در تیمار اسید سیتریک (غلظت ۲ درصد) با بسته‌بندی‌های پلی‌استیرن و بعد از آن در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن بود و کمترین میزان آن در تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌اتیلن مشاهده شد. تیمار شاهد (آب مقطر) در بسته‌بندی‌های پلی‌استیرن در طی انبارمانی، اختلاف معنی‌داری با روز صفر انبارمانی نداشت ولی در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن نسبت به روز صفر افزایش یافت (شکل B-۱). پراکسید اولین ترکیبی است که بعد از اکسیداسیون چربی‌ها و روغن‌ها بوجود می‌آید. وقتی که میزان پراکسید به اندازه‌ای معین رسید، تغییرات مختلفی صورت می‌گیرد که نتیجه آن، تولید مواد فرار آلدئیدی و کتونی است که باعث ایجاد بو و طعم نامطلوب در چربی و روغن می‌نماید [۴]. پسته تر به‌طور قابل‌توجهی به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنلی موجود در پوست نرم خارجی و پوست قهوه‌ای مغز آن کمتر در معرض اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع قرار می‌گیرد [۱]. کاهش در میزان عدد پراکسید در تیمار اسید اسکوربیک (غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) به این دلیل است که، اسید اسکوربیک می‌تواند رادیکال آزاد ایجاد شده در واکنش اکسیداسیون را جذب نموده و باعث کاهش پراکسید شود هم چنین اسید اسکوربیک باعث حذف اکسیژن گشته و در نتیجه اکسیداسیون چربی کاهش می‌یابد [۲۶]. نتایج نشان داده میزان عدد پراکسید پسته با افزایش غلظت اسید اسکوربیک کاهش یافت و در غلظت (۲۰ پی‌پی‌ام) کمترین میزان عدد پراکسید مشاهده شد [۴].

و اسید سیتریک در روز ۴۵ انبارمانی وضعیت خوبی نسبت به شاهد مشاهده نشده است، می‌تواند به این علت باشد که اثر این اسیدها در جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی موقتی است و پس از اینکه کاملاً احیا شدند، اثر خود را به عنوان یک ماده ضدقهوه‌ای از دست می‌دهد. [۲۲]. پوشش پلی‌اتیلن در حفظ کیفیت طعم و مزه‌ی پسته تأثیر داشت و در تمامی تیمارها این فاکتور در پوشش پلی‌اتیلن با کیفیت بالاتری نسبت به پوشش دیگر قرار داشت. بنابراین اتمسفر تغییر کرده در اطراف میوه‌ها تأثیری بر شدت تنفس میوه نداشته و میوه را دچار تنفس بی‌هوازی نکرده است. هم‌نظر با این نتایج محققین بیان کردند که استفاده از پوشش پلی‌اتیلن عمر انبارمانی مرکبات را دو برابر کرده بدون اینکه میوه دچار تنفس غیرهوازی و تولید الکل گردد [۲۳]. نتایج آزمایش بر روی گریپ‌فروت هم نشان‌دهنده‌ی همین موضوع است [۲۴]. از طرف دیگر در پوشش‌های پلی‌استیرن به علت نفوذپذیری کمتر به گازها تنفس بی‌هوازی صورت گرفته در نتیجه طعم پسته‌ها در این بسته‌بندی نامطلوب شده است. بر خلاف این نتایج داوودی و همکاران بیان کردند که طعم توت خشک در بسته‌بندی‌های پلی‌استیرن نسبت به پلی‌اتیلن بهتر حفظ شد [۱۶]. کمترین میزان کیفیت طعم در دوره‌ی ۴۵ روزه انبارمانی در تیمار اسید اسکوربیک (غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) در پوشش پلی‌استیرن مشاهده شد که دلیل این مسئله ممکن است به علت آن باشد که اسید اسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان قوی و عامل کلاته‌کننده است که اکسیژن را کاهش می‌دهد در نتیجه امکان دارد که غلظت بالای این اسید سبب تنفس بی‌هوازی و ایجاد طعم نامطلوب شده باشد [۲۵]. هم‌چنین غلظت کمتر آن (۱۵ و ۲۵ پی‌پی‌ام) در پوشش‌های پلی‌اتیلن طعم مطلوب‌تری نسبت به شاهد در روز ۴۵ انبارمانی داشت که مطابق این نتیجه در پژوهشی که توسط صداقت و همکاران (۱۳۸۸) بر روی پسته انجام شد، مشاهده گردید.

### ۳-۲- چربی و عدد پراکسید

در طی انبارمانی درصد چربی در تیمارهای اسیدسیتریک ۱ و ۲ درصد و اسید اسکوربیک ۱۵ پی‌پی‌ام کاهش پیدا کرد بطوریکه کمترین میزان این فاکتور در اسید اسکوربیک ۱۵ پی‌پی‌ام



**Fig 1** Interaction effects of treatment and storage period on total peroxide and fat of pistachio. length of time you can use it LSD is presented. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according the LSD test

ارتباط نزدیکی با فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیاپلاز دارد که به عنوان آنزیم اولیه ستر ترکیبات فنلی عمل می کند. از آنجایی که ترکیبات فنلی بسیار ناپایدار می باشد لذا مقدار ترکیبات فنلی بسیار متغیر می باشد. بررسی ها نشان می دهد که میزان فنل کل در طی دوره انبارمانی از گیل ژاپنی در بسته بندی های پلی اتیلن ابتدا افزایش و سپس تا پایان دوره انبارمانی به شدت کاهش و سپس افزایش یافت [۲۹]. کاهش مقدار فنل کل ممکن است به علت افزایش اکسیداسیون آنزیمی ترکیبات فنلی در طول انبارمانی باشد [۲۸]. کاربرد پوشش پلی پروپیلن سبب حفظ محتوای فنولیک، آنتوسیانین و فعالیت آنتی اکسیدانی آریل انار شد [۳۰].

میزان فعالیت آنتی اکسیدانی تا روز ۲۵ انبارمانی، در بسته بندی های پلی اتیلن بیشتر از پلی استیرن بود. بیشترین میزان این فاکتور مربوط به روز ۲۵ انبارمانی و تیمار شاهد (آب مقطر) در بسته بندی های پلی اتیلن بود که اختلاف معنی داری با اسید سیتریک (غلظت ۱ درصد) نداشت و بعد از آن اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی پی ام) دارای بیشترین میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی بود. کمترین میزان آن مربوط به تیمار اسید

### ۳-۳- ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی

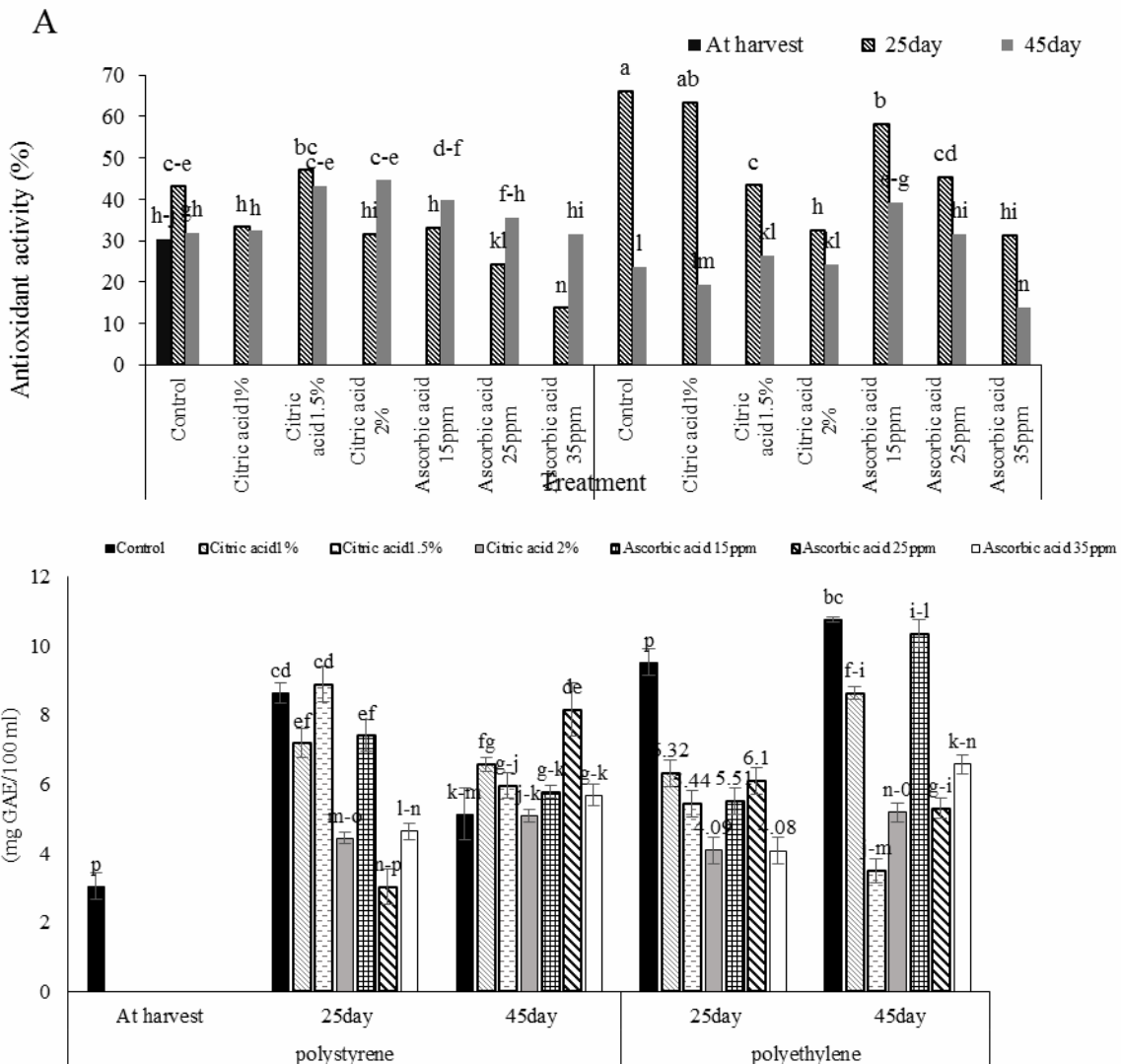
میزان فنول کل و فعالیت آنتی اکسیدانی در طی دوره انبارمانی در مغز پسته رقم "احمد آقایی" افزایش یافت. بیشترین میزان فنول کل بعد از گذشت ۴۵ روز انبارمانی، مربوط به تیمارهای اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی پی ام) و شاهد (آب مقطر) در بسته بندی های پلی اتیلن بود (شکل B-۱). کمترین میزان تغییرات فنول طی دوره انبارمانی، مربوط به تیمار اسید سیتریک (غلظت ۱/۵ درصد) در بسته بندی پلی اتیلن بود. برخی تیمارها از جمله اسید سیتریک (غلظت ۱/۵ درصد) در هر دو بسته بندی و تیمار شاهد (آب مقطر) در بسته بندی پلی استیرن تا روز ۲۵ انبارمانی افزایش در میزان فنول کل را نشان دادند و بعد از آن در روز ۴۵ انبارمانی، این فاکتور در آن ها کاهش پیدا کرد.

استفاده از پوشش پلی اتیلن بر روی انار رقم "شیشه کپ" سبب افزایش محتوای فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه های انار شد [۲۷]. تیمار میوه های توت فرنگی، سیب و هلو با اسید آسکوربیک باعث افزایش ترکیبات فنلی و ظرفیت جذب رادیکال های آزاد اکسیژن شد [۲۸]. افزایش ترکیبات فنلی



آنتی‌اکسیدانی در ازگیل قبل و بعد از دوره انبارمانی نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن تا روز ۲۰ پس از انبارمانی تغییر نمی‌کند، ولی بعد از آن کاهش می‌یابد [۳۲]. در این پژوهش با افزایش غلظت اسید آسکوربیک میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش پیدا کرد. مطابق این نتایج در آزمایشی که تأثیر غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک روی گلایی بررسی شد، نیز مشاهده شد؛ که نتایج نشان داد، غلظت ۰/۱۶ درصد اسید آسکوربیک فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به شاهد داشت ولی غلظت‌های ۰/۲۰ و ۰/۲۴ درصد اسید آسکوربیک در مقایسه با شاهد تأثیری در مهار رادیکال‌های DPPH نداشتند. که این امر را به دلیل مهار اثرات رادیکال‌های هیدروکسیل به جای استفاده از توانایی احیای هیدروژن، توسط غلظت‌های بالای اسید آسکوربیک دانستند [۲۵].

آسکوربیک (غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌استیرن بود که اختلاف معنی‌داری با روز ۴۵ انبارمانی همین تیمار با پوشش پلی‌اتیلن نداشت. بین تیمارهای مختلف اسید آسکوربیک، غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام بیشترین میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی را دارا بود و با افزایش غلظت آن، میزان این فاکتور کاهش یافت (شکل ۱-**A**). مطابق با این نتایج را محققین در استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در بسته‌بندی ازگیل ژاپنی به دست آوردند [۲۹]. در روز ۴۵ انبارمانی در پوشش‌های پلی‌استیرن میزان این فاکتور بیشتر از پوشش دیگر شد که دلیل این امر ممکن است به علت نفوذپذیری کمتر این پوشش باشد که سبب انجام واکنش‌های میکروبی تخمیر شده و در نتیجه استالندید تولید می‌شود که به‌طور مصنوعی سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود [۳۱]. بررسی ظرفیت



**Fig 2** Interaction effects of treatment and storage period on antioxidant activity and total polyphenol. length of time you can use it LSD is presented. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according the LSD test

کمترین میزان آنتوسیانین بعد از ۴۵ روز انبارمانی مربوط به تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی پی ام) در بسته بندی پلی استیرین می شد؛ در حالی که همین تیمار در بسته بندی پلی اتیلن بیشترین میزان آنتوسیانین را در روز ۴۵ انبارمانی دارا بود. هم چنین در روز ۲۵ انبارمانی نیز میزان این شاخص در تیمار اسید آسکوربیک (۲۵ پی پی ام) در پوشش پلی استیرین نسبت به بقیه تیمارها کمتر بود (جدول ۳).

### ۳-۴- رنگیزه آنتوسیانین، کلروفیل و کاروتنوئید

میزان آنتوسیانین مغز پسته با گذشت دوره انبارمانی، به طور معنی داری کاهش یافت. تنها دو تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی پی ام) و شاهد (آب مقطر) در بسته بندی پلی اتیلن، در روز ۴۵ انبارمانی شبیه روز صفر انبارمانی بودند.

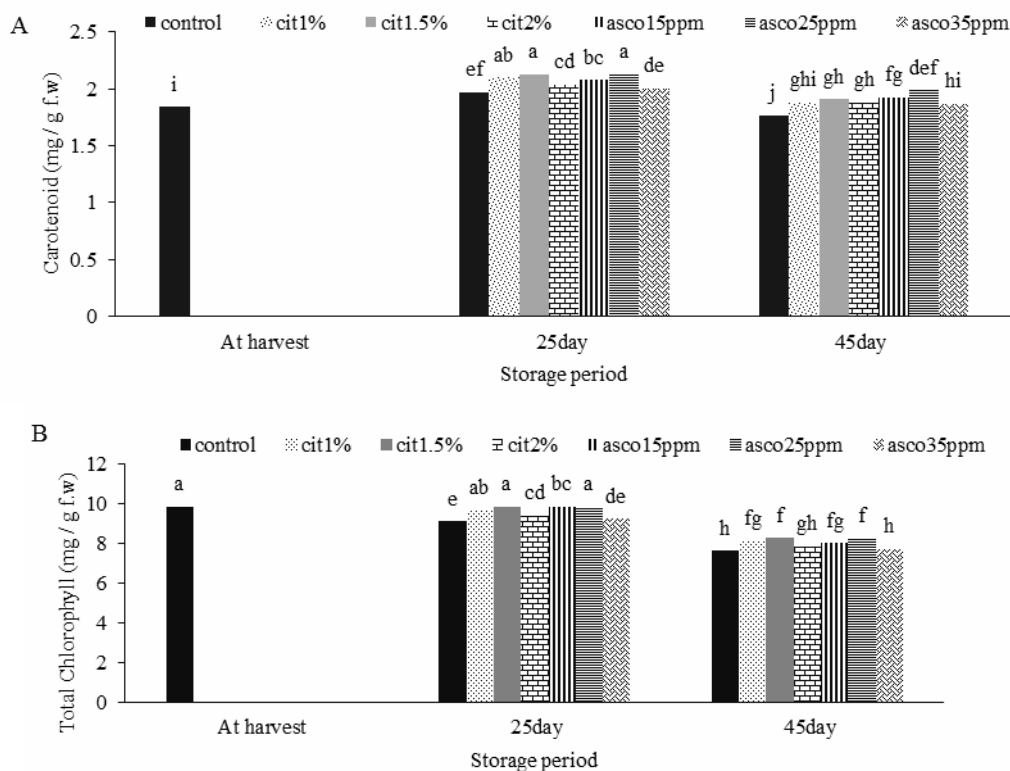
**Table 3** Effect of antioxidant compounds and plastic packs on pistachio anthocyanin during storage

Parameters	Storage period (day)	Cover	Control	Cit 1%	Cit 1.5%	Cit 2%	Asco 15ppm	Asco 25ppm	Asco 35ppm
Anthocyanin	At harvest		11.77 a						
	25	polystyrene	9.67 bc	8.05 de	9.66bc	4.97j-m	7.41 ef	4.52m	5.19j-m
		polyethylene	10.67 b	7.08efg	6.09f-l	4.58klm	6.09f-l	6.83 e-h	5.37h-m
	45	polystyrene	5.75 g-l	7.36 ef	6.66 e-i	5.09j-k	4.52m	9.13cd	6.37f-j
		polyethylene	12.4 a	9.68bc	4.59klm	5.81g-l	11.61 a	5.95f-l	7.15 e-g

شده اند، در نتیجه به دلیل آسیب مکانیکی که احتمالاً به آن ها وارد شده و هم چنین آسیب ناشی از تخریب سلول ها در اثر گذر زمان، میزان کاروتنوئید کاهش یافته است؛ دلیل کاهش کاروتنوئید می تواند به واسطه نقش این رنگیزه در محافظت روغن از اکسیداسیون باشد چراکه مقدار رادیکال آزاد اکسیژن در میوه های آسیب دیده به مقدار زیادی افزایش می یابد [۳۳]. دلیل افزایش این فاکتور در روز ۲۵ شاید به دلیل از دست رفتن آب و افزایش غلظت این رنگیزه ها باشد زیرا در بین دو پوشش مورد استفاده نیز، در پوشش پلی اتیلن که کاهش وزن بیش تری مشاهده شده، در روز ۲۵ مقدار این فاکتور بیشتر از پوشش دیگر می باشد. به خاصیت آنتی اکسیدانی این دو اسید باعث مهار رادیکال های آزاد می شود در نتیجه کاروتنوئید کمتری جهت مهار این رادیکال ها مصرف می شود. همچنین بین دو پوشش مورد استفاده، پوشش های پلی استیرین مقدار کاروتنوئید کمتری را نشان دادند که می تواند به علت ضخامت کمتر این پوشش ها نسبت به پوشش های پلی اتیلن باشد، که سبب آسیب مکانیکی بیش تر به نمونه های درون این پوشش ها شده باشد.

میزان رنگیزه کاروتنوئید در طی دوره انبارمانی، در تیمارهای مختلف ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. بیشترین میزان این فاکتور مربوط به روز ۲۵ انبارمانی در تیمار اسید سیتریک (غلظت ۱/۵ درصد) و اسید آسکوربیک (غلظت ۲۵ پی پی ام) بود که اختلاف معنی داری با تیمار اسید سیتریک (غلظت ۱ درصد) نداشتند. کمترین میزان رنگیزه کاروتنوئید در روز ۴۵ انبارمانی، در تیمار شاهد (آب مقطر) مشاهده شد (شکل ۳-۴).

گزارش شده است آنتوسیانین در پوست رویی مغز پسته تجمع یافته است و در تشکیل آن، تجمع قندها در بافت ها، شدت نور و دمای پایین بسیار مؤثر است. در بین کاروتنوئیدهای موجود در مغز پسته لوتئین و گزانتوفیل بیشترین مقدار را تشکیل می دهند و از پایداری بالایی در شرایط مختلف برخوردارند. از آن به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدانت قوی در مغز میوه پسته یاد می کنند [۳۳]. میزان کاروتنوئید در این پژوهش ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت که احتمالاً به دلیل عدم استحکام کافی پوشش ها، تا روز ۲۵ آسیب مکانیکی به نمونه ها وارد نشده ولی از روز ۲۵ به بعد به دلیل اینکه نمونه ها از سردخانه بیرون آورده شده و دوباره بعد از انجام آزمایشات به آنجا منتقل



**Fig 3** Interaction effects of treatment and storage period on total carotenoid and chlorophyll. length of time you can use it LSD is presented. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according the LSD test

انبارمانی می تواند به علت تبدیل کلروفیل در طی گذشت زمان به فتوفیتین باشد [۳۳].

#### ۴- نتیجه گیری

بر پایه نتایج آزمایشهای این پژوهش بهترین غلظت های مورد استفاده در این پژوهش اسید سیتریک (غلظت ۱/۵ درصد) و اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ و ۲۵ پی پی ام) بودند که بهتر از بقیه تیمارها خصوصیات کمی و کیفی را حفظ کردند. به نظر می رسد پوشش ها هرچند تا حدودی ویژگی های کمی و کیفی پسته را حفظ کردند ولی به دلیل عدم استحکام و تحمل فشار بسته هایی که روی هم قرار می گرفتند، کارایی مناسبی را از خود نشان ندادند. در این بررسی کیفیت ظاهری در پوشش های پلی استیرن بهتر از پوشش های پلی اتیلن حفظ شد ولی عطر و طعم، میزان رنگیزه های موجود در پسته مانند کلروفیل، آنتوسیانین و کاروتنوئید در بسته بندی های پلی اتیلن نتایج بهتری نشان داد. در مجموع پوشش پلی اتیلن و اسید آسکوربیک با غلظت ۱۵ و ۲۵ پی پی ام و اسید سیتریک با

بر طبق نتایج به دست آمده، میزان کلروفیل کل در تیمارهای مختلف با گذشت زمان، در طی دوره انبارمانی، روند کاهشی را داشته است. تیمارهای اسید سیتریک (غلظت ۱ و ۱/۵ درصد) و اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ و ۲۵ پی پی ام) تفاوت معنی داری بین میزان این فاکتور در روزهای صفر و ۲۵ انبارمانی مشاهده نشد ولی در بقیه تیمارها روند کاهشی بوده است (شکل ۳-ب). هم چنین در این پژوهش در طی ۲۵ روز انبارمانی میزان این شاخص در تیمارهای اسید سیتریک (۱ و ۱/۵ درصد) و اسید آسکوربیک (۱۵ و ۲۵ پی پی ام) نسبت به روز صفر تفاوت معنی داری نداشت و در واقع تا روز ۲۵ این تیمارها کلروفیل کل را حفظ کردند. مطابق تاثیر اسید آسکوربیک روی برخی ویژگی های رویشی و فیزیولوژیکی نعنای فلفلی در شرایط کشت بدون خاک نشان داد که اسید آسکوربیک باعث افزایش میزان کلروفیل در نمونه ها نسبت به شاهد می شود [۳۴]. احتمالاً غلظت بالای اسید آسکوربیک (۳۵ پی پی ام) و اسید سیتریک (۲ درصد) به علت افزایش فعالیت کلروفیلاز، باعث کاهش میزان کلروفیل نسبت به تیمارهای دیگر شد. روند کاهشی کلروفیل در طی دوره

- [10] Khoshnoudinia, S. Sedaghat, N. Radmard Ghadiri, G.H. 2013. Effect of gelatin edible coating containing antioxidant agents on hardness, and color of roasted pistachio nuts. *Journal of research and innovation in food science and technology*, 2 (4), 295 - 310.
- [11] Sheikhi, A. Mirdehghan, S.H. and Ferguson, L. 2019. Extending storage potential of de-hulled fresh pistachios in passive-modified atmosphere, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99, 3426–3433
- [12] Nazoori, F. Kalantari, S. Avanshah, A. and Talaie, A.R. 2017. The Effect of Different Storage Conditions on Quantitative and Qualitative Properties Ahmad Aghaie Fresh Pistachio. *Journal of Food Science and Technology*, 69(14), 65-74.
- [13] Adebisi AP, Adeyemi IA and Olorunda AO, 2002. Effects of processing conditions and packaging material on the quality attributes of dry-roasted peanuts. *Journal of the science of food and agriculture* 82(13): 1465-1471.
- [14] Shaker Ardakani, A., Roselina, K. 2013. Effect of different types of plastic packaging films on the moisture and aflatoxin contents of pistachio nuts during storage. *Food science technology*, 50(2):409–411.
- [15] Javanshah, A. Abdullahi, M. Shaker Ardakani, A. Mohammadi Ghahroodi, A. M. and Hokm Abadi, H. 2007. Technical and economic study and comparison of two types of plastic packaging in two packaging conditions (normal and under vacuum) and two storage conditions (normal and high humidity). Iran Pistachio Research Institute.
- [16] Ghiyafe Davoodi, M. Nikkhah, S.h. and Yaghoubi, S. A. 2010. Effect of pretreatment by ethyl oleate and packaging on qualitative characteristics of stored dried mulberry. *Journal of Food Science and Technology*, 7(1), 51-59.
- [17] De Ancos, B., Sgroppo, S., Plaza, L., Cano, M.P., 2002. Possible nutritional and health related value promotion in orange juice preserved by high pressure treatment. *Asian J Agric Food Sci.* 82(8), 790-796. <https://doi.org/10.1002/jsfa.109>
- [18] Seeram, N. P., Zhang, Y., Bowerman, S., Heber, D., 2008. Phytochemicals and Health Aspects of Pistachio (*Pistacia vera* L.). *Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects.* <https://doi.org/10.1201/9781420019391>.

غلظت ۱/۵ درصد بهتر از بقیه تیمارها خصوصیات کیفی و کمی بسته را حفظ کردند.

## ۵-منابع

- [1] Nazoori F, Kalantari, S. Doraki, N. Talaie, A.R. and Javanshah, A. 2015. Effect of harvest time, processing type and storage condition on preservation fresh and dried pistachios nuts, *Journal of Crops Improvement* 16 (4), 795-807.
- [2] Ferguson, L., Kader, A. and Thompson, T. 2005. Harvesting, transporting, processing and grading. *The Manual for the UCCE Pistachio Production Short Course.* 251 P.
- [3] Jalili Marandi, R. and Shafaei, Z. 2015. Effect of postharvest treatments of citric acid and salicylic acid on quality attributes of pear cv. sardrod fruit during storage, *Journal of Plant Productions*, 38(1), 131-143.
- [4] Soltaninejad, M. 2009. Temperature, antioxidant application and type of packaging on pistachio shelf life. Master thesis. Gorgan university of agricultural sciences and natural.
- [5] Khosrowshahi, A. and Zomorodi, S.H. 2007. control of Enzymatic browning IN pear slices by using citric acid, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 8(1), 75-84.
- [6] Rocculi, P., Romani, S. and Rosa, M. D. 2004. Evaluation of physico-chemical parameters of minimally processes apples packed in non-conventional modified atmosphere. *Food Research. International.* 37(4): 329-335.
- [7] Mansoori, A. and Khademi, O. 2016. Effects of Organic Acids Treatments with or without Ultra-Sonic Treatment on Increasing the Shelf Life of Fresh Cut Kiwifruit. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(18), 125-138
- [8] Faraji, N. Maftoonazad, N., Farahnaki, A. Badii, F. Hoseini, E. 2014. Study the effect of different treatments in control of browning in estahban intermediate moisture fig (cv. Sabz). *Journal of Food Science and Technology* 47 (12), 171-180.
- [9] Danielle, FPS; Leila, CRL, Elaine CC., Beatriz, G, Brasileiro, Luiz, CCS. 2012. Influence of the use of acids and films in post-harvest lychee conservation. *Food Science and Technology*, 59(6), 745-750.

- [27] Selahvarzi, I. Tehrani Far, A. 2013. Effect of essential oil of some medicinal plants and polyethylene packaging on quality and pomgranate. *Journal of Horticultural Science*, 27(3):318-325 [in persian].
- [28] Rababah, T., Ereifej, K. and Howard, L. 2005. Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins and color in fruits *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4444-4447.
- [29] Ashournezhad, M. Ghasemnezhad, M. 2012. Effects of cellophane-film packaging and cold storage on the keeping quality and storage life of loquat fruit (*Eriobotrya japonica*). *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7, 2, 95-102.
- [30] Venkataramudu, K. Rajesh, SM. Naik, Viswanath, M. and Chandramohan, G. 2018. Reddy Packaging and storage of pomegranate fruits and arils: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 6(6): 1964-1967
- [31] Stewart, D., Oparka, J., Johnstone, C., Innetta, P. P. M. and Davies, H. V. 1999. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on soft fruit quality. In: W. H. Macfarlane Smith., and T. D. Heilbronn (Ed), *Scottish Crop Research Institute, Chapman and Hall in association with a charitable company, Scotland, UK*, 119-124.
- [32] Cao, SF., Zheng, Y. H., Yang, Z. F., Li, N., Ma, S. J., Tang, S. S. 2007. Effects of storage temperature on antioxidant composition and antioxidant activity of loquat fruit. *Acta Horticulturalae*; 750: 471-6
- [33] Pumilia G, Cichon MJ, Cooperstone JL, Giuffrida D, Dugo G, Schwartz SJ. 2014. Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (*Pistacia vera* L.) during roasting. *Food Res Int*, 65:193–198.
- [34] Aliniaiefard, S. Rezaei-nejad, A. Sifi-Kalhor, M. Shahlaei, A. Aliniaiefard. A. 2009. Effect ascorbic acid on some vegetative and physiological traits of peppermint under soilless condition. 6th Iranian Horticultural Science Congress, July 25-22, Guilan University
- [19] Gheysarbigi, S. Mirdehghan, S.H. Ghasemnezhad, M. Nazoori, F. 2020. The inhibitory effect of nitric oxide on enzymatic browning reactions of inpackage fresh pistachios (*Pistacia vera* L.), *Postharvest Biology and Technology*, 159, 1-7.
- [20] Ranjbar, H., Hasanpour, M., Asgari Sarcheshmeh, M. H, Samizadeh Lahiji, H. A. And Bani Assadi, A.S. 2007. Effect of calcium chloride, hot water and polyethylene coating on storage life and quality of pomegranate fruit (*malas saveh*). *Journal of Food Science and Technology*, 4(13), 1-10.
- [21] Mohebbi, S.h. Mostofi, Y. and Zamani, Z. 2015. Quality Maintenance and Storability Extension of Cornelian Cherry Fruit by Modified Atmosphere Packaging, *Journal of Crop Production and Processing*, 5 (15), 155-165.
- [22] Hosseini, M., Mostafavi, M., Hadavi, A. and Rezai, M. 2012. Investigation of ascorbic acid, citric acid and sodium metabisulfite on physicochemical and organoleptic properties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) Jahangiri cultivar. *Journal of Horticultural Sciences*, 26 (1): 63-67.
- [23] Ben- Yehoshua, Sh., Shapiro, B., Even Chen, Z., and Lurie, S. 1983. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiology*, 73:87-93.
- [24] Purvis, A. C. 1983. Effects of film thickness and storage temperature on water loss and interval quality of seal packaged grape fruits. *American Society Horticultural Science*, 108: 562-566.
- [25] Jiang, G. H., Kim, Y. M., Nam, S. H., Yim, S. H. and Eun, J. B. 2016. Enzymatic browning inhibition and antioxidant activity of pear juice from a new cultivar of Asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Sinhwa) with different concentration of ascorbic acid. *Food Science and Biotechnology*, 25(1): 153-158
- [26] Nikzade V, Sedaghat N. Studying the effects of roasting temperature, formulation and storage on pistachio oil quality and its sensory attributes. *J Food Sci Technol* 2009; 6 (3): 45-54 [in persian].

## Study of Ahmad aghaei pistachio storage with citric acid, ascorbic acid, polyethylene and polystyrene pack

Nazoori, F. <sup>1\*</sup>, Shafeie, R. <sup>2</sup>, Mirdehghan, S. H. <sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
- 2.: Master of Science, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
3. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

(Received: 2019/10/26 Accepted: 2020/09/02)

Pistachio is one of the most popular nuts in the world because of its taste and nutritional properties. Mostly, its consumed dry in harvest period. Major factors limiting for shelf life of pistachios are browning and water accumulation. In this study, the effects of citric acid (1, 1.5 and 2%) and ascorbic acid (15, 25 and 35 ppm) and two types of plastic packs (polyethylene and polystyrene) on storage life (days 0, 25 and 45), Ahmad aghaie pistachio was studied. According to panelists, the use of acid treatments for 25 day of storage was able to maintain the appearance and taste characteristics of pistachio and since then there was no significant difference between treatment and the control sample. Pistachios treated with 15 ppm ascorbic acid in polystyrene pack were more favorable in appearance and browning than polyethylene pack. The maximum of phenol was related to ascorbic acid treatments (15 ppm) in polyethylene pack. Anthocyanin and chlorophyll amount decreased during storage, but carotenoids first increased and then decreased. Pistachio pigments such as chlorophyll, anthocyanin and carotenoids were preserved in polyethylene packages than polystyrene. Citric acid treatment (1.5%) had the maximum percentage of fat. Overall, the polyethylene pack and ascorbic acid 15 and 25 ppm and citric acid 1.5% concentration maintained the qualitative and quantitative properties of pistachio.

**Key words:** Antioxidant activity, Pistachio pigments, Quantitative and qualitative characteristics

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: f.nazoori@vru.ac.ir