اثر پوشش خوراکی صمغ عربی حاوی اسانس آویشن شیرازی بر حفظ خصوصیات کیفی پسته تازه رقم احمدآقایی

مریم هاشمی[۱]، احمد شاکر اردکانی[۲*]، عبدالمجید میرزا علیان دستجردی[۳]، سید حسین میردهقان[۴]

۱- دانشجوی دکتری، فیزلوژی و فناوری پس از برداشت، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس
۲- استادیار، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس
٤- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، کرمان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۹)

چکیده

استفاده از پوشش زیست تخریب حاوی اسانس روی سطح میوه یک روش مؤثر بر کاهش مشکلات پس از برداشت و منجر به حفظ کیفیت محصول می‌شود .در این پژوهش، غلظت‌های مختلف صمغ عربی۰، ۸، ٦ درصدوزنی -حجمی(در ترکیب با غلظت‌های مختلف۰ ، ۰/۰۳ و ۰/۵ درصد وزنی -حجمی) اسانس آویشن شیرازی روی برخی خصوصیات کیفی میوه پسته تازه در طی ۳٦ روز انبارمانی در دمای ۱±۳ درجه سانتی‌گراد بررسی شد.نتایج نشان داد که رشد کپک و مخمر و رشد باکتری‌های هوازی در نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت صمغ عربی ٦ درصد حاوی اسانس آویشن شیرازی در دو سطح ۰/۳ و ۰/۵ درصد به‌طور معنی‌داری از سایر نمونه‌ها کمتر بود. همچنین افزودن اسانس آویشن شیرازی (۰/۳ و ۰/۵ درصد) در فرمولاسیون پوشش خوراکی صمغ عربی ٦ درصد باعث کاهش آب ازدست‌دهی میوه‌های تازه شد و به‌طور قابل توجهی کاهش وزن نمونه‌ها را کاهش داد .افزودن اسانس به پوشش صمغ عربی به‌طور معنی‌داری باعث حفظ کربوهیدارت، کلروفیل، ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی مغز میوه‌های پوشش داده شد. بنابراین، استفاده از پوشش خوراکی صمغ عربی 6 درصد حاوی اسانس آویشن(۰/۳ و ۰/۵ درصد) می‌تواند باعث حفظ کیفیت و افزایش دوره انباری میوه پسته تازه شود.

کلید واژگان: اسانس، پسته تازه، پوشش خوراکی، رشد کپک

*مسئول مکاتبات: shaker@pri.ir

۱- مقدمه

پسته با نام علمی *Pistacia vera* متعلق به گروه میوه‌های نیمه‌گرمسیر است. ارزش غذایی، طعم و مزه، هضم آسان، کالری بالا، ویتامین‌ها و مواد معدنی میوه پسته نسبت به سایر آجیل‌ها از جمله ویژگی‌های است که آن‌را برتر ساخته است [۱] با توجه به حجم تولید پسته در ایران و مستعد بودن مناطق وسیعی از ایران برای کشت این محصول و همچنین ارزش غذایی بالای پسته تازه، لزوم استفاده از فناوری‌های پس از برداشت را در این محصول بیشتر می کند .یکی از دلایل ماندگاری کم پسته تازه، تنفس زیاد آن است که باعث افزایش درجه حرارت فرآورده می‌شودبه‌دنبال آن رطوبت موجود در پوست‌رویی پسته تبخیر می‌شود، این امر موجب بالا رفتن رطوبت محیط و در نتیجه ایجاد شرایط مناسببرای رشد قارچ می‌باشد[۲]. بنابراین پسته تازه قابلیت ماندگاری طولانی را ندارد و درصورت عدم نگهداری مناسب باید درمدت کوتاهی مصرف شود[۲و ۳].

پوشش‌های خوراکیروی میوه‌ها با ایجاد یک سد انتخابی در برابر رطوبت، دی‌کسیدکربن و اکسیژن، باعث بهبود خواص مکانیکی و بافتی، جلوگیری از دست‌دادن عطر و طعم محصول و به عنوان یک حامل افزودنی‌های مختلف عمل می‌کنند [٤]. به عبارت دیگر پوشش‌های خوراکی با کنترل اتمسفر گاز درونی میوه، سرعت تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی و رشد میکروبی را به‌حداقل می‌رسانند، همچنین با کاهش تبخیر و تعرق میوه، موجب تاخیر پیری و افزایش عمر انباری میوه‌ها وسبزی‌های تازه می‌شوند [٦،٥]. پوشش‌های خوراکی به‌سبب تخریب پذیر بودن، برخلاف پوشش‌های سنتزی آلودگی زیست محیطی نداشته و از آن‌جایی‌که از کربوهیدرات، پروتئین یا لیپید تشکیل شده‌اند، از ارزش تغذیه‌ای نیز برخوردار هستن [۷]. پوشش خوراکی صمغ عربی یا صمغ ساقه آکاسیا به‌طور وسیعی در صنعت به‌دلیل خواص امولسیون‌سازی و تشکیل فیلم مورد استفاده قرار می‌گیرد و بیشترین ایمنی سمیت‌شناسی را به وسیله کمیته مشترک FAO/WHO در مواد غذایی دریافت کرده است[۸]. این صمغ در قنادی جهت به‌تأخیر انداختن کریستاله شدن قند و در تهیه ژله و آدامس‌ها استفاده می‌شود[۸]. پوشش خوراکی صمغ عربی باعث تأخیر در رسیدگی میوه سیب شده است[۹]. پوشش میوه پاپایا با صمغ عربی نسبت به شاهد موجب حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه و بهتر شدن خواص حسی وافزایش عمرانباری میوه شده است [۱۰]. در مقایسه با شاهد کاربرد صمغ عربی روی میوه خیار سبب کاهش آب از دست‌دهی میوه، حفظ سفتی و خصوصیات حسی میوه شده است [۱۱]. استفاده از صمغ عربی به‌عنوان پوشش روی میوه گوجه‌فرنگی نشان داد که غلظت ۱۰ درصد این پوشش نسبت به شاهد به‌طور مؤثری باعث حفظ سفتی، اسید قابل تیتر، موادجامد محلول، مقدار آسکوربیک‌اسید، رنگ میوه و کاهش درصد فساد میوه شده است [۱۲]. در بین غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد صمغ عربی روی میوه لیمو شیرین، غلظت ۱۰ درصد صمغ در کاهش فساد میوه و تغییرات رنگ مؤثر بوده است [۱۳]. همچنین کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان روی پسته تازه [١٤] در افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه موثر بوددر گزارش وانایی و همکاران (۲۰۱٤) نیز کاربرد پوشش ژل آلوئه‌وار و کیتوزان و همچنین ترکیب ژل آلوئه‌ورا و کیتوزان نیز در افزایش ماندگاری پسته تازه موثر بود [۱۵].

پوشش‌های خوراکی پتانسیل حمل مواد ضد قهوه‌ای شدن، رنگ کردن محصول، مواد ضد میکروبی و اسانس‌ها را نیز دارند و بدین صورت می‌توانند در افزایش عمر انباری محصول اثرات مثبت داشته باشند [٦]. اختلاط اسانس‌ها با پوشش خوراکی یک روش مؤثر برای حل برخی از مشکلات پس از برداشت است [١٦]. در این رابطه برخی از محققان اثرات اسانس‌هایگیاهی دارچین و علف لیمو [۱۷]، زنجبیل [۱۸]، زیره سیاه و علف لیمو [۱۹] را در ترکیب با صمغ عربی برای کنترل فساد و افزایش انبارمانی میوه‌های مختلف گزارش کرده‌اند. پژوهش حاضر با ایجاد پوشش صمغ عربی حاوی اسانس گیاهی بر سطح محصول پسته تازه با هدف حفظ خصوصیات کیفی به‌ویژه کاهش میزان آب از دست‌دهی و کاهش رشد قارچ آسپرژیلوس انجام شده است همچنین هدف از پژوهش حاضر این است که اثر پوشش خوراکی صمغ عربی در ترکیب با اسانس آویشن شیرازی علاوه بر روی افزایش ماندگاری پسته تازه با حفظ کیفیت ظاهری روی حفظ کیفیت مغز و ارزش غذایی محصول نیز مشخص شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد و آماده‌سازی محلول پوششی

پسته‌های تازه رقم تجاری احمدآقایی در زمان بلوغ تجاری برداشت شدند. بعد از انتقال به آزمایشگاه، پسته‌های تازه، سالم و یکنواخت از پسته‌های نارس، صدمه دیده و شکاف خورده به منظور انجام تیمارها جدا شدند.

جهت تهیه محلول پوششی صمغ عربی ابتدا پودر صمغ عربی (سیگما آلدریچ) در آب مقطر روی هیتر با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و همزده شد تا اینکه به‌صورت محلول شفاف و روشنی درآمد. و بعد از سرد شدن محلول، گلیسرول (سیگما آلدریچ) به‌عنوان پلاستی‌سایزر به مقدار 5/1 درصد به‌محلول اضافه شد. درنهایت غلظت‌های مختلف اسانس آویشن شیرازی (باریج اسانس) به محلول‌های پوششی اضافه شد. مقدار هر فرمولاسیون ۱۰۰۰ میلی‌لیتر بود و فرمولاسیون نهایی هر محلول شامل صمغ عربی، گلیسرول و اسانس آویشن شیرازی بود .همه فرمولاسیون‌ها به‌وسیله هموژنایزر به مدت۵ دقیقه با سرعت ۲٤۵۰۰ دور در دقیقه همزده شدند و سپس به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در خلا قرار گرفتند[۲۰].

۲-۲- پوشش‌دار کردن نمونه‌ها

پسته‌های تازه با استفاده از روش اسپری‌کردن با پوشش خوراکی پلی‌ساکاریدی صمغ عربی پوشش‌دار شدند وپس از آن نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه خشک شدند و در هر واحد آزمایش مقدار ٤۵۰ گرم پسته‌ی تازه در ظروف پلی‌پروپیلن گذاشته شد. سپس نمونه‌های پسته پس از انجام تیمارها وزن شده و در سردخانه با دمای ۱±۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی بر پایه کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل پوشش خوراکی صمغ عربی در سه سطح (صفر، 6و 8 درصد وزنی -حجمی)، فاکتور دوم شامل اسانس آویشن شیرازی در سه سطح (صفر، 3/0و 5/0 درصد وزنی -حجمی) و فاکتور سوم شامل زمان اندازه‌گیری در چهار سطح(صفر، ۱۲، ۲٤ و ۳٦ روز) بود. داده‌ها از طریق نرم افزار SAS V.9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

و رسم نمودارها نیز به‌وسیله نرم افزار اکسل صورت پذیرفت.

۲-۳- اندازه‌گیری صفات کیفی پسته:

۲-۳-۱- اندازه‌گیری میزان کاهش وزن

جهت اندازه‌گیری کاهش وزن، پسته‌های تازه در ابتدا و انتهای مدت زمان مشخص انبارمانی توزین و با استفاده از رابطه‌ی زیر درصد کاهش وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد [۲۱].

$$\text{٪ کاهش وزن} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

۲-۳-۲- اندازه‌گیری قندهای محلول

محتوای قندهای محلول نمونه‌ها با استفاده از معرف **آنترون** و بر اساس روش [۲۲] تعیین گردید. مقدار۰/۵ گرم خاکستر پسته) مغزی که روغن آن گرفته شده است (در ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد ساییده شد و قسمت بالایی محلول جدا گردید .عمل استخراج دو بار دیگر و هر بار با 5 میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. سپس محلول در سانتریفیوژ با دور ۳۵۰۰ دور در دقیقه در مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر 100) میکرولیتر (عصاره الکلی سانتریفیوژ شده در یک لوله آزمایش ریخته و ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون تازه تهیه) ۰/۱۵گرم آنترون در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک۷۲ درصد) به آن اضافه گردید .این محلول پس از مخلوط شدن به‌مدت ده دقیقه در حمام بن‌ماری با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا واکنش رنگی انجام شود. بعد از سرد شدن، جذب نمونه‌ها در طول موج ٦۲۵ نانومتر قرائت و برای محاسبه مقدار قندهای محلول از فرمول زیر استفاده شد [۲۲].

$$\text{٪ کربوهیدرات نهایی} = \left(\left(\text{OD}625/1000\right)\times(15(\text{حجم عصاره})/0.5(\text{وزن نمونه}))\right)\times 100$$

OD = طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر

۲-۳-۳- اندازه‌گیری میزان کلروفیلو کاروتنوئید

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل و کاروتنوئیدها ۰/٤ گرم از مغز پسته داخل ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ ساییده شد، سپس در سانتریفیوژ با دور ۵۰۰۰ دور در دقیقه در مدت ۱۵ دقیقه قرارگرفتند. محلول رویی را جدا و با استفاده از دستگاه

اسپکتروفتومتر (مدل Cecil CE-3041) جذب در طول موج‌های ٦٦٣، ٦٤٥، ٥١٠ و ٤٨٠ نانومترقرائت و سپس برای تعیین میزان کلروفیل کل و کاروتنوئیدها از فرمول‌های زیر استفاده شد [٢٣]:

مجموع کلروفیل (mg/g) =

$$20.2(OD645)+ 8.02(OD663) \times V / 10\times1000$$

کاروتنویید =

$$[7.6\ (OD480)) - 1.49\ (OD510))\ ] \times V / 10\times1000$$

OD = طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر

V= حجم نهایی محلول

٢-٣-٤- اندازه‌گیری ترکیبات فنلی موجود در مغز

محتوای ترکیبات فنلی نمونه‌ها با استفاده از معرف فولین و بر اساس روش Singleton et al, 1965 تعیین گردید.ابتدا ٠/٥ گرم از بافت گیاهی را در ٣ میلی‌لیتر متانول 85 درصد ساییده و به‌صورت محلول همگن درآمد و سپس نمونه‌ها به‌مدت ١٥ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ١٠٠٠٠دور در دقیقه قرار داده شدند. ٣٠٠ میکرولیتر از روشناور با ١٥٠٠ میکرولیتر فولین ١٠ درصد ترکیب و بعد از ٥ دقیقه ١٢٠٠ میکرولیتر کربنات‌سدیم ٧ درصد به آن اضافه شد و محلول نهایی به مدت 5/1 ساعت در تاریکی روی شیکر قرار گرفت و سپس با طول موج ٧٦٠ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت شد [٢٤].

٢-٣-٥- اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی موجود در مغز

ابتدا ٠/٥گرم از بافت گیاهی را در ٣ میلی‌لیتر متانول ٨٥ درصد ساییده و به صورت محلول همگن درآمد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ١٥دقیقه در سانتریفیوژ با دور ١٠٠٠٠ دور در دقیقه قرار داده شدند .٥٠٠ میکرولیتر از روشناور با ٥٠٠ میکرولیتر آب مقطر ترکیب و به‌مدت ٥ دقیقه در دور ١٠٠٠٠ دور در دقیقه در دمای ٤ درجه‌سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. سپس ٧٥ میکرولیتر از محلول ترکیبی روشناور و آب مقطر با ٢/٩٢٥ میلی‌لیتر دی‌پی‌پی‌اچ ٨٥ درصد (٠/٠٢٤گرم ماده دی‌پی‌پی‌اچ با متانول ٨٥ درصد ترکیب و به‌حجم ١٠٠ میلی‌لیتر) ترکیب شد و با اسپکتروفتومتر در طول موج ٥١٧ نانومتر قرائت و سپس نمونه در تاریکی به‌مدت ٣٠ دقیقه قرار داده شد و دوباره با همان طول موج خوانده شدند و و میزان آنتی‌اکسیدان کل با فرمول زیر محاسبه شد[٢٥].

٪ فعالیت آنتی اکسیدانی = (OD0 – OD30min)/ AO0 × 100

OD0=

طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر در زمان صفر

OD30=

بعد از سی دقیقه طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر

٢-٣-٦- کشت میکروبی

دو نوع محیط کشت پلیت کانت آگار[1] برای اندازه‌گیری میزان باکتری‌های هوازی مزوفیلیک و دیکلوران رز بنگال کلرامفنیکول آگار[2] رابرای اندازه‌گیری میزان کپک و مخمر مورد استفاده قرار گرفت.برای اندازه‌گیری میزان آلودگی پسته، ١٠ گرم نمونه پسته تازه را داخل پلاستیک‌های استریل ریخته و به آن ٩٠میلی‌لیتر محلول (آب+ پپتون) اضافه شد، سپس به‌مدت ١٥ ثانیه داخل دستگاه پالسی فایر قرار گرفت تا آلودگی از پسته خارج شود. یکمیلی‌لیتراز مخلوط حاصله داخل لوله آزمایش حاوی ٩ سی‌سیآب مقطریخته شد، این عمل تا محلول 10^{-6} ادامه داده شد. سپس یکمیلی‌لیتر از رقت 10^{-6}روی هر کدام از محیط کشت‌ها به‌روش کشت خطی ریخته شد. سپس در محیط کشت پلیت کانت آگار حاوی سوسپانسیون کشت شده بعد از قرار گرفتن در انکوباتور با دمای ٣٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت میزان باکتری‌ها با کلونی‌شمارشمارش شد و در محیط کشت دیکلوران رز بنگال کلرامفنیکول آگارحاوی سوسپانسیون نیز بعد از قرار گرفتن در انکوباتور با دمای ٢٥ درجه‌سانتی‌گراد به‌مدت ٥ روز با کلونی‌شمار میزان کپک و مخمر شمارش شد . درنهایت میزان آلودگی را برحسب واحد cfu بیان می‌شود[٢٦].

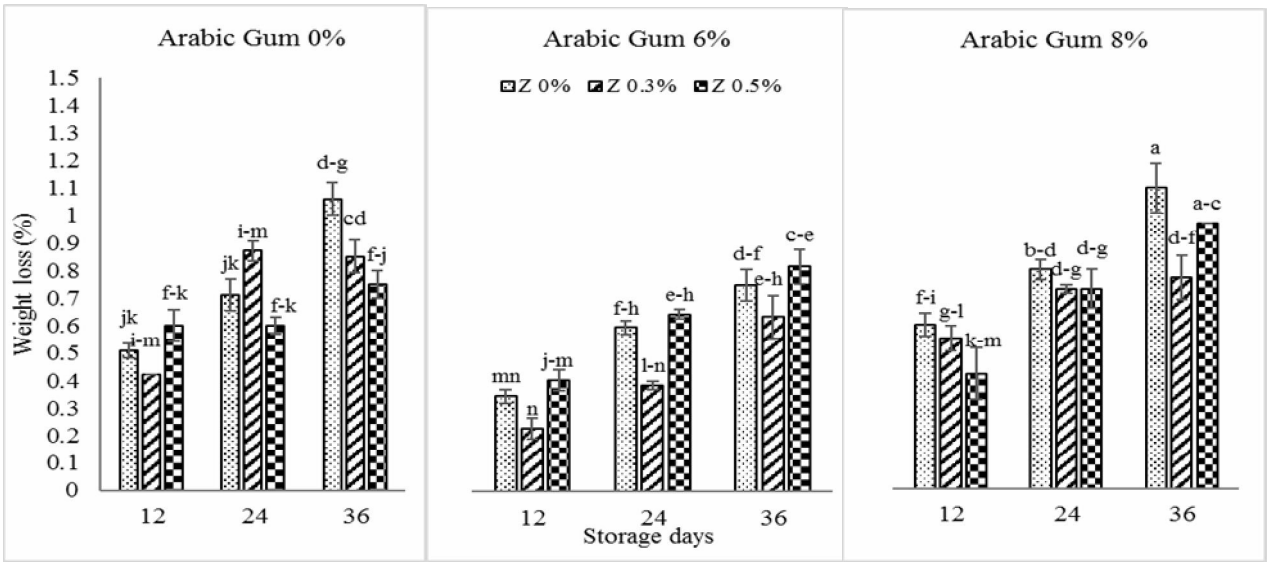
٣- بحث و نتایج

٣-١- کاهش وزن

تیمار صمغ عربی ٦ درصد در ترکیب با اسانس آویشن ٠/٣٪ پس از ١٢ روز انبارمانی، کمترین میزان کاهش وزن (٠/٢٤ درصد) را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها داشت. تیمار

1. Plate Count Agar
2. Dichloran Rosa Bengal Chloramphenicol Agar

پوشش خوراکی صمغ عربی ٦ درصد بدون اسانس نیزپس از ۱۲ روز انبارمانی کاهش وزن کمتری (۰/۳٦ ٪) در مقایسه با شاهد (۰/۵۱ ٪) نشان داد. تیمار صمغ عربی ٦ درصد در ترکیب با اسانس آویشن ۰/۳٪ پس از ۲٤ روز نگهداری در انبار سرد، کمترین کاهش وزن (۰/٤ ٪) را به‌خود اختصاص داد و درنهایت در پس از۳٦ روز انبارمانی، نمونه‌های تیمار شده با صمغ عربی 6 درصد به‌تنهایی و در ترکیب با اسانس آویشن کمترین کاهش وزن را داشتند .همچنین پس از ۳٦ روز انبارمانی، تیمار اسانس به‌تنهایی و تیمار صمغ عربی ۸ درصد در ترکیب با اسانس ۰/۳ درصد نیز در مقایسه با شاهد (۱/۰٦ ٪) به‌طور معنی‌داری کاهش وزن کمتری نشان دادند. همان‌طور که در شکلیک آورده شده است با افزایشدوره انباری درصد کاهش وزن در تمامی تیمارها افزایش یافت ولی این افزایش در پسته‌های تیمار شده با صمغ عربی ٦ درصد کمتر بود. به طور کلی بیشتر تیمارها در مقایسه با شاهد در کاهش درصد کاهش وزن موثر بودند ونتایج ما با یافته‌های مربوط به پوشش صمغ عربی روی میوه‌های گوجه‌فرنگی [۱۲]، گواوا [۲۷]، خیار [۱۱] و موز [۱۷] مطابقت داشتند. همچنین کاربرد صمغ عربی در ترکیب با اسانس‌های زیره سیاه و علف‌لیمو روی میوه خرما [۱۹]، دارچین روی فلفل‌دلمه‌ای [۲۸]، زنجبیل روی پاپایا [۱۸]، دارچین روی موز و پاپایا [۱۷] نتایج ما را تائید کردند. مکانیسم اساسی کاهش وزن محصولات تازه از طریق پوست، ناشی از تفاوت‌های فشار بخار در مکان‌های مختلف است که می‌تواند با واکنش‌های متابولیکی منجر به نرم شدن گوشت، رسیدن میوه‌ها و پیری شود [۲۹]، با این وجود روند تنفس نیز باعث کاهش وزن میوه می‌شودچراکه یک اتم کربن در هر سیکل از میوه کاسته می‌شود [۳۰]. استفاده از پوشش خوراکی جهت کاهش آب از دست‌دهی میوه، به خاطر تاثیر پوشش به عنوان سد نیمه نفود پذیر در برابر اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، رطوبت و حرکت حلال و در نتیجه کاهش تنفس، کاهش آب ازدست‌دهی و کاهش سرعت واکنش‌های اکسیداسیون است [۳۱]. صمغ عربی نیز با تشکیل یک لایه نیمه نفوذپذیر، هرچند اجازه عبور برخی مولکول‌های کوچک مشخص را می‌دهد اما با مانع‌شدن دربرابر حرکت اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و رطوبت،باعث کاهش تنفس و تعرق سطح میوه می‌شود و در نهایت مقدار آب ازدست‌دهی را کاهش می‌دهد [۳۲].



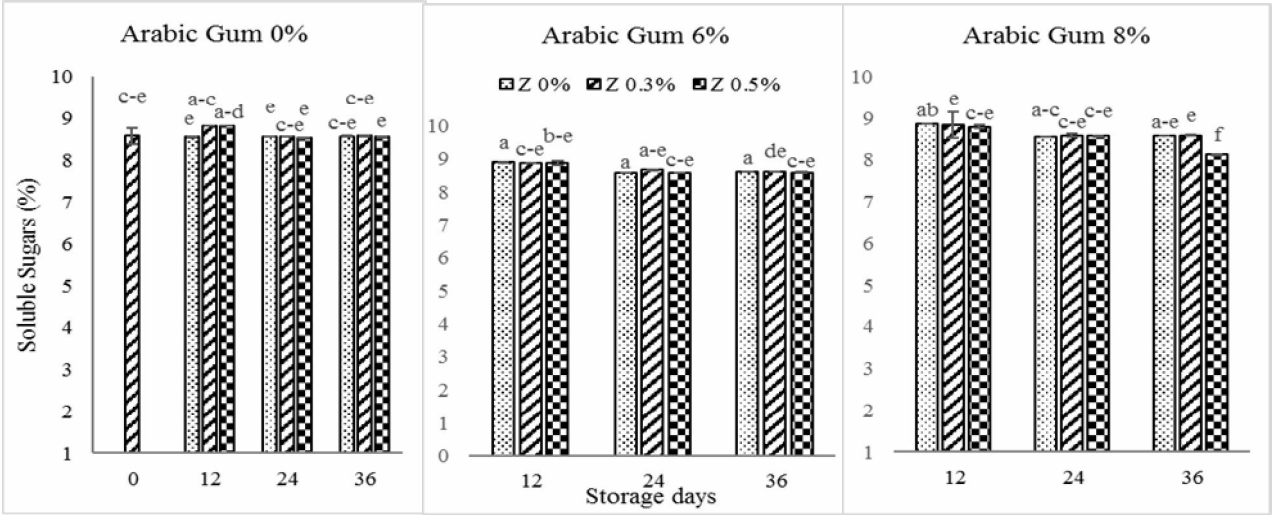
Values with similar letters are not significantly different ($p<0.01$).

Fig 1 Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zatariamultiflora* essential oil on Weight loss (%) of fresh pistachio stored at 3±1˚C

Data represent mean values ± S.E. Z= *Zatariamultiflora Boiss*

۳-۲- قندهای محلول مغز

همان‌طورکه در شکل ۲ مشاهده می‌شود پس از ۱۲، ۲٤ و ۳٦ روز نگهداری، در میوه‌های پوشش داده شده با صمغ عربی ٦ درصد بدون اسانس و نیز صمغ عربی ٦ درصد همراه با غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ درصد اسانس، قندهای محلول بیشتری در مغز پسته نشان دادند که این تفاوت پس از ۱۲ روز معنی‌دار بود ولی در روزهای دیگر با اینکه قندهای محلول بیشتری نشان دادند ولی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها و شاهد نشان ندادند. نتایج مشابهی در بالا بودن قندهای محلول میوه‌های گوجه‌فرنگی پوشش داده شده درمقایسه با میوه‌های شاهد گزارش شده است [۳۳] که به‌دلیل کاهش تنفس و تعرق میوه پوشش داده‌شده به‌علت ایجاد شرایط اتمسفر کنترل شده بوده است. کاربرد صمغ عربی حاوی اسانس زیره سیاه و علف لیمو روی خرما نیز منجر با افزایش محتوای قند نسبت به سایر تیمارها شده است [۱۹]. قندها و اسیدهای آلی در واقع پیش‌ماده تنفس هستند که در طول انبارمانی میوه‌ها مصرف می‌شوند [۳٤].



Values with similar letters are not significantly different (p<0.01).

Fig 2 Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zatariamultiflora* essential oil on Soluble Sugars (%) of fresh pistachio stored at 3±1˚C

Data represent mean values ± S.E. *Z= Zatariamultiflora Boiss*

۳-۳- کلروفیل و کاروتنوئید مغز

مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل حاکی‌از آن‌است که تیمارهای صمغ عربی ٦ درصد و صمغ عربی ٦ درصد ترکیب شده با اسانس آویشن ۰/۳ درصد میزان کلروفیل کل بیشتری نشان دادند. در رابطه با مقدار کاروتنوئید مغز میوه‌ها همان‌گونه که نشان داده شده (جدول ۱) تیمارهای صمغ عربی ٦ درصد و صمغ عربی ٦ درصد ترکیب شده با اسانس آویشن در غلظت ۰/۳ درصد به ترتیب با مقدار ۰/۲۱۱ و ۰/۱۷۹ با اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد (293/0) و سایر تیمارها مقدار کاروتنوئید کمتری نشان دادند.

رنگ یک پارامتر مهم کیفی برای ارزیابی مغز پسته بوسیله مصرف‌کنندگان است [۳۵]. کلروفیل a و b و لوتئین رنگدانه‌های اصلی در مغز پسته می‌باشند. کلروفیل a و b رنگدانه‌های مسئول رنگ سبز در مغز پسته می‌باشند. کارتنوئید غالب در پسته لوتئین، یک زانتوفیل با رنگ زرد می‌باشد. غلظت رنگیزه‌ها تحت تاثیر فاکتورهای زیادی از جمله شرایط انباری قرار می‌گیرد [۳۵]. استفاده از پوشش خوراکی هیدروکسی‌پروپیل‌متیل‌سلولز روی گواوا [۳٦]، و صمغ خوراکی Ghatti حاوی اسانس میخک روی پاپایا [۳۷] تخریب کلروفیل را به تاخیر انداخته بود و باعث کاهش کمتر کلروفیل در طول دوره انباری شد.استفاده از پوشش خوراکی روی سطح محصول می‌تواند تخریب کلروفیل در طی دوره انبارمانی را به تاخیر بیاندازد و در نتیجه تغییر رنگ میوه که

ناشی از تخریب کلروفیل و تحریک سنتز رنگیزه‌های دیگر مانند کارتنوئیدها و لیکوپن می‌باشد را کاهش دهد [۳۶]. در این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از پوشش صمغ عربی در ترکیب با اسانس آویشن با کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و آنزیمی گیاه از فعالیت کلروفیلاز که باعث تجزیه کلروفیل می‌شود جلوگیری کرده و باعث حفظ بهینه کلروفیل در نمونه‌ها شد به طوریکه میزان کلروفیل در این تیمارها نسبت به شاهد بیشتر بود.

Table 1 Reciprocal effects of Arabic gum with thyme essential oil on total chlorophyll and carotenoid of fresh pistachios preserved at 3 ± 1 °C

Edible coating (Arabic Gum)				Attributes
8%	6%	0%	Essentional oil	
0.472±0.472b	0.666±0.097a	0.451±0.041b	0%	Total Chlorophyll
0.524±0.524b	0.7±0.0029a	0.526±0.0011b	0.3%	
0.468±0.468b	0.464±0.05b	0.478±0.06b	0.5%	
0.282±0.01ab	0.211±0.01cd	0.293±0.071ab	0%	Carotenoids
0.211±0.009cd	0.179±0.012d	0.245±0.004bc	0.3%	
0.301±0.002a	0.264±0.003ab	0.282±0.004b	0.5%	

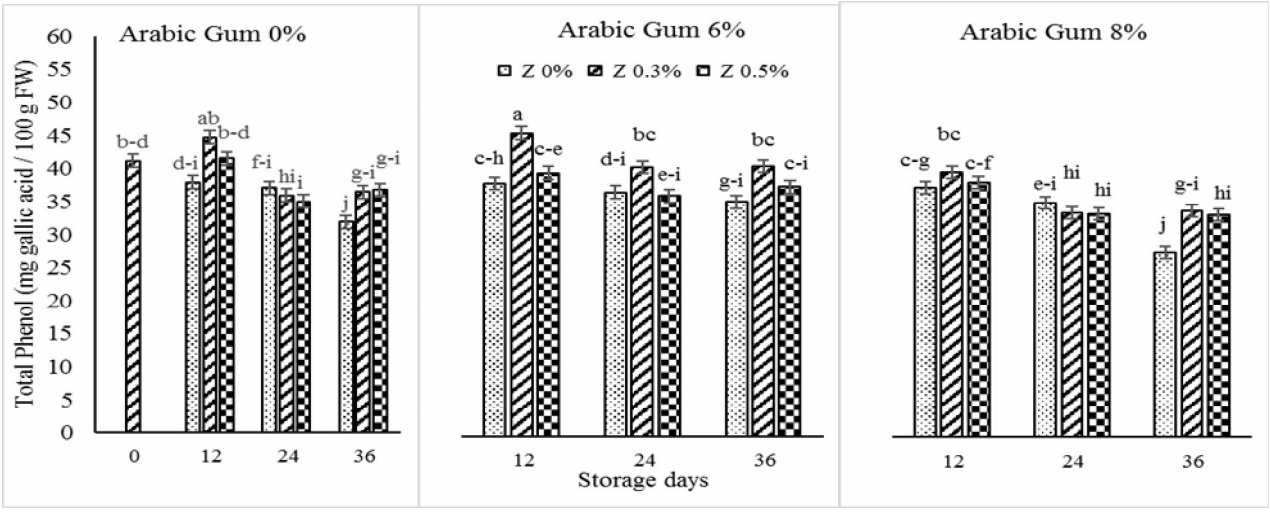
Values with similar letters are not significantly different ($p<0.01$).
Data represent mean values ± S.E

۳-٤- میزان ترکیبات فنلیو آنتی‌اکسیدان مغز

براساس نتایج شکل ۳میزان ترکیبات فنلی مغز طی دوره انباری کاهش یافت.پس از ۱۲ روز انبارمانی،بیشترین مقدار فنل مغز در تیمار صمغ عربی ٦ درصد ترکیب شده با غلظت ۰/۳ درصد اسانس آویشن (٤۷/۱) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داریبا شاهد و سایر تیمارها داشت .همچنین این تیمار پس از 24 یا 36 روز انبارمانی، در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها،ترکیبات فنلی بالاتری داشت.

همان‌گونه که در نمودار ٤مشخص استدر تمام تیمارهای آزمایش، میزان آنتی‌اکسیدان مغز از روز صفر تا روز۱۲ دوره انباری افزایش پیدا کرد و این افزایش در تیمار صمغ عربی ٦ درصد به تنهایی و در ترکیب با اسانس ۰/۳ درصد آویشن شیرازی و همچنین تیمار صمغ عربی ۸ درصد ترکیب شده با اسانس ۰/۵ درصد به‌ترتیب با مقدار ۲۹/٤ ،۳۰/۷۹ و ٤٤/۲۸ در مقایسه با شاهد (۲۱/٦) و سایر تیمارها بیشتر بود. میزان آنتی‌اکسیدان مغز از روز ۱۲ تا روز ۲٤ و سپس تا روز ۳٦ دوره انباری به‌تدریج کاهش یافت.اگرچه بین تیمارها پس از ۳٦ روز انبارمانی، اختلاف معنی‌دار آماری صورت نگرفت اما در تیمارهای صمغ عربی ٦ درصد به تنهایی (۱۷/۳۹) و در ترکیب با اسانس ۰/۳ درصد آویشن شیرازی (۲۲/۰۵) در مقایسه با شاهد (۸/۲۱) و سایر تیمارها،میزان آنتی‌اکسیدان مغز بیشتری مشاهده شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی یکی از فاکتورهای مهم کیفی وابسته به میوه‌ها و سبزیجات برای سلامتی انسان است [٦]. رابطه بین مقدار فنل کل و خواص آنتی‌اکسیدانی موضوع مطالعات زیادی در گذشته بوده است. اعتقاد بر این‌است که میوه‌ها و سبزی‌های حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنلی هستند که به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها کمک می‌کنند[۳۸].کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی دوره نگهداری ممکن است به‌دلیل تخریب ساختار سلول همزمان با پیری میوه باشد [۲۸].تخریب دیواره سلولی باعث آزاد شدن آنزیم‌های اکسیداتیو و هیدرولیتیک می‌شود که ممکن است آنتی‌اکسیدان‌ها در میوه و سبزیجات را تخریب کنند] ۳۹]. پوشش‌های خوراکی با ایجاد یک سد روی سطح میوه در برابر تبادلات گازها از جملهبا کاهش نفوذ اکسیژن و مصرف سلول منجر به کاهش پروسه‌های اکسیداتیو می‌شوند[٤۰]. اثرات آنتی‌اکسیدانی برخی ترکیبات موجود در اسانس نیز ممکن است به حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کمک کند [٤۱]. ترکیبات فنولیک، اسانس‌ها را قادر می سازند تا توانایی آنتی‌اکسیدانی را برای حذف رادیکال‌های آزاد نشان دهندو تیمول و کارواکرول مهمترین و بیشترین اجزای تشکیل دهنده اسانس آویشن هستند که متعلق به گروه فنول‌ها می‌باشند [٤۲]. بنابراین در مطالعه حاضر حداکثر مقدار ترکیبات فنلی در میوه‌های پوشش داده شده

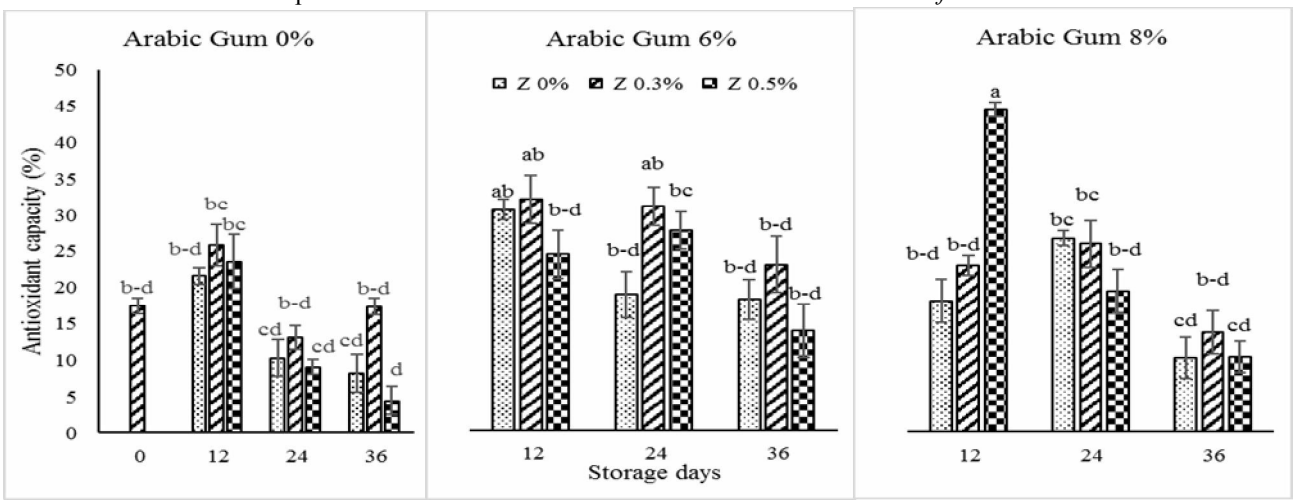
با صمغ عربی ٦ درصد و در ترکیب با اسانس آویشن شیرازی بدان معنی‌است که آن میوه‌ها مقدار بیشتری از آنتی‌اکسیدان‌ها را نیز حفظ کردند. در میوه‌های شاهد و بدون پوشش کاهش شدید در ترکیبات فنلی ممکن است به‌دلیل سرعت بیشتر تنفس و در نتیجه تخریب ترکیبات فنلی باشد [۱۲]. که این می‌تواند ناشی از پیری و شکستن ساختار سلولی در طول دوره انباری باشد [۱۲]. نتایج مشابه با گزارش حاضر حاکی‌از آن است که صمغ عربی در ترکیب با روغن زیتون روی مرکبات [۱۳]، صمغ عربی روی گوجه‌فرنگی [۲۰]، پاپایا [۱۰] و پوشش کیتوزان در ترکیب با اسانس آویشن روی قارچ دکمه‌ای [٤٣] در حفظ ترکیبات فنلی موثر بودند. همچنین کاربردصمغ عربی روی پاپایا بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه موثر بود [۱۰]. پوشش‌های خوراکی در کاهش میزان ترکیبات فنلی، ویتامینتو پتانسیل آنتی‌اکسیدانی در طی دوره انباری میوه‌های خربزه موثر هستند [٤٤].



Values with similar letters are not significantly different ($p<0.01$).

Fig 3 Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zatariamultiflora* essential oil on the phenolic compounds of fresh pistachio stored at 3±1˚C

Data represent mean values ± S.E. Z= *Zatariamultiflora Boiss*



Values with similar letters are not significantly different ($p<0.01$).

Fig. 4. Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zatariamultiflora* essential oil on Antioxidant capacity of fresh pistachio stored at 3±1˚C

Data represent mean values ± S.E. Z= *Zatariamultiflora Boiss*

۳-۵- فعالیت میکروبی

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود با افزایش زمان انبارمانی از صفر به ۳۶ روز، میزان رشد باکتری‌ها افزایش یافت.پس از ۱۲ و ۳۶ روز انبارمانی، در نمونه‌های تیمار شده با صمغ عربی ۶ درصد حاوی اسانس آویشن ۰/۳ و ۰/۵ درصد بامقدار ۱/۳۸ و ۳/۱ (log cfu/g) به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد (508/4) و سایر تیمارها،کمترین میزان رشد باکتری‌های هوازی را داشته‌اند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) حاکی‌از آن‌است که با گذشت زمان انبارمانی، میزان فعالیت کپک و مخمر افزایش یافت.پس از ۱۲ روز انبارمانی، به استثنای شاهد (۲/۹۸) و تیمار اسانس ۰/۳ درصد (۲/۹۸)، در سایر تیمارهای مختلف آزمایش رشد کپک و مخمر کمتری مشاهده شد. پس از ۲۴ روز انبارمانی، در میوه‌های پوشش داده شده با صمغ عربی ۶ درصد، صمغ عربی ۶ درصد حاوی اسانس ۰/۳ و ۰/۵ درصد و نیز صمغ عربی ۸ درصد حاوی اسانس ۰/۳ و ۰/۵ درصد، به‌طور معنی‌داری رشد کپک و مخمر کمتری نشان دادند. در پایان دوره انباری (بعد از ۳۶ روز)، تیمار صمغ عربی ۶ درصد حاوی اسانس آویشن ۰/۳ و ۰/۵ درصد، همچنین تیمار صمغ عربی ۸ درصد حاوی اسانس ۰/۵ درصد به‌طور معنی‌داری میزان رشد کپک و مخمر کمتری روی محیط کشت DRBC در مقایسه با شاهد (٤) نشان دادند (جدول ۳).پوشش‌های خوراکی با ایجاد پوشش محافظتی روی سطح میوه، می‌توانند میوه را از فساد پاتوژن‌ها مصون نگهدارند [٤٥]. از آن‌جایی که برخی اسانس‌های گیاهی خود دارای ترکیبات ضدمیکروبی می‌باشند،لذا افزودن اسانس‌های گیاهی به پوشش‌های خوراکیموجب بهبود خاصیت ضد میکروبی می‌شوند [٤٦]. اثر پوشش پروتئینی آب پنیر حاوی اسانس آویشن [٤٧] و در ترکیب با اسانس مریم‌گلی [٤٨] رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس را در مغز پسته کاهش داد. کاربرد پوشش خوراکی پروتئینی آب پنیر حاوی عصاره آویشن شیرازی در برابر رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس و تولید سم آفلاتوکسین اثرات مهارکنندگی نشان داد [٤٩]. تیمول و کارواکرول مهمترین و بیشترین اجزای تشکیل دهنده اسانس آویشن هستند که متعلق به گروه فنل‌ها و دارای خاصیت قارچ‌کشی می‌باشند]٤٢[. ترکیبات تیمول، سینامالدئید و کارواکرول موجود در آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) که اثر بازدارنده بر رشد و اسپورزایی قارچ آسپرژیلوس پارازیتیکوس دارند، این ترکیبات به میزان کمتری در آویشن باغی (*Thymusvulgaris* L.) وجود دارند [٥٠]. گزارش شده است که عصاره فنلی موجود در اسانس آویشن بیشترین اثر مهارکنندگی را بر قارچ آسپرژیلوس فلاووس دارد [٥١]. استفاده از پوشش صمغ عربی حاوی اسانس لمونگراس و دارچین روی کنترل بیماری آنتراکنوز در میوه موز و پاپایا [١٧] و صمغ کهور حاوی اسانس آویشن و لیمودر برابر رشد قارچ‌ها در میوه پاپایا در طول دوره انباری اثر مطلوبیداشته است]٥٢[.

Table 2 Reciprocal effects of Arabic gum with thyme essential oil on aerobic mesophilic bacteria (log cfu/g) of fresh pistachios preserved at 3 ± 1 °C

36	24	12	0	Treatments/Days
5.57±0.006a	5.24±0.04ab	4.508±0.24b-e	1.1±1.72g	Control
4.78±0.05a-d	4.51±0.02b-e	4±0.043de	1.1±1.72g	Arabic Gum 0%+ Thyme 0.3%
4.35±1.12b-e	4.19±0.07c-e	3.6±0.26ef	1.1±1.72g	Arabic Gum 0%+ Thyme 0.5%
4.81±0.006a-d	4.76±0.14a-d	7.36±0.052b-e	1.1±1.72g	Arabic Gum 6%+ Thyme 0%
4.22±0.035c-e	3.88±0.015d-f	1.38±0.052g	1.1±1.72g	Arabic Gum 6%+ Thyme 0.3%
4.42±0.048b-e	4.07±0.14de	3.1±0.082f	1.1±1.72g	Arabic Gum 6%+ Thyme 0.5%
5.18±0.008a-c	4.48±0.07b-e	4.6±0.053b-d	1.1±1.72g	Arabic Gum 8%+ Thyme 0%
4.7±0.087a-d	4.7±0.018b-e	4.23±0.048c-e	1.1±1.72g	Arabic Gum 8%+ Thyme 0.3%
4.49±0.076b-e	4.49±0.058b-e	4.17±0.05de	1.1±1.72g	Arabic Gum 8%+ Thyme 0.5%

Values with similar letters are not significantly different ($p<0.01$).
Data represent mean values ± S.E

Table 3 Reciprocal effects of food ingredients of alginate with thyme essential oil on mold and yeast growth (log cfu/g) of fresh pistachios preserved at 3 ±1 °C

36	24	12	0	Treatments/Days
4±0.055a	3.45±0ab	2.98±0.98ab	1±0.47cd	Control
3±0.082ab	3±0.082ab	2.98±0ab	1±0.47cd	Arabic Gum 0%+ Thyme 0.3%
3.7±0.18ab	3±0.082ab	1.1±0cd	1±0.47cd	Arabic Gum 0%+ Thyme 0.5%
3.6±0.021ab	1.1±0cd	1.1±0cd	1±0.47cd	Arabic Gum 6%+ Thyme 0%
2.1±0.14bc	1±0.94cd	0.98±0.81cd	1±0.47cd	Arabic Gum 6%+ Thyme 0.3%
2.2±0.19bc	0.98±0cd	0.98±0cd	1±0.47cd	Arabic Gum 6%+ Thyme 0.5%
3.6±0.18ab	3.1±0.16ab	1.1±0cd	1±0.47cd	Arabic Gum 8%+ Thyme 0%
3.68±0.083ab	2±0cd	0.98±0.86cd	1±0.47cd	Arabic Gum 8%+ Thyme 0.3%
2.15±0.92bc	0.98±0.81cd	0.98±0cd	1±0.47cd	Arabic Gum 8%+ Thyme 0.5%

Values with similar letters are not significantly different ($p<0.01$).
Data represent mean values ± S.E

٤- نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج مااستفاده از اسانس آویشن شیرازی در ترکیب با پوشش خوراکی صمغ عربی اثرات مفیدی در حفظ خصوصیات کیفی و کنترل میکروارگانیسم‌های پس ازبرداشت پسته تازه داشت و می‌توان از این پژوهش چنین نتیجه گرفت که کاربرد غلظت 6 درصد صمغ عربی حاوی اسانس 3/0 یا 5/0 درصد آویشن شیرازی روی میوه پسته تازه به‌خوبی می‌تواند رشد باکتری‌ها و کپک‌ها را کنترل نماید و جایگزین قارچکش‌های مصنوعی شود. از این‌رو تیمار ترکیبی صمغ عربی و اسانس آویشن شیرازی شامل غلظت ٦ درصد صمغ عربی حاوی ۰/۳ درصد اسانس آویشن با خاصیت ضداکسیداسیونی بیشتر نسبت به غلظت ٦ درصد صمغ عربی به تنهایی و در ترکیب با غلظت ۰/۵ درصد اسانس آویشنبه‌عنوان یک ترکیب سالم و سازگار با محیط زیست قابلیت توصیه به تولیدکنندگان و صادر کنندگان پسته تازه را داشته و می‌تواند جهت حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری آن مناسب باشد.

٥- تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از دانشگاه هرمزگان و پژوهشکده پسته به جهت پشتیبانی مالی و پشتیبانی در دیگر مراحل آزمایش تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

٦- منابع

[1] Salek Zamani, M. 2001. Nuts 7 their hygienic, nutritional advantages & daily usage. Stand. Monthly Magazine. 11, 24 – 30.

[2] Shakerardekani, A. 2007. *Pistachio: Harvesting, Processing, Storage and Packaging*: Iran Pistachio Research Institute. Pp 158.

[3] Mirdamadiha, F. 2005. technical recommendation for pistachio storage in stores. Booklet of Iran Pistachio Research Institute. No. 27. Pp 65.

[4] Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H. M., Tan, C. P., Adzahan, N. M. 2014. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. Postharvest Biology and Technology. 88, 1-7.

[5] Duan, J., Wu, R., Strik, B. C., Zhao, Y. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. Postharvest Biology and Technology. 59(1), 71-79.

[6] Guerreiro, A. C., Gago, C.M.L, Faleiro, M.L., Miguel, M.G.C., Antunes, M.D.C. 2015. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on Arbutus unedoL. fresh fruit storage. Postharvest Biology and Technology. 100, 226-233.

[7] Lee, S. Y., Dangaran, K. L., Guinard, J. X., Krochta, J. M. 2002. Consumer acceptance of whey-protein-coated versus shellac-coated chocolate. Journal of Food Science. 67, 2764-2769.

[8] Motlagh, S., Ravines, P., Karamallah, K.A., Ma, Q. 2006. The analysis of Acacia gumsusing electrophoresis. Food Hydrocolloid. 20, 848–854.

[9] El-Anany, A. M., Hassan, G. F. A., Rehab Ali, F. M. 2009. Effects of edible coatings on theshelf-life and quality of Anna apple (Malus domestica Borkh) during cold storage.Journal of Food Technology. 7, 5–11.

[10] Radhi Addai, Z., Abdullah, A., Mutalib, S. A., Hamid Musa, Kh. 2013. Effect of Gum Arabic on Quality and Antioxidant Properties of Papaya Fruit during Cold Storage International Journal of ChemTech Research. 5(6), 2854-2862.

[11] Al-juhaimi, F., ghafoor, K., babiker, B. 2010. effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (cucumis sativus l.) fruit during storage. Pakiatan Journal of Botany. 44(4), 1439-1444.

[12] Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., Alderson, P. G. 2010. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit. Postharvest Biology and Technology. 58, 42–47.

[13] Eskandari, A., Heidari, M., daneshvar, M. H., Taheri, S. 2014. Studying effects of edible coatings of Arabic Gum and olive oil on the storage life and maintain quality of postharvest Sweet Lemon (Citrus Lemontta). International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 7 (4), 207-213.

[14] Khatib, H., Mirdehghan, S. H. 1391. Effect of chitosan edible coating on the quality and shelf life of fresh ohadi cultivar pistachio. Iranian journal of horticultural science and technology. 12(1), 83-100.

[15] Vanaei, M., Sedaghat, N., Abbaspour, H., Kaviani, M., Azarbad, H. R. 2014. Novel edible coating based on Aloe Vera Gel to Maintain pistachio Quality. International Journal of Scientific Engineering and Technology. 3(8), 1016- 1019.

[16] Aloui, H., Khwaldia ,K., Licciardello, F., Mazzaglia, A., Muratore, G., Hamdi, M., Restuccia, C. 2014. Efficacy of the combined application of chitosan and Locust Bean Gum with different citrus essential oils to control postharvest spoilage caused by Aspergillus flavus indates. International Journal of Food Microbiology. 170, 21-28.

[17] Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Zahid, N., Siddiqui, Y. 2011. Effect of a Novel Edible Composite Coating Based on Gum Arabic and Chitosan on Biochemical and Physiological Responses of Banana Fruits during Cold Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59, 5474–5482.

[18] Ali, A., Hei,G. K., Wei Keat, W. 2016. Efficacy of ginger oil and extract combined with gum Arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage. Journal of Food Science and Technology. 53(3), 1435-1444.

[19] OA, A., El-Sharony T. F., Abd-Allah, A. S. E. 2015. The effectiveness of plant essential oils and Arabic gum on the postharvest treatments of Zaghloul dates fruit during cold storage. International Journal of ChemTechResearch. 8(4), 1492-1501.

[20] Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. G., Zahid, N. 2013. Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit during storage. Postharvest Biology and Technology. 76, 119–124.

[21] Gao, P., Zhu, Zh., Ping, Zh. 2013. Effects of chitosan-glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. Carbohydrate Polymers. 95(1), 371-378.

[22] Masoudi-Sadaghiani, F., Abdollahi Mandoulakani, B., Zardoshti, M. R., Rasouli-Sadaghiani, M. H., Tavakoli, A. 2011. Responese of proline, soluble sugars, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes in potato (Solanum tuberosum L.) to different irrigation regimes in greenhouse condition. Australian Journal of Crop Science. 5(1), 55-60.

[23] Lemoine, M. L., Civello, P. M., Chaves, A. R., Martinez, G. A. 2008. Effects of combined treatment with hot air and UV-C on senescence and quality parameters of minimally processed broccoli (Brassica oleracea L. var. Italica). Postharvest Biology and Technology. 48, 15-21.

[24] Singleton, V.L and J.A, Rossi. (1965). Colorimetry of total phenolics whit phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144-158.

[25] Brand-Williams, W., M.E, Cuvelier and C. Berset. (1995). Use oa a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science Technol*. 28(1): 25-30.

[26] Ozturk, I., Sagdic, O., Yalcin, H., Tugba, D. C. 2016. The effects of packaging type on the quality characteristics of fresh raw pistachios (Pistacia vera L.) during the storage. LWT-Food Science and Technology. 65, 457-463.

[27] Murmu, S. B., Mishra, H. N. 2017. Optimization of the arabic gum based edible coating formulations with sodium caseinate and tulsi extract for guava. LWT - Food Science and Technology. 80, 271-279.

[28] Ullah, A., Abbasi, N. A., Shafique, M., Qureshi, A. A. 2017.Influence of Edible Coatings on Biochemical Fruit Quality and Storage Life of Bell Pepper cv. (Yolo Wonder). Journal of Food Quality. 3, 1-11.

[29] Yaman, O., Bayoindirli, L. 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. Lebnsmittel-Wissenschaft und-Technologie. 35, 46-150.

[30] Ali, A., Zahid, N., Manickam, S., Siddiqui, Y., Alderson, P. G. 2014. Double layer coatings: a new technique for maintaining physico-chemical characteristics and antioxidant properties of dragon fruit during storage. Food and Bioprocess Technology. 7, 2366–2374.

[31] Baldwin, E. A., Burns, J. K., Kazokas, W., Brecht, J. K., Hagenmaier, R. D., Bender, R. J., Pesis, E. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (Mangi feraindica L.) ripening during storage. Postharvest Biology and Technology. 17, 215-226.

[32] Chacon, X. R., Contreras-Esquivel, J. C., Montanez, J., Aguilera-Carbo, A. F., Reyes-Vega, M. L., Peralta-Rodriguez, R. D., Sanchez-Brambila, G. 2017. Guar Gum as an Edible Coating for Enhancing Shelf-Life and Improving Postharvest Quality of Roma Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Food Quality. (82), 1-9.

[33] Athmaselvi, K. A., Sumitha1, P., Revathy, B. 2013. Development of Aloe vera based edible coating for tomato. International Agrophysics. 27, 369-375.

[34] Zhou, R., Mo, Y., Li, Y., Zhao, Y., Zhangand, G. Y., Hu, Y. 2008. Quality and internal characteristics of Huanghua pears (Pyrus pyrifolia Nakai, cv. Huanghua) treated with different kinds of coatings during storage. Postharvest Biology and Technology. 49, 171-179.

[35] Bellomo, M., Fallico, B. 2007. Anthocyanins, chlorophylls and xanthophylls in pistachio nuts (Pistacia vera) of different geographic origin. Journal of Food Composition and Analysis. 20, 352–359.

[36] Vishwasrao, Ch., Laxmi, A . 2016. Postharvest shelf-life extension of pink guavas (Psidium guajava L.) using HPMC-based edible surface coatings. Journal of food science and technology. 53, 1966-1974.

[37] Joshi, A. V., Baraiya, N. S., Vyas, P. B., Rao, T. R. 2017. Gum Ghatti Based Edible Coating Emulsion with an Additive of Clove Oil Improves the Storage Life and Maintains the Quality of Papaya (Carica papaya L., cv. Madhu bindu). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(5), 160-174.

[38] Halvorsen, B. L., Carlsen, M. H., Phillips, K. M., Bohn, S. K., Holte, K., Jacobs, D. R., Blomhoff, R. 2006. Content of redox-active compounds (i.e., antioxidants) in foods consumed in the United States. The Americak Journal of Clinical Nutrition. 84, 95-135.

[39] Chism, G. W., Haard, N. F. 1996. Characteristics of edible plant tissues. In Food Chemistry., 3rd ed.; Fennema, O. R., Ed.; Dekker: New York. 1996; Pp 943−1011.

[40] Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., Chiralt, A. 2012. Edible Films and Coatings to Prevent the Detrimental Effect of Oxygen on Food Quality: Possibilities and limitations. Journal of Food Engineering. 110, 208-213.

[41] Antunes, M. D. C., Cavaco, A. M., 2010. The use of essential oils for postharvest decay control. A review. Flavour and Fragrance Journal. 25, 351-366.

[42] Bohme, K., Barros-Velazquez, J., Calo-Mata, P., Aubourg, S. P. 2014. Antibacterial, antiviral and antifungal activity of essential

oils: Mechanisms and applications. In Antimicrobial Compounds. Springer, Berlin, Heidelberg. Pp 51-81.

[43] Jiang, T., Lifang F., Xiaolin Zh. 2011. Effect of chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf life of shiitake mushroom (Lentinus edodes). Journal of agricultural and food chemistry. 60(1), 188-196.

[44] Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. LWT - Food Science and Technology. 41, 1862-1870.

[45] Rojas-Grau, M.A., Tapia, M. S., Martin-Belloso, O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. LWT-Food Science and Technology. 41(1), 139-147.

[46] Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J., Martin-Belloso, O. 2008. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. International Journal of Food Microbiology. 121(3), 313-327.

[47] Javanmard, M., Ramazan, Y. 2009. Application of Edible Coatings Incorporated Avishan-e Shirazi (Zataria multiflora) Alcoholic Extract for Inhibition of Aspergillus flavus Growth on the Pistachio Kernel. Journal of Medicinal Plants. 2(30), 61-70.

[48] Javanmard, M. 2012. Application of edible coatings incorporated Sage (Salvia officinalis) alcoholic extract for inhibition of Aspergillus flavus growth on pistachio kernel. Food Science and Technology. 9(34), 85-95.

[49] Tavakolopour, H., Javanmard, M., zirjani, L. (1389). The effect of inhibitory effect of edible pistachio nuts on the basis of whey protein concentrate and Shirazi multiflora extract on the production of Aflatoxin toxin. Journal of Food Science and Technology. 2(3), 53-63.

[50] Skrinjar, M. M., Nemet, N. T. 2009. antimicrobial effects of spic es and herbs essential oils. Acta periodica technologica. 40, 1-220.

[51] Hasanloo, T., Khavari-Nejad, R., Majidi, E., Ardakani, M. S. 2008. Flavonolignan production in cell suspension culture of Silybum marianum. Pharmacutical Biology. 46(12), 876-82.

[52] Bosquez-Molina, E., Ronquillo-de Jesus, E., Bautista-Banos, S., Verde-Calvo, J. R., Morales-Lopez, J. 2010. Inhibitory effect of essential oils against Colletotrichum gloeosporioides and Rhizopus stolonifera in stored papaya fruit and their possible application in coatings. Postharvest Biology and Technology. 57, 132–137.

Effect of Arabic gum coating enriched with Shirazi thyme essential oil on quality characteristics of fresh pistachio (*Pistacia vera* L cv. Ahmad-Aghaghi)

Hashemi, M.[1], Shakerardekani, A.[2*], Mirzaalian Dastjerdi, A[3]. Mirdehghan, S. H[4]

1. Ph.D. student, post-harvest physiology and technology, Hormozgan University, Bandar Abbas
2. Assistant Professor, Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Hormozgan University, Bandar Abbas
4. Professor. Department of Horticultural, Vali-Asr, University of Rafsanjan, Iran

(Received: 2018/06/13 Accepted:2019/01/29)

Biodegradable edible coatings, their enrichment with essential oils and their use on the surface of fruits are influential approaches that can reduce the problems of post-harvest management, thereby maintaining the quality of the produce. In this study, different concentrations of Arabic gum (0, 6 and 8% w/v) were used in combination with different concentrations of Shirazi thyme essential oil (0, 0.3 and 0.5% w/v), and their effects were measured with respect to various qualitative characteristics of fresh pistachio nuts which were evaluated for a period of 36 days under conditions of storage at a temperature of 3 ± 1°C. The results showed that the growth of mold and yeast and the growth of aerobic bacteria on the samples were significantly less than in other samples when using the 6% Arabic gum concentration enriched with the essential oil of Shirazi thyme at 0.3 and 0.5%. Also, adding the essential oil of Shirazi thyme (at 0.3 and 0.5%) to the formulation of Arabic gum (6%) managed to reduce the occurrence of water loss from the fresh pistacia and significantly reduced the weight loss from the samples. The addition of essential oil to the Arabic gum coating contributed significantly to the preservation of carbohydrates, chlorophylls, phenolic compounds, and antioxidants in the kernels of the fresh pistachios. Therefore, the use of edible coatings of 6% Arabic gum containing Shirazi thyme essential oil (at 0.3 and 0.5%) can maintain the quality and increase the shelf life of fresh pistachio.

Keywords: Essential oil, Fresh pistachio, Edible coating, Mold growth

* Corresponding Author E-Mail Address: shaker@pri.ir