

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، فیزولوژی و فناوری پس از برداشت، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۲- استادیار، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۴- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، کرمان

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

چکیده

استفاده از پوشش زیست تخریب‌ناپذیر 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 عربی، ۰، ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ درصد (در ترکیب با غلظت‌های مختلف ۰، ۰/۳ و ۰/۵ درصد وزنی -حجمی) اسانس آویشن شیرازی روی برخی خصوصیات کیفی میوه پسته تازه در طی ۳۶ روز انبارمانی در دمای ۳±۱ 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 ۰/۷ 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 ۰/۷ درصد باعث کاهش آب از دست‌دهی میوه‌های تازه شد و به‌طور قابل توجهی کاهش وزن نمونه‌ها را کاهش داد. افزودن اسانس به پوشش صمغ عربی به‌طور معنی‌داری باعث حفظ کربوهیدرات، کلروفیل، ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی مغز میوه‌های پوشش داده شد. بنابراین، استفاده از پوشش خوراکی صمغ عربی ۰/۷ 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 آن است که آن را 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 می‌کند. یکی از دلایل ماندگاری کم پسته تازه، تنفس زیاد آن است که باعث افزایش درجه حرارت فرآورده می‌شود به دنبال آن رطوبت موجود در پوست‌رویی پسته تبخیر می‌شود، این امر موجب بالا رفتن رطوبت محیط و در نتیجه ایجاد شرایط مناسب برای رشد قارچ می‌باشد [۲]. بنابراین پسته تازه قابلیت ماندگاری طولانی را ندارد و در صورت عدم نگهداری مناسب باید در مدت کوتاهی مصرف شود [۲ و ۳].

پوشش‌های خوراکی 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 [۴]. به عبارت دیگر پوشش‌های خوراکی با کنترل اتمسفر گاز درونی میوه، سرعت تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی و رشد میکروبی را به حداقل می‌رسانند، همچنین با کاهش تبخیر و تعرق میوه، موجب تأخیر پیری و افزایش عمر انباری میوه‌ها و سبزی‌های تازه می‌شوند [۵ و ۶]. پوشش‌های خوراکی به سبب تخریب پذیر بودن، برخلاف پوشش‌های سنتزی آلودگی زیست محیطی نداشته و از آنجایی که از کربوهیدرات، پروتئین یا لیپید تشکیل شده‌اند، از ارزش تغذیه‌ای نیز برخوردار هستند [۷]. پوشش خوراکی صمغ عربی یا صمغ ساقه آکاسیا به‌طور وسیعی در صنعت به دلیل 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 قنای 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 و افزایش عمر انباری 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 تیترا، مواد جامد 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 [۱۴] در افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه مؤثر بود گزارش و انابی و همکاران (۲۰۱۴) نیز کاربرد پوشش ژل آلون‌وار و کیتوزان و همچنین ترکیب ژل آلون‌وار و کیتوزان نیز در افزایش ماندگاری پسته تازه مؤثر 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 [۶]. اختلاط اسانس‌ها با پوشش خوراکی یک روش مؤثر برای حل برخی از مشکلات پس از برداشت است [۱۶]. در این رابطه برخی از محققان اثرات اسانس‌های گیاهی 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 آلدريج) در آب مقطر روی هیتر با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و همزده شد تا اینکه به صورت محلول شفاف و روشنی درآمد. و بعد از سرد شدن محلول، گلیسرول (سیگما آلدريج) به عنوان پلاستی‌سایزر به مقدار 5/1 درصد به محلول اضافه شد. در نهایت 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 به وسیله هموژنایزر به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲۴۵۰۰ دور در دقیقه همزده شدند و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در خلا قرار گرفتند [۲۰].

۲-۲- پوشش دار کردن نمونه‌ها

پسته‌های تازه با استفاده از روش اسپری کردن با پوشش خوراکی پلی‌ساکاریدی صمغ عربی پوشش دار شدند و پس از آن نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه خشک شدند و در هر واحد آزمایش مقدار ۴۵۰ گرم پسته‌ی تازه در ظروف پلی‌پروپیلن گذاشته شد. سپس نمونه‌های پسته پس از انجام تیمارها وزن شده و در سردخانه با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی بر پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل پوشش خوراکی صمغ عربی در سه سطح (صفر، 6 و 8 درصد وزنی -حجمی)، فاکتور دوم شامل اسانس آویشن شیرازی در سه سطح (صفر، 3/0 و 5/0 درصد وزنی -حجمی) و فاکتور سوم شامل زمان اندازه‌گیری در چهار سطح (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ 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 به وسیله 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].

$$100 \times \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} = \% \text{ کاهش وزن}$$

۲-۳-۲- اندازه‌گیری قندهای محلول

محتوای قندهای محلول نمونه‌ها با استفاده از معرف آنترون و بر اساس روش [۲۲] تعیین گردید. مقدار ۰/۵ 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) ۰/۱۵ گرم آنترون در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) به آن اضافه گردید. این محلول پس از مخلوط شدن به مدت 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 ۶۲۵ نانومتر قرائت و برای محاسبه مقدار قندهای محلول از فرمول زیر استفاده شد [۲۲].

$$= \% \text{ کربوهیدرات نهایی}$$

$$100 \times (\text{وزن نمونه}) \times 0.5 \text{ (حجم عصاره)} \times (15 \times \text{OD} / 625 / 1000)$$

$$\text{OD} = \text{طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر}$$

۲-۳-۳- اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل و کاروتنوئیدها ۰/۴ 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

دقیقه قرار داده شد و دوباره با همان طول موج خوانده شدند و و میزان آنتی اکسیدان کل با فرمول زیر محاسبه شد [۲۵].

$$\text{AOO} \times 100 = (\text{OD0} - \text{OD30min}) / \text{AOO}$$

OD0= طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر در زمان صفر
OD30= بعد از سی دقیقه طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر

۲-۳-۶- کشت میکروبی

دو نوع محیط کشت پلیت کانت آگار^۱ برای اندازه گیری میزان باکتری های هوازی مزوفیلک و دیکلوران رز بنگال کلرامفنیکول آگار^۲ را برای اندازه گیری میزان کپک و مخمر مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه گیری میزان آلودگی پسته، ۱۰ گرم نمونه پسته تازه را داخل پلاستیک های استریل ریخته و به آن ۹۰ میلی لیتر محلول (آب+ پپتون) اضافه شد، سپس به مدت ۱۵ ثانیه داخل دستگاه پالسی فایر قرار گرفت تا آلودگی از پسته خارج شود. یک میلی لیتر از مخلوط حاصله داخل لوله آزمایش حاوی ۹ سی سی آب مقطر ریخته شد، این عمل تا محلول ۱۰^۶ ادامه داده شد. سپس یک میلی لیتر از رقت ۱۰^۶ آروی هر کدام از محیط کشت ها به روش کشت خطی ریخته شد. سپس در محیط کشت پلیت کانت آگار حاوی سوسپانسیون کشت شده بعد از قرار گرفتن در انکوباتور با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت میزان باکتری ها با کلونی شمارشمارش شد و در محیط کشت دیکلوران رز بنگال کلرامفنیکول آگار حاوی سوسپانسیون نیز بعد از قرار گرفتن در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ روز با کلونی شمار میزان کپک و مخمر شمارش شد. در نهایت میزان آلودگی را بر حسب واحد cfu بیان می شود [۲۶].

۳- بحث و نتایج

۱-۳- کاهش وزن

تیمار صمغ عربی ۶ درصد در ترکیب با اسانس آویشن ۳٪ پس از ۱۲ روز انبارمانی، کمترین میزان کاهش وزن (۰/۲۴ درصد) را به طور معنی داری در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها داشت. تیمار

اسپکتروفتومتر (مدل Cecil CE-3041) جذب در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵، ۵۱۰ و ۴۸۰ نانومتر قرائت و سپس برای تعیین میزان کلروفیل کل و کاروتنوئیدها از فرمول های زیر استفاده شد [۲۳]:

$$\begin{aligned} \text{mg/g} = & \text{مجموع کلروفیل} \\ & 20.2(\text{OD645}) + 8.02(\text{OD663}) \times V / 10 \times 1000 \\ = & \text{کاروتنوئید} \\ & [7.6 (\text{OD480}) - 1.49 (\text{OD510})] \times V / 10 \times 1000 \end{aligned}$$

OD = طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر

V= حجم نهایی محلول

۲-۳-۴- اندازه گیری ترکیبات فنلی موجود در مغز

محتوای ترکیبات فنلی نمونه ها با استفاده از معرف فولین و بر اساس روش Singleton et al, 1965 تعیین گردید. ابتدا ۰/۵ گرم از بافت گیاهی را در ۳ میلی لیتر متانول ۸۵ درصد ساییده و به صورت محلول همگن درآمد و سپس نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. ۳۰۰ میکرو لیتر از روشناور با ۱۵۰۰ میکرو لیتر فولین ۱۰ درصد ترکیب و بعد از ۵ دقیقه ۱۲۰۰ میکرو لیتر کربنات سدیم ۷ درصد به آن اضافه شد و محلول نهایی به مدت 5/1 ساعت در تاریکی روی شیکر قرار گرفت و سپس با طول موج ۷۶۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت شد [۲۴].

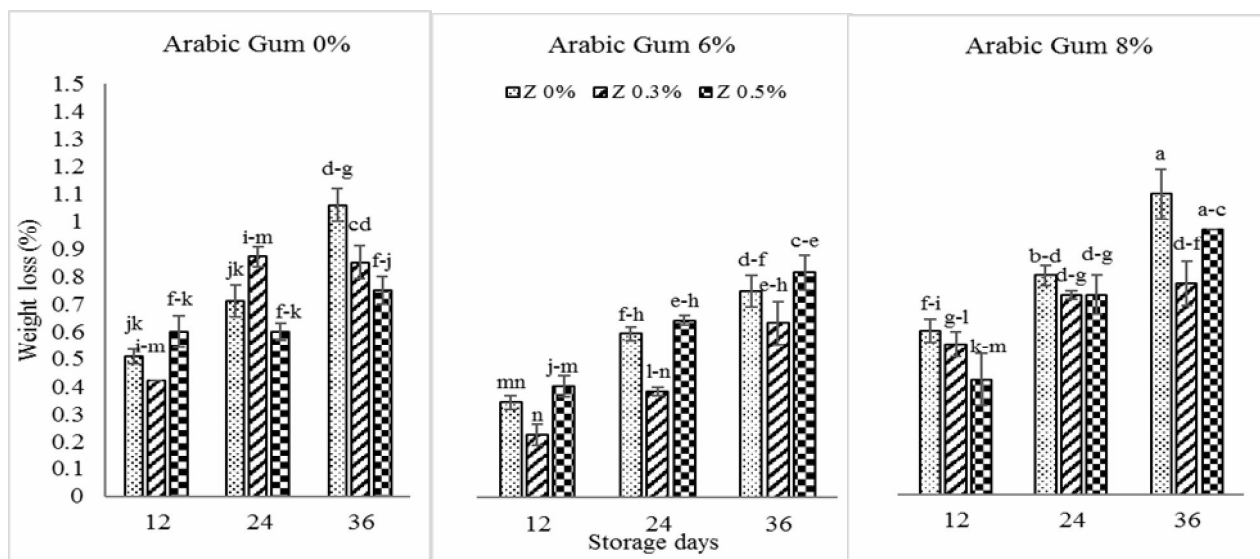
۲-۳-۵- اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی موجود در مغز

ابتدا ۰/۵ گرم از بافت گیاهی را در ۳ میلی لیتر متانول ۸۵ درصد ساییده و به صورت محلول همگن درآمد. سپس نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. ۵۰۰ میکرو لیتر از روشناور با ۵۰۰ میکرو لیتر آب مقطر ترکیب و به مدت ۵ دقیقه در دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شدند. سپس ۷۵ میکرو لیتر از محلول ترکیبی روشناور و آب مقطر با ۲/۹۲۵ میلی لیتر دی پی پی اچ ۸۵ درصد (۰/۲۴ گرم ماده دی پی پی اچ با متانول ۸۵ درصد ترکیب و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر) ترکیب شد و با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و سپس نمونه در تاریکی به مدت ۳۰

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

سیاه و علف‌لیمو روی میوه خرما [۱۹]، دارچین روی فلفل‌دلمه‌ای [۲۸]، زنجبیل روی پاپایا [۱۸]، دارچین روی موز و پاپایا [۱۷] نتایج ما را تأیید 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 می‌شود چراکه 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 نفوذ پذیر در برابر اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، رطوبت و حرکت حلال و در نتیجه کاهش تنفس، کاهش آب از دست‌دهی 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 در برابر حرکت اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و رطوبت، باعث کاهش تنفس و تعرق سطح میوه می‌شود و در نهایت مقدار آب از دست‌دهی را کاهش می‌دهد [۳۲].

پوشش خوراکی صمغ عربی ۶ درصد بدون اسانس نیز پس از ۱۲ روز انبارمانی کاهش وزن کمتری (۰/۳۶٪) در مقایسه با شاهد (۰/۵۱٪) نشان داد. تیمار صمغ عربی ۶ درصد در ترکیب با اسانس آویشن ۰/۳٪ پس از ۲۴ روز نگهداری در انبار سرد، کمترین کاهش وزن (۰/۴٪) را به‌خود اختصاص داد و در نهایت در پس از ۳۶ روز انبارمانی، نمونه‌های تیمار شده با صمغ عربی ۶ درصد به‌تنهایی و در ترکیب با اسانس آویشن کمترین کاهش وزن را داشتند. همچنین پس از ۳۶ روز انبارمانی، تیمار اسانس به‌تنهایی و تیمار صمغ عربی ۸ درصد در ترکیب با اسانس ۰/۳ درصد نیز در مقایسه با شاهد (۱/۰۶٪) به‌طور معنی‌داری کاهش وزن کمتری نشان دادند. همان‌طور که در شکلیک آورده شده است با افزایش دوره انباری درصد کاهش وزن در تمامی تیمارها افزایش یافت ولی این افزایش در پسته‌های تیمار شده با صمغ عربی ۶ درصد کمتر بود. به‌طور کلی بیشتر تیمارها در مقایسه با شاهد در کاهش درصد کاهش وزن موثر بودند و نتایج 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



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

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

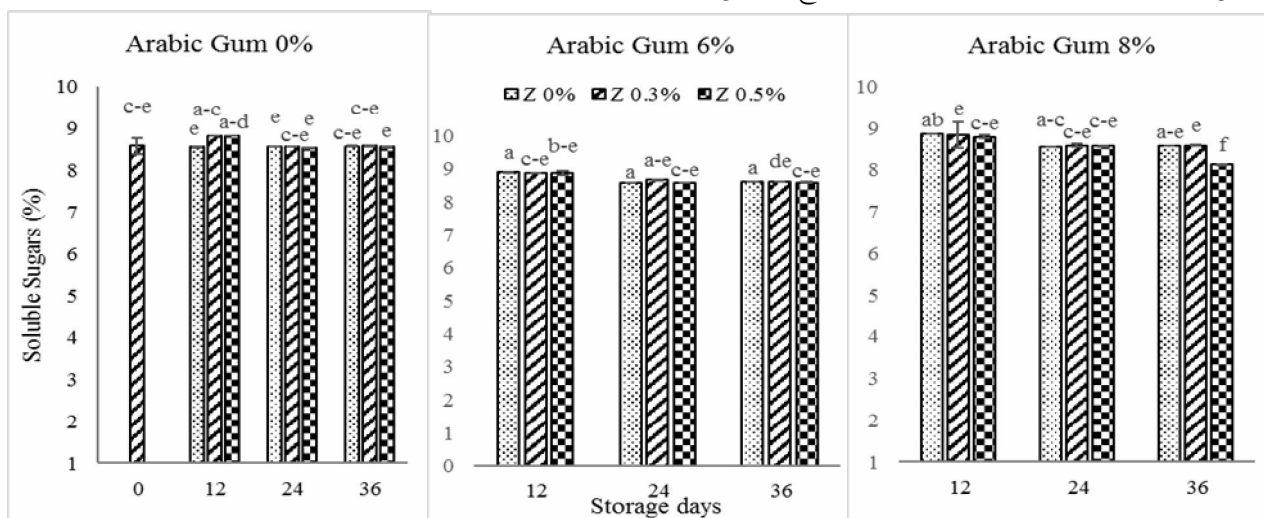
Data represent mean values \pm S.E.

Z = *Zataria multiflora* Boiss

بالا بودن قندهای محلول میوه‌های گوجه‌فرنگی پوشش داده شده در مقایسه با میوه‌های شاهد گزارش شده است [۳۳] که به دلیل کاهش تنفس و تعرق میوه پوشش داده شده به علت ایجاد شرایط اتمسفر کنترل شده بوده است. کاربرد صمغ عربی حاوی اسانس زیره سیاه و علف لیمو روی خرما نیز منجر به 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 [۳۴].

۳-۲- قندهای محلول مغز

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود پس از ۱۲، ۲۴ و ۳۶ روز نگهداری، در میوه‌های پوشش داده شده با صمغ عربی ۶ درصد بدون اسانس و نیز صمغ عربی ۶ 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



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

Fig 2 Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zataria multiflora* essential oil on Soluble Sugars (%) of fresh pistachio stored at $3 \pm 1^\circ\text{C}$

Data represent mean values \pm S.E.

Z = *Zataria multiflora* Boiss

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 هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز روی گواوا [۳۶]، 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 بیاورد و در نتیجه تغییر رنگ میوه که

۳-۳- کلروفیل و کاروتنوئید مغز

مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل حاکی از آن است که تیمارهای صمغ عربی ۶ درصد و صمغ عربی ۶ 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 ۶ درصد و صمغ عربی ۶ 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.

از فعالیت کلروفیل‌لاز 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.

ناشی از تخریب کلروفیل و تحریک سنتز رنگیزه‌های دیگر مانند کارتنوئیدها و لیکوپین 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

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)			Essential oil	Attributes
8%	6%	0%		
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 \pm S.E

آنتی‌اکسیدان مغز بیشتری مشاهده شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی یکی از فاکتورهای مهم کیفی وابسته به میوه‌ها و سبزیجات برای سلامتی انسان است [۶]. رابطه بین مقدار فنل کل و خواص آنتی‌اکسیدانی موضوع مطالعات زیادی در گذشته بوده است. اعتقاد بر این است 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 به دلیل 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 تبدلات گازها از جمله کاهش نفوذ اکسیژن و مصرف سلول منجر به کاهش پروسه‌های اکسیداتیو می‌شوند [۴۰]. اثرات آنتی‌اکسیدانی برخی ترکیبات موجود در اسانس نیز ممکن است به حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کمک کند [۴۱]. ترکیبات فنولیک، اسانس‌ها را قادر می‌سازند تا توانایی آنتی‌اکسیدانی را برای حذف رادیکال‌های آزاد نشان دهند و تیمول و کارواکرول مهمترین و بیشترین اجزای تشکیل دهنده اسانس آویشن هستند که متعلق به گروه فنول‌ها می‌باشند [۴۲]. بنابراین در مطالعه حاضر حداکثر مقدار ترکیبات فنلی در میوه‌های پوشش داده شده

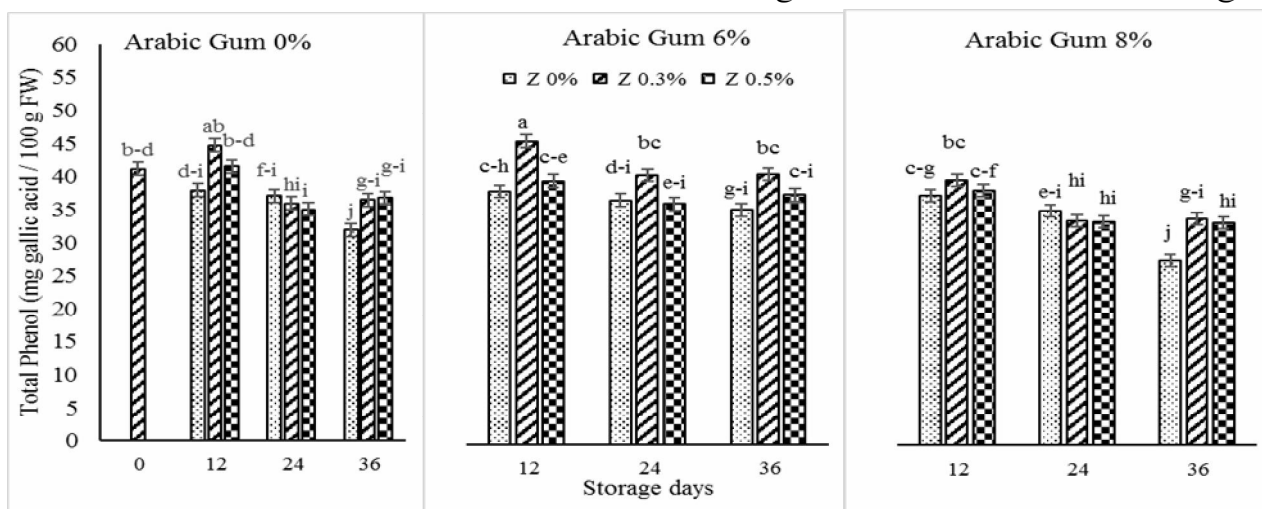
۳-۴- میزان ترکیبات فنلیو آنتی‌اکسیدان مغز

بر اساس نتایج شکل ۳ میزان ترکیبات فنلی مغز طی دوره انباری کاهش یافت. پس از ۱۲ روز انبارمانی، بیشترین مقدار فنل مغز در تیمار صمغ عربی ۶ درصد ترکیب شده با غلظت ۰.۳ درصد اسانس آویشن (۴۷/۱) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داریا شاهد و سایر تیمارها داشت. همچنین این تیمار پس از ۲۴ یا ۳۶ روز انبارمانی، در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها، ترکیبات فنلی بالاتری داشت.

همان‌گونه که در نمودار ۴ مشخص است در تمام تیمارهای آزمایش، میزان آنتی‌اکسیدان مغز از روز صفر تا روز ۱۲ دوره انباری افزایش پیدا کرد و این افزایش در تیمار صمغ عربی ۶ 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 به ترتیب با مقدار ۲۹/۴، ۳۰/۷۹، ۴۴/۲۸ در مقایسه با شاهد (۲۱/۶) و سایر تیمارها بیشتر بود. میزان آنتی‌اکسیدان مغز از روز ۱۲ تا روز ۲۴ و سپس تا روز ۳۶ دوره انباری به تدریج کاهش یافت. اگرچه بین تیمارها پس از ۳۶ روز انبارمانی، اختلاف معنی‌دار آماری صورت نگرفت اما در تیمارهای صمغ عربی ۶ 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

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 [۴۳] در حفظ ترکیبات فنلی موثر بودند. همچنین کاربرد صمغ عربی روی پاپایا بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه موثر بود [۱۰]. پوشش‌های خوراکی در کاهش میزان ترکیبات فنلی، ویتامین‌ها و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی در طی دوره انباری میوه‌های خربزه موثر هستند [۴۴].

با صمغ عربی ۶ درصد و در ترکیب با اسانس آویشن شیرازی بدان معنی است که آن میوه‌ها مقدار بیشتری از آنتی‌اکسیدان‌ها را نیز حفظ کردند. در میوه‌های شاهد و بدون پوشش کاهش شدید در ترکیبات فنلی ممکن است به دلیل 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 حاکی از آن است که صمغ عربی در

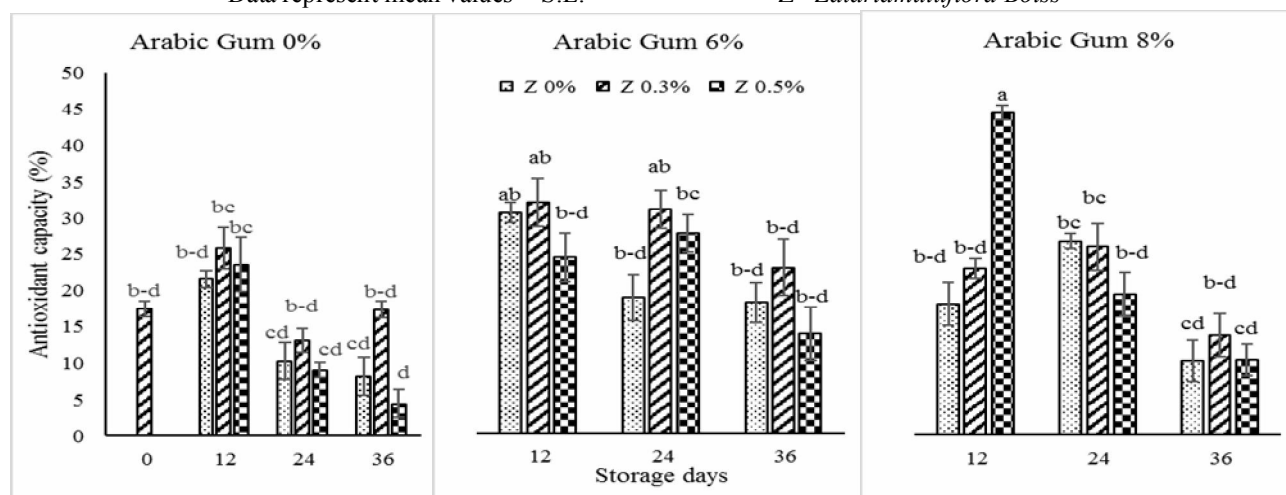


Values with similar letters are not significantly different ($p < 0.01$).

Fig 3 Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zataria multiflora* essential oil on the phenolic compounds of fresh pistachio stored at $3 \pm 1^\circ\text{C}$

Data represent mean values \pm S.E.

Z = *Zataria multiflora* Boiss



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

Fig. 4. Effect of Arabic gum edible coating enriched with *Zataria multiflora* essential oil on Antioxidant capacity of fresh pistachio stored at $3 \pm 1^\circ\text{C}$

Data represent mean values \pm S.E.

Z = *Zataria multiflora* 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 بمقدار $1/38$ و $3/1$ (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) حاکی از آن است 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 (۴) نشان دادند (جدول ۳). پوشش‌های خوراکی با ایجاد پوشش محافظتی روی سطح میوه، می‌توانند میوه را از فساد پاتوژن‌ها

مصون نگهدارند [۴۵]. از آنجایی که برخی اسانس‌های گیاهی خود دارای ترکیبات ضد میکروبی می‌باشند، لذا افزودن اسانس‌های گیاهی به پوشش‌های خوراکی موجب بهبود خاصیت ضد میکروبی می‌شوند [۴۶]. اثر پوشش پروتئینی آب پنیر حاوی اسانس آویشن [۴۷] و در ترکیب با اسانس مریم‌گلی [۴۸] رشد قارچ اسپرژیلوس فلاووس را در مغز پسته کاهش داد. کاربرد پوشش خوراکی پروتئینی آب پنیر حاوی عصاره آویشن شیرازی در برابر رشد قارچ اسپرژیلوس فلاووس و تولید سم آفلاتوکسین اثرات مهارکنندگی نشان داد [۴۹]. تیمول و کارواکرول مهم‌ترین و بیشترین اجزای تشکیل دهنده اسانس آویشن هستند که متعلق به گروه فنل‌ها و دارای خاصیت قارچ‌کشی می‌باشند [۴۲]. ترکیبات تیمول، سینامالدهید و کارواکرول موجود در آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) که اثر بازدارنده بر رشد و اسپورزایی قارچ اسپرژیلوس پارازیتیکوس دارند، این ترکیبات به میزان کمتری در آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) وجود دارند [۵۰]. گزارش شده است که عصاره فنلی موجود در اسانس آویشن بیشترین اثر مهارکنندگی را بر قارچ اسپرژیلوس فلاووس دارد [۵۱]. استفاده از پوشش صمغ عربی حاوی اسانس لیمونگراس و دارچین روی کنترل بیماری آنتراکنوز در میوه موز و پاپایا [۱۷] و صمغ کهور حاوی اسانس آویشن و لیمودر برابر رشد قارچ‌ها در میوه پاپایا در طول دوره انباری اثر مطلوبی داشته است [۵۲].

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 \pm 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±0.81 cd	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 \pm S.E

۶- 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 unedo*L. fresh fruit storage. *Postharvest Biology and Technology*. 100, 226-233.
- [7] Lee, S. Y., Danganan, 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.

۴- نتیجه گیری کلی

طبق نتایج ماستفاده از اسانس آویشن شیرازی در ترکیب با پوشش خوراکی صمغ عربی اثرات مفیدی در حفظ خصوصیات کیفی و کنترل میکروارگانیسم‌های پس از برداشت 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 به خوبی می‌تواند رشد باکتری‌ها و کپک‌ها را کنترل نماید و جایگزین قارچکش‌های مصنوعی شود. از این رو تیمار ترکیبی صمغ عربی و اسانس آویشن شیرازی شامل غلظت 6 درصد صمغ عربی حاوی 0/3 درصد اسانس آویشن با خاصیت ضد اکسیداسیونی بیشتر نسبت به غلظت 6 درصد صمغ عربی به تنهایی و در ترکیب با غلظت 0/5 درصد اسانس آویشن به عنوان 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.

۵- تشکر و قدردانی

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

- 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 Zaghoul 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. Response 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.
- [8] Motlagh, S., Ravines, P., Karamallah, K.A., Ma, Q. 2006. The analysis of Acacia gums using 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 the shelf-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. *Pakistan 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

- [33] Athmaselvi, K. A., Sumitha, 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., Zhang, 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 American 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., Calomata, P., Aubourg, S. P. 2014. Antibacterial, antiviral and antifungal activity of essential
- [24] Singleton, V.L and J.A, Rossi. (1965). Colorimetry of total phenolics with 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 of 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. *Lebensmittel-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 (*Mangifera indica* 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.

- 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 spices 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*. *Pharmaceutical 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.
- 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*

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 $3 \pm 1^\circ\text{C}$. 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