**علمی پژوهشی**

# مطالعه اثر اسید آسکوربیک و اسید سیتریک با بسته بندی پلی‌اتیلن و پلی‌استیرن بر انبارمانی پسته تر احمد آقایی

فاطمه ناظوری[1*]، ریحانه شافعی[2]، سید حسین میردهقان[3]

۱- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران
۲- دانش‌آموخته 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 /۰۸/۰٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰٦/۱۰)**

## چکیده

پسته (*Pistacia vera*) به‌واسطه‌ی داشتن طعم و ویژگی‌های تغذیه‌ای ارزشمند از محبوب‌ترین دانه‌های آجیلی دنیاست. عرضهٔ 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 (پلی‌اتیلن و پلی‌استیرن) بر عمر انبارمانی (روز صفر، ۲۵ و ٤۵) پسته تر رقم 'احمدآقایی مورد بررسی قرار گرفت. از نظر ارزیاب 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 پلی‌استیرن، بسته‌بندی شده بودند ازنظر وضعیت ظاهری و قهوه‌ای شدن نسبت به پوشش پلی‌اتیلن مطلوبیت بیشتری داشتند. بعد از گذشت ٤۵ روز انبارمانی بیشترین میزان فنل، مربوط به تیمارهای اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن 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 بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن بهتر از پلی‌استیرن حفظ شد. بیشترین میزان درصد چربی در تیمار اسید سیتریک (۱/۵ درصد) مشاهده شد. در مجموع پوشش پلی‌اتیلن و اسید آسکوربیک با غلظت ۱۵ و ۲۵ پی‌پی‌ام 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 کم‌آبی، عدم تأمین نیاز سرمایی، نحوه فرآوری، انبارداری و همچنین بسته‌بندی مناسب جزو مهم‌ترین‌ها هستند. مصرف پسته تر به دلیل سالم بودن و ارزش غذایی بالاتر نسبت به پسته خشک، اهمیت زیادی دارد. روش‌های متداول خشک‌کردن به دلیل سخت‌شدن سطح محصول و استفاده از دمای بالا در مدت زمان طولانی، باعث کاهش کیفیت و افزایش هزینه‌ها می‌شود این در صورتی است که پسته تر طعم مطلوب‌تر 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 انبارمانی 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 می‌شود [۱]. پسته تر همانند سایر میوه های آب‌دار، 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 زنجیرهٔ 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 فعالیتهای اکسیداسیون، محقق می گردد [۱].

روش‌های 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 ارگانیگ 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]. آنتی‌اکسیدان‌ها کاربرد وسیع و گسترده‌ای بر ماندگاری مواد غذایی و خصوصاً جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها دارند [٤]. قهوه‌ای 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 پلی‌مرهای رنگی در اثر واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی است که موجب آسیب به بافت، عطر، طعم و حتی ظاهر میوه می شود. کاهش پی‌اچ با استفاده از اسید راهی مناسب برای جلوگیری از این نوع واکنش‌هاست، زیرا فعالیت اپتیمم پلی فنل اکسیداز در پی‌اچ بین ۵ تا ۷ است. با افزودن بعضی از اسیدهای ارگانیک قابل مصرف نظیر اسید آسکوربیک، اسید سیتریک، اسید مالیک، می‌توان فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز را مهار کرد [۵]. در بین آنتی‌اکسیدان‌ها، اسید سیتریک و اسید آسکوربیک به صورت گسترده به منظور جلوگیری از فرآیند قهوه ای شدن و کاهش جمعیت میکروب‌ها در میوه ها استفاده می شود. اسیدآسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان فعال طبیعی است. اسید سیتریک[1] 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 محلول‌های آبی ۰/۵ درصد اسید آسکوربیک و ۰/۵ درصد اسیدسیتریک منجر به کاهش قهوه‌ای شدن آنزیمی برش‌های سیب رقم گلدن‌دلیشز و افزایش شاخص درخشندگی گردید [٦]. مصرف اسید سیتریک یک میلی مولار در گلابی رقم سردرود باعث تأخیر در رسیدن و پیری و حفظ ویژگیهای کمی و کیفی محصول گردیده است [۳]. تیمارهای اسیدسیتریک 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

1. ۲هیدروکسی پروپان، -۳و ۲و۱ تری کربوکسیلیک اسید

شد [۷]. افزودن اسیدسیتریک ۳،۲،۱ درصد و کلریدکلسیم ۱/۵ درصد به انجیر، شاخص درخشندگی (L* ) نسبتاً مطلوبی را ایجاد کرد [۸]. اسیدسیتریک در غلظت ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر به‌طور بسیار مؤثری از قهوه‌ای شدن میوه لیچی جلوگیری می‌کند. اسیدسیتریک به‌عنوان عامل کلاته‌کننده عمل کرده و مس را از دسترس آنزیم خارج می‌سازد چرا که این آنزیم بدون وجود عنصر مس قادر به فعالیت نمی‌باشد 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. مهم‌ترین فواید بسته‌بندی، شامل کاهش تنفس، کاهش تولید و حساسیت اتیلن، کند شدن روند نرم‌شدن 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 پسه با پوست تر درانبار با دمای ۱±٤ درجه سانتی گراد می تواند ویژگیهای کیفی و کمی پسته تر احمدآقایی را تا ٤٥ روز حفظ نماید [۱۲]. بررسی اثر دو نوع بسته بندی بر روی عدد پراکسید، تیوبابیوتیک و آزمون حسی بادام زمینی خام و برشته نشان داد که پلی پوشش پروپیلن با ضخامت ٤٥ میکرومتر نسبت به پلی اتیلن با ضخامت ۱۸ میکرومتر عملکرد بهتری دارد [۱۳]. در پژوهشی تأثیر انواع مختلف پوشش‌های پلاستیکی انعطاف‌پذیر (پلی‌اتیلن سبک، پی‌وی‌سی، نایلون (پلی‌آمید/پلی‌اتیلن)، پلی آمید/پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن ترفتالات) بر روی انبارمانی پسته خشک نشان از افزایش میزان رطوبت در طی انبارمانی و در نتیجه افزایش میزان آفلاتوکسین داشت. همه‌ی تیمارها به جز پلی‌اتیلن سبک باعث تأخیر در جذب آب و افزایش افلاتوکسین شدند. بهترین نوع بسته‌بندی برای حفظ کیفیت و انبارمانی پسته فیلم پلی‌اتیلن ترفتالات بود که عمرانبارمانی را از ۲ ماه به ۵ ماه افزایش داد [١٤]. اثر دما، کاربرد آنتی اکسیدان و نوع بسته بندی بر پسته تر رقم اوحدی نشان داده دمای ٤درجه سانتی گراد، اسید آسکوربیک ۲۰ پی پی ام و پوشش پلی پروپیلن مناسب ترین شرایط جهت نگه‌داری این رقم است [٤]. 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 قارچ های مولد آفلاتوکسین در بسته بندی تحت خلا و با پلاستیک هشت لایه، حتی در مرطوبترین شرایط می شود [۱۵]. نگهداری توت تیمارشده 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 [١٦]. 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 پلی‌اتیلن و پلی‌استیرن بر ماندگاری پسته تر رقم "احمدآقایی" و برخی از خصوصیات کیفی و کمی آن مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### 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 ١٣٩٤ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار در هفت سطح (شاهد با آب مقطر، اسید آسکوربیک با غلظت ۱۵، ۲۵، ۳۵ پی‌پی‌ام، اسید سیتریک با غلظت ۱ و ۱/۵ و ۲ درصد به مدت سه دقیقه) دوره نگهداری در سه سطح (روز صفر ، ۲۵ و ٤٥روز بعد از انبارمانی) و پوشش پلاستیکی در دو سطح (پلی‌اتیلن و پلی‌استیرن) بود. اواخر شهریور ماه ١٣٩٤پسته تازه احمدآقایی از درختان ۳۰ ساله با پایه‌ی بادامی زرندی، موجود در باغ‌های منطقه حوض‌دق در شهرستان کرمان تهیه شد. نمونه‌گیری به‌طور تصادفی از تمام قسمت‌های درختان پسته که ٪۸۰-۷۰ پوسته‌نرم پسته به راحتی از پوست استخوانی جدا شده و

پوست سبز پسته به رنگ صورتی و کرم تغییر رنگ داده بود انجام و بعد از انتقال به آزمایشگاه پسته سالم و یکنواخت از پسته‌های صدمه‌دیده و نارس جدا شدند. بعد از اعمال تیمارها به مقدار ۱۸۰ گرم در دو نوع پوشش پلی‌اتیلن و پلی‌استیرن توزین و توسط دستگاه سیل کن دستی بسته بندی شد و در سردخانه با دمای ۱±۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵± ۸۵ درصد قرار گرفتند. اندازه‌گیری صفات کیفی و کمی موردنظر 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 پسته‌ها براساس 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 فاکتورعطر 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 ویژگی‌ها مورد بررسی قرار گرفت [۱۲].

## ۲-۳-درصد چربی

برای محاسبه درصد چربی ۲۰ گرم از نمونه خشک‌شده 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 بالن‌ها حاوی ۳۵۰ میلی‌لیتر ان-هگزان بودند. چربی‌گیری با استفاده از حلال ان-هگزان با نقطه جوش ۱۸۰ به مدت سه ساعت انجام گرفت. پس از این مدت نمونه‌های داخل کاغذ صافی از دستگاه خارج و به مدت ٦ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، سپس مجدداً نمونه‌ها توزین گردیده و با محاسبه اختلاف وزن نمونه قبل از چربی‌گیری و بعد از آن، میزان چربی بر حسب درصد (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) در نتایج بیان گردید [۱۲].

## ۲-٤- عدد پراکسید

۵ گرم از روغن استخراج شده در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. ۲۵ میلی‌لیتر حلال پراکسید (مخلوط استیک اسید و کلروفرم به نسبت ۳ به ۲) و بعد از ۵ دقیقه ۱ میلی‌لیتر محلول یدور پتاسیم اشباع به آن اضافه شد. مخلوط به مدت یک دقیقه در جای تاریک قرار داده و گهگاهی به هم زده می‌شد. در مرحله بعد ۲۵ میلی‌لیتر 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 میلی‌اکی-والان در کیلوگرم توسط فرمول زیر محاسبه شد [۱].

وزن نمونه (gr)/ مقدار مصرفی تیوسولفات سدیم(ml)×نرمالیته تیوسولفات سدیم×۱۰۰۰= عدد پراکسید

## ۲-۵- ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

به منظور اندازه گیری ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ابتدا عصاره‌گیری از میوه با بافر فسفات که از محلول‌های $K_2HPO_4$ و $KH_2PO_4$ با پ هاش ۷/۸ تهیه می‌شود، صورت گرفت. برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی میزان ۱۰۰ میکرولیتر روشناور عصاره با ٤۰۰ میکرولیتر بافر فسفات، ۲/۵ میلی‌لیتر فولین۱:۱۰ و ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷.۵ درصد رقیق شده و پس از ورتکس به مدت ۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس میزان جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷٦۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان ترکیبات فنلی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار بر حسب معادل میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه گردید [۱۷]. تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از DPPH انجام شد [۱۷]. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره مغز پسته با ۹۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH ۵۰۰ میکرومولار 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 آنتی‌اکسیدانی محاسبه شد:

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

عدد ضریب تصحیح: عدد قرائت شده مربوط به آمیخته حاوی

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 کارتنوئید

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 ٤ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری و سپس جذب محلول با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ٦٤٩ و ٦٦٥ و ٤٧٠ نانومتر خوانده شد. جهت تنظیم دستگاه اتانول ٪۹۶ مورد استفاده قرار می‌گیرد. غلظت رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئید با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد [۱۸].

$Chl_a = (۱۳/۹۵\ A665 - ٦/۸۸\ A649)$ $Chl_b = (۲٤/۹٦\ A649 - ۷/۳۲\ A665)$

$Chl_T = (Chl_a + Chl_b)$ $C_{R+C} = (1000A_{470} - ۲/۰۵\ Chl_a - ۱۱٤/۸\ Chl_b) / 245$

در این فرمول Chla ، Chlb ، ChlT و $C_{R+C}$ به ترتیب غلظت کلروفیل a ،کلروفیل b ، کلروفیل کل و کاروتنوئید می‌باشند. به منظور اندازه گیری 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-TURRAXمدل basic IKT18 ساییده تا به صورت توده یکنواختی درآید و بعداز آن مخلوط حا صل به مدت ۱۰دقیقه با دور (٤۵۰۰) rpm سانتریفیوژ شدند؛ و فاز رویی آن در لوله های آزمایش ریخته شد . سپس ۱میلی لیتر از عصاره به همراه ٤ میلی لیتر از بافر HCL-KCl (pH=1) و بافر استات (pH=4.5 ) ریخته و سپس میزان جذب نور دو محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل T80 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltdدر طول موج ۵۲۰ نانومتر و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

$A_{جذب} = (A_{520pH1} - A_{700pH1}) - (A_{520pH4.5} - A_{700pH4.5})$

آنتوسیانین کل (mg/L) = $(A/30.200^a)\ (10^3)\ (433.2^b)\ (15^c)$

a = molar extinction conefficient 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 ملاحظه ای بین پوشش ها وجود نداشت. از نظر ارزیاب ها تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) با بسته‌بندی پلی‌استیرن، کیفیت ظاهری پوسته‌نرم 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.

**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 $^{m}$ | 1.4 $^{m}$ | 1.2 $^{mn}$ | 1.0 $^{o}$ | 0 $^{o}$ | 1.1 $^{mn}$ | 1.15 $^{mn}$ |
| | 25 | polyethylene | 2 $^{l}$ | 3.05 $^{a-c}$ | 2.75 $^{c-f}$ | 2.2 $^{j-l}$ | 2.25 $^{h-l}$ | 2.2 $^{i-l}$ | 2.1 $^{kl}$ |
| | 45 | polystyrene | 2.55 $^{eh}$ | 2.3 $^{i-l}$ | 2.55 $^{e-h}$ | 2.3 $^{g-k}$ | 2.15 $^{j-l}$ | 2.85 $^{c-e}$ | 2.9 $^{b-d}$ |
| | 45 | polyethylene | 2.45 $^{f-j}$ | 2.2 $^{cd}$ | 2.65 $^{d-g}$ | 2.5 $^{f-i}$ | 2.85 $^{cde}$ | 4.31 $^{a}$ | 3.25 $^{ab}$ |
| Shell appearance | 25 | polystyrene | 0.85 $^{d-h}$ | 0.65 $^{g-l}$ | 0.7 $^{f-k}$ | 1.2 $^{bc}$ | 0.65 $^{g-l}$ | 1.1 $^{bcd}$ | 1.15 $^{bc}$ |
| | 25 | polyethylene | 0.45 $^{kl}$ | 0.8 $^{e-i}$ | 0.95 $^{c-f}$ | 0.9 $^{c-f}$ | 0.85 $^{d-h}$ | 0.4 $^{l}$ | 0.6 $^{h-l}$ |
| | 45 | polystyrene | 0.9 $^{c-g}$ | 0.55 $^{i-l}$ | 0.5 $^{jkl}$ | 1.0 $^{b-e}$ | 0.5 $^{jkl}$ | 0.75 $^{e-j}$ | 1.1 $^{bcd}$ |
| | 45 | polyethylene | 0.75 $^{e-j}$ | 1.15 $^{bc}$ | 1.25 $^{b}$ | 1.7 $^{a}$ | 0.95 $^{c-f}$ | 1.55 $^{a}$ | 1.25 $^{b}$ |

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 پسته‌های موجود در بسته‌بندی‌های پلی‌استیرن بیشتر از بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن بود؛ ولی در روز ٤٥ انبارمانی در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن این فاکتور بیشتر بود. بیشترین میزان عطر و بوی نامطلوب در روز ٤٥ 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 ٤٥ انبارمانی مربوط به تیمار اسید آسکوربیک (۱۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌استیرن بود (جدول۲).

**۳-۱-۳-طعم و مزه**

در طی دوره‌ی انبارمانی از کیفیت طعم و مزه مغز پسته به‌طور معنی‌داری کاسته شد. اکثر تیمارها با پوشش پلی‌استیرن در طی افزایش دوره‌ی انبارمانی دچار طعم نامطلوب شدند بطوریکه در روز ٤٥ 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 ٤٥ 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 ٤٥ 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 $^{b-e}$ | 1.2 $^{c-f}$ | 1.35 $^{bcd}$ | 1.43 $^{b}$ | 1.1 $^{ef}$ | 1.1 $^{ef}$ | 1.4 $^{bc}$ |
| | | Polyethylene | 0.75 $^{gh}$ | 0.55 $^{h-j}$ | 0.4 $^{j}$ | 0.75 $^{gh}$ | 0.45 $^{j}$ | 0.35 $^{j}$ | 0.75 $^{gh}$ |
| | 45 | polystyrene | 0.8 $^{g}$ | 0.45$^{j}$ | 0.5 $^{ij}$ | 0.55 $^{hij}$ | 0.35 $^{j}$ | 0.4 $^{j}$ | 0.7 $^{ghi}$ |
| | | polyethylene | 1.15 $^{d-f}$ | 0.8 $^{g}$ | 1.05 $^{f}$ | 1.2 $^{c-f}$ | 1.25 $^{bf}$ | 1.45 $^{b}$ | 1.85 $^{a}$ |
| Taste and flavor | 25 | polystyrene | 1. 3 $^{c}$ | 1.2 $^{cd}$ | 1.3 $^{c}$ | 1.5 $^{b}$ | 1.1 $^{d}$ | 1.1 $^{d}$ | 1.25 $^{cd}$ |
| | | polyethylene | 0.7 $^{f}$ | 0.5 $^{g}$ | 0.4 $^{g}$ | 0.7 $^{f}$ | 0.35 $^{g}$ | 0.9 $^{e}$ | 0.75 $^{ef}$ |
| | 45 | polystyrene | 1.25 $^{cd}$ | 1.15 $^{cd}$ | 1.63 $^{ab}$ | 1.27 $^{cd}$ | 1.5 $^{b}$ | 1.6 $^{ab}$ | 1.75 $^{a}$ |
| | | polyethylene | 0.85 $^{ef}$ | 0.7 $^{f}$ | 0.7 $^{f}$ | 0.75 $^{ef}$ | 0.4 $^{g}$ | 0.4 $^{g}$ | 0.7 $^{f}$ |

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 پسته‌ها 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 نرم‌شدن محصول می‌شود. در این پژوهش از دست‌رفتن رطوبت، در پوشش‌های پلی‌اتیلن بیشتر از پلی‌استیرن بود در نتیجه دور از انتظار نیست که، وضعیت ظاهری پوسته رویی و استخوانی پسته‌های موجود در بسته‌بندی پلی‌استیرن بهتر از 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 [۱۱و ۲۱] شد. تیمار اسیدآسکوربیک (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 واکنش های بعدی که منجر به تولید رنگدانه می شود، 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

و اسید سیتریک در روز ٤٥ انبارمانی وضعیت خوبی نسبت به شاهد مشاهده نشده است، می‌تواند به این علت باشد که اثر این اسیدها در جلوگیری از قهوه‌ای‌شدن آنزیمی موقتی است و پس از اینکه کاملاً احیا شدند، اثر خود را به عنوان یک ماده ضدقهوه‌ای از دست‌می‌دهد. [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 [٢٤]. 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 [١٦]. کمترین میزان کیفیت طعم در دوره‌ی ٤٥ 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 آسکوربیک یک آنتی اکسیدان قوی و عامل کلاته کننده 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 ٤٥ 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

درطی انبارمانی درصد چربی در تیمارهای اسیدسیتریک ۱و ۲ درصد و اسید آسکوربیک ۱۵ پی‌پی‌ام کاهش پیدا کرد بطوریکه کمترین میزان این فاکتور در اسید آسکوربیک ۱۵ پی‌پی‌ام مشاهده شد؛ ولی در بقیه تیمارها افزایش یافت و بیشترین میزان مربوط به تیمار اسید سیتریک ۱/۵درصد 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 می کند و باعث می شود مقدار چربی نمونه ازمیزان اولیه بیشتر نشان داده شود. حفظ مقدار روغن را میتوان به اثر آنتی اکسیدانی فراورده‌های حاصل از واکنش میلارد نسبت داد که باعث پایداری بیشتر روغن دانه‌ها در مقابل اکسیداسیون در طی نگهداری خواهد شد [٢٦].

بیشترین میزان عدد پراکسید در طی انبارمانی مربوط به روز ٤٥ 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. وقتی‌که 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 [٤]. 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 آسکوربیک می‌تواند رادیکال آزاد ایجاد شده در واکنش اکسیداسیون را جذب نموده و باعث کاهش پراکسید شود هم چنین اسیدآسکوربیک باعث حذف اکسیژن گشته و درنتیجه اکسیداسیون چربی کاهش می‌یابد [٢٦]. نتایج نشان داده میزان عدد پراکسید پسته با افزایش غلظت اسید آسکوربیک کاهش یافت و در غلظت (۲۰ پی‌پی‌ام) کمترین میزان عدد پراکسید مشاهده شد [٤].

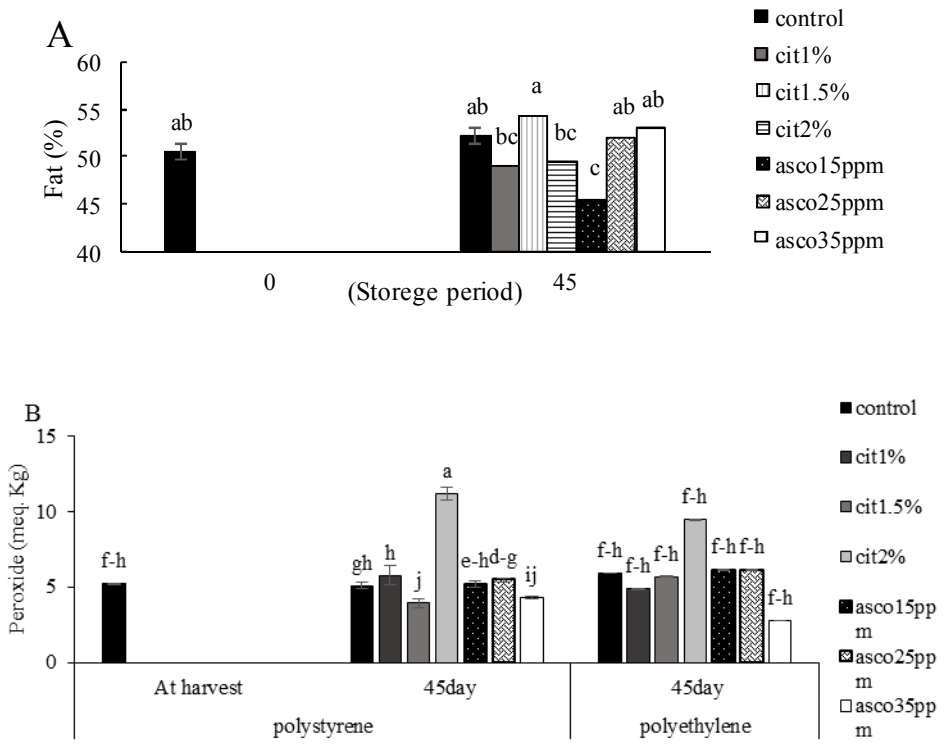


**Fig 1** Interaction effects of treatment and storage period on total peroxide and fat of pistachio. length of time you can use it LSD is presented. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at $p<0.05$ according the LSD test

## ۳-۳-ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

میزان فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی دوره انبارمانی در مغز پسته رقم "احمد آقایی" افزایش یافت. بیشترین میزان فنول کل بعد از گذشت ٤٥ 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 ٤٥ انبارمانی، این فاکتور در آن ها کاهش پیدا کرد.

استفاده از پوشش پلی‌اتیلن بر روی انار رقم "شیشه کپ" سبب افزایش محتوای فنولیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های انار شد [۲۷]. تیمار میوه‌های توت‌فرنگی، سیب و هلو با اسید آسکوربیک باعث افزایش ترکیبات فنلی و ظرفیت جذب رادیکال‌های آزاد اکسیژن شد [۲۸]. افزایش ترکیبات فنلی ارتباط نزدیکی با فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز دارد که به‌عنوان آنزیم اولیه سنتز ترکیبات فنلی عمل می‌کند. از آنجایی که ترکیبات فنلی بسیار ناپایدار می‌باشد لذا مقدار ترکیبات فنلی بسیار متغییر می‌باشد. بررسی ها نشان می دهد که میزان فنل کل در طی دوره انبارمانی ازگیل ژاپنی در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن 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 آنتی‌اکسیدانی آریل انار شد [۳۰].

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی تا روز ۲۵ انبارمانی، در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن بیشتر از پلی‌استیرن بود. بیشترین میزان این فاکتور مربوط به روز ۲۵ انبارمانی و تیمار شاهد (آب مقطر) در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن بود که اختلاف معنی‌داری با اسید سیتریک (غلظت ۱ درصد) نداشت و بعد از آن اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) دارای بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بود. کمترین میزان آن مربوط به تیمار اسید

آسکوربیک (غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌استیرن بود که اختلاف معنی‌داری با روز ٤٥ 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 A-۱)**. مطابق با این نتایج را محققین در استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در بسته‌بندی ازگیل ژاپنی به دست آوردند [۲۹]. در روز ٤٥ 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 استالدئید تولید می‌شود که به‌طور مصنوعی سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود [۳۱]. بررسی ظرفیت 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 اسیدآسکوربیک روی گلابی بررسی شد، نیز مشاهده شد؛ که نتایج نشان داد ، غلظت ۰/۱٦ درصد اسید آسکوربیک فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به شاهد داشت ولی غلظت‌های ۰/۲۰ و ۰/۲٤ درصد اسید آسکوربیک در مقایسه با شاهد تأثیری در مهار رادیکال‌های DPPH نداشتند. که این امر را به دلیل مهار اثرات رادیکال‌های هیدروکسیل به‌جای استفاده از توانایی احیای هیدروژن، توسط غلظت‌های بالای اسید آسکوربیک دانستند [۲۵].

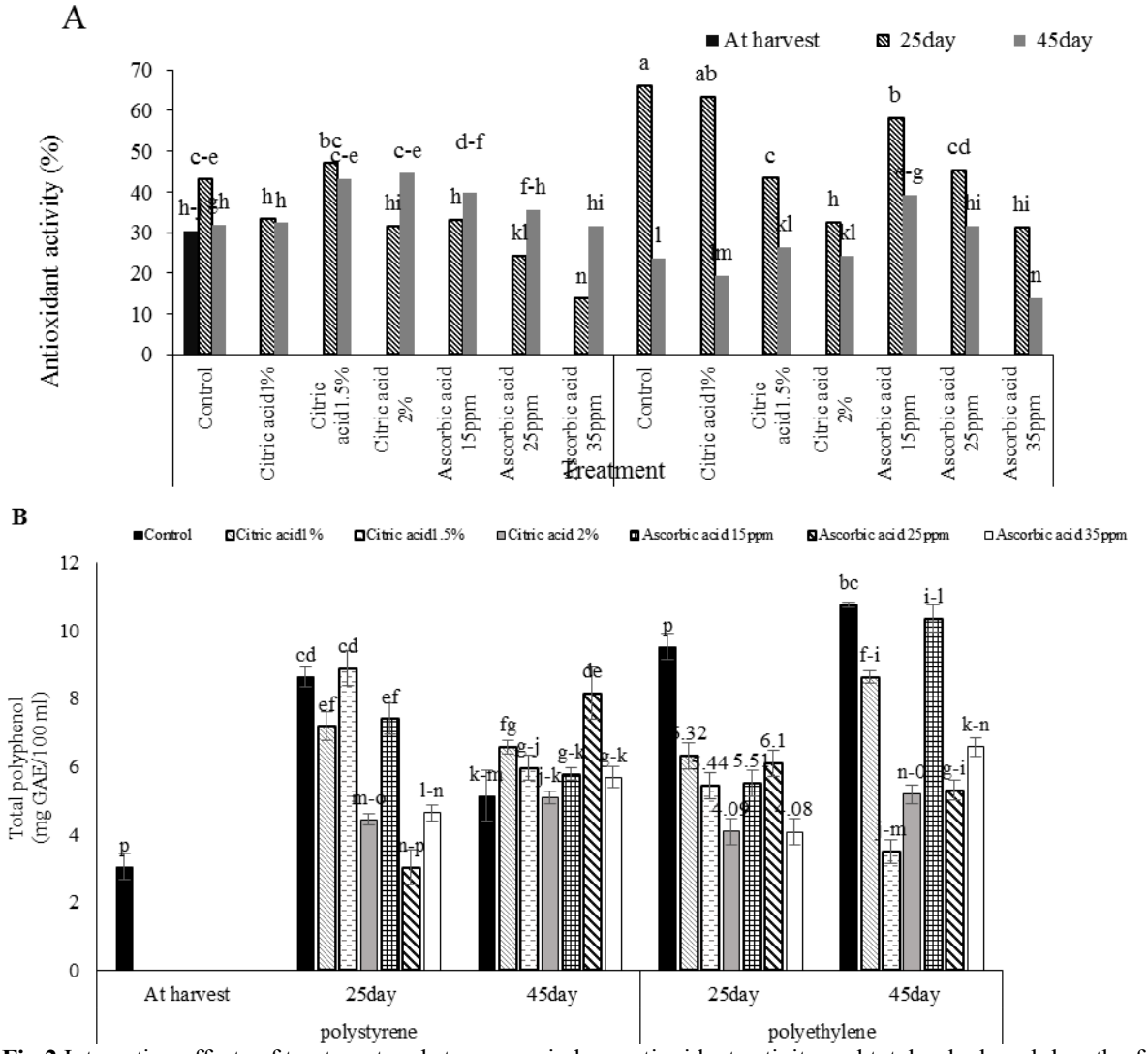


**Fig 2** Interaction effects of treatment and storage period on antioxidant activity and total polyphenol. length of time you can use it LSD is presented. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 according the LSD test

### ۳-٤- رنگیزه آنتوسیانین، کلروفیل و کاروتنوئید

میزان آنتوسیانین مغز پسته با گذشت دوره انبارمانی، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تنها دو تیمار اسید آسکوربیک ( غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) و شاهد (آب مقطر) در بسته‌بندی پلی‌اتیلن، در روز ٤۵ انبارمانی شبیه روز صفر انبارمانی بودند. کمترین میزان آنتوسیانین بعد از ٤۵ روز انبارمانی مربوط به تیمار اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) در بسته‌بندی پلی‌استیرن می‌شد؛ در حالی‌که همین تیمار در بسته‌بندی پلی‌اتیلن بیش‌ترین میزان آنتوسیانین را در روز ٤۵ انبارمانی دارا بود. هم‌چنین در روز ۲۵ انبارمانی نیز میزان این شاخص در تیمار اسید آسکوربیک ( ۲۵ پی‌پی‌ام) در پوشش پلی‌استیرن نسبت به بقیه تیمارها کمتر بود ( جدول۳).

**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 |

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 پی‌پی‌ام) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار اسید سیتریک (غلظت ۱ درصد) نداشتند. کمترین میزان رنگیزه کاروتنوئید در روز ٤۵ انبارمانی، در تیمار شاهد (آب مقطر) مشاهده شد (شکل A-۳).

گزارش شده است آنتوسیانین در پوست رویی مغز پسته تجمع یافته است و در تشکیل آن، تجمع قندها در بافت‌ها، شدت نور و دمای پایین بسیار مؤثر است. در بین کاروتنوئیدهای موجود در مغز پسته لوتئین و گزانتوفیل بیشترین مقدار را تشکیل می‌دهند و از پایداری بالایی در شرایط مختلف برخوردارند. از آن به‌عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدانت قوی در مغز میوه پسته یاد می‌کنند [۳۳]. میزان کاروتنوئید در این پژوهش ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت که احتمالاً به دلیل عدم استحکام کافی پوشش‌ها، تا روز ۲۵ آسیب مکانیکی به نمونه‌ها وارد نشده ولی از روز ۲۵ به بعد به دلیل اینکه نمونه‌ها از سردخانه بیرون آورده شده و دوباره بعد از انجام آزمایشات به آنجا منتقل شده‌اند، در نتیجه به دلیل آسیب مکانیکی که احتمالاً به آن‌ها وارد شده و هم‌چنین آسیب ناشی از تخریب سلول‌ها در اثر گذر زمان، میزان کاروتنوئید کاهش یافته است؛ دلیل کاهش کاروتنوئید می‌تواند به واسطه‌ی نقش این رنگیزه در محافظت روغن از اکسیداسیون باشد چراکه مقدار رادیکال آزاد اکسیژن در میوه‌های آسیب‌دیده به مقدار زیادی افزایش می‌یابد [۳۳]. دلیل افزایش این فاکتور در روز ۲۵ شاید به دلیل از دست رفتن آب و افزایش غلظت این رنگیزه‌ها باشد زیرا در بین دو پوشش مورد استفاده نیز، در پوشش پلی‌اتیلن که کاهش وزن بیش‌تری مشاهده شده، در روز ۲۵ مقدار این فاکتور بیشتر از پوشش دیگر می‌باشد. به خاصیت آنتی‌اکسیدانی این دو اسید باعث مهار رادیکال‌های آزاد می‌شود در نتیجه کاروتنوئید کمتری جهت مهار این رادیکال‌ها مصرف می‌شود. همچنین بین دو پوشش مورد استفاده، پوشش‌های پلی‌استیرن مقدار کاروتنوئید کمتری را نشان دادند که می‌تواند به علت ضخامت کمتر این پوشش‌ها نسبت به پوشش‌های پلی‌اتیلن باشد، که سبب آسیب مکانیکی بیش‌تر به نمونه‌های درون این پوشش‌ها شده باشد.

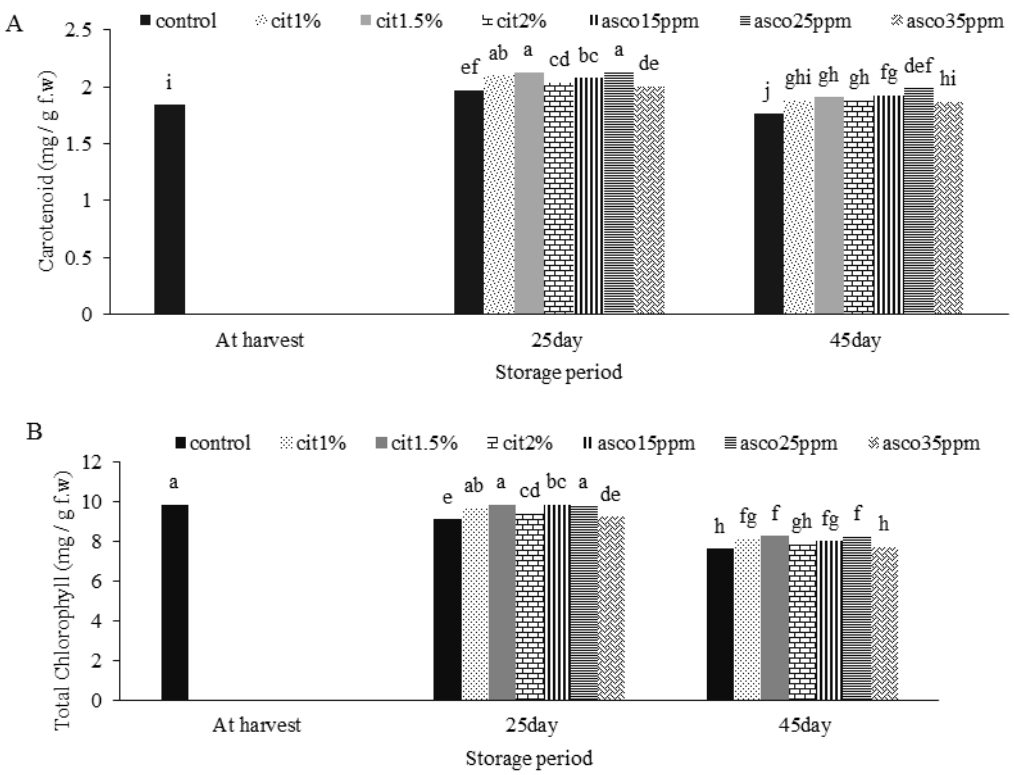


**Fig 3** Interaction effects of treatment and storage period on total carotenoid and chlorophyll. length of time you can use it LSD is presented. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at $p<0.05$ according the LSD test

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 پی‌پی‌ام) تفاوت معنی‌داری بین میزان این فاکتور در روزهای صفر و ۲۵ انبارمانی مشاهده نشد ولی در بقیه تیمارها روند کاهشی بوده است **(شکل B-۳)**. هم‌چنین 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 پی‌پی‌ام) نسبت به روز صفر تفاوت معنی‌داری نداشت و در واقع تا روز ۲۵ این تیمارها کلروفیل کل را حفظ کردند. مطابق تاثیر اسید آسکوربیک روی برخی ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی نعناع فلفلی در شرایط کشت بدون خاک نشان داد که اسید آسکوربیک باعث افزایش میزان کلروفیل در نمونه‌ها نسبت به شاهد می شود [۳٤]. احتمالاً غلظت بالای اسید آسکوربیک (۳۵ پی‌پی‌ام) 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 انبارمانی می‌تواند به علت تبدیل کلروفیل در طی گذشت زمان به فئوفیتین باشد [۳۳].

## ٤- نتیجه گیری

بر پایه نتایج آزمایشهای این پژوهش بهترین غلظت‌های مورد استفاده در این پژوهش اسید سیتریک (غلظت ۱/۵ درصد) و اسید آسکوربیک (غلظت ۱۵ و ۲۵ پی‌پی‌ام) بودند که بهتر از بقیه تیمارها خصوصیات کمی و کیفی را حفظ کردند. به‌نظر می‌رسد پوشش‌ها هرچند تا حدودی ویژگی‌های کمی و کیفی پسته را حفظ کردند ولی به دلیل عدم استحکام و تحمل فشار بسته‌هایی که روی هم قرار می‌گرفتند، کارایی مناسبی را از خود نشان ندادند. در این بررسی کیفیت ظاهری در پوشش‌های پلی‌استیرن بهتر از پوشش‌های پلی‌اتیلن حفظ شد ولی عطر و طعم، میزان رنگیزه های موجود در پسته مانند کلروفیل، آنتوسیانین و کاروتنوئید در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن نتایج بهتری نشان داد. در مجموع پوشش پلی‌اتیلن و اسید آسکوربیک با غلظت ۱۵ و ۲۵ پی‌پی‌ام و اسیدسیتریک با

غلظت ۱/۵ درصد بهتر از بقیه تیمارها خصوصیات کیفی و کمی پسته 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] Mansoory, 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.

[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] Adebiyi 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.

[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 Techol 2009; 6 (3): 45-54 [in persian].

[27] Selahvarzi, I. Tehrani Far, A. 2013. Effect of essentioal oil of some medicinal plants and polyethylene packaging on quality and pomgrante. 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, chlorophy ll degradation products and lutein in pistachio kernels (Pistacia vera L.) during roasting. Food Res Int, 65:193–198.

[34] Aliniaeifard, S. Rezaei-nejad, A. Sifi-Kalhor, M. Shahlaei, A. Aliniaeifard. 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

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

**Nazoori, F. [1*], Shafeie, R. [2], Mirdehghan, S. H. [3]**

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