

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

عاطفه مقصودلو^{1*}، یحیی مقصودلو²، مرتضی خمیری²، محمد قربانی³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
*نویسنده مسئول (a_maghssoodloo2000@yahoo.com)

2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
3- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

تاریخ دریافت: 90/5/8

تاریخ پذیرش: 90/8/30

واژه های کلیدی

پسته

جذب رطوبت

فعالیت ضد قارچی

کیتوزان

ویژگی ارگانولپتیکی

ایران یکی از بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده های پسته در جهان است. در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی در دوره انبار مانی؛ کپک زدگی و تولید آفلاتوکسین، جذب رطوبت، تخریب بافت و طعم نامطلوب باعث افت کیفیت محصول می شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ضد قارچی پوشش خوراکی کیتوزان و تاثیر آن بر میزان جذب رطوبت و ویژگی های ارگانولپتیکی مغز پسته است. بدین منظور با استفاده از اسید استیک 1درصد حجمی/ حجمی، غلظت های 0/5، 1 و 1/5 درصد وزنی/ حجمی کیتوزان تهیه و پسته ها با استفاده از آنها پوشش دهی شدند. بمنظور مشخص کردن اثر ضد میکروبی اسید استیک، از اسید استیک 1درصد نیز بعنوان پوشش استفاده شد. مغز پسته های پوشش داده شده در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و شش ماه در دمای اتاق (27 - 25 °C) نگهداری شدند. در دوره نگهداری، هر دو هفته یکبار شمارش کلی کپک و مخمر، تعیین درصد توسعه کپک آسپرژیلوس، 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. نتایج نشان داد که کیتوزان بطور معنی داری (p<0/05) مانع از رشد کپک آسپرژیلوس شد و با افزایش غلظت کیتوزان، اثر ضد میکروبی آن افزایش پیدا کرد. همچنین کیتوزان از جذب رطوبت سته و تغییر وزن آن جلوگیری کرد؛ اما غلظت کیتوزان تاثیر معنی داری در این زمینه نداشت. غلظت 1/5 درصد کیتوزان تاثیر معنی داری (p<0/05) بر طعم مغز پسته داشت، اما سایر غلظت ها تاثیری در طعم پسته نداشت. همچنین کیتوزان تاثیر معنی داری بر رنگ، بافت و پذیرش کلی پسته نداشت (p<0/05) در نهایت، غلظت 1درصد کیتوزان به عنوان بهترین تیمار انتخاب گردید.

مقدمه

شده توسط فائو در دسامبر سال 2010، میزان تولید

پسته در ایران به 200 هزار تن و در آمریکا به 170

هزار تن رسید (کانون انجمن های صنفی صنایع غذایی

ایران، 1389). در صورت نامساعد بودن شرایط

محیطی در طول دوره انبار مانی؛ کپک زدگی و تولید

پسته با نام علمی *pistacia vera* از خانواده

Anacardiaceae، یکی از محصولات عمده صادراتی

ایران بوده و کشور ما یکی از بزرگترین تولید کننده و

صادر کننده آن در جهان است. بر اساس آمار گزارش

ارگانولپتیکی را به تاخیر انداخت، همچنین بطور موثری رشد میکروارگانیسم ها را کاهش داده و مدت ماندگاری محصول را افزایش داد. Devlieghere و همکاران (2004) اثر ضد میکروبی کیتوزان را بر روی کاهو و توت فرنگی مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که فعالیت ضد میکروبی محلول کیتوزان در کاهو و توت فرنگی قابل مشاهده بوده است اما به دلیل ایجاد مزه تلخ در کاهو قابل استفاده نمی باشد. Chein و همکاران (2007) اثرات پوشش کیتوزان را بر روی کیفیت و مدت ماندگاری قطعات انبه مورد بررسی قرار دادند. طی این پژوهش قطعات انبه با محلولهای آبی 0 %، 0/5% و 1% و 2% کیتوزان تیمار دهی شدند. پوشش کیتوزان، تغییر وزن ناشی از دست دادن آب و افت کیفیت حسی را به تاخیر انداخت و از رشد میکروارگانیسم ها نیز جلوگیری کرد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کیتوزان تاثیری در فعالیت ضد قارچی آن نداشت.

Campaniello و همکاران (2008) اثر ضد میکروبی پوشش کیتوزان را بر روی قطعات توت فرنگی مورد بررسی قرار دادند. آنها قطعات توت فرنگی را که در محلول 1 درصد کیتوزان غوطه ور شده بود، بسته بندی کرده و نگهداری کردند. نتایج نشان داد که پوشش کیتوزان از رشد میکروارگانیسم ها جلوگیری کرده و تغییر وزن میوه ها را کاهش داده است. نتایج حاصل از آزمون حسی نشان داد که پوشش کیتوزان بر طعم و پذیرش کلی میوه ها تاثیری نگذاشته و باعث حفظ رنگ قطعات میوه در طول دوره نگهداری شده است؛ پوشش کیتوزان تغییر وزن میوه ها را نیز کاهش داد. Munoz و همکاران (2009) اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان را بر روی گوجه فرنگی و توت مورد بررسی قرار دادند؛ آنها از غلظت های 0، 1، 1/5، 2 و 2/5 درصد کیتوزان برای پوشش دهی استفاده کردند. بعد از 7 روز اینکوباسیون معلوم شد که با افزایش غلظت کیتوزان، بطور معنی داری اثر ضد قارچی آن نیز افزایش می یابد.

Cao و همکاران (2009) تغییرات ایجاد شده در فلور میکروبی نوعی صدف خوراکی را در طول انبارداری در دمای یخچال بررسی کرده و تاثیر

سموم به ویژه آفلاتوکسین توسط *Aspergillus flavus* و *Aspergillus parasiticus* جذب رطوبت، تخریب بافت و بروز طعم های کهنگی و تندی باعث افت شدید کیفیت محصول می شود (Koshteh, 2002). یکی از روش های جلوگیری از بروز این مشکلات، استفاده از پوشش های خوراکی می باشد. پوشش های خوراکی لایه های 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 مصرف کننده را دارند. پوشش های خوراکی از جذب رطوبت در میوه ها و محصولات خشک شده، و از دست رفتن رطوبت در میوه ها و محصولات گوشتی تازه جلوگیری می کند. کیتوزان که از ضایعات خرچنگ و میگو تهیه می شود، قابلیت استفاده به عنوان فیلم های خوراکی را دارا می باشد (Synowiecki and Al-khateeb, 2003). با توجه به ویژگی های منحصر به فرد کیتوزان و اثرات تغذیه ای مفید آن؛ سازمان غذا و داروی آمریکا، کیتوزان را به عنوان یک افزودنی غذایی طبیعی تایید کرده است. با بکارگیری کیتوزان در پوشش دهی 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 افزوده ی بالا تولید می گردد که این امر اثرات مثبتی بر صادرات آن بر جا خواهد گذاشت. کیتوزان کوپلیمری از 2-amino-2-deoxy-D-glucose (glucosamine) و 2-acetamido-2-deoxy-D-glucose (N-acetyl glucosamine) است که بوسیله N-دی استیلاسیون کیتین تهیه می گردد. کیتین از ضایعات خرچنگ و میگو بدست می آید و ماده ای بی رنگ و بی بو می باشد. فعالیت های ضد میکروبی کیتوزان ابتدا توسط Muzzarli و همکاران در سال 1990 مورد بررسی قرار گرفت و بصورت مستند در آمد (Kamil et al., 2002). Dong و همکاران (2004) اثر پوشش کیتوزان را بر روی حفظ کیفیت و افزایش مدت ماندگاری میوه لیچی پوست گیری شده بررسی کردند. به این منظور میوه های پوست گیری شده را با محلول یک درصد کیتوزان پوشش دادند. کاربرد کیتوزان، افت وزن و کاهش کیفیت

1 درصد v/v، محیط کشت (YGC Yeast Extract) که حاوی عصاره مخمر، قند دکستروز، آنتی بیوتیک کلرامفیل، آگار و آب مقطر بود.

روش ها

ابتدا پوسته سخت پسته جداسازی شده و مغز های سالم انتخاب شدند. به منظور پوشش دهی، از محلول های کیتوزان با غلظت های 0/5، 1 و 1/5 درصد w/v، استفاده شد که با حل کردن به ترتیب 5، 10 و 15 گرم پودر کیتوزان در اسید استیک 1% v/v و رساندن هر یک از آنها به حجم 1000 میلی لیتر بدست آمد. بمنظور مشخص کردن اثر ضد میکروبی استیک اسید علاوه بر غلظت های مختلف کیتوزان، از اسید استیک 1% 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 6 بودند، فیلتر و اتوکلاو شدند (Badawy and Rabea, 2009; Chinnan, 2008) (Bourtoom and) مغز پسته ها پس از توزین، درون ظروف مشبک قرار گرفته و درون محلول های آماده شده به مدت 30 الی 40 ثانیه غوطه ور شده و خارج شدند. مغزهای پوشش داده شده به مدت 3 ساعت در آون (شرکت ممرت، ساخت کشور آلمان) 45 درجه سانتیگراد قرار گرفتند تا به رطوبت اولیه خود (4٪) برسند، سپس در کیسه های پلی اتیلنی 50 گرمی بسته بندی شدند. مغز پسته های پوشش داده شده و بسته بندی شده به مدت 6 ماه در دمای اتاق (25 الی 27 درجه سانتیگراد) نگهداری شدند. در طول مدت نگهداری، هر دو هفته یک بار از بسته های حاوی مغز پسته نمونه برداری گردید. در هر نمونه برداری، شمارش کلی کپک و مخمر، اندازه گیری درصد رطوبت و افت وزنی و همچنین بررسی درصد توسعه کپک *Aspergillus* طبق روش AOAC انجام شد. بدین ترتیب که از هر تیمار 10 عدد مغز پسته، در پلیت های در دار بزرگ شیشه ای که حاوی کاغذ صافی مرطوب بوده و همگی استریل شده بودند، قرار گرفت و در دمای 25 درجه سانتیگراد در اینکوباتور یخچال دار (شرکت کاووش مگا، ساخت کشور ایران) اینکوبه شد. پس از گذشت 3

کیتوزان را بر روی افزایش مدت ماندگاری این محصول مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش صدف ها بعد از آماده سازی درون محلول کیتوزان با غلظت های مختلف غوطه ور شده و در دمای یخچال نگهداری شدند. نتایج نشان داد که کیتوزان رشد میکروارگانیسم های مختلف موجود بر روی صدف خوراکی را کاهش داده و با افزایش غلظت کیتوزان اثر ضد میکروبی آن افزایش یافت. در طول دوره نگهداری، کیتوزان تاثیری بر روی ویژگی های ارگانولپتیکی صدفهای خوراکی از جمله طعم و رنگ آن نداشت. Khalid و همکاران (2010) اثر پوشش کیتوزان را در محافظت از دانه های کنگر فرنگی مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش پوشش کیتوزان بعنوان یک عامل ضد قارچی مورد استفاده قرار گرفت، نتایج نشان داد که همه ی تیمارهای کیتوزان فعالیت انواع قارچ ها را کاهش داده و باعث افزایش رشد گیاه شدند. Xianghong و همکاران (2010) اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان را بر روی میوه گلابی مورد مطالعه قرار دادند. آنها از کیتوزان 1 درصد به منظور پوشش دهی میوه گلابی استفاده کردند؛ بعد از 5 روز نگهداری در دمای 25 درجه سانتیگراد اثر ضد قارچی کیتوزان در گلابی کاملاً قابل مشاهده بود. کیتوزان تاثیر معنی داری بر روی ویژگی های ارگانولپتیکی گلابی نداشت.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ضد قارچی پوشش خوراکی کیتوزان با غلظت های 0/5، 1 و 1/5 درصد و محلول اسید استیک 1 درصد و تاثیر آن بر رنگ، طعم، بافت و جذب رطوبت مغز پسته در طول شش ماه نگهداری می باشد.

مواد و روش ها

مواد

جهت انجام این پژوهش، پسته رقم اکبری (رقم متداول و تجاری کشور ایران) انتخاب گردید. پسته ها ماه سپتامبر سال 2010 از یک 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 (شرکت سیگماآلدریج)، محلول اسید استیک

شمارش کلی کپک و مخمر

در طول دوره نگهداری، میزان رشد کپک در نمونه شاهد به شدت افزایش یافت. همانطور که در شکل 1 مشاهده می شود، در نمونه ی شاهد افزایش ناگهانی رشد کپک و مخمر، از هفته ی پنجم آغاز شد و در پایان هفته ی دوازدهم میزان کپک و مخمر به 21000 cfu/gr رسید. اما در پسته هایی که با محلول استیک اسید 1 درصد پوشش دهی شده بودند، رشد کپک از هفته ی هفتم آغاز شد و حداکثر در پایان هفته ی دوازدهم به حدود 6000 cfu/gr رسید. قسمت خارجی دیواره سلولی میکروارگانیسم ها دارای بار منفی می باشد، بنابراین اسیدهای یونیزه به آسانی نمی توانند وارد سلول شوند، ولی اگر بصورت مولکولی وارد سلول گردند، در داخل سلول بصورت یونیزه درآمده و ایجاد بارهای مثبت و منفی می کنند و باعث اختلال در عملکرد میکروارگانیسم و در نهایت کشته شدن آن می شوند اسید استیک، اسید آلی ضعیفی است که در pH های نزدیک به pH خنثی، بصورت مولکولی (غیر یونیزه) در می آید، بنابراین قدرت ورود به سلول میکروارگانیسم ها و از بین بردن آنها را دارد (Khalid et al., 2010).

در نمونه های حاوی پوشش خوراکی کیتوزان رشد کپک در کل دوره نگهداری تقریباً صفر بوده است. با توجه به اثر ضد میکروبی استیک اسید که در تیمار جداگانه مشخص گردید، می توان 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. تفاوت معنی داری در اثر ضد میکروبی غلظت های مختلف کیتوزان مشاهده نشد که با نتایج کار چین و همکاران در سال 2007 مطابقت دارد (Costas et al., 2007). عدم افزایش فعالیت ضد قارچی کیتوزان با افزایش غلظت آن، ممکن است بدلیل افزایش ویسکوزیته محلول کیتوزان در غلظت های بالاتر و محدود شدن تعداد تماس های موثر کیتوزان با سطح سلول های قارچی باشد (Xiao- Fang et al., 2010).

الی 5 روز تعداد پسته ای که در هر پلیت به کپک آلوده شده اند شمارش شده و میزان توسعه این کپک بر اساس درصد در هریک از تیمارها در مقایسه با نمونه ی شاهد معلوم شد. در صورت لزوم، از کپک های رشد یافته بر روی مغز پسته ها، بر روی اسلاید کالچر کشت داده و با میکروسکوپ از رشد گونه های آسپرژیلوس اطمینان حاصل شد. همچنین ارزیابی حسی با استفاده از روش مقیاس هدونیک 5 نقطه ای (1=بد، 2=ضعیف، 3=متوسط، 4=خوب، 5=بسیار خوب) انجام شد. بدین ترتیب که 8 نفر داور از بین دانشجویان دانشکده صنایع غذایی گرگان انتخاب شد. به هر داور 4 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. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه تجزیه مواد غذایی و میکروبیولوژی دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد.

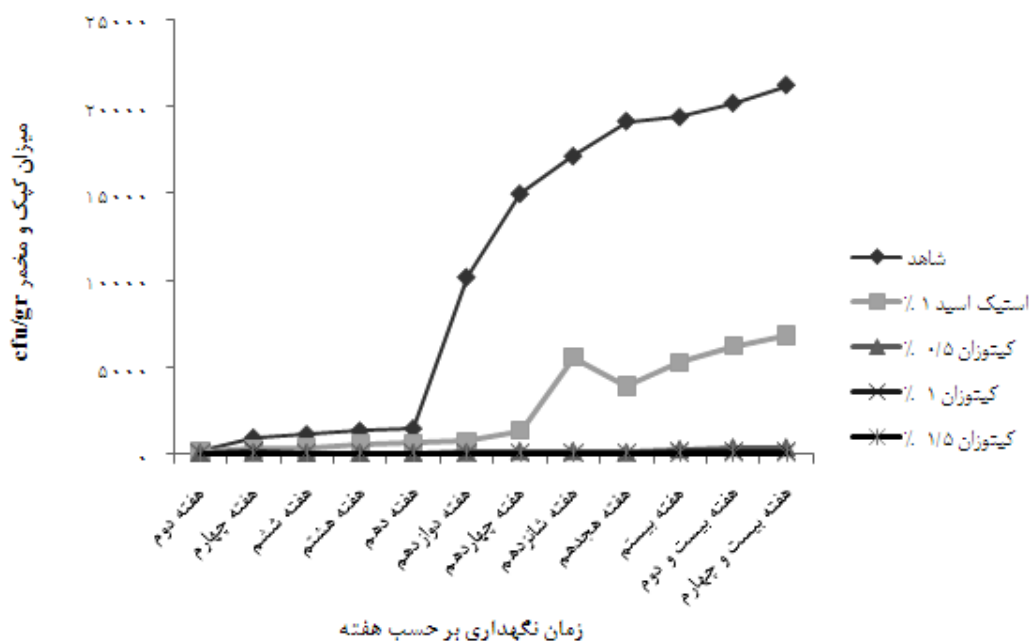
تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب فاکتوریل به صورت طرح کاملاً تصادفی و در 3 تکرار صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها بر صفت های مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح $\alpha = 0/05$ صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

فعالیت ضد قارچی کیتوزان

کیتوزان از دو طریق بر افزایش مدت ماندگاری محصولات گیاهی تاثیر می گذارد: یکی اثر مستقیم بر روی رشد قارچ و دیگری عملیات دفاعی مختلف مانند تجمع کیتیناز، که سنتز ممانعت کننده پروتئیناز دیواره سلولی قارچ را کاهش می دهد. این سیستم های انتقال میکروبی با حضور کیتوزان بسیار مؤثرتر هستند (Costas et al., 2007).

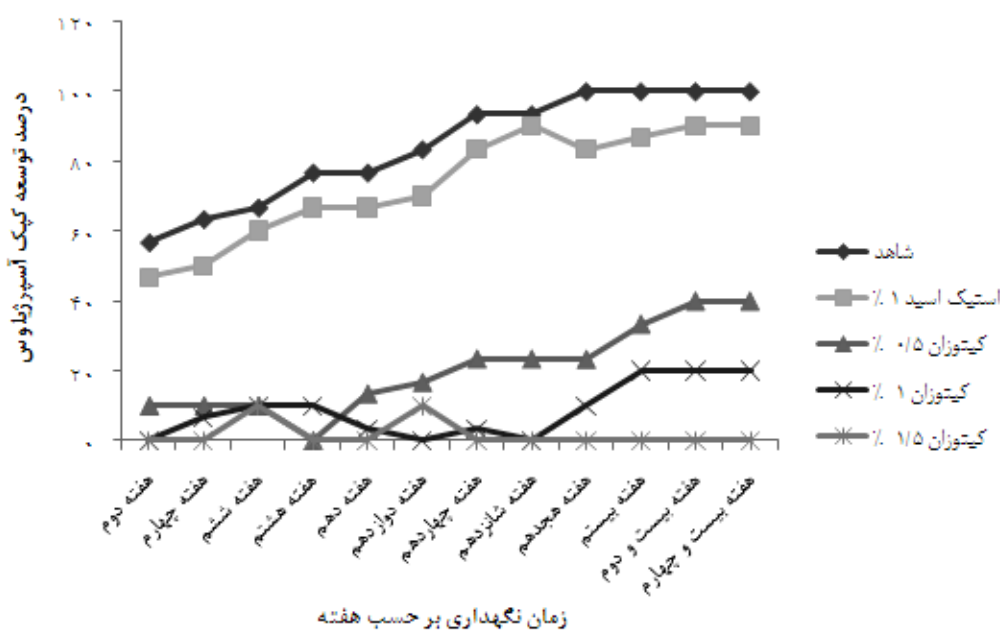


شکل 1- تغییرات رشد کپک و مخمر در مغز پسته در طول 6 ماه نگهداری

به ترتیب به 100 و 85 رسیده است. در طول دوره ی نگهداری همواره درصد توسعه ی کپک در نمونه ی حاوی استیک اسید یک درصد، بین 20 تا 25 درصد کمتر از نمونه ی شاهد بوده است؛ این مسئله به اثر ضد میکروبی استیک اسید مرتبط می باشد که در مطالب قبل به دلایل و چگونگی آن اشاره شده است.

درصد توسعه کپک *Aspergillus*

در شکل 2، نمونه شاهد بیشترین مقدار و نمونه های حاوی پوشش کیتوزان کمترین مقدار درصد توسعه کپک *Aspergillus* را دارا هستند (Campaniello et al., 2008). در هفته ی نهم، درصد توسعه ی کپک در نمونه شاهد و نمونه ی حاوی استیک اسید یک درصد به بیشترین مقدار خود، یعنی



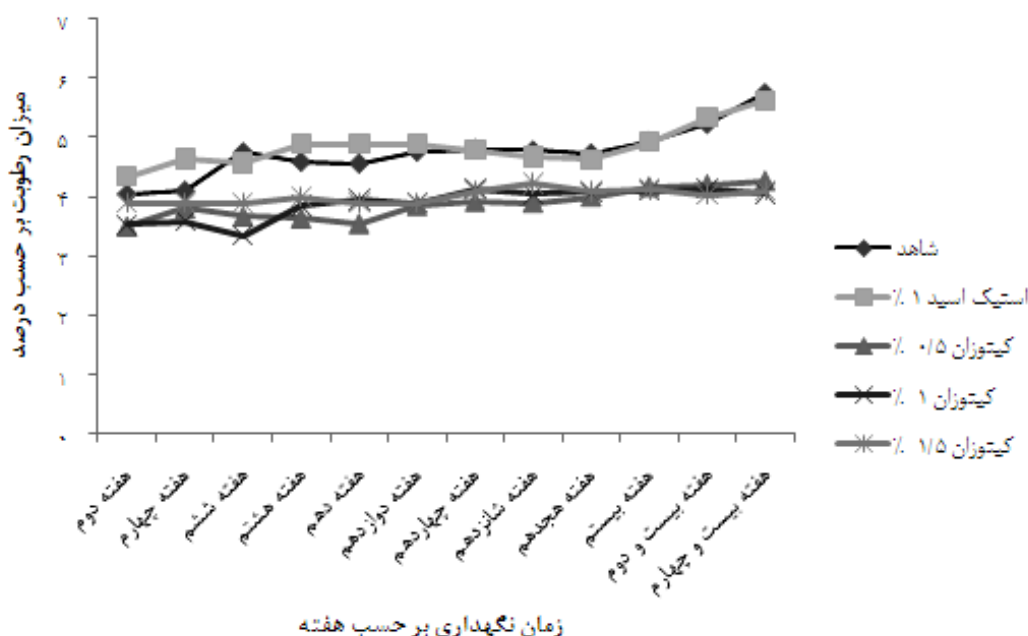
شکل 2- تغییرات درصد توسعه کپک *Aspergillus* در مغز پسته در طول 6 ماه نگهداری

وزن در نمونه های فاقد پوشش کیتوزان، همواره بیشتر از نمونه های دارای پوشش بوده است؛ همچنین مشخص است که مقدار رطوبت و وزن نمونه های حاوی پوشش کیتوزان، از ابتدا تا انتهای دوره ی نگهداری تقریباً بدون تغییر مانده است. این نتایج حاکی از آن است که پوشش کیتوزان مانند یک سد، از انتقال رطوبت به بافت مغز پسته جلوگیری کرده و مقدار رطوبت آن در محدوده ی 4٪ (رطوبت اولیه ی محصول) باقی مانده است، در حالیکه در نمونه های فاقد پوشش کیتوزان، بدلیل عدم وجود مانع در مقابل انتقال رطوبت، در انتهای دوره ی نگهداری مقدار رطوبت مغز پسته به حدود 6٪ رسیده است. همانطور که مشخص است، استیک اسید یک درصد تاثیری در میزان انتقال رطوبت به بافت مغز پسته در طول دوره ی نگهداری نداشته است. نتایج حاصله با نتایج Costas و همکاران (2007)، Campaniello و همکاران (2008) مطابقت دارد.

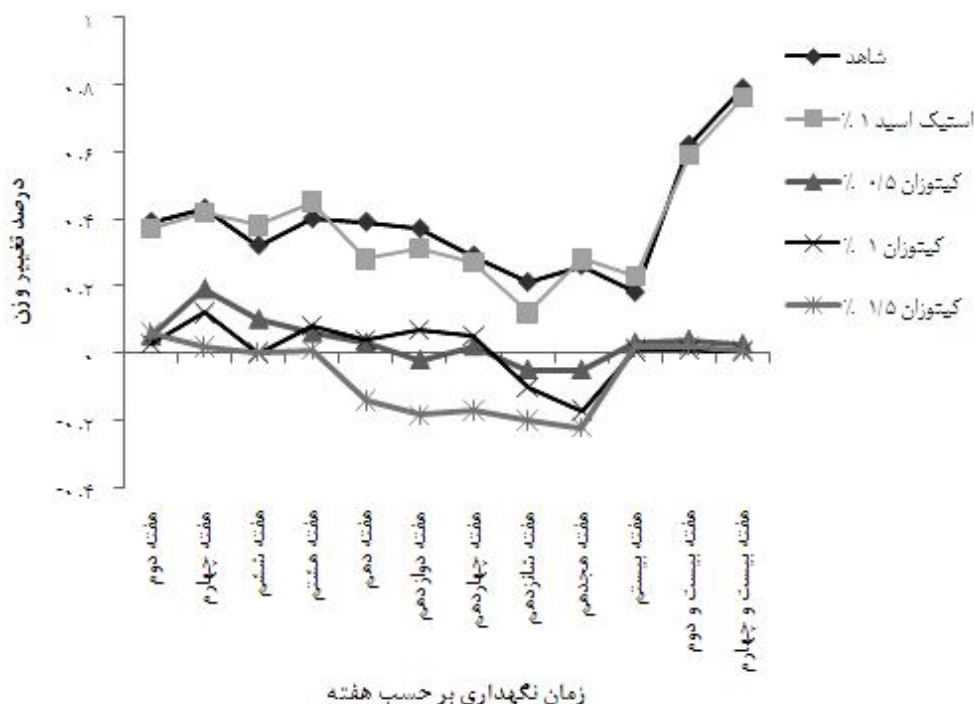
در نمونه های حاوی پوشش خوراکی کیتوزان با افزایش غلظت کیتوزان درصد توسعه کپک کاهش یافت؛ بطوریکه در غلظت 1/5 درصد کیتوزان این مقدار به صفر رسیده است، که با نتایج Munoz و همکاران (2009) و Cao و همکاران (2009) مطابقت دارد. با افزایش غلظت کیتوزان، میزان بار مثبت ناشی از حضور گروه های آمینی افزایش یافته و سبب تشکیل پیوندهای الکتروستاتیک قوی تر می شود. این امر باعث ایجاد واکنشهای قوی تر بین کیتوزان و دیواره سلولی میکروارگانیسم ها و در نتیجه افزایش اثر ضد میکروبی کیتوزان می گردد (Kong et al., 2008).

تاثیر کیتوزان بر درصد رطوبت و تغییر وزن پسته

رطوبت یکی از فاکتورهای مهم در زمینه ی 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 (بلقیسی و همکاران، 1387). همانطور که در شکل 4 و 3 مشاهده می شود، در طول دوره نگهداری میزان رطوبت و درصد تغییر



شکل 3- تغییرات درصد رطوبت مغز پسته در طول 6 ماه نگهداری



شکل 4- درصد تغییر وزن مغزپسته در طول 6 ماه نگهداری

همانطور که در جدول 1 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 ($p > 0/05$)؛ که با نتایج Campaniilo و همکاران (2008) و Chang و همکاران (2010) مطابقت دارد. کیتوزان با قرار گیری بر روی محصولات، به عنوان محافظ عمل کرده و از واکنش های نا خواسته و تغییر رنگ محصولات جلوگیری می کند (Devlieghere et al., 2004).

Chang و همکاران (2010)، اثر پوشش کیتوزان را بر روی کیفیت گوشت خوک در طول نگهداری در دمای یخچال به مدت 7 روز بررسی کردند. پوشش کیتوزان تاثیر معنی داری 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 ویژگی های مهم و موثر کیتوزان می باشد، این ویژگی ها از رخ دادن واکنش های آنزیمی و غیر آنزیمی نامطلوبی که منجر به تغییر رنگ در محصول می شود، جلوگیری می کند.

تاثیر کیتوزان بر ویژگی های ارگانولپتیکی مغز پسته با توجه به اینکه کیتوزان منشاء دریایی داشته و از ضایعات خرچنگ و میگو تهیه می شود، 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 مزه ی تلخ گردد. این مسئله به وزن مولکولی، غلظت محلول کیتوزان و ترکیبات موجود در خود محصول مرتبط می باشد. اما بطور کلی محلول کیتوزان ماده ی شفاف و بی رنگی است که طعم خاصی نداشته و معمولا تاثیر زیادی بر ویژگی های ارگانولپتیکی محصول ایجاد نمی کند (Devlieghere et al., 2004). استیک اسید یک درصد نیز محلول بی رنگ و بدون طعمی است که اثری بر هیچکدام از ویژگی های ارگانولپتیکی نداشت (Badawy et al., 2009).

جداول 1، 2، 3 و 4 نتایج حاصل از تست پانل مغز پسته های پوشش داده شده را نشان می دهد.

رنگ

جدول 1- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر رنگ مغز پسته خام و خشک. (اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند).

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک 1 درصد	کیتوزان 0/5 درصد	کیتوزان 1 درصد	کیتوزان 1/5 درصد
هفته دوم	4/75 a	4/25 ab	4/25 ab	4/5 ab	4/32 ab
هفته چهارم	4/62 a	4/5 ab	4/12 ab	4/12 ab	4/1 ab
هفته ششم	4/87 a	4/75 a	4 ab	4 ab	4/87 ab
هفته هشتم	5 a	4/75 a	4/5 ab	4/5 ab	4/5 ab
هفته دهم	4/75 a	4/62 a	4/4 ab	4/32 ab	4/12ab
هفته دوازدهم	5 a	4/87 a	4/5 ab	4/28 ab	3/97 b
هفته چهاردهم	4/25 a	4/25 a	4/125 a	4 a	3/87 a
هفته شانزدهم	4/125 a	4/125 a	4 a	4 a	3/87 a
هفته هیجدهم	4/25 a	4/37 ab	4 b	4 b	4 b
هفته بیستم	4 a	4/5 b	4 a	4 a	3/87 a
هفته بیست و دوم	4/125 a	4/25 a	4 a	4 a	4 a
هفته بیست و چهارم	4/25 a	4 ab	4 ab	4 ab	4 ab

طعم

افزایش غلظت کیتوزان، پس طعمی شبیه طعم ماهی یا سایر محصولات دریایی قابل تشخیص می شود. در این آزمون نیز غلظت بالای کیتوزان به مقدار کمی در طعم پسته تغییر ایجاد کرد (Devlieghere et al., 2004).

نتایج مربوط به بررسی طعم در آزمون حسی، در جدول 2 قابل مشاهده است. همانطور که مشخص است غلظت 1/5 درصد کیتوزان تاثیر معنی داری ($p < 0/05$) بر طعم مغز پسته داشت، که به دلیل بالاتر بودن غلظت کیتوزان نسبت به سایر تیمارها بوده است. زیرا با

جدول 2- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر طعم مغز پسته خام و خشک. (اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند).

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک 1 درصد	کیتوزان 0/5 درصد	کیتوزان 1 درصد	کیتوزان 1/5 درصد
هفته دوم	4/75 a	4/25 ab	4/25 ab	4/5 ab	4 b
هفته چهارم	4/62 a	4/5 a	4/1 ab	4/12 ab	3/87 b
هفته ششم	4/25 a	4/25 a	4/12a	4ab	3/63 b
هفته هشتم	4/62a	4/12 a	4 ab	4 ab	3/76 b
هفته دهم	4/25 ab	4/37 a	4 ab	4 ab	3/87 b
هفته دوازدهم	4/1ab	4/5 a	4/2 ab	4/12ab	4/3 ab
هفته چهاردهم	4/12 a	4/25 a	4 ab	4 ab	4 ab
هفته شانزدهم	4/25 a	4/1 a	4/1 a	4/1 a	3/63 b
هفته هیجدهم	4/87 a	4/5 a	4/3 ab	4/23ab	3/75 b
هفته بیستم	5 a	4/5 ab	4/3 ab	4/23 ab	4 b
هفته بیست و دوم	4/75 a	4/62 a	4/3 ab	3/87 b	3/75 b
هفته بیست و چهارم	5 a	4/83 a	4/5 ab	4/5 ab	4 ab

بافت

همه تیمارها در محدوده ی رطوبت نمونه شاهد(حدود 4 درصد)، در بافت آنها تغییر معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$). 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 (گارز و همکاران، 1382).

منظور از بافت پسته، میزان تردی و شکنندگی آن هنگام جویدن می باشد که به مقدار قابل توجهی تحت تاثیر میزان رطوبت پسته است. در صورت جذب رطوبت از محیط اطراف، مغز پسته ها بافتی نرم و چسبنده پیدا خواهد کرد که از نظر مصرف کننده نامطلوب می باشد (بلیسی و همکاران، 1387). جدول 3 نتایج حاصل از آزمون حسی مربوط به بافت را نشان می دهد. در این پژوهش به دلیل ثابت بودن رطوبت

جدول 3- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر بافت مغز پسته خام و خشک. (اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند).

کیتوزان 1/5 درصد	کیتوزان 1 درصد	کیتوزان 0/5 درصد	اسید استیک 1 درصد	شاهد	زمان نمونه برداری
4/5 a	4/37 a	4/5 a	4/75 a	4/75 a	هفته دوم
4/35 ab	4/25 ab	4/25 ab	4/5 a	4/63 a	هفته چهارم
4/6 ab	4/45 ab	4/25 a	4/37 a	4/25 a	هفته ششم
4/6 b	4 ab	4/125 ab	4/25 a	4/125 ab	هفته هشتم
4/35 ab	4 ab	4 ab	4/37 a	4/25 ab	هفته دهم
4/5 ab	4/25ab	4/35 ab	4/5 a	4/25 ab	هفته دوازدهم
4 a	4/37 a	4 a	4/37 a	4/37 a	هفته چهاردهم
4 a	4/125 a	4/125 a	4/125 a	4/37 a	هفته شانزدهم
4/125 ab	4/125 ab	4/125 ab	4/42 a	4/47 a	هفته هیجدهم
4/2 ab	4 ab	4 ab	4/37 a	4/37 a	هفته بیستم
3/87 b	4 ab	4 ab	4/62 a	4/5 a	هفته بیست و دوم
3/87 ab	4 ab	4ab	4/37 a	4/75 a	هفته بیست و چهارم

پذیرش کلی

با توجه به اینکه کیتوزان اثر ضد میکروبی قابل توجهی دارد، ماده مناسبی برای بکار گیری بعنوان پوشش خوراکی در آجیل ها از جمله پسته می باشد. همانطور که گفته شد، بیشترین و کمترین اثر ضد میکروبی مربوط به غلظت های 1/5 و 0/5 درصد بوده است؛ از طرفی غلظت 1/5 درصد کیتوزان امتیاز طعم را کاهش داد. بنابراین غلظت 1 درصد کیتوزان، بعنوان بهترین غلظت برای پوشش دهی مغز پسته ها پیشنهاد می گردد.

مقایسه میانگین ها نشان می دهد که تغییرات پذیرش کلی پسته تحت تاثیر تیمار های کیتوزان معنی دار نبوده است ($p>0/05$). بیشینه مقدار پذیرش کلی 5 و کمترین مقدار آن 4 بوده است، این نشان دهنده ی تغییرات جزئی و قابل چشم پوشی در خواص ارگانولپتیکی در تیمار های مختلف پوشش داده با کیتوزان می باشد (Cao et al., 2009).

نتیجه گیری

جدول 4- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر پذیرش کلی مغز پسته خام و خشک. (اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند).

کیتوزان 1/5 درصد	کیتوزان 1 درصد	کیتوزان 0/5 درصد	اسید استیک 1 درصد	شاهد	زمان نمونه برداری
4/25 ab	4/5 ab	4/25 ab	4/25 ab	4/75 a	هفته دوم
4/125 ab	4/35 bc	4/125 ab	4/5 ab	4/62a	هفته چهارم
4 a	4 a	4/125 a	4/25 a	4/25 a	هفته ششم
4 a	4 a	4 a	4/125 a	4/125 a	هفته هشتم
4/5 ab	4/25 ab	4/35 ab	4/37 a	4/25 ab	هفته دهم
4 a	4 a	4 a	4/1 a	4 a	هفته دوازدهم
4 a	4 a	4 a	4/25 a	4/125 a	هفته چهاردهم
4 a	4 a	4 a	4 a	4/2 ab	هفته شانزدهم
4/12 ab	4ab	4/2ab	4/5 ab	4/87 a	هفته هیجدهم
4/5b	4/75ab	4/73 ab	4/85 ab	5 a	هفته بیستم
4 b	4 b	4 b	4/62 a	4/75 a	هفته بیست و دوم
4 b	4/65ab	4/23 ab	4/37 b	5 a	هفته بیست و چهارم

منابع

- 1- سایت رسمی صنعت غذای ایران، 1389. کانون انجمن های صنفی صنایع غذایی ایران، شاخه اقتصادی.
- 2- بلقیسی، س.، عزیزی، م.، ظهوریان، گ.، هادیان، ز. 1387. 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 3. صفحات 93 تا 83.
- 3- گارز، ح.، مینایی، س.، بصیری، ع.، 1382. تاثیر تغییرات دما، سرعت جابجایی هوا و ضخامت لایه محصول فرایند خشک کردن پسته، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی شماره 8. صفحات 23 تا 31.
- 4- 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.
- 5- Bourtoom, T. & chinnan, M. S. 2008. Preparation and properties of rice starch- chitosan blend biodegradable film. *LWT-Food science and Technology*, 41: 1633–1641.
- 6- 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.
- 7- 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.
- 8- 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.
- 9- Costas, G., Biliaderis, D., Marta, S. & Izydorczyk, P. 2007. *Functional Food Carbohydrates*, CRC Press Taylor and Francis Group.
- 10- 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.
- 11- 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.
- 12- Kamangar, K. farrokhi, F. & Mehran, M. 1975. Characteristics of pistachio kernel oil from Iranian cultivars. *Journal of American Oil Chemist' Society*, 52: 512-513.
- 13- 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.

- 14- Khalid, Z, Beatriz Ursúa, B., & Juani, M.A. 2010. Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. *Crop Protection*, 29:853-859.
- 15- Koshteh, K. 2002. Global pistachio production and marketing challenges. PhD Thesis , University of Guelph ,Ontario , Canada. 26–34.
- 16- Munoz, A., Moret, S. & Garce, S. 2009. Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes. *Crop Protection*, 28 : 36–40.
- 17- 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.
- 18- 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.
- 19- 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.
- 20- 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.
- 21- 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.

Evaluation of anti-fungal activity of chitosan and its effect on the moisture absorption and organoleptic characteristics of pistachio nuts

A. Maghsoudlou^{1*}, Y. Maghsoudlou², M.Khomeiri², M. Ghorbani³

1- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

*Corresponding author (a_maghsoudloo2000@yahoo.com)

2- Associate professor, Department of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

3- Assistant professor, Department of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

Abstract

Iran is one of the largest pistachio producers and exporter in the world. In case of improper storage the pistachio quality will drop down for proliferation of fungus and absorption of moist which causes tissue destruction, undesirable flavour in the product. The aim of this study is examination of anti-fungal activity of Chitosan and its impact on the organoleptic characteristics of pistachio nuts. Therefore, we coated the pistachios with acetic acid of 1% V/V, Chitosan in a concentration of 0.5%, 1% and 1.5% V/W. Acetic acid of 1% was used for coating to determine its antimicrobial effect on the pistachio. The coated pistachios were packed in polyethylene made bags and kept in a room with temperature (25-27 °C) for a six month period. During the storage, samples were examined every other week for total mold and yeast count, percent of *Aspergillus* development, moisture content and weight fluctuation and sensory evaluation. Experiments were performed in a factorial form in a completely randomized design. The results showed that Chitosan significantly ($p < 0.05$) inhibit the growth of the *Aspergillus* and increasing Chitosan concentration, increases its anti-fungal activity. Chitosan also prevents moisture absorption and weight fluctuation in pistachio nuts, but concentration of Chitosan had no significant effect in this area. Chitosan at 1.5% concentration, had a significant effect ($p < 0.05$) on the flavour of pistachio, but other concentrations had no effect on the flavour of pistachio. Chitosan also had no significant effect on the pistachio colour, texture and its general admission ($p > 0.05$). Finally, Chitosan solution at 1% concentration was selected as the best treatment.

Keywords: Antifungal activity; Chitosan; Moisture absorption; Organoleptic characteristics; Pistachio