

بررسی تاثیر جنس بسته‌بندی و شرایط خلاء بر خواص کیفی پسته‌ی خام خشک شده در طی انبارداری

طاهره قانع‌ی زارع^{۱*}، حمید توکلی‌پور^۲، امیرحسین الهامی‌راد^۲

۱ کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران
۲ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۵

چکیده

در این مطالعه، تاثیر جنس‌های مختلف بسته‌بندی (سلوفان، نایلون و قوطی فلزی) و نیز استفاده از بسته‌بندی تحت شرایط خلاء بر روی شاخص‌های کیفی پسته، مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های ۲۵۰ گرمی پسته در بسته‌بندی‌های مختلف شامل سلوفان، نایلون (یک پوشش ترکیبی پنج لایه) و قوطی فلزی تحت هوای معمولی و در نایلون و قوطی فلزی تحت شرایط خلاء بسته‌بندی شدند و به مدت ۶ ماه در دو دمای محیط (حدود ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) و 40°C نگه‌داری شدند. در طول مدت انبارداری ۶ ماهه هر ماه یک نمونه از هر یک از انواع بسته‌بندی‌ها انتخاب می‌شد و از نظر میزان رطوبت، عدد پراکسید و عدد اسیدی مورد آزمایش قرار می‌گرفت. در مجموع در بین پنج نوع بسته‌بندی مختلف مورد استفاده در این بررسی، نایلون بویژه نایلون تحت خلاء به عنوان بهترین نوع بسته‌بندی برای پسته شناسایی شد. آنالیز اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده‌ی پسته در پایان انبارداری در دمای محیط نشان داد که میزان افت اسیدهای چرب لینولنیک و لینولئیک در نمونه‌ی بسته‌بندی شده در سلوفان (به عنوان نامناسب‌ترین نوع بسته‌بندی) بیش‌تر از نایلون تحت خلاء (به عنوان مناسب‌ترین نوع بسته‌بندی) بوده است.

واژه‌های کلیدی: پسته، جنس بسته‌بندی، انبارداری.

۱- مقدمه

پسته با نام علمی *Pistacia Vera L.* از خانواده‌ی آناکاردیاسه^۱، تنها گونه‌ی تجاری و قابل خوردن است که در بین ۱۱ گونه‌ی دیگر شناسایی شده است و مشخصه‌ی عمده‌ی آن تولید سقز می‌باشد. درخت پسته با توانایی سازگاری با شرایط نامساعد محیطی (شوری آب و خاک، خشکی، کم‌آبی، گرما و سرمای شدید) مناسب شرایط محیطی خشک و کویری بوده و امکان توسعه و گسترش زیادی دارد (۸). پسته در مناطقی که زمستان‌های سرد و سرمای کافی و تابستان‌های داغ و طولانی برای شکستن خواب جوانه دارند، رونق می‌یابد. درخت پسته، بومی آسیای شرقی و آسیای صغیر است و گونه‌های وحشی آن در مناطق گرم و خشک این نواحی هنوز یافت می‌شوند. امروزه کشت و پرورش پسته در مناطق مختلف دنیا به ویژه ایالات متحده، ترکیه، یونان و ایتالیا گسترش یافته است. بدیهی است با ورود این کشورها به عرصه تجارت بین‌المللی، کشور ما هنگامی می‌تواند در این بازار به رقابت بپردازد که بتواند محصولی با کیفیت مناسب و همخوان با استانداردهای جهانی عرضه نماید (۷).

در زمینه‌ی جنبه‌های مختلف بسته‌بندی و انبارداری پسته‌ی خشک، تاکنون تحقیقاتی انجام شده است. اثر بسته‌بندی‌های مختلف روی کیفیت ارگانولپتیک پسته‌ی نمک‌زده توسط تنی چند از محققین مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه‌گیری شد که در بین بسته‌بندی‌های مختلف مورد استفاده در مطالعه (سلوفان، پوشش دولایه‌ای، پوشش سه‌لایه‌ای و قوطی) پوشش سه‌لایه به طور کلی بر بقیه‌ی انواع بسته‌بندی ارجحیت دارد (۲). در یک بررسی دیگر، اثر اتمسفر بسته‌بندی و درجه حرارت بر روی خواص کیفی پسته‌ی خام و بو داده و مغز پسته مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، پسته و مغز آن به صورت خام و بوداده در داخل پوشش پلی‌پروپیلن جهت‌دار شده (OPP) در شرایط حضور هوا، نیتروژن و تحت خلاء بسته‌بندی شد. نمونه‌های بسته‌بندی شده در دماهای ۵ و ۱۰°C و دمای محیط با رطوبت نسبی ۶۵٪ انبار شدند. در پایان دوره‌ی انبارداری ۲۸ ماهه، عدد پراکسید در ۵ و ۱۰°C برابر با ۱۸ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم و میزان اسیدهای چرب آزاد در بیش‌تر نمونه‌ها ۰/۸-۰/۴ گزارش شد. در پایان دوره‌ی انبارداری تمام نمونه‌ها به استثنای نمونه‌ی بسته‌بندی شده تحت خلاء پر از حشره شده بودند و در ضمن میزان آفلاتوکسین افزایش

نیافت (۱۴). اثر جنس‌های مختلف بسته‌بندی، شرایط اتمسفر اصلاح شده (MAP) و درجه حرارت انبار بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پسته بو داده، مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی، اثر مواد مختلف بسته‌بندی شامل پنج لایه پوشش ترکیبی، پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلاستیک متالیزه و اتمسفر بسته‌بندی روی کیفیت پسته بو داده بررسی شد. شرایط اتمسفری شامل نیتروژن/دی‌اکسیدکربن، خلاء و هوای محیط در درجه حرارت‌های ۲۰ و ۴۰°C بود. نتایج، نشان داد که بسته‌بندی پسته در پوشش متالیزه و پوشش پنج لایه‌ای با گازهای نیتروژن/دی‌اکسیدکربن و شرایط خلاء، کیفیت پسته را بهتر حفظ می‌کند و زمان ماندگاری را طولانی می‌کند (۱۲). در مطالعه‌ی دیگر، اثر بسته‌بندی‌های مختلف و شرایط انبار بر میزان آفلاتوکسین پسته تازه مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، جهت تعیین شرایط مناسب انبارمانی تاثیر عوامل رطوبت، حرارت و بسته‌بندی در طول مدت انبارمانی بر مقدار تولید انواع آفلاتوکسین در پسته‌ی تازه بررسی شد. بدین منظور عامل حرارت در دو سطح ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد همراه با عامل رطوبت در دو سطح رطوبت نسبی محیط و رطوبت اشباع، عامل بسته‌بندی در چهار نوع گونی پروپیلن، نایلون، کارتن مقوایی و سبد پلاستیکی و در نهایت عامل زمان در پنج هفته با فواصل زمانی یک هفته بر روی پسته‌ی رقم اوحدی اعمال شد. نتایج، حاکی از آن بود که رطوبت و حرارت از مهم‌ترین عوامل تولید آفلاتوکسین هستند و بهترین شرایط انبارمانی پسته‌ی تازه، نگه‌داری در بسته‌بندی گونی پلی‌پروپیلن در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی محیط می‌باشد (۵). جوانمرد، 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 معنی‌دار با سرعت کم تری اکسیده شدند (۶). پایداری انباری پسته‌ی رقم قاضی انتپ ترکیه توسط محققین مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه‌گیری شد که تشکیل پراکسید در شرایط محیطی تسریع می‌شود و انبارداری در میزان آب تک‌لایه و تحت دی‌اکسیدکربن پایداری پسته را بهبود می‌بخشد و مشخص شد که در بین شرایط استفاده شده در تحقیق، انبارداری پسته تحت دی‌اکسیدکربن بالاترین پایداری را در مقابل اتلاف اسید چرب، تشکیل پراکسید

معمولی بسته‌بندی شدند. نیمی از نمونه‌های قرار گرفته در نایلون و قوطی فلزی تحت هوای معمولی و نیمی دیگر تحت خلاء بسته‌بندی شدند. تعداد کافی از هر یک از بسته‌بندی‌ها در دو درجه حرارت ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و دمای محیط (حدود ۲۵ درجه) انبار شدند. در فواصل زمانی یک ماهه یکی از هر نوع از بسته‌بندی‌ها انتخاب شده و پسته‌ی داخل آن پس از پوست‌گیری آسیاب می‌شد. نخست، میزان رطوبت نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد (AOAC) تعیین می‌شد و سپس روغن نمونه‌های پسته تحت شرایط تاریکی و همراه با هم زدن مداوم، با استفاده از حلال‌های کلروفرم-متانول (به نسبت حجمی ۲ به ۱) ظرف مدت ۳-۳/۵ ساعت استخراج می‌شد. روغن با استفاده از کاغذ صافی در داخل یک کیف بوختر از مواد جامد جداسازی شده و در نهایت حلال‌ها در یک اواپراتور چرخشی تحت خلاء و در دمای پایین (۳۵-۳۰ °C) تبخیر می‌شدند. روغن استخراج شده از نمونه‌ها جهت تعیین عدد پراکسید و عدد اسیدی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

۲-۲-۲- اندازه‌گیری عدد پراکسید و عدد اسیدی

عدد پراکسید روغن به روش تیتراسیون یدومتری و عدد اسیدی با روش تیتراسیون به صورت درصد اسید اولئیک تعیین شد.

۲-۲-۳- آنالیز اسیدهای چرب توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی

برای آنالیز اسیدهای چرب از دستگاه GC مدل Varian CP-3800 استفاده شد. ابتدا نمونه‌ی روغن جهت تزریق به دستگاه GC با استفاده از روش AOCS متیله شد. برای آنالیز کیفی، ابتدا نمونه‌های استاندارد اسیدهای چرب متیله شده تحت شرایط یکسان به دستگاه تزریق شدند. با مقایسه‌ی زمان بازداری نمونه‌ی استاندارد و کروماتوگرام حاصل از نمونه، انواع اسیدهای چرب موجود در نمونه مشخص می‌شود. به منظور تعیین مقدار هر یک از اسیدهای چرب موجود در نمونه، سطح زیر پیک برای هر یک از اسیدهای چرب توسط دستگاه محاسبه شده و غلظت اسیدهای چرب مختلف تعیین گردید.

۲-۴-۴- تحلیل آماری

اثر بسته‌بندی‌های مختلف و دمای انبار روی خواص کیفی پسته با استفاده از یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار

و اسیدهای چرب آزاد ایجاد می‌کند (۱۱). اثر پارامترهای محیطی انبار شامل دما در دامنه‌ی ۳۵-۵ °C و رطوبت نسبی هوا در دامنه‌ی ۸۷-۱۱٪ بر روی شاخص‌های کیفی پسته نیز مورد مطالعه قرار گرفت و این نتیجه حاصل شد که بهتر است برای انبارداری پسته در دماهای پایین (کم تر از ۱۰ °C) از رطوبت نسبی حدود ۶۵-۷۰٪ و برای انبارداری در دماهای بالاتر (بیش تر از ۱۰ °C) از رطوبت نسبی حدود ۳۳-۳۲٪ که مطابق با میزان آب تک‌لایه است استفاده شود (۱). در مطالعه‌ی دیگر که بر روی ارزیابی زمان ماندگاری پسته با استفاده از روش رنسیمت انجام شد، بهترین شرایط برای انبارکردن پسته‌ی خشک و خام بر اساس زمان القاء، دمای ۲۰ و غلظت اکسیژن کم تر از ۲٪ تعیین شد (۴).

تحقیقات پیشین نشان می‌دهند که نفوذ گازها و نور در بسته‌بندی، باعث ایجاد تغییرات ظاهری نامطلوب و تسریع واکنش‌های شیمیایی و وجود اکسیژن در داخل بسته‌بندی باعث تسریع واکنش اکسیداسیون می‌شود، لذا جنس بسته‌بندی و نیز اتمسفر داخل آن دو عامل تعیین‌کننده در ماندگاری پسته هستند که باید مطالعات بیش تری روی آن‌ها انجام گیرد. اهداف این تحقیق، عبارتند از: بررسی تاثیر استفاده از مواد اولیه‌ی مختلف جهت بسته‌بندی و نیز تاثیر استفاده از شرایط خلاء در بسته‌بندی بر روی خواص کیفی پسته‌ی خشک در طی دوره‌ی انبارداری.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

پسته‌ی خشک شده و خام رقم اوحدی برای این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. مواد اولیه‌ی بسته‌بندی شامل سلوفان، نایلون (پوشش ترکیبی پنج لایه) و قوطی فلزی به وسیله‌ی شرکت پسته‌ی رفسنجان تامین شد. مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌ها از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی و بسته‌بندی نمونه‌های پسته

ابتدا میزان رطوبت (درصد رطوبت بر مبنای وزن مرطوب) نمونه‌های پسته اندازه‌گیری شد. سپس روغن نمونه استخراج شد و عدد پراکسید و عدد اسیدی روغن حاصل از نمونه‌ی اولیه تعیین شد. ۲۵۰ گرم نمونه در داخل هر یک از بسته‌بندی‌ها پر شد. نمونه‌های بسته‌بندی شده در داخل پوشش سلوفان تحت هوای

در دمای ۳۵ درجه و رطوبت‌های نسبی مختلف بالاتر از زمانی است که پسته در دمای ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و در همین رطوبت‌های نسبی انبار می‌شود (۱). صداقت زمان ماندگاری پسته‌ی نگه‌داری شده در اتمسفر دارای ۲۱٪ اکسیژن و دمای ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد را ۱۲۷ روز برآورد کرد (۴). لئوفون و همکاران گزارش کردند که میزان هگزانال (یک ترکیب فرار که در اثر اکسیداسیون اسید لینولئیک تولید می‌شود) در نمونه‌های پسته بسته‌بندی شده و انبار شده در دمای ۵۰ درجه به طور معنی‌داری بیش‌تر از میزان آن در پسته بسته‌بندی شده و انبار شده در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد (۹).

جدول ۱- تجزیه‌ی واریانس اثرات دما (A) و جنس

بسته‌بندی (B) روی عدد پراکسید پسته

منبع تغییرات (SV)	درجه‌ی آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F
فاکتور A	۴	۲/۳۱۷	۰/۵۷۹	۹۸/۶۶۲۸ **
فاکتور B	۱	۱/۴۶۵	۱/۴۶۵	۲۴۹/۶۱۳۴ **
AB	۴	۰/۵۸۳	۰/۱۴۶	۲۴/۸۴۳۳ **
خطای آزمایش	۲۰	۰/۱۱۷	۰/۰۰۶	
کل	۲۹	۴,۴۸۳		

* اثر معنی‌دار در سطح ۵٪

** اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ NS بی‌معنی

۳-۲- اثر نوع بسته‌بندی روی عدد اسیدی

عدد اسیدی نمونه‌های پسته در همه انواع بسته‌بندی‌ها و در تمام طول مدت انبارداری در دو دمای محیط و ۴۰ °C افزایش یافت. علت بالا رفتن عدد اسیدی افزایش هیدرولیز تری‌گلیسریدهای موجود در پسته در اثر فعالیت آنزیم لیپاز است. اگر چه اکثر آنزیم‌ها در فعالیت آبی کم‌تر از ۰/۸۵ غیرفعال می‌باشند اما آنزیم لیپاز در فعالیت آبی ۰/۳ و حتی ۰/۱ نیز قادر به فعالیت است (۳). 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. اختلاف عدد اسیدی در نمونه‌های قرار گرفته در دو دمای محیط و ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد معنی‌دار بود. نمونه‌های نگه‌داری شده در دمای ۴۰

گرفت. برای سنجش اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها از روش تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) و جهت مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. این تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری سس^۱ انجام و نمودارها در برنامه نرم‌افزاری اکسل رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر نوع بسته‌بندی روی میزان عدد پراکسید

عدد پراکسید در بسته‌های مختلف در طی مدت انبارداری به صورت مداوم افزایش نشان داد و مقدار آن در پایان مدت انبارداری شش ماهه در دمای محیط در همه نمونه‌ها کم‌تر از ۵ بود. یعنی عدد پراکسید در این بسته‌ها در پایان انبارداری پایین‌تر از حد مجاز ایمن پیشنهاد شده می‌باشد. بالاترین میزان عدد پراکسید مربوط به سلوفان بود که تحت اتمسفر معمولی بسته‌بندی شده بود و کم‌ترین میزان آن مربوط به نایلون تحت خلاء بود. سلوفان، پوششی است که خواص ضدنفوذپذیری ضعیفی در برابر گازها و رطوبت هوا دارد و علاوه بر وجود شرایط اتمسفر معمولی که داخل بسته حکمفرماست و منجر به تشدید فساد اکسیداتیو نسبت به بسته‌بندی‌های تحت خلاء می‌شود، نفوذ سریع‌تر اکسیژن از این نوع پوشش نیز باعث افزایش سرعت فساد می‌شود. نمونه‌های قرار گرفته در نایلون تحت خلاء و قوطی تحت خلاء اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشتند، ولی هر دو با شرایط اتمسفر معمولی اختلاف معنی‌داری نشان دادند. بیشتر بودن عدد پراکسید در بسته‌های تحت اتمسفر معمولی به حضور اکسیژن در بسته مربوط می‌شود که منجر به تشدید اکسیداسیون چربی و آزاد شدن هیدروپراکسیدها می‌شود. از آنجا که مساله انتقال حرارت به داخل بسته‌بندی عامل مهمی در تشکیل پراکسید می‌باشد، بالاتر بودن عدد پراکسید در نمونه‌های داخل قوطی نسبت به نایلون می‌تواند به بیشتر بودن ضریب هدایت حرارتی قوطی مربوط باشد. نمونه‌هایی که در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند، در پایان مدت انبارداری دارای عدد پراکسید بالاتر از ۵ بودند و این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط عدد پراکسید بالاتری را نشان دادند. محققان مختلف گزارش کرده‌اند که افزایش دمای انبار باعث افزایش میزان عدد پراکسید پسته می‌شود. توکلی‌پور گزارش کرد که میزان عدد پراکسید در طول انبارداری

برای رشد میکروارگانیزم‌های بی‌هوازی مربوط باشد که تحت این شرایط فعالیت نموده و با تولید آنزیم لیپاز منجر به افزایش عدد اسیدی می‌شوند. علاوه بر این، با توجه به این که قوطی فلزی نسبت به نایلون از خواص ضدنفوذپذیری بهتری در برابر نفوذ هوا و گازها برخوردار است بنابراین، در قوطی خلاء شرایط خلاء پایدارتر بوده و نفوذ اکسیژن به داخل بسته کم تر می‌باشد لذا در داخل قوطی شرایط بی‌هوازی کامل‌تری برقرار بوده و امکان رشد میکروارگانیزم‌های بی‌هوازی و تولید آنزیم لیپاز توسط آن‌ها بیش‌تر است. بنابراین، عدد اسیدی در نمونه‌های پسته‌ی قرار گرفته در قوطی (قوطی معمولی و خلاء) نسبت به بسته‌بندی‌های دیگر بیش‌تر می‌باشد.

۳-۳- اثر نوع بسته‌بندی روی میزان رطوبت

با توجه به این که نمونه‌ها تحت رطوبت نسبی محیط انبار شده بودند، میزان رطوبت در بسته‌بندی‌های مختلف در طی مدت انبارداری با توجه به تغییرات رطوبت نسبی محیط انبار و با توجه به خواص ضدنفوذپذیری بسته‌بندی‌ها نوساناتی را نشان داد. از آن جا که قوطی فلزی دارای خواص ضد نفوذپذیری خوبی است، نمونه‌های بسته‌بندی شده در قوطی کم‌ترین نوسانات مقدار رطوبت را در طول دوره‌ی انبارداری نشان دادند. نمونه‌های بسته‌بندی شده در سلفون، بیش‌ترین تغییرات میزان رطوبت را نشان دادند و این مساله به ویژگی‌های نفوذپذیری سلفون بر می‌گردد که از این نظر یک پوشش ضعیف می‌باشد. نمونه‌های بسته‌بندی شده در نایلون تغییرات کمی را در میزان رطوبت نشان دادند. راعی و همکاران گزارش کردند که ننگه داری پسته در فیلم‌های متالیزه به علت خواص ضدنفوذپذیری این نوع پوشش، باعث تغییرات کم‌تر در میزان رطوبت پسته برشته می‌شود و از این لحاظ، پوشش متالیزه بر فیلم پنج‌لایه ارجحیت دارد (۱۲).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس مقدار رطوبت در بسته‌بندی‌های مختلف در پایان دوره‌ی انبارداری در دمای محیط در جدول ۳ نشان می‌دهد که بین بسته‌بندی‌های مختلف از نظر مقدار رطوبت اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نمونه‌های انبار شده در دمای 40°C نسبت به نمونه‌های قرار گرفته در دمای محیط میزان رطوبت پایین‌تری داشتند. راعی و همکاران نیز گزارش کردند که افزایش دمای محیط انبار از ۲۰ به ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد موجب کاهش میزان رطوبت پسته برشته می‌شود (۱۲). این محققین، همچنین

درجه مقادیر عدد اسیدی بالاتری را نسبت به نمونه‌های ننگه داری شده در دمای محیط نشان دادند. توکلی‌پور درصد اسیدهای چرب آزاد بالاتری را برای پسته‌ی ننگه داری شده در دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی محیطی ۸۲٪ نسبت به پسته‌ی ننگه داری شده در دمای ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و همین میزان رطوبت نسبی محیط گزارش کرد (۱). صداقت نیز گزارش کرد که عدد اسیدی پسته با افزایش دما و زمان انبارداری و نیز با افزایش غلظت اکسیژن افزایش می‌یابد (۱۳). نتایج تجزیه و تحلیل واریانس عدد اسیدی پسته در بسته‌بندی‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری در عدد اسیدی نمونه‌های بسته‌بندی شده در انواع مختلف بسته‌بندی وجود دارد. به طور کلی، مقدار عدد اسیدی در تمام تیمارها از حداکثر مجاز تعیین شده برای مصرف انسانی (FFA=۵٪) کم‌تر بوده است. بنابراین، نمونه‌های پسته بسته‌بندی شده در تمام انواع بسته‌بندی‌ها از نظر عدد اسیدی قابل قبول هستند.

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس اثرات دما (A) و جنس

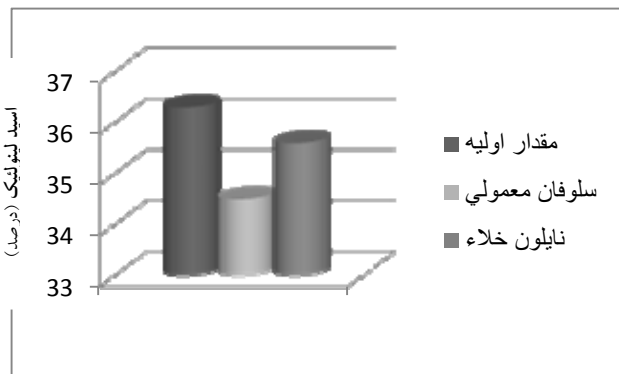
منبع تغییرات (SV)	درجه‌ی آزادی (DF)	بسته‌بندی (B) روی عدد اسیدی پسته		F
		مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	
فاکتور A	۴	۰/۵۷۵	۰/۱۴۴	۷۴/۹۰۶۲ **
فاکتور B	۱	۶/۷۹۷	۶/۷۹۷	۳۵۴۰/۲۴۹۰ **
AB	۴	۰/۰۳۰	۰/۰۰۸	۳/۹۲۱۹ Ns
خطای آزمایش	۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۰۲	
کل	۲۹	۴/۴۸۳		

** اثر معنی‌دار در سطح ۵٪

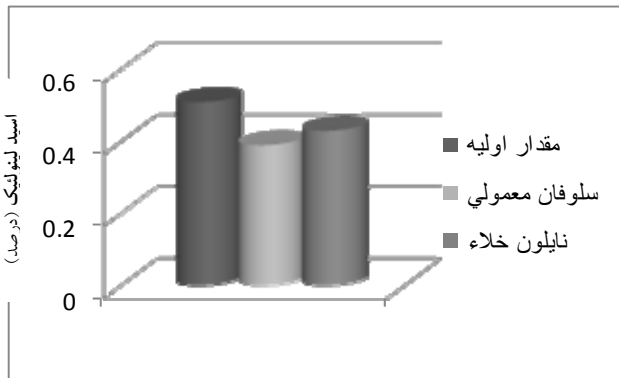
** اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ Ns بی‌معنی

همان‌طور که گفتیم مهم‌ترین عاملی که باعث افزایش عدد اسیدی در مواد غذایی می‌شود حضور آنزیم لیپاز در محیط ماده‌ی غذایی می‌باشد که این آنزیم می‌تواند به صورت طبیعی در ماده‌ی غذایی حضور داشته باشد و یا این که ناشی از فعالیت‌های میکروبی باشد. میزان عدد اسیدی در نمونه‌های قرار گرفته در خلاء (نایلون و قوطی تحت شرایط خلاء) بالاتر از نمونه‌های قرار گرفته در شرایط اتمسفر معمولی (سلفون، نایلون و قوطی تحت هوای معمولی) بود. علت این امر می‌تواند به فراهم بودن شرایط

اسید چرب در اثر اکسیداسیون تبدیل به ترکیبات فراری چون آلدئیدها، کتون‌ها و اسیدهای با زنجیره کوتاه‌تر می‌شوند که عوامل اصلی مولد بو و طعم نامطلوب در چربی‌های اکسید شده می‌باشند. ماسکان و کاراتاس کاهش اسیدهای چرب لینولئیک در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در حضور هوا را ۷/۵٪ و در محیط اتمسفر کنترل شده با ۹۸٪ دی‌اکسید کربن را ۹/۱۷٪ گزارش کردند. این محققین، کاهش اسید لینولئیک را تحت شرایط ذکر شده به ترتیب ۴۴/۳۴ و ۵۰/۱۱٪ بیان کردند (۱۰).



شکل ۱- مقدار اسید لینولئیک در نمونه‌ی بسته‌بندی شده در سلوفان و نایلون خلاء پس از ۶ ماه انبارداری در دمای محیط



شکل ۲- مقدار اسید لینولئیک در نمونه‌ی بسته‌بندی شده در سلوفان و نایلون خلاء پس از ۶ ماه انبارداری در دمای محیط

۴- سپاس‌گزاری

از مسوولان محترم شرکت تعاونی پسته‌ی رفسنجان که امکان انجام این پژوهش را با حمایت‌های خود فراهم آوردند، سپاسگزاریم.

گزارش کردند که افزایش دمای محیط انبار از ۲۰ به ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باعث کاهش میزان رطوبت پسته شور می‌شود و تغییرات میزان رطوبت تحت فاکتورهای دما (۲۰ و ۴۰)، زمان (۱۲ ماه) و جنس بسته (فیلم‌های پلاستیک مرکب ۵ لایه، پلی پروپیلن اصلاح شده و پلاستیک متالیزه) معنی‌دار است ($P < 0.01$) و همچنین تحت فاکتور اثر متقابل جنس بسته و دما نیز معنی‌دار است (۲).

جدول ۳- تجزیه‌ی واریانس اثرات دما (A) و جنس

منبع تغییرات (SV)	درجه‌ی آزادی (DF)	بسته‌بندی (B) روی مقدار رطوبت پسته		F
		مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	
فاکتور A	۴	۱/۱۲۲	۰/۲۸۱	۱۴/۱۲۵۱ **
فاکتور B	۱	۷/۰۲۸	۷/۰۲۸	۳۵۳/۸۰۱۶ **
AB	۴	۳/۰۶۲	۰/۷۶۵	۲۸/۵۳۷۷ **
خطای آزمایش	۲۰	۰/۳۹۷	۰/۰۲۰	
کل	۲۹	۱۱/۶۰۹		

* اثر معنی‌دار در سطح ۵٪

** اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ NS بی‌معنی

۳-۴- اثر نوع بسته‌بندی روی کاهش درصد اسیدهای لینولئیک و لینولئیک

آنالیز اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده‌ی پسته در نایلون تحت خلاء به عنوان مناسب‌ترین نوع بسته‌بندی و سلوفان تحت اتمسفر معمولی به عنوان نامناسب‌ترین نوع بسته‌بندی و مقایسه‌ی آن با مقدار این دو اسید در نمونه‌ی اولیه نشان داد که در پایان مدت انبارداری در دمای محیط، درصد افت اسید لینولئیک در سلوفان ۵٪ و در نایلون تحت خلاء ۱/۹٪ و درصد افت اسید لینولئیک در بسته‌بندی سلوفان ۲۳/۵٪ و در نایلون تحت خلاء ۱۵/۶٪ می‌باشد. اسید لینولئیک و اسید لینولئیک دو اسید چربی هستند که به ترتیب دارای دو و سه پیوند غیراشباع هستند و وجود این اتصالات غیراشباع منجر به ناپایداری این دو اسید و حساسیت آن‌ها در برابر اکسیداسیون می‌شود. در حضور اکسیژن میزان اکسیداسیون این دو اسید بویژه اسید لینولئیک افزایش می‌یابد و علت افت بیش‌تر این دو اسید در بسته‌بندی سلوفان نسبت به نایلون تحت خلاء نیز به حضور اکسیژن بیش‌تر در بسته‌بندی سلوفان بر می‌گردد. این دو

physicochemical properties of roasted pistachio nut. *Food analytical methodes*.
 13. Sedaghat, N. 2010. Application of Arrhenius kinetics to evaluate stability of pistachio nuts at various conditions. *Middle east journal of scientific research*. 6(3):224-229.
 14. 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.

۵- منابع

۱- توکلی‌پور، ح. ۱۳۷۹. بهینه‌سازی و طراحی فرآیندهای خشک کردن و شرایط انبارداری پسته، *پایان‌نامه‌ی دکتری رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی*، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، دانشکده‌ی مهندسی.
 ۲- راعی، م. و مرتضوی، ع. ۱۳۸۳. اثر شرایط اتمسفر اصلاح شده در نگه داری پسته‌ی نمک زده. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی خراسان، مشهد، ایران.
 ۳- راعی، م.، صداقت، ن.، پورآذرنگ، 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 بسته‌بندی پسته*. ۳۱۲-۳۰۴.
 ۴- صداقت، ن.، مرتضوی، س.ع.، نصیری محلاتی، م. و نوروزی، ا. ۱۳۸۳. بررسی کیفیت ماندگاری پسته به روش رنسیمت. *مجله‌ی علوم و صنایع کشاورزی*، جلد ۱۸، شماره‌ی ۱، ۱۵۸-۱۵۱.
 ۵- مرشدی شهرباکی، ا. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر شرایط انبار بر میزان آلودگی آفلاتوکسین پسته‌ی تازه. *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی*، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده‌ی کشاورزی.
 6. Javanmard, M. 2008. Shelf life of whey protein-coated pistachio kernel. *Food process engineering*. 31: 247-259.
 7. Koshteh, K. and vardan, E. 2005. Global pistachio production and marketing challenges. *Indian journal of economics and business*.
 8. Labavitch, J. 2004. Pistachio. Pomology department, university of California. Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/162pistachio.pdf> (accessed at feb 2011).
 9. Leufven, A., Sedaghat, N. and Habibi, M.B. 2007. Influence of different packaging systems on stability of raw dried pistachio nuts at various conditions. *Iranian food science and technology research J*. 3(2): 27-36.
 10. Maskan, M. and Karatas, S. 1998. Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures. *J.Sci. Food. Agric* 77:334-340.
 11. Maskan, M. and Karatas, S. 1999. Storage stability of whole-split pistachio nuts (*Pistacia Vera L.*) at various condition. *Food chemistry*. 66: 227-233.
 12. Raei, M., Mortazavi, A. and Pourazarang, H. 2009. Effects of packaging materials, modified atmospheric conditions, and storage temperature on