

ارزیابی روش‌های خندان کردن پسته و تاثیر آن بر خواص شیمیایی محصول طی زمان انبارمانی

هوشنگ افضل‌ی گروه^{۱*}، نجمه سلیمانی^۲، فرشته سلاجقه^۳ و مهدی کریمی

۱. پژوهشگر موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرمان

hooshangfzali@yahoo.com

۲. پژوهشگر موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرمان

۳. پژوهشگر موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرمان

۴. استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرمان

چکیده

خندان بودن پسته فاکتوری مهم در مشتری پسندی این محصول و حفظ موقعیت جهانی آن در عرصه صادرات می‌باشد. این صفت، ژنتیکی بوده و میزان آن از یک رقم به رقم دیگر و از یک سال به سال دیگر متغیر است. در هر صورت همه ساله درصدی از پسته برداشت شده دهان بسته است که عمدتاً به طرق مصنوعی خندان می‌گردد. در این تحقیق سه روش خندان کردن پسته (یخ خندان، مکانیک خندان و خندان طبیعی) در دو دمای نگهداری (۱۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) به مدت شش ماه از پسته رقم اوحدی با هم مقایسه شدند. اندیس پراکسید، عدد اسیدی، ارزیابی حسی، بررسی تغییرات خواص شیمیایی پسته مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تغییرات اندیس پراکسید نمونه‌های مغز پسته طی مدت شش ماه نگهداری، بین ۲ تا ۳ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم متغیر و میزان تغییرات اسیدیته نمونه‌ها بین ۰/۵۱ تا ۰/۸۵ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. بیشترین میزان اسیدیته (۰/۸۵ درصد) و اندیس پراکسید (۳/۱ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن) در پسته خندان شده به روش آب خندان و نگهداری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد. کمترین میزان اسیدیته (۰/۵۱ درصد) و اندیس پراکسید (۲ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن) در پسته خندان شده به روش مکانیک خندان و نگهداری در دمای ۱۰ درجه سلسیوس مشاهده شد. اگرچه با افزایش زمان نگهداری اندیس پراکسید و اسیدیته قابل تیترا افزایش نشان داد، اما میزان اندیکس پراکسید در پایان انبارداری در همه تیمارها پایین تر از حد مجاز (۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم) ایمن پیشنهاد شده بود. از نظر داوران ارزیاب، روش مکانیک خندان با کسب ۸۶/۶۶ درصد امتیاز از دو تیمار دیگر مطلوبیت بیشتری داشت. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، مناسب ترین روش خندان کردن مصنوعی پسته روش مکانیک خندان معرفی می‌گردد.

کلمات کلیدی:

آب خندان، پسته خندان، پسته ناخندان، خصوصیات فیزیکی شیمیایی، خصوصیات حسی، درجه خندانی پسته، مکانیک خندان

مقدمه

بر اساس آمار، سطح زیر کشت پسته در استان در سال ۱۳۹۸ بیش از ۲۱۲۰۰۰ هکتار بوده است که از این مقدار ۹۰۰۰ هکتار غیر بارور و ۲۰۳۰۰۰ هکتار بارور می‌باشند، از میان استان‌های تولیدکننده پسته در کشور در سال ۹۸ استان کرمان با بیش از ۱۰۰ هزار تن تولید پسته رتبه اول را در اختیار داشت. ایران بزرگترین تولیدکننده پسته در جهان است و در سال‌های گذشته پسته قسمت عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را به خود اختصاص داده است. ارزش اقتصادی حاصل از صادرات پسته به ۶۶ کشور جهان، در حدود یک میلیارد دلار در سال می‌باشد و دومین منبع درآمد ارزی بعد از نفت محسوب می‌شود (۱و۴).

خندانی پسته یکی از صفات مهم و مورد توجه در استاندارد و تجارت آن است. این صفت، ژنتیکی بوده و میزان آن از یک رقم به رقم دیگر و از یک سال به سال دیگر متغیر است. خندانی به رشد مغز و گسترش آن در پوست استخوانی ارتباط دارد. نکته حائز اهمیت آن است که رشد مغز بعد از رشد پوست استخوانی و رسیدن به اندازه طبیعی آن شروع می‌شود. مغز پس از کامل شدن رشد و پر شدن پوست استخوانی، با اعمال فشار فیزیکی به پوست استخوانی منجر به خندانی آن می‌شود. دو عامل اصلی شامل میزان محصول و مدیریت آبیاری از فاکتورهای اثرگذار در درصد خندانی پسته می‌باشند تحقیقات در خصوص میزان خندانی در آمریکا نشان داده است که این درصد اولین فاکتور انتخاب در ارقامی مانند کرمان و دیگر ارقام جدید بوده و انتخاب کرده از ارقام نر پیترز (Peters) و آسک (Ask) منجر به افزایش درصد خندانی نسبت به رقم نر آتلانتیکا شده است. آزمایشات نشان داده است که اختلاف معنی‌داری در درصد خندانی بین پایه‌های آتلانتیکا و اینترگرمایا و تلاقی این دو پایه وجود ندارد (۲۱). از عوامل قبل از برداشت که در میزان خندانی پسته موثر هستند می‌توان به زمان برداشت، مدیریت آبیاری، تغذیه با بور و هرس زمستانه اشاره کرد. در صورت تاخیر در زمان برداشت با هدف افزایش درصد خندانی، شکاف خوردگی در پوست سبز و جدا شدن پوست سبز از پوست استخوانی افزایش می‌یابد. بعلاوه تاخیر در برداشت موجب افزایش میزان لکه دار شدن پوست استخوانی می‌شود. خندان بودن پسته فاکتوری مهم در مشتری پسندی این محصول و حفظ موقعیت جهانی آن در عرصه صادرات می‌باشد در بعضی سال‌ها درصد پسته دهان‌بسته ممکن است تا ۴۰ درصد برسد. خندان بودن پسته صرف‌نظر از سایر ویژگی‌ها به تنهایی تأثیر قابل ملاحظه‌ای در تعیین قیمت آن در تجارت بین‌المللی دارد. اگر چه خندان نبودن پسته یک پدیده طبیعی است که با رسیدن پسته همراه است ولی نوسانات جوی، خصوصیات رقم کشت شده فقر و غنای خاک، نحوه داشت، زمان برداشت و سایر علل شناخته یا ناشناخته دیگر تأثیر مهمی در نسبت پسته‌های خندان و دهان‌بسته دارد. در هر صورت همه ساله بخشی از پسته برداشت شده دهان‌بسته است که عمدتاً به طرق مصنوعی خندان می‌گردد (۱۲). در حال حاضر پسته در کارگاه‌هایی که اصطلاحاً به آنها ترمینال ضبط پسته گفته می‌شود پوست‌گیری و فرآوری می‌شود و بدلیل اینکه ۶۵ درصد پسته کل جهان در ایران تولید می‌شود این صنعت بصورت بومی درآمد و صنعت ساخت ماشین‌های فرآوری در این زمینه نیز فعال بوده که محل استقرار آنها بیشتر در استان کرمان می‌باشد (۶).

جوانمرد (۲۰۰۸)، زمان ماندگاری مغز پسته‌ی خشک پوشش داده شده با وی پروتئین را مورد بررسی قرار داد و نتیجه‌گیری کرد که با توجه به این که وی پروتئین خواص ضد نفوذپذیری خوبی در برابر

اکسیژن دارد، نمونه‌های پوشش داده شده با وی پروتئین به طور معنی دار با سرعت کم تری اکسیده شدند (۱۳). پایداری انباری پسته‌ی رقم قاضی انتپ ترکیه توسط محققین مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گیری شد که تشکیل پراکسید در شرایط محیطی تسریع می‌شود و انبارداری در میزان آب تک لایه و تحت دی اکسید کربن پایداری پسته را بهبود می‌بخشد و مشخص شد که در بین شرایط استفاده شده در تحقیق، انبارداری پسته تحت دی اکسید کربن بالاترین پایداری را در مقابل اتلاف اسید چرب، تشکیل پراکسید و اسیدهای چرب آزاد ایجاد می‌کند

راعی و مرتضوی ۱۳۸۳، تحقیقی بر روی ارزیابی جنس‌های مختلف بسته‌بندی پسته انجام دادند در این تحقیق پسته واریته اوحدی از منطقه جنوب خراسان به طریقه کاملاً تصادفی برداشت گردید و در شرایط اتاق و آون نگهداری و در فواصل معین از نمونه‌های آزمون صفات مورد نظر شامل رطوبت، پراکسید، اسیدیته، تیوباربینوریک اسید در سه تکرار انجام شد، در انتهای دوره نگهداری نیز از همدونیک تست بمنظور ارزیابی خواص ارگانولپتیکی محصول شامل طعم و مزه، خصوصیات ظاهری و بافت محصول تست پانل به عمل آمد. نتایج حاصل از تحقیقات نشان داد که بین جنس‌های مختلف بسته شامل سلوفان، دو لایه، سه لایه و قوطی با توجه به تمامی شرایط جنس سه لایه نسبت به سایر تیمارها امتیاز بیشتری را به خود اختصاص داده است (۸).

محققین، با بررسی تابع هدانیک می‌توان کیفیت‌های مختلف پسته را به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول شامل کیفیت‌های قابل اندازه‌گیری مانند درصد خندانی، انس و عیار مغز و گروه دوم شامل کیفیت‌هایی مانند رویت و درصد توچین که قابل اندازه‌گیری نبوده و با چشم برآورد می‌شوند. وی همچنین اظهار داشت که اندازه‌گیری معیارهای اونس، خندانی و عیار مغز بر خلاف معیارهای کیفی مانند میزان افلاتوکسین آسان و کم هزینه می‌باشد. در این مطالعه مشخص گردید که سه معیار رویت شکل ظاهری، اونس و درصد توچین که بیانگر میزان دهان بستی است از مهمترین اولویت‌های کشاورزان و تجار در تعیین کیفیت پسته می‌باشند. همچنین بررسی دیدگاه‌های کشاورزان در خصوص مشکلات موجود در بازار پسته توسط این محققان نشان داد که عدم تعریف مناسب از کیفیت‌های مختلف پسته یکی از راه‌های اغوای تولیدکنندگان توسط تجار می‌باشد. حال هرچه بتوان رابطه بین قیمت و کیفیت را بهتر تعریف کنیم، امکان چنین سو استفاده‌های کمتر می‌شود (۱۱).

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته همانند عدد پراکسید، میزان آفت زدگی و رطوبت پسته از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر کیفیت پسته می‌باشند، یکی از دشوارترین فرآیندها پس از برداشت پسته برای نگهداری طولانی مدت نگهداری آن بالای منطقه آب تک لایه می‌باشد اگر رطوبت پسته و مغز آن به زیر منطقه آب تک لایه برسد آنزیم لیپاز بر روی چربی آن فعالیت کرده و باعث بالا رفتن اندیس پراکسید آن می‌گردد (۵) برای جلوگیری از این فرآیند استفاده از پوشش‌های مناسب و بسته‌بندی در اتمسفر کنترل شده و دمای مناسب ضروری است (۱۹). راعی، صداقت و پور آذرنگ (۱۳۸۶) پسته و مغز آن را به صورت خام و تفت داده در پوشش پلی اتیلن همراه با نیتروژن و خلاء بسته‌بندی کردند و سپس در ۵ و ۱۰ درجه سلسیوس و دمای محیط با رطوبت ۶۵ درصد نگهداری گردید. اسیدهای چرب در پایان ۲۸ ماه نگهداری در دو دمای ذکر شده به میزان ۰/۶، ۰/۸ و ۰/۴ بوده است. در پایان مدت نگهداری تمام

نمونه‌ها به جز بسته‌بندی حلالی مقدار زیادی حشره و لارو بودند در ضمن در بسته‌بندی حلالی مقدار آفلاتوکسین افزایش پیدا نکرده بود (۷). راعی و مرتضوی (۱۳۸۳) تحقیقی بر روی ارزیابی جنس‌های مختلف بسته‌بندی پسته انجام دادند در این تحقیق پسته وارپته اوحدی از منطقه جنوب خراسان به طریقه کاملاً تصادفی برداشت گردید و در شرایط اتاق و آون نگهداری و در فواصل معین از نمونه‌های آزمون صفات مورد نظر شامل رطوبت، پراکسید، اسیدیت، تیوبارینوریک اسید در سه تکرار انجام شد در انتهای دوره نگهداری نیز از همدونیک تست بمنظور ارزیابی خواص ارگانولپتیکی محصول به عمل آمد. نتایج حاصل از تحقیقات نشان داد که بین جنس‌های مختلف بسته شامل سلوفان، دو لایه، سه لایه و قوطی با توجه به تمامی شرایط جنس سه لایه نسبت به سایر تیمارها امتیاز بیشتری را به خود اختصاص داده است. شهیدی ۲۰۰۵ طی پژوهشی، به این نتیجه رسید که به ازای هر ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش دما سرعت اکسیداسیون دو برابر می‌شود (۸).

خندان کردن مصنوعی پسته‌های دهان‌بسته از دیرباز مورد توجه و عمل بوده و برای این منظور روش‌ها و وسایل گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته است. در صورتی که این فرآیند در شرایط و محیط بهداشتی انجام نشود، می‌تواند منجر به رشد آلودگی آفلاتوکسین شود که نوعی سم بیماری‌زا و خطرناک است. آلودگی آفلاتوکسین وقتی وارد پسته و یا هر ماده غذایی دیگر شود با ورود به چرخه خون در کبد ذخیره می‌شود و چون متابولیسم آن برای این عضو سخت است در نهایت منجر به ابتلا به بیماری سرطان می‌گردد.

به دلیل اهمیت موضوع در این تحقیق سه روش خندان کردن پسته و دو دمای نگهداری محصول به مدت شش ماه با هم مقایسه شدند تا مناسب‌ترین روش خندان کردن که کمترین تغییرات شیمیایی و بیشترین بازار پسندی را دارد معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق سه روش خندان کردن پسته (یخ خندان، مکانیک خندان و خندان طبیعی) و دو دمای نگهداری (۱۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) به مدت شش ماه در سه تکرار از پسته رقم اوحدی که رقم غالب استان کرمان است با هم مقایسه شدند. نگهداری در دو دما به مدت شش ماه با هدف بررسی تغییرات خواص شیمیایی پسته انجام شد. نمونه‌ها قبل از انبارداری توسط خشک‌کن در تماس با هوای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار گرفته و سپس وارد سیلوی مجهز به فن دمنده شدند تا رطوبت آن‌ها به ۵ درصد بر پایه خشک جهت انبارداری برسد. سپس صفات فیزیکی و آزمون عملکرد، آزمون‌های شیمیایی و صفات حسی اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد.

روش‌های مصنوعی خندان کردن پسته:

روش یخ خندان:

یکی از روش‌هایی که به دلیل آسانی و ارزانی مرسوم شده روش یخ خندان است که در این روش ابتدا پسته‌های دهان‌بسته به مدت ۶ ساعت در آب و یخ غوطه‌ور شده و پس از خیس شدن مستقیماً داخل

خشک کن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس ریخته و با توجه به شوک حرارتی وارده در نتیجه فرآیند انبساط و انقباض، پسته‌ها خندان می‌شوند (شکل ۱). بعد از آن پسته‌ها وارد سیلوی مجهز به فن دمنده شدند. در این مرحله هوای محیط از توده پسته عبور داده می‌شود تا رطوبت آنها به حدود ۵ درصد جهت انبارداری برسد. تیمارها پس از خشک شدن و رسیدن رطوبت به ۵ درصد به مدت شش ماه در دو دمای ده و بیست و پنج درجه سلسیوس انبار شدند.
روش مکانیک خندان:

در این روش پسته‌های دهان‌بسته توسط کارگر به وسیله انبر یا ضربه چکش به درز شده (چکش خورده) تبدیل شدند (شکل ۱). سپس پسته‌ها داخل یک مخزن استوانه‌ای شکل با آب مخلوط و پس از خارج شدن از مخزن با عبور از زیر دوش آب آبکشی شدند. به منظور نرم‌تر شدن پوست استخوانی آن، پسته‌ها وارد سیلوهای استیل شده و در آب و یخ خیسانده شدند. پس از این مرحله، پوست پسته‌ها نرم‌تر شده و برای خندان شدن به آنها شوک حرارتی وارد شد. به این منظور بلافاصله پس از این که پسته‌ها از زیر سیلو تخلیه شدند وارد دستگاه خشک کن شده و در تماس با هوای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفته و بعد از آن پسته‌ها وارد سیلوی مجهز به فن دمنده شدند. در این مرحله هوای محیط از توده پسته عبور داده می‌شود تا رطوبت آنها به حدود ۵ درصد جهت انبارداری برسد. تیمارها پس از خشک شدن و رسیدن رطوبت به ۵ درصد به مدت شش ماه در دو دمای ده و بیست و پنج درجه سلسیوس انبار شدند.



شکل ۱- درز دار کردن پسته در روش مکانیک خندان

صفات اندازه‌گیری:

آزمون‌های اندازه‌گیری شده به دو دسته شیمیایی و حسی تقسیم شدند. قبل و بعد از انبارداری بر روی نمونه‌ها انجام شد.

-آزمون‌های شیمیایی:

شامل صفات عدد پراکسید- عدد اسیدی و درصد رطوبت بود. برای این منظور تعدادی افراد از گروه سنی ۳۰ تا ۵۰ سال انتخاب شدند. توضیحات کافی در مورد صفات مورد بررسی، نحوه قضاوت در مورد تیمارها، دادن امتیاز و موردی که قبل و در حین آزمون باید رعایت کنند به آنها ارائه گردید. به هنگام دادن نمونه‌ها به هیئت داوران، کلیه شرایط لازم برای اجرای آزمون پانل، نظیر رنگ و شرایط محل به گونه‌ای که رنگ واقعی و دمای محیط مطلوب باشد رعایت شد.

صفات مورد بررسی و تعاریف آنها به صورت زیر هستند: عدد اسیدی یا شاخص اسیدیته: مواد چرب خوراکی اعم از حیوانی و نباتی دارای مقدار معین اسید چرب آزاد می باشند، ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و هیدرولیز شدن این مقدار از حد معینی تجاوز کند. بنابراین اندازه گیری اسیدیته یک روغن خود وسیله ای است که فساد آن را نشان می دهد. آزمون های شیمیایی با همکاری کارشناسان دیسپلین



صنایع غذایی بخش انجام شد (شکل ۲).

شکل ۲- آزمون شیمیایی

وضعیت ظاهری رنگ پسته و مغز آن: نحوه ارزیابی میزان مطلوبیت رنگ پوست استخوانی پسته و مغز آن از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب شد. طعم و مزه یا تند: طعم و مزه نامطلوب مشابه روغن اکسید شده یا کهنه با چشیدن مغز پسته آن مشخص می شود. نحوه ارزیابی طعم و مزه از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب در نظر گرفته می شود. قابلیت قبول کلی: میزان مطلوبیت کلی نمونه ها با در نظر گرفتن تمامی صفات فوق و نحوه ارزیابی این بخش از آزمون از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب می شود. اندازه گیری درصد رطوبت:

برای اندازه گیری درصد رطوبت نمونه ها، پلیت های خالی در آون در دمای ۱۳۵ درجه سانتی گراد به مدت نیم ساعت قرار گرفت. سپس داخل دسیکاتور سرد شده و پس از توزین پلیت های خالی، ۲ گرم از نمونه داخل آن ها ریخته و وزن شد. پلیت های حاوی نمونه داخل آون در دمای ۱۳۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت و تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده و در نهایت پس از سرد شدن، مجدداً وزن شدند. درصد رطوبت از رابطه ۱ محاسبه شد (A.O.A.C., 1990).

$$(۱) \quad \text{وزن نمونه خشک} - \text{وزن نمونه تر} \\ \text{وزن نمونه تر} = \text{درصد رطوبت}$$

اندیس پراکسید:

برای اندازه گیری اندیس پراکسید از روش لی استفاده شد. ابتدا حدود ۵ گرم از نمونه های روغن استخراج شده درون یک ارلن ۲۵۰ سی سی وزن شده و به آن ۳۰ سانتی متر مکعب سه به یک اسید استیک - کلروفرم اضافه شد. بعد از تکان دادن ارلن به منظور حل شدن روغن در حلال، حدود ۰/۵ سانتی متر مکعب از محلول اشباع یدور پتاسیم به آن اضافه و خوب به هم زده شد. بعد از دو دقیقه ۳۰ سانتی متر مکعب آب مقطر اضافه و در حضور معرف نشاسته با محلول هیپوسولفیت سدیم ۰/۱ نرمال تیترا شد (شکل ۳). اندیس پراکسید از رابطه ۲ بدست آمد.

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{(a-b) \times N \times 1000}{M}$$

(۲)

a = میلی لیتر تیوسولفات سدیم مصرفی برای نمونه

b = میلی لیتر تیوسولفات سدیم مصرفی برای شاهد

N = نرمالینه تیوسولفات بکار رفته و M = وزن روغن گردو بر حسب گرم



شکل ۳- آزمون شیمیایی

عدد اسیدی (اسیدیته):

۵ گرم از نمونه داخل ارلن مایر وزن شده و به آن ۲۰-۳۰ میلی لیتر الکل خنثی افزوده شد. با افزودن چند قطره معرف فنل فتالین، آن را با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی که حداقل ۳۰ ثانیه پایدار باشد (شکل ۴)، تیتراژ شده و بر اساس فرمول عدد اسیدی رابطه ۳ محاسبه شد:

$$\text{عدد اسیدی} = \frac{56.1 \times V \times C}{m}$$

(۳)

V = حجم استاندارد حجمی محلول سدیم یا پتاسیم هیدروکسید بر حسب لیتر

C = غلظت استاندارد حجمی محلول پتاسیم هیدروکسید بر حسب مول در لیتر

m = وزن نمونه بر حسب گرم

56/1 = جرم مولکولی پتاسیم هیدروکسید

استخراج روغن: بعد از پودر کردن مغز پسته با آسیاب دستی، با هگزان نرمال به نسبت حجمی ۱ به ۴ مخلوط گردید. عملیات استخراج به مدت ۴۸ ساعت در تاریکی و دمای محیط با تکان دادن شدید صورت گرفت (شکل ۴). حلال در آون تحت خلأ در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جدا شد.



شکل ۴- استخراج روغن پسته برای تعیین خواص شیمیایی

-آزمون‌های حسی:

مانند رنگ پوسته سخت و مغز - طعم و مزه - بافت و قابلیت قبول کلی پسته می‌باشند. برای این منظور از هر نمونه ۳ تکرار تهیه شد که بعد از شماره‌گذاری در دو دمای ده و بیست و پنج درجه سلسیوس به مدت شش ماه نگهداری شدند. چند ساعت قبل از شروع آزمون، نمونه‌ها در دمای محیط قرار گرفتند تا دمای آنها با دمای محیط متعادل شود. از هر تیمار، مقداری پسته به صورت تصادفی داخل ظرف ریخته و یک کد سه رقمی به صورت تصادفی برای هر ظرف اختصاص یافت. برای ارزیابی صفات حسی از آزمون پنل استفاده شد (شکل ۵). در عمل، ۲۰ نفر پانل از بین کارمندان مرکز با محدوده سنی ۳۰ تا ۵۰ سال انتخاب شدند. از روش مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای برای ارزیابی حسی استفاده شد. به هر پانلیست مقداری پسته از هر تیمار داده شد و از این طریق پانلیست‌ها به صفات مورد ارزیابی نمره دادند.



شکل ۵- آزمون پنل

وضعیت ظاهری رنگ پوسته و مغز آن: نحوه ارزیابی میزان مطلوبیت رنگ پوست استخوانی پسته و مغز آن از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب شد. طعم و مزه یا تند: طعم و مزه نامطلوب مشابه روغن اکسید شده یا کهنه با چشیدن مغز پسته آن مشخص می‌شود. نحوه ارزیابی طعم و مزه از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶). قابلیت قبول کلی: میزان مطلوبیت کلی نمونه‌ها با در نظر گرفتن تمامی صفات فوق و نحوه ارزیابی این بخش از آزمون از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب می‌شود.



شکل ۶- آزمون پنل

تحلیل نتایج: تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS و استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور تیماردهی در خندان کردن پسته در سه سطح و زمان نگهداری در ۲ سطح با سه تکرار طراحی و اجرا گردید و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد. -تحلیل آماری داده‌ها:

با توجه به نتایج جدول ۱ تجزیه واریانس صفات، اثر زمان نگهداری پسته بر صفات اندیکس پراکسید، قابلیت قبول کلی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری نشان داد. اثر دمای نگهداری پسته بر صفات اندیکس پراکسید و اسیدیته قابل تیترا در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر روش خندان کردن پسته بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری نشان داد. اثرات متقابل زمان نگهداری بر دمای نگهداری پسته بر صفات اندیکس پراکسید، رطوبت و اسیدیته قابل تیترا در سطح احتمال یک درصد کاملاً معنی‌دار شد. اثر متقابل زمان نگهداری و روش خندان کردن پسته فقط بر اسیدیته قابل تیترا شدن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل دمای نگهداری و روش‌های خندانی پسته بر صفات اسیدیته قابل تیترا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. سایر تیمارها و اثرات متقابل آنها بر صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری را نشان ندادند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر روش‌های خندان کردن پسته بر خصوصیات شیمیایی و حسی آن در طی

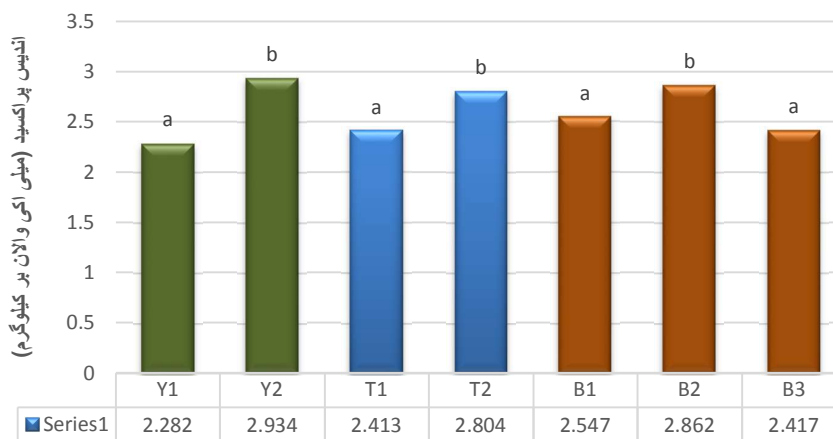
زمان نگهداری

میاتگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
خصوصیات شیمیایی و حسی					
قابلیت قبول کلی	طعم و مزه	سفتی بافت	اندیس پراکسید اسیدیته قابل تیترا (TA) (درصد)		
			ns		تکرار
۷۰/۱۹۴ ^{ns}	۱۲۲/۱۱۱ ^{ns}	۷۸/۶۹۴ ^{ns}	۰/۰۰۲	۰/۱۷ ^{ns}	۲
			ns		زمان نگهداری
۲۳۰/۰۲۸ ^{**}	۷۸۴/۰۰۰ ^{**}	۵۲۱/۳۶۱ ^{**}	۰/۰۵۷	۳/۸۲۹ ^{**}	۱
					دما
۶/۲۵۰ ^{ns}	۱۶۹/۰۰۰ ^{ns}	۱۵۶/۲۵۰ [*]	۰/۰۰۹ ^{**}	۱/۳۷۷ ^{**}	۱
					روش خندان کردن
۴۰۳/۶۹۴ ^{**}	۶۰۰/۸۶۱ ^{**}	۱۶۴/۳۶۱ [*]	۰/۰۸۴ ^{**}	۰/۶۲۸ ^{**}	۲
					زمان × دما
۲۰/۲۵۰ ^{ns}	۱/۰۰۰ ^{ns}	۰/۲۵۰ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{**}	۰/۳۹۳ ^{**}	۱
					زمان × خندانی
۶۸/۵۲۸	۱۱۹/۰۸۳	۶۵/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۲۶۳ ^{**}	۲
					دما × خندانی
۱۲/۵۸۳ ^{ns}	۳/۲۵۰ ^{ns}	۱/۷۵۰ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{**}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۲
					زمان × دما × خندانی
۳/۰۸۳ ^{ns}	۳/۲۵۰ ^{ns}	۰/۰۸۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۲
					خطا
۵۱/۹۵۲	۸۶/۸۳۸	۴۶/۵۷۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲۸	
					کل
					۳۶

n.s. * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
آزمون‌های شیمیایی:

تغییرات عدد پراکسید: پراکسیدها اولین ترکیباتی هستند که بعد از اکسایش چربی‌ها به وجود می‌آیند با افزایش میزان این ماده، مواد فرآوری سنتز می‌شود که باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در مواد و محصولات غذایی و یا دانه‌های روغنی می‌گردد. اکسایش اسیدهای چرب غیراشباع به تولید پراکسیدها منجر می‌شود.

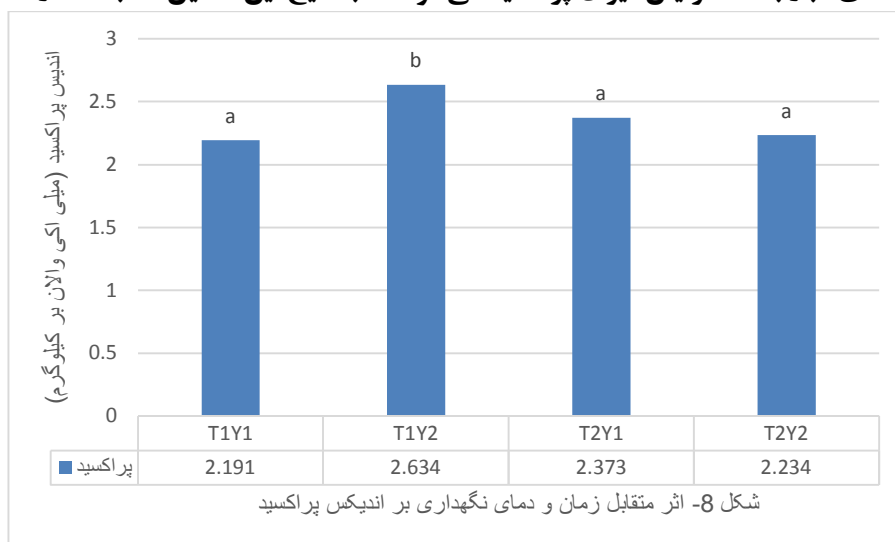
با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثرات ساده و متقابل تیمارها بر عدد پراکسید معنی‌دار شد. شکل ۷ اثر ساده‌ی این تغییرات را نشان می‌دهد. اندیکس پراکسید با میانگین ۲/۹۳ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم پس از ۶ ماه نگهداری ۲۲ درصد افزایش نشان داد. دمای نگهداری محصول نیز پس از گذشت ۶ ماه انبارمانی باعث افزایش میزان پراکسید شد به طوری که تیمارها در دو گروه آماری قرار گرفتند، نگهداری پسته در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با ۲/۸۰۴ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم نسبت به دمای ۱۰ درجه سلسیوس، ۱۴ درصد عدد پراکسید را افزایش داد. شکل ۷ همچنین تغییرات عدد پراکسید را در روش‌های خندان کردن پسته نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش دما میزان اندیکس پراکسید روغن افزایش می‌یابد که با یافته‌های پژوهش نواب دانشمند و همکاران در سال ۲۰۱۲ و شهیدی در سال ۲۰۰۵ مطابقت دارد. عدد پراکسید به ترتیب در تیمار آب خندان ۲/۸۶۲، تیمار خندان طبیعی ۲/۵۴۷ و مکانیک خندان با میانگین ۲/۴۱۷ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم بود که در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۷).



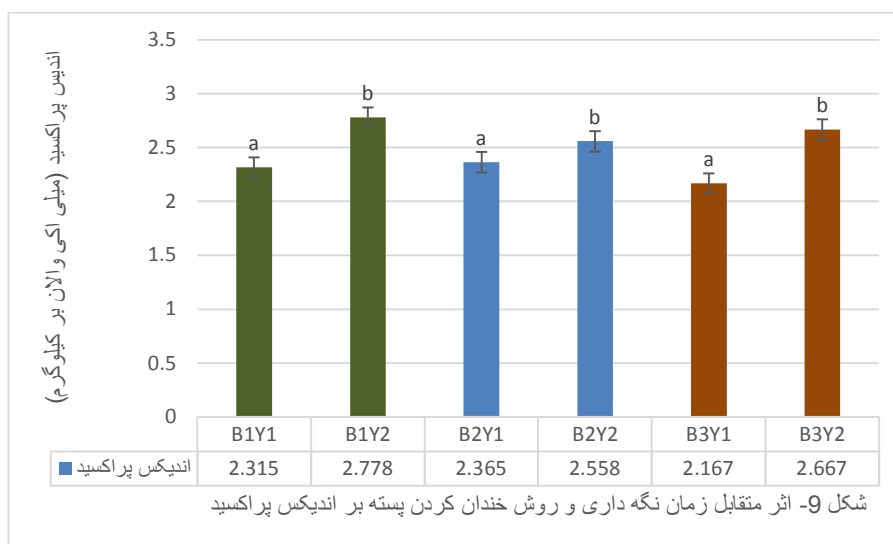
شکل ۷- اثر زمان نگهداری، دمای نگهداری و روش خندان کردن پسته بر اندیکس پراکسید (۷: مدت نگهداری- T: دمای نگهداری- B: روش خندان کردن)

عدد پراکسید در نمونه‌های که در دمای ۲۵ درجه نگهداری شده بودند، در پایان مدت ۶ ماه انبارداری نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس عدد پراکسید بالاتری را نشان دادند. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل دمای نگهداری و زمان انبارمانی بر روی تغییرات اندیکس پراکسید در دماهای ۱۰ و ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۶ ماه نشان داد که، تیمارها در دو گروه آماری قرار گرفتند. شکل ۸ نشان داد بیشترین عدد پراکسید با میانگین ۲/۶۳ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم مربوط به پسته‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ماه بود. سه تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند. توکلی پور ۱۳۸۷، گزارش کرد که میزان عدد پراکسید

در طول انبارداری در دمای ۳۵ درجه و رطوبت نسبی مختلف بالاتر از زمانی است که بسته در دمای ۵ درجه‌ی سلسیوس انبار می‌شود. صداقت ۱۳۸۶، زمان ماندگاری پسته‌ی نگهداری شده در اتمسفر دارای ۱۱ درصد اکسیژن و دمای ۴۵ درجه‌ی سلسیوس را ۱۲۷ روز گزارش کرد. محققان زیادی گزارش کرده‌اند که افزایش دمای انبار باعث افزایش میزان پراکسید می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.



نتایج تحقیق انجام شده، اثرات متقابل زمان نگهداری و روش خندان کردن بر تغییرات اندیکس پراکسید، افزایش عدد پراکسید پس از ۶ ماه انبارداری را نشان می‌دهد. شکل ۹ افزایش میزان اندیکس پراکسید در سه تیمار خندان شدن طبیعی، آب خندان و مکانیک خندان به ترتیب با ۱۶، ۷/۵ و ۱۸ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داد که از نظر آماری در یک گروه آماری (گروه b) قرار گرفتند. میزان پراکسید در سه تیمار خندان طبیعی، آب خندان و مکانیک خندان پس از ۶ ماه انبارداری به ترتیب با ۲/۷۲۸-۲/۵۵-۲/۶۶۷ میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم روغن بود اگرچه در همه تیمارهای خندان کردن میزان پراکسید افزایش نشان داد اما میزان اندیکس پراکسید در پایان انبارداری در همه تیمارها پایین تر از حد مجاز ایمن پیشنهاد شده بود (کمتر از ۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم). نتایج این تحقیق با گزارش توکلی پور و همکاران، ۱۳۸۷ مطابقت دارد.



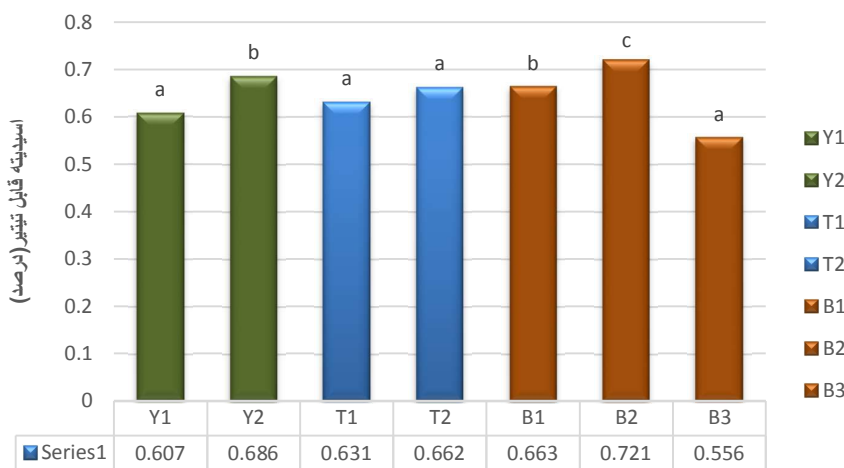
عدد پراکسید در طی مدت انبارداری به صورت مداوم افزایش نشان داد و مقدار آن در پایان ۶ ماه مدت انبارداری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در همه نمونه‌ها کم تر از ۵ میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم بود. یعنی عدد پراکسید در این بسته‌ها در پایان انبارداری پایین تر از حد مجاز ایمن پیشنهاد شده می‌باشد. بیشترین میزان پراکسید از اثرات متقابل روش خندان کردن طبیعی و مکانیک خندان بعد از شش ماه انبارداری به ترتیب با میانگین ۲/۷۸ و ۲/۶۶ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم و کمترین میزان پراکسید از اثر متقابل روش خندان کردن مکانیکی در شروع آزمایش با میانگین ۲/۱۶ میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم حاصل شد.

تغییرات عدد اسیدی یا شاخص اسیدیته در طول انبارداری:

مواد چرب خوراکی اعم از حیوانی و نباتی دارای مقدار معین و جزئی اسید چرب آزاد می‌باشند ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و هیدرولیز شدن این مقدار از حد معین تجاوز کند. بنابراین اندازه‌گیری اسیدیته یک روغن خود وسیله‌ای است که فساد آن را نشان می‌دهد.

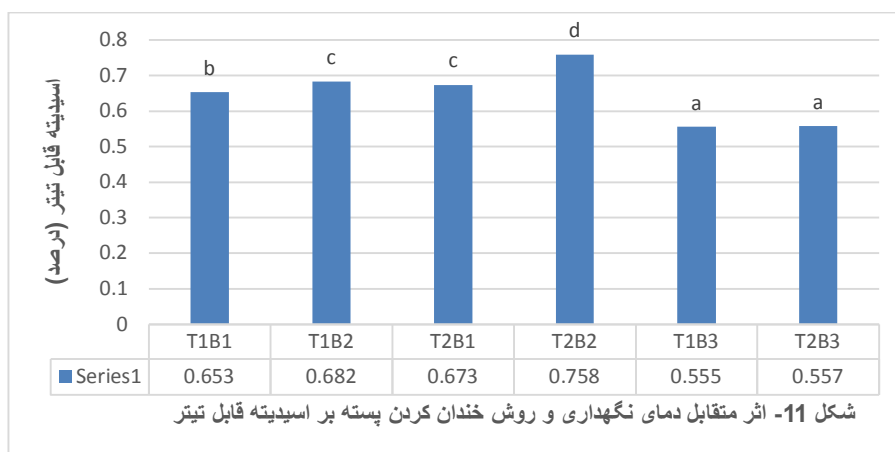
در این تحقیق اثرات ساده زمان نگاه‌داری و روش خندان کردن پسته در سطح احتمال ۱ درصد بر اسیدیته قابل تیر اثر معنی‌داری نشان دادند ولی اثر ساده دما معنی‌دار نشد. شکل ۱۰ اثر ساده زمان انبارداری، دمای نگاه‌داری و روش خندان کردن پسته بر میزان تغییرات عدد اسیدی را نشان می‌دهد. اسیدیته نمونه‌های پسته در طول زمان انبارداری از ۰/۶ به ۰/۷ افزایش یافت که با این افزایش سه روش خندان کردن پسته نیز در سه گروه آماری قرار گرفتند به طوری که تیمار آب خندان با میانگین ۰/۷۲، خندان طبیعی با میانگین ۰/۶۶ و تیمار مکانیک خندان با ۰/۵۵ به ترتیب بیشترین و کمترین عدد اسیدی را نشان داد. گرچه میزان اسیدیته نمونه‌ها در همه تیمارها کمی افزایش داشت اما در همه نمونه‌ها میزان اسیدیته ثبت شده کمتر از حد مجاز استاندارد بود. (شکل ۱۰).

دمای بالای انبار و افزایش زمان نگهداری موجب افزایش عدد اسیدی پسته‌های نگهداری شده می‌گردد. افزایش عدد اسیدی بیانگر پدیده هیدرولیز در روغن پسته است. آنزیم لیپاز، اسیدهای چرب را از چربی جدا کرده و اسیدهای چرب آزاد تولید می‌کند و این اسیدهای چرب آزاد شده می‌توانند سوبسترای واکنش‌های اکسیداسیون چربی واقع شوند (۱۴). نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ۶ ماه زمان نگهداری موجب افزایش عدد اسیدی شده اما افزایش دما از ۱۰ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد اثر معنی‌داری بر عدد اسیدی نگذاشته است (شکل ۱۰).



شکل 10- اثر ساده زمان، دمای نگهداری و روش خندان کردن پسته بر اسیدیته قابل تیتر

اثر متقابل روش خندان کردن و دمای محیط نیز بر اسیدیته قابل تیتر معنی‌دار شد، به طوری که تیمارها در سه گروه آماری قرار گرفتند. گرچه میزان اسیدیته نمونه‌ها از حد مجاز بالاتر نرفت اما نسبت به شاهد تغییرات کمی نشان داد. بیشترین مقدار عدد اسیدی از روش یخ خندان در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با میانگین ۰/۷۵۸ بدست آمد. کمترین مقدار عدد اسیدی از روش مکانیک خندان در دمای ۱۰ و ۲۵ درجه سلسیوس با میانگین ۰/۵۵ حاصل شد که نشان از برتری این تیمار دارد. اگرچه اثر متقابل روش خندان کردن، دما و مدت نگهداری اثر معنی‌داری بر اسیدیته نشان نداد ولی از تیمار یخ خندان در دمای ۲۵ درجه پس از ۶ ماه انبارمانی با میانگین ۰/۸۴۷ از سایر تیمارها بیشتر و تیمار مکانیک خندان در دمای ۱۰ درجه با میانگین ۰/۵۱۳ کمترین میزان اسیدیته حاصل شد (شکل ۱۱). با افزایش زمان نگهداری میزان فساد چربی مغز پسته افزایش می‌یابد.

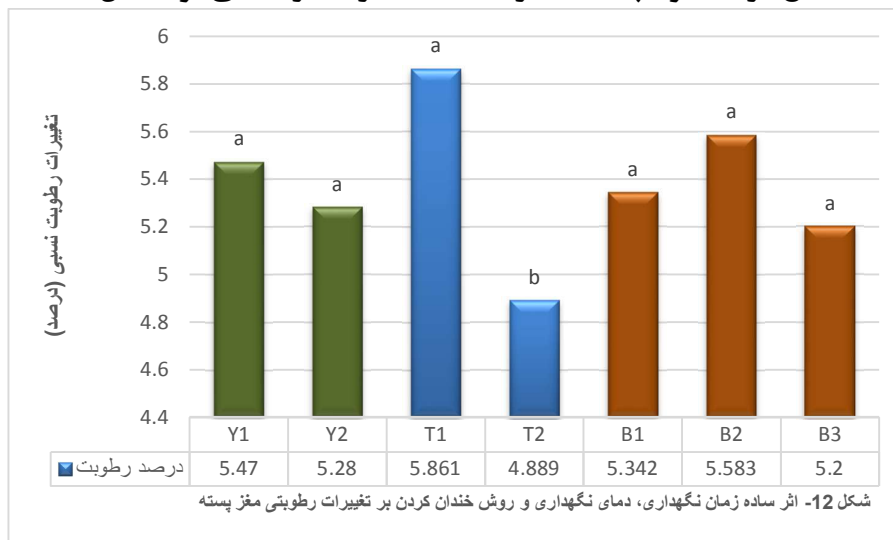


افزایش عدد اسیدی در اتمسفر معمولی مربوط به حضور اکسیژن در نمونه‌ها می‌باشد. عدد اسیدی نمونه‌های پسته در هر دو دما و طول مدت انبارداری افزایش نشان داد. بالا رفتن عدد اسیدی افزایش هیدرولیز تری گلیسریدهای موجود در پسته در اثر فعالیت آنزیم لیپاز است اگر چه اکثر آنزیم‌ها در فعالیت آبی کمتر از ۰/۸۵ غیر فعال هستند اما آنزیم لیپاز در فعالیت آبی ۰/۳ و حتی ۰/۱ نیز قادر به فعالیت است (۷) رطوبت نسبی محیط اطراف ماده‌ی غذایی یکی از عوامل مؤثر در هیدرولیز چربی و بالا رفتن اسیدیته می‌باشد. دما نیز عامل دیگری است که روی میزان عدد اسیدی مؤثر است. بنابراین با توجه به اینکه نمونه‌های پسته مورد آزمایش در رطوبت نسبی هوا و در کیسه‌های معمولی قرار داشتند به نظر می‌رسد افزایش عدد اسیدی به همین علت اتفاق افتاده است. اختلاف عدد اسیدی در نمونه‌های قرار گرفته در دو دمای ۲۵ و ۱۰ درجه‌ی سلسیوس معنی‌دار بود. توکلی پور درصد اسیدهای چرب آزاد بالاتری را برای پسته‌ی نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی محیطی ۸۲٪ نسبت به پسته‌ی نگهداری شده در دمای ۵ درجه‌ی سلسیوس و همین میزان رطوبت نسبی محیط گزارش کرد (۳) صداقت نیز گزارش کرد که عدد اسیدی پسته با افزایش دما و زمان انبارداری و نیز با افزایش غلظت اکسیژن افزایش می‌یابد (۱۰).

تغییرات درصد رطوبت مغز پسته:

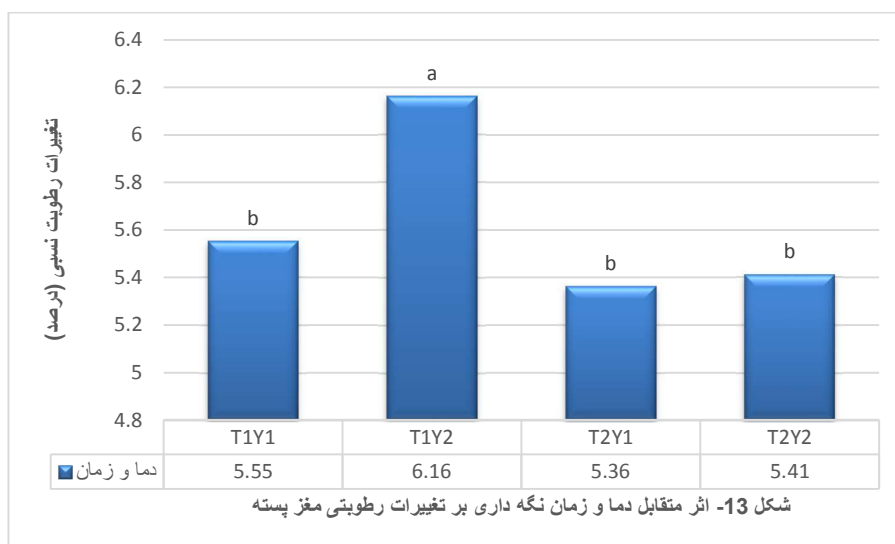
آنالیز اثرات دمای محیط انبار در طول انبارداری بر روی تغییرات رطوبتی مغز پسته در دماهای ۱۰ و ۲۵ درجه سلسیوس پس از گذشت ۶ ماه انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نمونه‌های پسته‌ای که در دماهای ۱۰ درجه سلسیوس نگهداری شده بود، نسبت به دمای ۲۵ درجه تفاوت معنی‌داری داشتند، بیشترین درصد رطوبت پسته از نمونه‌های نگهداری شده در ۱۰ درجه سلسیوس با میانگین ۵/۸۸ درصد حاصل شد. اگرچه زمان نگهداری پسته اثر معنی‌داری بر رطوبت مغز پسته نشان نداد اما شکل ۱۲ افزایش ۳/۵ درصدی رطوبت مغز پسته در شروع زمان انبارداری نسبت به گذشت ۶ ماه را نشان می‌دهد. همچنین اثر روش‌های خندان کردن پسته بر تغییرات رطوبت از نظر آماری معنی‌دار نبود و سه تیمار خندان طبیعی و یخ خندان در یک گروه آماری قرار گرفتند. روش یخ خندان با رطوبت ۵/۵۸

درصد وزنی نسبت دیگر روش‌ها رطوبت بیشتری نشان داد. علت افزایش درصد رطوبت در تیمار آب خندان به دو بار خیس کردن نمونه پسته‌ها در فرایند خندان کردن مرتبط می‌شود (شکل ۱۲).



پسته نفوذ پذیری زیادی نسبت به رطوبت دارد و به سرعت رطوبت محیط نگهداری پسته را جذب می‌کند و با رطوبت محیط به حالت تعادل می‌رسد و از آنجایی که برای هرگونه فعالیت بیولوژیک رطوبت ضروری است. پس میزان رطوبت محیط بر مدت نگهداری پسته نقش تعیین کننده‌ای دارد. افزایش رطوبت محیط نگهداری باعث بالا رفتن رطوبت پسته و در نتیجه افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی می‌گردد. در صورت مناسب بودن شرایط محیطی انبار، بیشترین پایداری محصول در دامنه رطوبت ۴ تا ۶ درصد رخ می‌دهد (۲).

همان طور که در جدول ۲ ملاحظه شد بیشترین میزان درصد رطوبت نمونه‌ها بعد از ۶ ماه و در دمای ۱۰ درجه ۶/۶ درصد بود. شکل ۱۳ اثر متقابل زمان و دمای نگهداری را نشان می‌دهد. تیمارها در دو گروه آماری قرار دارند. بیشترین درصد رطوبت از تیمار دمای ۱۰ درجه پس از گذشت ۶ ماه با میانگین ۶/۱۶ درصد ثبت شده است. این تیمار نسبت به سایر تیمارها از درصد رطوبت بیشتری برخوردار بود. سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشتند. در طی خشک کردن میوه‌های آجیلی با استفاده از هوای داغ و خشک رطوبت آنها کاهش یافته به حدود ۴-۶ درصد می‌رسد. در این فرایند باید دما و رطوبت تحت کنترل باشند تا از آسیب حرارتی به میوه جلوگیری شود. درصد رطوبت مغز پسته نباید از ۶ بیشتر و از ۲ کمتر باشد. اگر از ۶ درصد بیشتر باشد شرایط برای رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها فراهم شده و اگر از ۲ پائین تر باشد باعث اکسیداسیون چربی‌های موجود در مغز پسته می‌گردد. درجه حرارت نگهداری بر روی ثبات و عمر انباری محصولات غذایی تأثیر بسزایی دارد، به طوری که معمولاً با افزایش این فاکتور، شاخص‌های کیفی محصول دچار تغییرات نامطلوب می‌شود (۲۰).

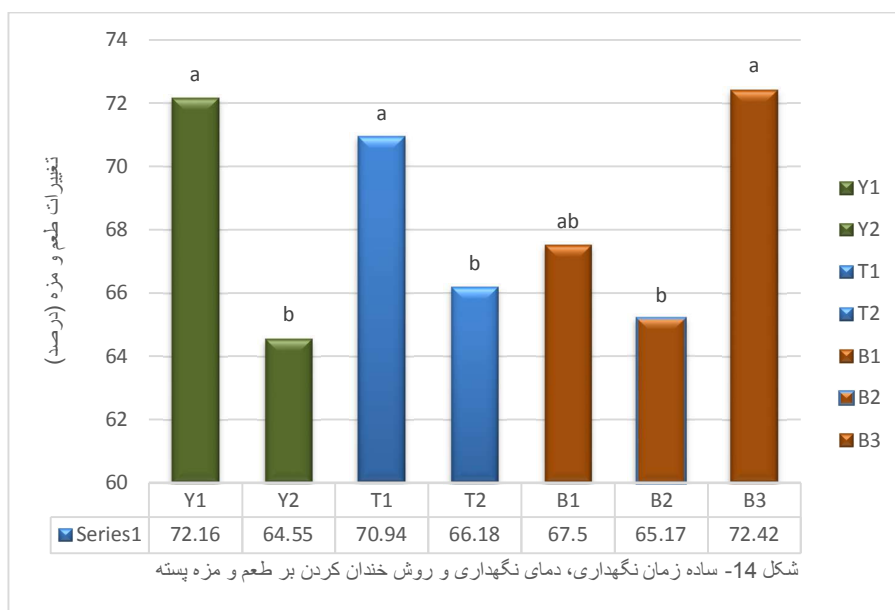


آزمون های حسی:

طعم و مزه پسته:

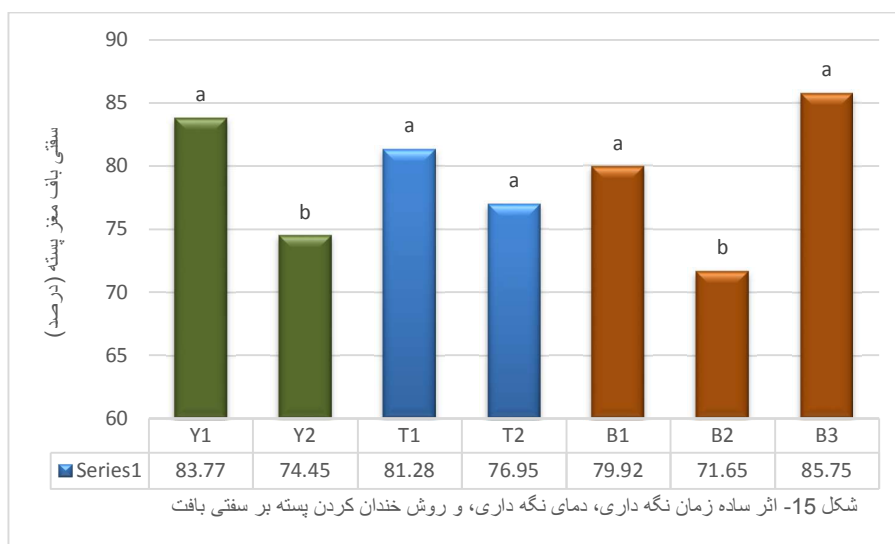
نتایج جدول ۱ تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد و دمای نگهداری و روش خندان کردن پسته در سطح احتمال ۵ درصد بر طعم و مزه پسته اثر معنی داری نشان داد. شکل ۱۴ مقایسه میانگین اثر ساده زمان، دمای نگهداری و روش خندان کردن پسته بر طعم و مزه مغز پسته را نشان می دهد. سه روش خندان کردن پسته در دو گروه آماری قرار گرفتند. طعم و مزه پسته در روش مکانیک خندان مطلوبیت کمتری نسبت به دو روش دیگر نشان داد. به نظر می رسد به دلیل دو بار مرطوب و خشک کردن پسته در پروسه خندان کردن آن در این روش، باعث کاهش طعم و مزه پسته شده است.

نمونه‌هایی که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۶ ماه نگهداری شده بود از نظر طعم و مزه ۶ درصد امتیاز کمتر نسبت به نمونه شاهد کسب کرد. هر چند نمونه‌های پسته‌ای که در دمای ۲۵ درجه ذخیره شده بود تردتر بود لیکن درجه تندی بیشتری داشتند. همچنین نمونه‌هایی که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۶ ماه نگهداری شده بود میزان رطوبت کمتر و درصد قند بیشتری نسبت به دماهای ۱۰ درجه داشت. نتایج بیان گر این نکته است که زمان نگهداری باعث کاهش میزان طعم و مزه می شود (جدول ۱). درجه حرارت نگهداری بر روی ثبات و عمر انباری محصولات غذایی تاثیر بسزایی دارد، به طوری که معمولاً با افزایش این فاکتور، شاخص های کیفی محصول دچار تغییرات نامطلوب می شود (۲۰).



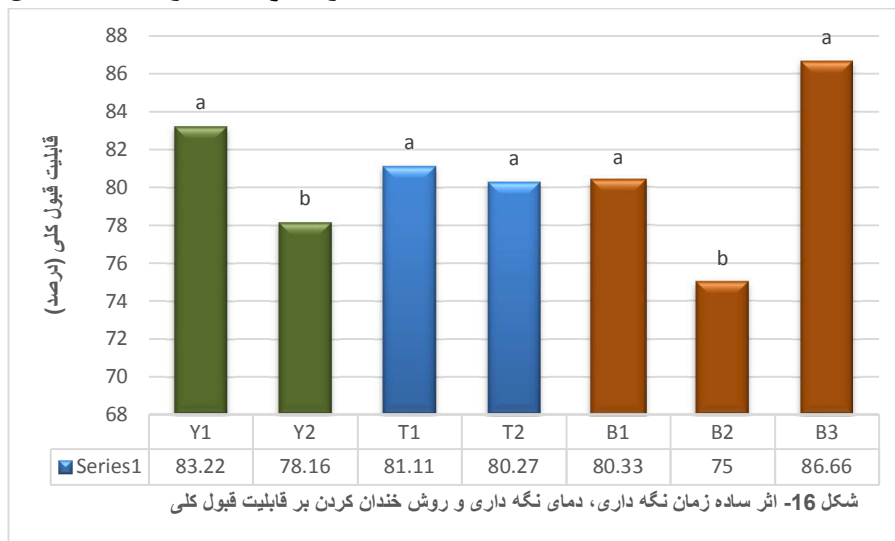
تغییرات سفتی بافت:

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر زمان نگهداری و روش خندان کردن پسته بر سفتی بافت تاثیر گذار است. از نظر داوران پسته نگهداری شده به مدت ۶ ماه از امتیاز کمتری (۷۴/۴۵ درصد) نسبت به نمونه شاهد برخوردار شد. اگرچه دمای نگهداری اثر معنی‌داری بر سفتی بافت نشان نداد لیکن پسته نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه مطلوبیت بیشتری (۸۱/۲۸) داشت. پسته خندان شده به روش مکانیک خندان با ۸۵/۷۵ درصد از نظر سفتی بافت نسبت به دو روش دیگر برتری داشت (شکل ۱۵). کاهش کیفیت بافت پسته در روش آب خندان نسبت به دو روش دیگر به دلیل رطوبت ناشی از پروسه خندان کردن آن می‌باشد. اثر متقابل زمان نگهداری و روش خندان کردن پسته اثر معنی‌داری بر سفتی بافت پسته نشان نداد اما تیمار شاهد با بیشترین امتیاز از دید داوران به عنوان برترین تیمار معرفی شد.



قابلیت قبول کلی:

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر زمان نگه‌داری و روش خندان کردن پسته در سطح احتمال ۱ درصد بر قابلیت قبول کلی معنی‌دار شد. از نظر داوران پسته نگه‌داری شده به مدت ۶ ماه مطلوبیت کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت و روش خندان شدن طبیعی و مکانیک خندان از نظر آماری در یک گروه و روش آب خندان با امتیاز ۷۵ درصد کمترین مقبولیت را داشت. روش مکانیک خندان با کسب ۸۶/۶۶ درصد امتیاز از دو تیمار دیگر مطلوبیت بیشتری داشت (شکل ۱۶).



نتیجه گیری

- ۱- نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تغییرات اندیس پراکسید نمونه‌های مغز پسته طی مدت شش ماه نگهداری بین ۲-۳ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم متغیر و میزان تغییرات اسیدینه نمونه‌ها بین ۸۵/۰۱-۰/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده گردید، درصد رطوبت نمونه‌ها بین ۲۳/۶-۳۶/۴ درصد متغیر بود، بیشترین میزان اسیدینه (۰/۸۵) و تغییرات اندیس پراکسید (۳/۱) در مغز پسته خندان شده به روش آب خندان و نگهداری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد.
- ۲- بیشترین میزان پراکسید به دو تیمار خندان طبیعی و مکانیک خندان پس از ۶ ماه انبار مانی به ترتیب با ۲/۷۷۸ و ۲/۶۶۷ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن اختصاص یافت. اگرچه در همه تیمارهای خندان کردن میزان پراکسید افزایش نشان داد اما میزان اندیکس پراکسید در پایان انبارداری پایین تر از حد مجاز ایمن پیشنهاد شده بود (کمتر از ۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم).
- ۳- اگرچه میزان اسیدینه نمونه‌ها از حد مجاز و استاندارد ۲/۵ بالاتر نرفت اما نسبت به شاهد تغییرات کمی نشان داد. بیشترین مقدار عدد اسیدی از روش یخ خندان آب خندان در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با میانگین ۰/۷۵۸ بدست آمد. کمترین مقدار عدد اسیدی از روش مکانیک خندان در دمای ۲۵ و ۱۰ درجه سلسیوس با میانگین ۰/۵۵ حاصل شد که نشان از برتری این تیمار دارد.
- ۴- کمترین میزان اسیدینه (۰/۵۱ درصد) و اندیس پراکسید (۲ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن) در پسته خندان شده به روش مکانیک خندان و نگهداری در دمای ۱۰ درجه سلسیوس مشاهده شد.

منابع:

۱. آمارنامه کشاورزی، سال ۱۳۹۸، جلد سوم، محصولات باغبانی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، صفحه ۴۱.
۲. توکلی پور، ح. بصیری، ع و ا. کلباسی اشتری. ۱۳۸۷. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. اثرات دما و رطوبت نسبی محیط انبار بر روی شاخص‌های کیفی پسته در طول دوره انبار مانی. دوره ۵، شماره ۴، صفحه ۵۷.
۳. توکلی پور، ح. ۱۳۷۹. بهینه‌سازی و طراحی فرآیندهای خشک کردن و شرایط انبارمانی پسته، پایان‌نامه‌ی دکتری رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات، دانشکده‌ی مهندسی.
۴. شرافتی ع. م. حکم‌آبادی ح. و ثابتی. ا. ۱۳۸۶. مهمترین وارپته‌های پسته در خراسان و نقش آنها در تولید و صادرات. مجموعه مقالات اولین همایش ملی فراوری و بسته‌بندی پسته. ۱۴-۱۳ آذر ماه. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۱ ص.
۵. حامدی، م، م. ۱۳۸۷. شیمی مواد غذایی، مرکز نشر دانشگاهی تهران.
۶. حیدری، ف و عباسپور، م. ۱۳۸۲. پیش‌نیاز راهکارهای بهبود روش‌های فراوری پسته؛ تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آن. مجموعه مقالات اولین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی ارومیه.

۷. راعی، م.، صداقت، ن.، پورآذرننگ، ه و هاشمی، ندا. ۱۳۸۶. ارزیابی اثرات جنس بسته و شرایط اتمسفر اصلاح شده بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پسته. مجموعه مقالات اولین همایش ملی فرآوری و بسته بندی پسته. ۳۰۴-۳۱۲.
۸. راعی، م.، و س.ع. مرتضوی. ۱۳۸۳. اثر شرایط اتمسفر اصلاح شده برای نگهداری پسته شور، پژوهشکده تحقیقات توسعه فناوری خراسان.
۹. صداقت، ن. و ع. شریف. ۱۳۸۶. نگهداری و بسته بندی پسته. اولین همایش ملی فرآوری و بسته بندی پسته. مشهد مقدس. ۶۰۳-۵۹۳.
۱۰. صداقت، ن.، مرتضوی، س.ع.، نصیری محلاتی، م. و نورو زی، ا. ۱۳۸۶. بررسی کیفیت ماندگاری پسته به روش رنسیمت. مجله ی علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱۸، شماره ۱، ۱۵۸-۱۵۱.
۱۱. عبدالمی عزت آبادی، م. ۱۳۹۰. بررسی اقتصادی ارتباط بین قیمت و کیفیت در بازار داخلی پسته ایران: مطالعه موردی استان کرمان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. جلد سوم. شماره سوم. ۱۷۲-۱۵۷.

12. Hosseini, S. E. 1977. Chemical composition of the pistachio nuts of Kerman. IRIN. J.of Food Science 42: 244-245.
13. Javanmard, M. 2008. Shelf life of whey protein coated pistachio kernel. Food process engineering. 31: 247-259.
14. Koyuncu MA, Islam A and Kucuk M. 2005. Fat and fatty acid composition of hazelnut kernel in vacuum packages during storage. Grassy Aceites 59: 263-266.
15. Louise, F. Vito, P and Craig Kallsen. 2005. The pistachio tree; Botany and Physiology and factors that affect yield.
16. Shahidi, F. 2005. Baileys Industrial Oil and Fat Products. 6th ed. John Wiley & Sons, Inc. 389-393.
17. Moschetti, R., Frangipane, M.T., Monarca, D., Cecchini, M. and Massantini, R. 2012. Maintaining the quality of unripe, fresh hazelnuts through storage under modified atmospheres, Postharvest Biology and Technology, 65, 33-38.
18. Nawwab Daneshmand, F, and Ghavami, M. 2012. The effects of time and temperature on the production and breakdown of hydroperoxides in canola and soybean oil. Journal of Food Sciences and Nutrition. Ninth year. No. 1. Pp: 73-61.
19. Yaman. A. 2004. Determination of shelf- life of pistachio nut kernel at different packaging material and warehouse condition. Pistachio institute Caziartep, Turkey.
20. Farhoosh R., Tvakoli J., and Haddad Khodaparast M.H. 2008. Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of Pistachio atlantics in Iran. Journal American Oil Chemistry Society. 85:723 – 729.
21. Ferguson L, Kader A and Thompson T. 2005. Harvesting, transporting, processing and grading. The Manual for the UCCE Pistachio Production Short Course. 251 P.
22. Yaman, A. 2004. Determination of shelf-life of pistachio nut kernel at different packaging material and warehouse condition. PhD thesis, Pistachio Institute of Gaziantep, Turkey.

Evaluation of splitting pistachio nut and its effect on the chemical properties of the product during storage

Hooshang afzali Gorouh^{1*}, Fereshteh salajeghe² and Najmeh solaymani

1. Researcher, Agricultural Engineering Research Department, Kerman
Agricultural and Resource Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran.

Abstract

The pistachio shell opened rate is an important factor in customer satisfaction that can affect the product's global export position. This adjective varies from cultivar to cultivar and from year to year. So that every year part of the pistachio is harvested with closed shells, which is usually artificially opened. In this study, three methods of opening the pistachio shell (Water, mechanical and natural methods) at two storage temperatures (10 and 25 ° C) for six months in three replications of pistachio cultivar Ouhadi, which is the dominant cultivar in Kerman province, were compared. Peroxide index, acid number, sensory evaluation, evaluation of changes in physical and sensory properties of pistachios were evaluated during six months of storage. The results showed that the rate of changes in peroxide index of pistachio kernel samples during six months of storage varied between (2 to 3 mg/ kg) and the changes in acid rate ranged from (0.51 to 0.85 mg/ g). The moisture content of the samples varied between (4.36 to 6.23 percent), the highest amount of acidity (0.85 percent) and peroxide index (3.1 me/kg) in split pistachios was observed in the water method and storage at 25 degrees. The lowest amount of acidity (0.51%) and peroxide index (2 me/ kg) was observed in mechanical method and storage at 10 ° C. However, with increasing the storage time of peroxide index (me/ kg) and acidity (TA) (percentage), the peroxide index at the end of storage in all treatments is lower than the recommended limit (5 me / kg) safely recommended. According to the panel judges, the mechanical method was more desirable or suitable than the other two treatments with 86.66% of the points. So, according to the obtained results, the mechanical method is a suitable artificial method for opening closed pistachios shell.

Key words: Close shell pistachio, Mechanical shell pistachio, open shell pistachio, physicochemical properties, Rate open shell pistachio, water open shell pistachio.

E-mail: hooshangafzali@yahoo.com