

بررسی فعالیت ضد قارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان و تاثیر آن بر جذب رطوبت و ویژگی های ارگانولپتیکی مغز پسته

یحیی مقصودلو^{a*}، عاطفه مقصودلو^b، مرتضی خمیری^a، محمد قربانی^a

^a دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه علوم و صنایع غذایی، گلستان، ایران
^b دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه علوم و صنایع غذایی، گلستان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۳/۱۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۲

۳۱

چکیده

مقدمه: ایران از بزرگترین صادرکننده های پسته در جهان است. در صورت نامساعد بودن شرایط انبار مانی؛ کپک زدگی و تولید آفلاتوکسین، جذب رطوبت، اکسایش چربی باعث افت کیفیت محصول می شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ضدقارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان با غلظت های مختلف و تاثیر آن بر جذب رطوبت و ویژگی های ارگانولپتیکی مغز پسته است.

مواد و روش ها: با استفاده از اسیداستیک ۱ درصد حجمی / حجمی، غلظت های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی / حجمی کیتوزان تهیه و پسته ها توسط آنها پوشش دهی شدند. به منظور مشخص کردن اثر ضد میکروبی اسید استیک، از اسید استیک ۱ درصد نیز بعنوان پوشش استفاده شد. مغز پسته های پوشش داده شده شش ماه در دمای اتاق (۲۷-۲۵ °C) نگهداری شدند. در دوره نگهداری، هر دو هفته یکبار شمارش کلی کپک و مخمر، تعیین درصد توسعه کپک اسپرژیلوس، اندیس پراکسید و اندیس TBA تعیین میزان رطوبت و تغییر وزن و همچنین ارزیابی ویژگی های حسی صورت پذیرفت. آزمایشات در قالب فاکتوریل، به صورت طرح کاملا تصادفی انجام شد.

یافته ها: کیتوزان و استیک اسید بطور معنی داری (p<0/05) از رشد کپک اسپرژیلوس ممانعت کرد. کیتوزان سرعت واکنش های اکسایشی را نیز کاهش داد؛ با افزایش غلظت کیتوزان، اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی آن افزایش پیدا کرد. همچنین کیتوزان از جذب رطوبت پسته جلوگیری کرد؛ اما غلظت کیتوزان تاثیر معنی داری در این زمینه نداشت. غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان تاثیر معنی داری (p<0/05) بر طعم مغز پسته داشت، اما سایر غلظت ها تاثیری و ویژگی های ارگانولپتیکی پسته نداشت.

نتیجه گیری: کیتوزان ماده مناسبی برای بکار گیری به عنوان پوشش خوراکی در پسته بود و غلظت ۱ درصد آن به عنوان بهترین تیمار برای پوشش دهی مغز پسته انتخاب گردید.

واژه های کلیدی: پسته، جذب رطوبت، فعالیت ضد قارچی، فعالیت آنتی اکسیدانی، کیتوزان، ویژگی ارگانولپتیکی.

مقدمه

پسته یکی از محصولات عمده صادراتی ایران بوده و کشور ما یکی از بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده آن در جهان است. در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی در طول دوره انبارمانی؛ کپک زدگی و تولید سموم به ویژه آفلاتوکسین، جذب رطوبت و بروز طعم‌های کهنگی و تندی باعث افت کیفیت محصول می‌شود (Koshteh, 2002). یکی از روش‌های جلوگیری از بروز این مشکلات، استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌باشد. پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد هستند که سدی در مقابل انتقال رطوبت و اکسیژن و مواد حل شده در غذا ایجاد کرده و قابلیت خورده شدن توسط مصرف‌کننده را دارند. کیتوزان که از ضایعات خرچنگ و میگو تهیه می‌شود، دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و اثرات تغذیه‌ای مفید بوده و قابلیت استفاده به‌عنوان فیلم‌های خوراکی را دارا می‌باشد (Synowiecki & Al-khateeb, 2003). با بکارگیری کیتوزان در پوشش‌دهی محصول ارزشمندی همچون پسته، علاوه بر کاهش رشد کپک در طول دوره نگهداری و در نتیجه کاهش امکان تولید سم آفلاتوکسین در آن، یک محصول غذایی با ارزش افزوده‌ی بالا تولید می‌گردد که این امر اثرات مثبتی بر صادرات آن بر جا خواهد گذاشت. کیتوزان یک کopolymer از گلوکز آمین و N-استیل گلوکز آمین است که بوسیله N-دی استیلاسیون کیتین تهیه می‌گردد و ماده‌ای بی‌رنگ و بی‌بو می‌باشد (Alsalvar et al., 2002). دانگ و همکاران اثر پوشش کیتوزان یک درصد را بر روی حفظ کیفیت و افزایش مدت ماندگاری میوه لیچی بررسی کردند (Dong et al., 2004). کاربرد کیتوزان، افت وزن و کاهش کیفیت ارگانولپتیکی را به تاخیر انداخت؛ همچنین بطور موثری رشد میکروارگانیسم‌ها را کاهش داد. دولیقره و همکاران اثر ضد میکروبی کیتوزان را بر روی کاهو و توت‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که فعالیت ضد میکروبی محلول کیتوزان در کاهو و توت‌فرنگی قابل مشاهده بوده است اما به دلیل ایجاد مزه تلخ در کاهو قابل استفاده نمی‌باشد (Devlieghere et al., 2004). چین و همکاران اثرات پوشش کیتوزان ۰/۵٪ و ۱٪ و ۲٪ را بر روی کیفیت و مدت ماندگاری قطعات انبه مورد بررسی قرار دادند (Chien et al., 2007). پوشش کیتوزان، تغییر

وزن ناشی از دست دادن آب و افت کیفیت حسی را به تاخیر انداخت و از رشد میکروارگانیسم‌ها نیز جلوگیری کرد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کیتوزان تأثیری در فعالیت ضد قارچی آن نداشت. کامپانیلو و همکاران اثر ضد میکروبی پوشش کیتوزان یک درصد را بر روی قطعات توت‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. آنها قطعات توت‌فرنگی پوشش داده شده را بسته‌بندی کرده و نگهداری کردند؛ پوشش کیتوزان از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرده و تغییر وزن میوه‌ها را کاهش داد، همچنین بر طعم و پذیرش کلی میوه‌ها تأثیری نگذاشته و باعث حفظ رنگ قطعات میوه در طول دوره نگهداری شد (Campaniello et al., 2008). مونز و همکاران اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان ۱٪، ۱/۵٪، ۲٪ و ۲/۵٪ را بر روی گوجه‌فرنگی و توت مورد بررسی قرار دادند؛ بعد از ۷ روز اینکوباسیون معلوم شد که با افزایش غلظت کیتوزان، بطور معنی داری اثر ضد قارچی آن نیز افزایش می‌یابد (Munoz et al., 2009). کائو و همکاران اعلام کردند که کیتوزان رشد میکروارگانیسم‌های مختلف موجود بر روی صدف خوراکی را کاهش داد و با افزایش غلظت کیتوزان اثر ضد میکروبی آن افزایش یافت. در طول دوره نگهداری در دمای یخچال، کیتوزان تأثیری بر روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی صدف‌های خوراکی از جمله طعم و رنگ آن نداشت (Cao et al., 2009). خالد و همکاران پوشش کیتوزان را بعنوان یک عامل ضد قارچی در دانه کنگر فرنگی مورد استفاده قرار دادند؛ نتایج نشان داد که همه‌ی تیمارهای کیتوزان فعالیت انواع قارچ‌ها را کاهش داده و باعث افزایش رشد گیاه شدند (Khalid et al., 2010). زایگوگ و همکاران اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان یک درصد را بعد از ۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در گلابی مشاهده کردند. کیتوزان تأثیر معنی‌داری بر روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی گلابی نداشت (Xianghong et al., 2010). جین و گورتلر بیان کردند که پوشش‌های خوراکی بر پایه کیتوزان از رشد میکروارگانیسم‌ها بر روی گوجه فرنگی جلوگیری کرد (Jin & Gurtler, 2012). کیتوزان و مشتقات آن قادر به دام انداختن رادیکال‌های هیدروکسیل می‌باشند (Wenming et al., 2001). در یک پژوهش مشخص شد که کیتوزان در به دام انداختن رادیکال‌های هیدروکسیل و یونهای آهن مناسب است و

باغ پسته در رفسنجان (یکی از محل های تولید پسته)، زیر نظر جهاد کشاورزی خریداری شد. موادی که در این کار پژوهشی مورد استفاده قرار گرفت، عبارتند از: پودر کیتوزان (Sigma®)، محلول اسید استیک ۱ درصد v/v، محیط کشت (Yeast Extract Glucose YGC Chloramphenicol Agar) که حاوی عصاره مخمر، قند دکستروز، آنتی بیوتیک کلرامفیل، آگار و آب مقطر بود. مواد شیمیایی مصرفی برای انجام آزمایشات در این تحقیق شامل دی اتیل اتر، استیک اسید، کلروفرم، گلیسرول، دیدیتاسیم، نشاسته، تیترازول تیوسولفات سدیم، پودر TBA و بوتانول بود.

- آماده سازی محلول ها

در ابتدای آزمایش پسته^۱ سخت پسته جداسازی شده و مغز های سالم انتخاب شدند. به منظور پوشش دهی، از محلول های کیتوزان با غلظت های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد w/v، استفاده شد که با حل کردن به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم پودر کیتوزان در اسید استیک ۱٪ v/v و رساندن هر یک از آنها به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر بدست آمد. بمنظور مشخص کردن اثر ضد میکروبی استیک اسید علاوه بر غلظت های مختلف کیتوزان، از اسید استیک ۱٪ v/v نیز به تنهایی، به عنوان یک تیمار جداگانه برای پوشش دهی استفاده شد. محلول ها که پس از آماده سازی دارای pH حدود ۶ بودند، فیلتر و اتوکلاو شدند (Bourtoom and Badawy and Rabea, 2009; Chinan, 2008).

- پوشش دهی، بسته بندی و نگهداری مغز پسته

مغز پسته ها پس از توزین، درون محلول های آماده شده به مدت ۳۰ الی ۴۰ ثانیه غوطه ور شده و خارج شدند. مغز های پوشش داده شده به مدت ۳ ساعت در آون ۴۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند تا به رطوبت اولیه خود (۴٪) برسند، سپس در کیسه های پلی اتیلنی ۵۰ گرمی بسته بندی شدند. مغز پسته های پوشش داده شده و بسته بندی شده به مدت ۶ ماه در دمای اتاق (۲۵ الی ۲۷ درجه سانتیگراد) نگهداری شدند.

- آزمون های شیمیایی و میکروبی

در طول مدت نگهداری، هر دو هفته یک بار از

می تواند به عنوان یک منبع آنتی اکسیدانی مناسب برای استفاده در صنعت غذا و داروسازی باشد (Yen and Yang, 2008). کامیل و همکاران تاثیر آنتی اکسیدانی کیتوزان را بر گوشت ماهی هرینگ بررسی کردند (Kamil *et al.*, 2002). اندیس پراکسید و TBA^۱، در نمونه های هرینگ حاوی ۲۰۰ ppm کیتوزان، بعد از ۸ روز نگهداری به ترتیب تا ۶۱ و ۵۲ درصد کاهش یافت؛ کیتوزان تاثیر معنی داری بر ویژگی های ارگانولپتیکی ماهی نداشت. یانگ و همکاران اعلام کردند که فعالیت آنتی اکسیدانی، قدرت کاهندگی، توانایی به دام انداختن رادیکال های ۱-۱-دیفنیل-۲-پیکریل هیدرازیل و هیدروکسیل و یونهای آهن توسط کیتوزان با آنتی اکسیدان های متداول قابل مقایسه است (Yang *et al.*, 2008). تومیدا و همکاران اعلام کردند که بطور کلی مولکول های کیتوزان با جمع آوری و به دام اندازی رادیکال های هیدروکسیل از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می کنند (Tomida *et al.*, 2009). ویژگی آنتی اکسیدانی کیتوزان و اثر ممانعت کنندگی آن در مقابل گونه های مختلفی از کپک، توسط آی و همکاران مورد بررسی قرار گرفت (Ai *et al.*, 2012). نتایج نشان داد که کیتوزان همانند آنتی اکسیدان های دیگر از جمله آسکوربیک اسید قابلیت به دام انداختن رادیکال های هیدروکسیل و سوپراکسید را دارد؛ همچنین کیتوزان فعالیت ضد قارچی قابل توجهی از خود نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده، ایشان پیشنهاد کردند که کیتوزان می تواند بعنوان یک آنتی اکسیدان و ماده ضد قارچی طبیعی در صنعت غذا مورد استفاده قرار گیرد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ضد قارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان با غلظت های ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ و محلول اسید استیک ۱ درصد و تاثیر آن بر رنگ، طعم، بافت و جذب رطوبت مغز پسته در طول شش ماه نگهداری می باشد.

مواد و روش ها

- آماده کردن مواد اولیه

جهت انجام این پژوهش، پسته رقم اکبری (رقم متداول و تجاری کشور ایران) انتخاب گردید. پسته ها از یک

¹ Thiobarbituric acid

دانشجویان دانشکده صنایع غذایی گرگان انتخاب شد. به هر داور ۴ عدد مغز پسته از هر تیمار در ظروف شفاف بی رنگی که با کد سه رقمی تفکیک شده بودند، داده شد. آب تازه نیز به منظور نوشیدن بین هر مرحله تشخیص در دسترس داوران قرار گرفت. داوران چهار فاکتور رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی پسته را مورد ارزیابی قرار دادند.

- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب فاکتوریل به صورت طرح کاملا تصادفی و در ۳ تکرار صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگینها بر صفت‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح $\alpha = 0.05$ صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد (Farhoosh *et al.*, 2008).

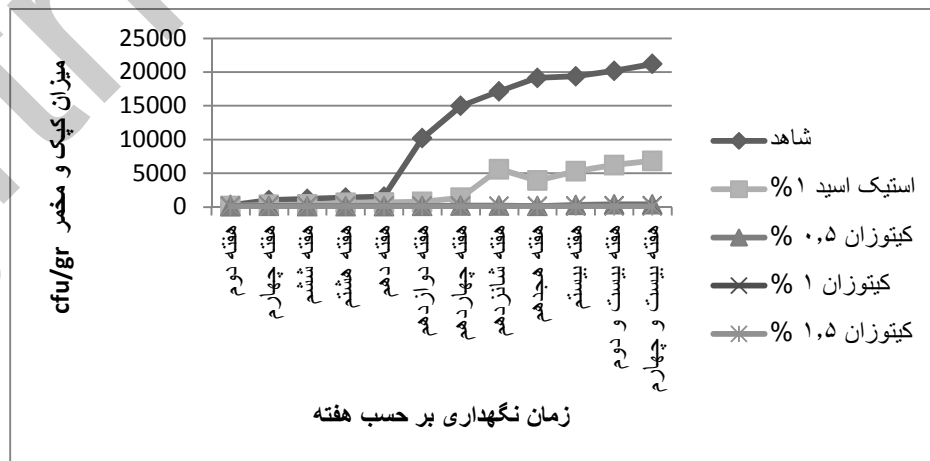
یافته‌ها

شمارش کلی کپک و مخمر: در طول دوره نگهداری، میزان رشد کپک در نمونه شاهد به شدت افزایش یافت. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می شود، در نمونه‌ی شاهد افزایش ناگهانی رشد کپک و مخمر، از هفته‌ی پنجم آغاز شد و در پایان هفته‌ی دوازدهم میزان کپک و مخمر به 21000 cfu/gr رسید. اما در پسته‌هایی که با محلول استیک اسید ۱ درصد پوشش دهی شده بودند، رشد کپک از هفته‌ی هفتم آغاز شد و حداکثر در پایان هفته‌ی دوازدهم به حدود 6000 cfu/gr رسید. در نمونه‌های حاوی پوشش خوراکی کیتوزان رشد کپک در کل دوره نگهداری تقریباً صفر بود.

بسته‌های حاوی مغز پسته نمونه‌برداری گردید. در هر نمونه‌برداری؛ شمارش کلی کپک و مخمر، اندازه‌گیری اندیس پراکسید، اندیس TBA، درصد رطوبت و افت وزنی طبق روش (AOAC 2005) انجام شد. به منظور اندازه‌گیری اندیس پراکسید و اندیس TBA، روغن مغز پسته‌ها به روش سرد، در تاریکی و با استفاده از حلال دی اتیل اتر استخراج شد (Farhoosh *et al.*, 2008; Vanhanen and Savage, 2006). اندیس پراکسید با روش یدومتری تعیین گردید و در نهایت بر حسب میلی اکی والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم روغن بیان شد (حسینی، ۱۳۷۳). اندازه‌گیری اندیس TBA طبق روش (2009) AOCS صورت پذیرفت. بررسی درصد توسعه کپک *Aspergillus*، بدین ترتیب انجام شد که از هر تیمار ۱۰ عدد مغز پسته، در پلیت‌های در دار بزرگ شیشه‌ای که حاوی کاغذ صافی مرطوب بوده و همگی استریل شده بودند، قرار گرفت و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در اینکوباتور یخچال دار اینکوبه شد. پس از گذشت ۳ الی ۵ روز تعداد پسته‌ای که در هر پلیت به کپک آلوده شده اند شمارش شده و میزان توسعه این کپک بر اساس درصد در هر یک از تیمارها در مقایسه با نمونه‌ی شاهد معلوم شد. در صورت لزوم، از کپک‌های رشد یافته بر روی مغز پسته‌ها، بر روی اسلاید کالچر کشت داده و با میکروسکوپ از رشد گونه‌های *آسپرژیلوس* اطمینان حاصل شد.

- ارزیابی حسی

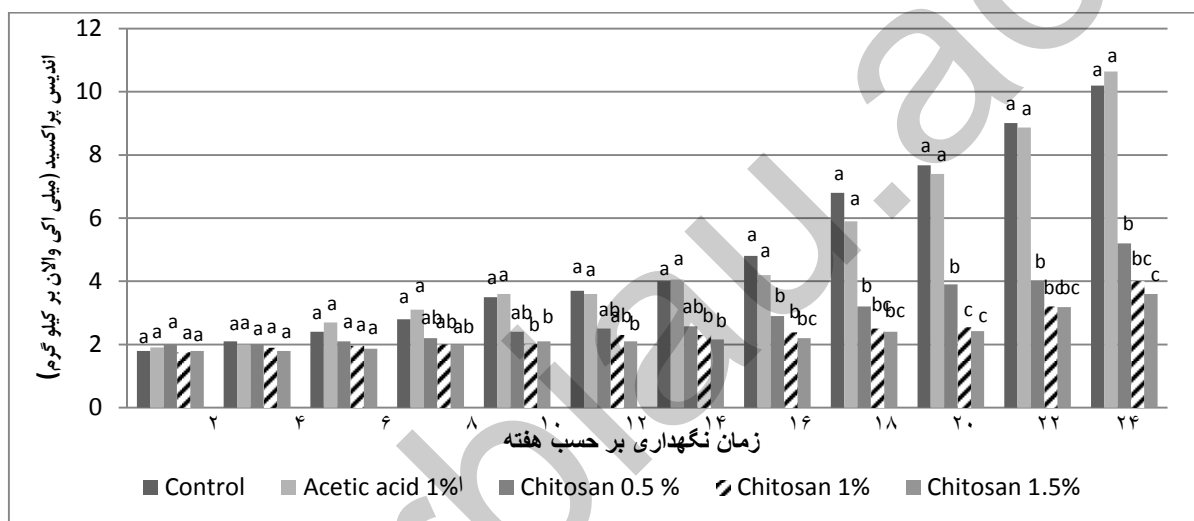
ارزیابی حسی با استفاده از روش مقیاس هدونیک ۵ نقطه ای (۱=بد، ۲=ضعیف، ۳=متوسط، ۴=خوب، ۵=بسیار خوب) انجام شد. بدین ترتیب که ۸ نفر داور از بین



نمودار ۱- تغییرات رشد کپک و مخمر در مغز پسته در طول ۶ ماه نگهداری



نمودار ۲- تغییرات درصد توسعه کپک *Aspergillus* در مغز پسته در طول ۶ ماه نگهداری



نمودار ۳- نمودار تغییرات عدد پراکسیداز بر حسب میلی اکی والان در کیلو گرم برای پنج تیمار شاهد و پسته های پوشش داده شده توسط استیک اسید ۱ درصد، کیتوزان ۰,۵ و ۱ و ۱,۵ درصد در طول ۶ ماه نگهداری

فعالیت آنتی اکسیدانی کیتوزان

عدد پراکسیداز: اثر پوشش خوراکی کیتوزان بر روند تغییرات اندیس پراکسیداز مغز پسته‌ها در طول شش ماه نگهداری، در نمودار ۳ بر اساس مقدار اکی‌والان اکسیداز در کیلوگرم روغن پسته نشان داده شده است. در طول دوره نگهداری، روند تغییرات عدد پراکسیداز تمامی تیمارها افزایشی بود و اعداد پراکسیداز مربوط به هر نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. در تمامی مراحل نگهداری، همواره بیشترین مقدار عدد پراکسیداز مربوط به تیمارهای فاقد کیتوزان بود. همچنین با گذشت زمان مشخص گردید که نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های بالاتر کیتوزان، عدد پراکسیداز کمتری داشتند.

درصد توسعه کپک *Aspergillus*: طبق نمودار

نمونه شاهد بیشترین مقدار و نمونه‌های حاوی پوشش کیتوزان کمترین مقدار درصد توسعه کپک *Aspergillus* را دارا هستند (Campaniello et al., 2008). در هفته نهم، درصد توسعه کپک در نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی حاوی استیک اسید ۱ درصد به بیشترین مقدار خود یعنی به ترتیب به ۱۰۰ و ۸۵ رسیده است. در طول دوره نگهداری همواره درصد توسعه کپک در نمونه‌ی حاوی استیک اسید ۱ درصد، بین ۲۰ تا ۲۵ درصد کمتر از نمونه‌ی شاهد بوده است؛ در نمونه‌های حاوی پوشش خوراکی کیتوزان با افزایش غلظت کیتوزان درصد توسعه کپک کاهش یافت؛ بطوریکه در غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان این مقدار به صفر رسیده است.

جدول ۱، ۲، ۳ و ۴ نتایج حاصل از تست پانل مغز پسته های پوشش داده شده را نشان می دهد.

رنگ: همانطور که در جدول ۱ مشخص است پوشش کیتوزان باعث حفظ رنگ مغز پسته ها در طول دوره نگهداری شد و به دلیل بی رنگ بودن، تاثیر معنی داری بر روی رنگ آنها نداشت ($p > 0.05$).

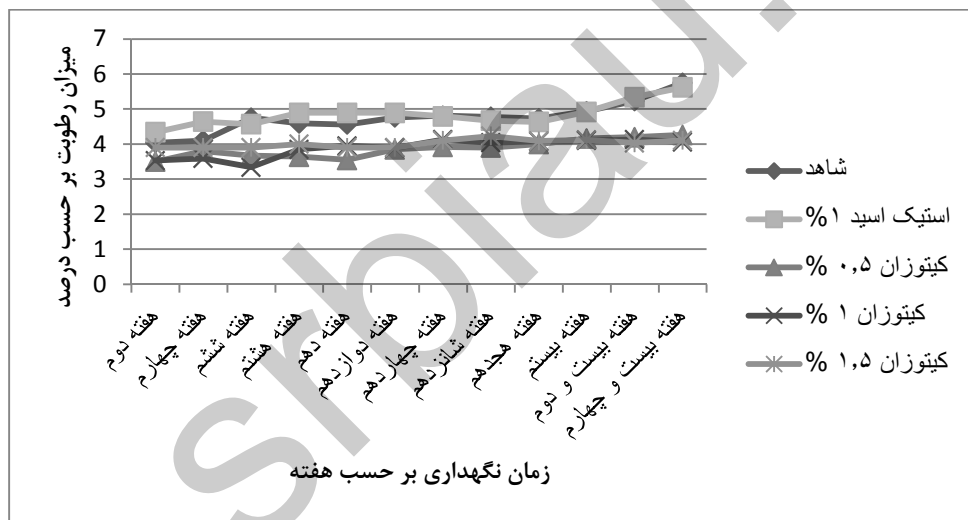
طعم: نتایج مربوط به بررسی طعم در آزمون حسی، در جدول ۲ قابل مشاهده است. همانطور که مشخص است غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان تاثیر معنی داری ($p > 0.05$) بر طعم مغز پسته داشت.

بافت: جدول ۳ نتایج حاصل از آزمون حسی مربوط به بافت را نشان می دهد. در این پژوهش به دلیل ثابت بودن رطوبت همه تیمارها در محدوده رطوبت نمونه شاهد (حدود ۴ درصد)، در بافت آنها تغییر معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$).

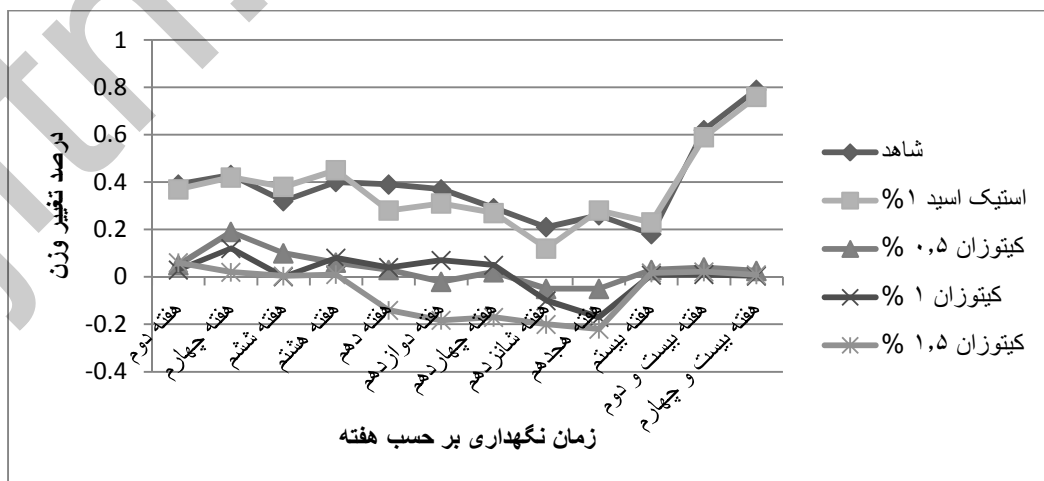
اندیس TBA: در این پژوهش، در طول دوره نگهداری مقدار اندیس تیوباربیتوریک اسید همگی تیمارها همواره صفر بوده و هیچگونه تغییری در آن مشاهده نشد.

- **تاثیر کیتوزان بر درصد رطوبت و تغییر وزن پسته** - همانطور که در نمودارهای ۴ و ۵ مشاهده می شود، در طول دوره نگهداری میزان رطوبت و درصد تغییر وزن در نمونه های فاقد پوشش کیتوزان، همواره بیشتر از نمونه های دارای پوشش بود؛ همچنین آشکار است که مقدار رطوبت و وزن نمونه های حاوی پوشش کیتوزان، از ابتدا تا انتهای دوره نگهداری تقریباً بدون تغییر مانده است. همانطور که مشخص است، استیک اسید ۱ درصد تاثیری در میزان انتقال رطوبت به بافت مغز پسته در طول دوره نگهداری نداشت.

- **تاثیر کیتوزان بر ویژگی های ارگانولپتیکی مغز پسته** -



نمودار ۴- تغییرات درصد رطوبت مغز پسته در طول ۶ ماه نگهداری



نمودار ۵- درصد تغییر وزن مغز پسته در طول ۶ ماه نگهداری

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر رنگ مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}	۴/۳۲ ^{ab}
هفته چهارم	۴/۶۲ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}	۴/۱ ^{ab}
هفته ششم	۴/۸۷ ^a	۴/۷۵ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴/۸۷ ^{ab}
هفته هشتم	۵ ^a	۴/۷۵ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}
هفته دهم	۴/۷۵ ^a	۴/۶۲ ^a	۴/۴ ^{ab}	۴/۳۲ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}
هفته دوازدهم	۵ ^a	۴/۸۷ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۲۸ ^{ab}	۳/۹۷ ^b
هفته چهاردهم	۴/۲۵ ^a	۴/۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴ ^a	۳/۸۷ ^a
هفته شانزدهم	۴/۱۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴ ^a	۴ ^a	۳/۸۷ ^a
هفته هیجدهم	۴/۲۵ ^a	۴/۳۷ ^{ab}	۴ ^b	۴ ^b	۴ ^b
هفته بیستم	۴ ^a	۴/۵ ^b	۴ ^a	۴ ^a	۳/۸۷ ^a
هفته بیست و دوم	۴/۱۲۵ ^a	۴/۲۵ ^a	۴ ^a	۴ ^a	۴ ^a
هفته بیست و چهارم	۴/۲۵ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}

اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر طعم مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}	۴ ^b
هفته چهارم	۴/۶۲ ^a	۴/۵ ^a	۴/۱ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}	۳/۸۷ ^b
هفته ششم	۴/۲۵ ^a	۴/۲۵ ^a	۴/۱۲ ^a	۴ ^{ab}	۳/۶۳ ^b
هفته هشتم	۴/۶۲ ^a	۴/۱۲ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۳/۷۶ ^b
هفته دهم	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۳۷ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۳/۸۷ ^b
هفته دوازدهم	۴/۱ ^{ab}	۴/۵ ^a	۴/۲ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}	۴/۳ ^{ab}
هفته چهاردهم	۴/۱۲ ^a	۴/۲۵ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}
هفته شانزدهم	۴/۲۵ ^a	۴/۱ ^a	۴/۱ ^a	۴/۱ ^a	۳/۶۳ ^b
هفته هیجدهم	۴/۸۷ ^a	۴/۵ ^a	۴/۳ ^{ab}	۴/۲۳ ^{ab}	۳/۷۵ ^b
هفته بیستم	۵ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۳ ^{ab}	۴/۲۳ ^{ab}	۴ ^b
هفته بیست و دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۶۲ ^a	۴/۳ ^{ab}	۳/۸۷ ^b	۳/۷۵ ^b
هفته بیست و چهارم	۵ ^a	۴/۸۳ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}	۴ ^{ab}

اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر بافت مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۷۵ ^a	۴/۵ ^a	۴/۳۷ ^a	۴/۵ ^a
هفته چهارم	۴/۶۲ ^a	۴/۵ ^a	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۳۵ ^{ab}
هفته ششم	۴/۲۵ ^a	۴/۳۷ ^a	۴/۲۵ ^a	۴/۴۵ ^{ab}	۴/۶ ^{ab}
هفته هشتم	۴/۱۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴/۶ ^b
هفته دهم	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۳۷ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴/۳۵ ^{ab}
هفته دوازدهم	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^a	۴/۳۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}
هفته چهاردهم	۴/۳۷ ^a	۴/۳۷ ^a	۴ ^a	۴/۳۷ ^a	۴ ^a
هفته شانزدهم	۴/۳۷ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴ ^a
هفته هیجدهم	۴/۴۷ ^a	۴/۴۲ ^a	۴/۱۲۵ ^{ab}	۴/۱۲۵ ^{ab}	۴/۱۲۵ ^{ab}
هفته بیستم	۴/۳۷ ^a	۴/۳۷ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴/۲ ^{ab}
هفته بیست و دوم	۴/۵ ^a	۴/۶۲ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۳/۸۷ ^b
هفته بیست و چهارم	۴/۷۵ ^a	۴/۳۷ ^a	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۳/۸۷ ^{ab}

اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

بررسی فعالیت ضد قارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان بر مغز پسته

پذیرش کلی: نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، که در جدول ۴ قابل مشاهده است، نشان می‌دهد که تغییرات پذیرش کلی پسته تحت تاثیر تیمارهای کیتوزان معنی‌دار نبوده است ($p > 0.05$). بیشینه مقدار پذیرش کلی ۵ و کمترین مقدار آن ۴ بوده است.

بحث

شمارش کلی کپک و مخمر: قسمت خارجی دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها دارای بار منفی می‌باشد، بنابراین اسیدهای یونیزه به آسانی نمی‌توانند وارد سلول شوند؛ ولی اگر بصورت مولکولی وارد سلول گردند، در داخل سلول بصورت یونیزه درآمده و ایجاد بارهای مثبت و منفی می‌کنند و باعث اختلال در عملکرد میکروارگانیسم و در نهایت کشته شدن آن می‌شوند اسید استیک، اسید آلی ضعیفی است که در pH خنثی، بصورت مولکولی (غیر یونیزه) در می‌آید، بنابراین قدرت ورود به سلول میکروارگانیسم‌ها و از بین بردن آنها را دارد (Khalid *et al.*, 2010). با توجه به اثر ضد میکروبی استیک اسید که در تیمار جداگانه مشخص گردید، می‌توان گفت بخشی از اثر ضد میکروبی پوشش کیتوزان، مربوط به استیک اسید یک درصدی است که در آماده سازی محلول کیتوزان مورد استفاده قرار گرفته است. در اثر ضد میکروبی غلظت‌های مختلف کیتوزان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج کار (Chien *et al.*, 2007) مطابقت دارد. در مورد اثر غلظت کیتوزان بر

خاصیت ضد میکروبی آن نظرات مختلفی وجود دارد. به عنوان مثال (Munoz *et al.*, 2009; Cao *et al.*, 2009) اعلام کردند که با افزایش غلظت کیتوزان اثر ضد میکروبی آن افزایش می‌یابد، اما (Chien *et al.*, 2007) بیان داشتند که افزایش غلظت کیتوزان تاثیری در خاصیت ضد میکروبی آن ندارد. وجود اختلاف در نتایج ممکن است به دلیل اختلاف در شرایط آزمایش باشد. عدم افزایش فعالیت ضد قارچی کیتوزان با افزایش غلظت آن، ممکن است بدلیل افزایش ویسکوزیته محلول کیتوزان در غلظت‌های بالاتر و محدود شدن تعداد تماس‌های موثر کیتوزان با سطح سلول‌های قارچی باشد (Xiaofang *et al.*, 2010). همچنین می‌توان گفت که در این پژوهش، احتمالاً کارایی کمترین غلظت کیتوزان (۰/۵٪)، بیشترین مقداری بوده است که بطور کلی کیتوزان می‌تواند داشته باشد و غلظت‌های بالاتر آن تاثیری در قدرت بازدارندگی آن نداشته است.

درصد توسعه کپک *Aspergillus*: کمتر بودن درصد توسعه کپک در نمونه‌های حاوی استیک اسید، به اثر ضد میکروبی استیک اسید مرتبط می‌باشد. نتایج به دست آمده در مورد اثر غلظت کیتوزان در کاهش درصد توسعه کپک با نتایج (Munoz *et al.*, 2009; Cao, 2009) مطابقت دارد. با افزایش غلظت کیتوزان، میزان بار مثبت ناشی از حضور گروه‌های آمینی افزایش یافته و سبب تشکیل پیوندهای الکتروستاتیک قوی تر می‌شود. این امر

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر پذیرش کلی مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}
هفته چهارم	۴/۶۲ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۱۲۵ ^{ab}	۴/۳۵ ^{bc}	۴/۱۲۵ ^{ab}
هفته ششم	۴/۲۵ ^a	۴/۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴ ^a	۴ ^a
هفته هشتم	۴/۱۲۵ ^a	۴/۱۲۵ ^a	۴ ^a	۴ ^a	۴ ^a
هفته دهم	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۳۷ ^a	۴/۳۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}
هفته دوازدهم	۴ ^a	۴/۱ ^a	۴ ^a	۴ ^a	۴ ^a
هفته چهاردهم	۴/۱۲۵ ^a	۴/۲۵ ^a	۴ ^a	۴ ^a	۴ ^a
هفته شانزدهم	۴/۲ ^{ab}	۴ ^a	۴ ^a	۴ ^a	۴ ^a
هفته هیجدهم	۴/۸۷ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۲ ^{ab}	۴ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}
هفته بیستم	۵ ^a	۴/۸۵ ^{ab}	۴/۷۳ ^{ab}	۴/۷۵ ^{ab}	۴/۵ ^b
هفته بیست و دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۶۲ ^a	۴ ^b	۴ ^b	۴ ^b
هفته بیست و چهارم	۵ ^a	۴/۳۷ ^b	۴/۲۳ ^{ab}	۴/۶۵ ^{ab}	۴ ^b

اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

بودن اندیس تیوباربتوریک اسید همهی تیمارها در طول دوره نگهداری، بیانگر این است که حتی در روزهای آخر دوره نگهداری نیز ترکیبات ثانویه هنوز تشکیل نشده بودند (Mexis *et al.*, 2009). با توجه به اثر ضد اکسایشی کیتوزان انتظار می‌رود چنانچه با گذشت زمان و پیشرفت واکنش‌های اکسایشی ترکیبات ثانویه تشکیل گردد، در نمونه‌های حاوی پوشش کیتوزان این مساله به تاخیر بیافتد.

- تاثیر کیتوزان بر درصد رطوبت و تغییر وزن پسته
رطوبت یکی از فاکتورهای مهم در زمینه‌ی کیفیت خشکبار می باشد. سرعت انتقال رطوبت بین غذا و اتمسفر اطراف آن با پوشاندن کامل ماده غذایی با فیلم یا پوشش خوراکی کاهش می یابد (بلیسی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج حاصله در این قسمت با نتایج (Chein *et al.*, 2007; Campaniello *et al.*, 2008) مطابقت دارد. نتایج حاصل از اندازه گیری رطوبت و تغییر وزن مغز پسته ها نشان دهنده‌ی آن است که پوشش کیتوزان مانند یک سد، از انتقال رطوبت به بافت مغز پسته جلوگیری کرده و مقدار رطوبت آن در محدوده‌ی ۴٪ (رطوبت اولیه‌ی محصول) باقی مانده است؛ در حالیکه در نمونه‌های فاقد پوشش کیتوزان، بدلیل عدم وجود مانع درمقابل انتقال رطوبت، در انتهای دوره‌ی نگهداری مقدار رطوبت مغز پسته به حدود ۶٪ رسیده است.

- تاثیر کیتوزان بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی مغز پسته
با توجه به اینکه کیتوزان منشاء دریایی داشته و از ضایعات خرچنگ و میگو تهیه می‌شود؛ ممکن است در برخی مواقع (به ندرت) پس طعمی مشابه طعم ماهی یا سایر محصولات دریایی، در ماده غذایی ایجاد کرده و در پذیرش مصرف کننده تاثیر بگذارد. همچنین ممکن است در برخی محصولات مانند توت فرنگی یا کاهو، باعث ایجاد مزه‌ی تلخ گردد. این مسئله به وزن مولکولی، غلظت محلول کیتوزان و ترکیبات موجود در خود محصول مرتبط می باشد. اما بطور کلی محلول کیتوزان ماده‌ی شفاف و بی رنگی است که طعم خاصی نداشته و معمولاً تاثیر زیادی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی محصول ایجاد نمی‌کند (Devlieghere *et al.*, 2004). استیک اسید ۱ درصد نیز محلول بی‌رنگ و بدون طعمی است که بر هیچ یک از

باعث ایجاد واکنش‌های قوی تر بین کیتوزان و دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش اثر ضد میکروبی کیتوزان می‌گردد (Kong *et al.*, 2008) وجود اختلاف در نتیجه این آزمون میکروبی با نتیجه شمارش کلی کپک و مخمر در این پژوهش، ممکن است به دلیل اختلاف در شرایط آزمایش باشد.

- فعالیت آنتی اکسیدانی کیتوزان

عدد پراکسید: افزایش عدد پراکسید مغز پسته را می‌توان به میزان بالای اسیدهای چرب تک غیر اشباعی و دوغیر اشباعی در مغز پسته، حضور پراکسیدانها از جمله اکسیژن و رطوبت موجود در هوای درون بسته‌بندی و احتمالاً وجود یونهای فلزی نسبت داد. اینکه نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های بالاتر کیتوزان، عدد پراکسید کمتری داشتند، نشان می‌دهد که با افزایش غلظت کیتوزان اثر آنتی اکسیدانی آن افزایش پیدا می‌کند (Chien *et al.*, 2007; Yen and Yang, 2008). بیشتر بودن مقدار عدد پراکسید در تیمارهای فاقد کیتوزان بیانگر خاصیت آنتی اکسیدانی پوشش کیتوزان می‌باشد که با نتایج (Werming *et al.*, 2001; Kamil *et al.*, 2007; Sathivel *et al.*, 2002) مطابقت داشت. حضور مکان‌های فعال و شبکه‌هایی که توسط پیوندهای هیدروژنی در بین زنجیره‌ها ایجاد می‌شود، باعث به دام افتادن رادیکال‌های آزاد حاصل از مراحل اولیه‌ی واکنش‌های اکسیداسیون و یون‌های فلزی شده و از پیشرفت این واکنش‌ها جلوگیری می‌کند (Alsavar *et al.*, 2002; Werming *et al.*, 2001; Kamil *et al.*, 2002). از طرفی پوشش کیتوزان بر روی مغز پسته بعنوان یک سد، مانع از نفوذ رطوبت، اکسیژن و سایر کاتالیزورها به بافت پسته شده و با محافظت مغز پسته در مقابل انواع پراکسیدان‌ها، سرعت واکنش‌های اکسایش را کند می‌کند (Synovieký *et al.*, 2003).

اندیس TBA: در اثر واکنش اسید تیوباربتوریک با مالون آلدهید، رنگ قرمزی تولید می‌شود که با دستگاه طیف‌سنج نوری اندازه‌گیری می‌گردد. اندیس تیوباربتوریک مقدار مالون دی آلدهید موجود در ۱۰۰۰ گرم چربی را بیان می‌کند؛ مالون دی آلدهید ترکیب ثانویه واکنش‌های اکسایشی می‌باشد (Farhoosh *et al.*, 2008). صفر

نتیجه گیری

با توجه به اثر ممانعت کنندگی پوشش خوراکی کیتوزان از انتقال رطوبت در مغز پسته و عدم تغییر در خواص ارگانولپتیکی مغز پسته و اینکه کیتوزان اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی قابل توجهی دارد، ماده مناسبی برای بکارگیری بعنوان پوشش خوراکی در آجیل‌ها از جمله پسته می‌باشد. همانطور که گفته شد، بیشترین و کمترین اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی مربوط به غلظت‌های ۱/۵٪ و ۰/۵٪ بوده است؛ از طرفی با توجه به مسائل اقتصادی و نظر به اینکه غلظت ۱/۵٪ کیتوزان امتیاز طعم را کاهش داد، بنابراین غلظت ۱٪ کیتوزان، بعنوان بهترین غلظت برای پوشش دهی مغز پسته‌ها پیشنهاد می‌گردد.

منابع

بلقیسی، س.، عزیزی، م.، ظهوریان، گ. و هادیان، ز. (۱۳۸۷). ارزیابی خواص فیزیکی فیلم خوراکی پروتئین آب پنیر-مونوگلیسرید و اثر پوشش دهی آن بر افت رطوبت و ویژگی حسی گوشت تازه گوسفند. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. شماره ۳. صفحات ۹۳-۸۳.

بی نام. (۱۳۸۹). سازمان توسعه تجارت ایران. سایت رسمی صنعت غذای ایران، کانون انجمن‌های صنفی صنایع غذایی ایران. شاخه اقتصادی.

گازر، ح.، مینایی، س. و بصیری، ع. (۱۳۸۲). تاثیر تغییرات دما، سرعت جابجایی هوا و ضخامت لایه محصول فرایند خشک کردن پسته، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی شماره ۸. صفحات ۳۱ - ۲۳.

Ai, H., Furong, W., Yuqian, X., Xiaomin, C. & Chaoliang, L. (2012). Antioxidant, antifungal and antiviral activities of chitosan from the larvae of housefly, *Musca domestica* L. *Food chemistry*, 132: 493-498.

AOAC. (2005). Official methods of analysis Association of Official Analytical Chemistry, 17th ed. The Association of Official Analytical Chemistry Inc: Washington.

AOCS, (2009). Official methods and recommende practices of the American oil chemistry society. Sampling and analysis of commercial fats and oils, Cd 19-90. 2-Thiobarbituric Acid Value. IL:USA.

Alsalvar, C., Shahidi, F. & Quantick, P. (2002). Food and health applications of marine nutraceuticals: a Review. *Sea food – Quality Technology and nutraceutical applications*. 26:

ویژگی‌های ارگانولپتیکی تاثیر ندارد (Badawy & Rabea; 2009).

رنگ: نتایج بررسی رنگ مغز پسته‌ها در ارزیابی حسی با نتایج (Campaniello, 2008; Chang *et al.*, 2010) مطابقت دارد. کیتوزان با قرارگیری بر روی محصولات، بعنوان محافظ عمل کرده و از واکنش‌های ناخواسته و تغییر رنگ محصولات جلوگیری می‌کند (Devlieghere *et al.*, 2004). چانگ و همکاران اثر پوشش کیتوزان را بر روی کیفیت گوشت خوک در طول نگهداری در دمای یخچال به مدت ۷ روز بررسی کردند (Chang *et al.*, 2010). پوشش کیتوزان تاثیر معنی‌داری بر روی رنگ قطعات گوشتی نداشته و در طول مدت نگهداری در رنگ طبیعی گوشت تغییری ایجاد نشد. ممانعت از نفوذ اکسیژن و رطوبت به بافت محصول و به دام انداختن یون‌های فلزی، از ویژگی‌های مهم و موثر کیتوزان می باشد؛ این ویژگی‌ها از رخ دادن واکنش‌های آنزیمی و غیر آنزیمی نامطلوبی که منجر به تغییر رنگ در محصول می شود، جلوگیری می کند.

طعم: طعم غلظت‌های بالاتر کیتوزان به علت ایجاد پس طعمی شبیه طعم ماهی یا سایر محصولات دریایی قابل تشخیص می‌شود. در این آزمون نیز غلظت بالای کیتوزان به مقدار کمی در طعم پسته تغییر ایجاد کرد (Develieghere *et al.*, 2004).

بافت: در طول دوره نگهداری نیز با توجه به اثر ممانعت کنندگی پوشش کیتوزان در مقابل نفوذ رطوبت به بافت پسته، رطوبت آن ثابت مانده و در نتیجه بافت پسته تردی و شکنندگی خود را حفظ کرد (گازر و همکاران، ۱۳۸۲). منظور از بافت پسته، میزان تردی و شکنندگی آن هنگام جویدن می‌باشد که به مقدار قابل توجهی تحت تاثیر میزان رطوبت پسته است. در صورت جذب رطوبت از محیط اطراف، مغز پسته‌ها بافتی نرم و چسبنده پیدا خواهد کرد که از نظر مصرف کننده نامطلوب می‌باشد (بلقیسی و همکاران، ۱۳۸۷).

پذیرش کلی: نتایج حاصله نشان دهنده تغییرات جزئی و قابل چشم پوشی در خواص ارگانولپتیکی در تیمارهای مختلف پوشش داده با کیتوزان می باشد که با نتایج Cao و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت.

186–189.

Badawy, E. I. & Rabea, I. (2009). Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 51: 110–117.

Bourtoom, T. & Chinnan, M. S. (2008). Preparation and properties of rice starch-chitosan blend biodegradable film. *LWT-Food science and Technology*, 41: 1633–1641.

Campaniello, C. A., Bevilacqua, M. & Sinigaglia, M. R. (2008). Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. *Food Microbiology*, 25: 992–1000.

Cao, R., Xue, C. & Liu, Q. (2009). Changes in microbial flora of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) during refrigerated storage and its shelf-life extension by chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, 131: 272–276.

Campaniello, C. & Bevilacqua, M. (2008). Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. *Food Microbiology*, 25: 992–1000.

Chang, H. L., Chen, Y. C. & Tan F. J. (2011). Antioxidative properties of a chitosan-glucose Maillard reaction product and its effect on pork qualities during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 124 : 589–595.

Chien, P., Sheu, F. & Lin, H. (2007). Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*, 100: 1160–1164.

Costas G. Biliaderis, D., Marta, S. & Izydorczyk, P. (2007). *Functional Food Carbohydrates*, CRC Press Taylor & Francis Group. pp 588.

Devlieghere, F., Vermeulen, A. & Debevere, J., (2004). Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiology*, 21, 703–71.

Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K. & Jiang, Y., (2004). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*, 64 , 355–358.

Farhoosh, R., Tavakoli, J. & Haddad Khodaparast, M. H. (2008). Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of *Pistacia*

atlantica in Iran. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 85:723–729.

Garez, H., Minaei, S. & Basiri, A. (2003). “The effect of temperature, air velocity and thickness of product layer drying process of pistachio”. *Jurnal of Agricultural Science of Iran*, 8: 23-31.

Jin, Z. T. & Gurtler, J. (2012). Inactivation of Salmonella on tomato stem scars by edible chitosan and organic acid coatings. *Journal of Food Protection*, 10: 12-21.

Kamil, J., Jeon, Y. & Shahidi, F. (2002). Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of herring. *Food Chemistry*, 79:69-77.

Khalid, Z., Beatriz Ursúa, B. & Juan Maté A. (2010). Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. *Crop Protection*, 29:853-859.

Kong, M., Chen, X. G., Liu, C. S., Yu, L. J., Ji, Q. X., Xue, Y. P., Cha, D. S. & Park, H. (2008). Preparation and antibacterial activity of chitosan microspheres in a solid dispersing system. *Frontiers of Materials Science in China*. 2: 214–220.

Koshteh, K., (2002). Global pistachio production and marketing challenges. PhD Thesis , University of Guelph, Ontario, Canada, 26–34.

Mexis, S. F., Badeka, A. V., Riganakos, K. A., Karakostas, K. X. & Kontominas, M. G., (2009). Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts. *Food Control*, 20: 743–751.

Munoz, A., Moret, S. & Garce, S. (2009). Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes. *Crop Protection*, 28 : 36–40.

Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J. & Prinyawiwatkul, W. (2007). The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. *Journal of Food Engineering*, 83: 366-373.

Synowiecki, J. & Al-khateeb, N. (2003). Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. *LWT-Food science and Technology*, 43: 14–5171.

Vanhanen, L. P. & Savage, G. P. (2006). The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. *Food Chemistry*, 99: 64–69.

Yang, J. & Tsung, M. (2008). Antioxidant properties of chitosan from crab shells. *Carbohydrate Polymers*, 7: 40–44.

Tomida, H., Fujii, T., Furutani, N., Michihara, A. & Yasufuku, T. (2009). Antioxidant properties of some different molecular weight chitosans. *Carbohydrate Research*, 344: 1690–1696.

Wenming, X., Peixin, X. & Qing, L. (2001). Antioxidant activity of water-soluble chitosan derivatives. *Food Chemistry*, 64:69-77.

Xianghong, M., Lingyu, Y., John, F. & Kennedy, T. (2010). Effects of chitosan and

oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit. *Carbohydrate Polymers*, 10:83-84.

Xiao Fang, L., Xiao Qiang, F., Sheng, Y. & Ting Pu, W. (2010). Effects of Molecular Weight and Concentration of Chitosan on Antifungal Activity Against *Aspergillus Niger*. *Iranian Polymer Journal*, 17: 843-852.

Yen, M. T. & Yang, J. H. (2008). Antioxidant properties of chitosan from crab shells. *Carbohydr. Polym.* 74: 840-844.