بررسی اثرات دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر ویژگی‌های کیفی روغن پسته و خصوصیات ارگانولپتیکی آن

وجیهه نیک زاده [۱*]، ناصر صداقت [۲]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی
۲- استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی
(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۱۷)

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر دمای برشته کردن و کاربرد برخی مواد افزودنی بر کیفیت روغن پسته در طی زمان نگهداری بوده است. نمونه‌های مورد بررسی شامل پسته برشته شده حاوی نمک به تنهایی (فرمولاسیون ۱)، فاقد افزودنی (فرمولاسیون ۲)، حاوی نمک و ۱درصد اسیدآسکوربیک (فرمولاسیون ۳)، حاوی نمک و ۲درصد اسیدآسکوربیک (فرمولاسیون ٤)، حاوی نمک و ۱درصد مالتی‌سولفیت‌سدیم (فرمولاسیون ٥) و حاوی نمک و ۲درصد مالتی‌سولفیت سدیم (فرمولاسیون ٦) بوده و تمامی آنها در سه دمای ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد برشته شدند. آزمون شیمیایی شامل اندازه‌گیری اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک اسید و اسید چرب آزاد و همچنین آزمون حسی شامل تندی و پذیرش کلی، در طی ۳ ماه نگهداری بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. درصد اسید چرب آزاد، اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک‌اسید و تندی در مورد تمامی نمونه‌های مورد بررسی، در طول زمان، افزایش یافت. استفاده از اسیدآسکوربیک نه تنها بر پذیرش کلی نمونه‌ها اثری نداشته، بلکه مانع از اکسیداسیون چربی فراورده در طی زمان نگهداری نیز بوده است. به کار بردن مالتی‌سولفیت‌سدیم نیز سبب جلوگیری از فساد اکسیداتیو نمونه‌ها شده اما اثر آن کمتر از آنتی‌اکسیدان می‌باشد. در طول مدت زمان نگهداری، پسته‌های دارای نمک به تنهایی و فاقد افزودنی (فرمولاسیون ۱ و ۲)، نسبت به دیگر فرمولاسیون‌ها اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک‌اسید و اسید چرب آزاد بالاتری داشته و پذیرش کلی آنها کمتر از سایرین می‌باشد. همچنین استفاده از دماهای بالای برشته کردن باعث کاهش کیفیت روغن پسته و پذیرش کلی آنها گردید.

کلید واژه گان : روغن پسته، برشته کردن، مواد افزودنی، نگهداری، ارزیابی حسی

۱- مقدمه

مغز پسته منبع خوبی از چربی (۶۰٪ ≤ ۵۰٪) بوده و حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع و ضروری (اسید لولئیک، لینولئیک و لینولنیک) برای انسان می باشد [۱]. یکی از متداول ترین اشکال فراوری دانه های پسته برشته کردن می باشد [٤-۲]. تغییرات شیمیایی که در طی برشته کردن رخ می دهند، منجر به تولید عطر و طعم و آرومد تشکیل رنگ و اکسیداسیون لیپیدها می شود. این تغییرات شامل تغییر در کربوهیدرات ها [٥]، پروتئین ها [٥]، چربی ها [٦] یا مواد فعال فیزیولوژیکی نظیر ویتامین ها یا اسیدهای آمینه ضروری [٥] می باشند که از تیمارهای زمان-دما تأثیر می پذیرند [۷]. همچنین بر اساس برخی مطالعه‌ها، این فرایند موجب تابودی آفلاتوکسین‌ها می گردد [۸-۱۲]. برشته کردن باعث آغاز اکسیداسیون چربی و تشکیل ترکیبات کربونیل می شود. اما از طرفی همین فرایند به دلیل اثر آنتی اکسیدانی فراورده های حاصل از واکنش میلارد، باعث پایداری بیشتر روغن دانه ها در مقابل اکسیداسیون، در طی نگهداری خواهد شد. ۸۹/۸ درصد از اسیدهای چرب پسته غیر اشباع هستند. این میزان اسید چرب غیر اشباع باعث افزایش ارزش غذایی این محصول شده

*مسئول مکاتبات: Vnikzade@Yahoo.com

تعداد پانلیست ها ده نفر بوده و آزمون بر مبنای مقیاس هدونیک پنج نقطه ای صورت پذیرفت.

تیمارهای مورد بررسی: تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: دمای برشته کردن در ۳ سطح (۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه سانتی گراد)، فرمولاسیون در ٦ سطح (F_6 ... F_1) و زمان نگهداری در ٤ سطح (بلافاصله پس از فرایند، ماه اول، ماه دوم و ماه سوم).

روش تجزیه و تحلیل داده ها: کلیه آزمایش ها در قالب طرح اسپلیت پلات و در دو تکرار انجام گرفت. برای مقایسه میانگین داده ها نیز از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد. جهت انجام تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Mstatc و SigmaStat استفاده گردید و رسم نمودار ها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اندازه گیری اتیدرید سو لفورو (گاز گوگرد)

میزان SO_2 در نمونه‌هایی که در معرض محلول متا بی سولفیت ۱ و ۲ درصد قرار گرفته بودند به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۵ گرم در هزار گرم نمونه برآورد شد. این مقادیر معادل ppm ۲۹۰ و ۵۰۰ می‌باشد. در نتیجه مقدار اتیدرید سولفورو موجود در نمونه‌ها از محدوده به کار رفته در مورد دیگر خشکبار خارج نشده است. بدیهی است که این مقدار اولیه در طی مدت زمان نگهداری به تدریج کاهش خواهد یافت [۲٤].

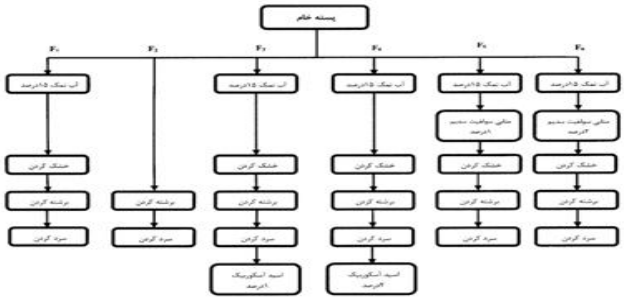
۳-۲- اندیس پراکسید

بر اساس مقایسه میانگین تأثیر دماهای برشته کردن بر اندیس پراکسید، با افزایش دما از ۹۰ به ۱۵۰ درجه سانتی گراد، اندیس پراکسید به طور معنی داری ($P<0.05$) افزایش می یابد. اندیس پراکسید نمونه‌های برشته شده در دماهای ۱۵۰-۹۰ درجه سانتی گراد بین ۰/۱۵±۰/۳۸۵ - ۰/۱۲±۰/۳۷۹ میلی اکی والان در کیلوگرم می‌باشد. حداکثر مقدار مجاز برای اندیس پراکسید در پسته فراوری شده ۱ میلی اکی والان در کیلوگرم می باشد[۲۵]. بنابراین تمام نمونه‌ها در محدوده استاندارد قرار دارند.

اندیس پراکسید در طی فراوری دیجار نوسان می شود. افزایش اندیس پراکسید پس از برشته کردن، نشان دهنده ایجاد برخی تخریبات در روغن است[۲۶]. کاشانی (۱۹۸۳)، پس از برشته کردن پسته در دمای ۱٤۵ درجه سانتی گراد نشان داد که این فرایند اثر معنی داری بر اندیس پراکسید دارد[۲]. ازدمیر[1] و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دادند که در دماهای بالای برشته کردن فندق، عدد پراکسید افزایش معنی داری نشان می‌دهد [۱٤].

شکل (۲) اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس پراکسید را برای فرمولاسیون‌های مختلف نشان می دهد. این اثر معنی دار می باشد ($P<0.05$). مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر این مطلب است که کمترین میزان اندیس پراکسید مربوط به زمان صفر (بلافاصله پس از برشته کردن) می‌باشد و در این زمان اختلاف معنی داری میان فرمولاسیون‌های مختلف وجود ندارد. اما با افزایش زمان نگهداری میزان پراکسید به طور معنی داری در مورد تمام فرمولاسیون‌ها، افزوده می‌شود. همان گونه که در شکل(۲) مشاهده می‌گردد روند افزایش اندیس پراکسید در طی زمان نگهداری در مورد فرمولاسیون ٤ (استفاده از اسید آسکوربیک۲ درصد) کندتر از سایر فرمولاسیون‌ها می‌باشد. در طول زمان اختلاف معنی داری بین اندیس پراکسید نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان (اسید آسکوربیک) ۱ درصد و متا بی سولفیت ۲ درصد مشاهده نمی‌شود و مقادیر آن پس از فرمولاسیون ۵ نسبت به دیگر فرمول‌ها کمتر است. پراکسید پسته‌های فاقد افزودنی و دارای نمک به تنهایی، در طول زمان افزایش سریع تری نشان می‌دهد. بر این اساس، نمک زنی به تنهایی، از افزایش اندیس پراکسید نمونه‌ها جلوگیری نخواهد کرد. این نتیجه در پژوهش انجام شده توسط ادیبی[2] و همکاران (۲۰۰۲)، در مورد برشته کردن و نمک زنی بادام زمینی مشاهده شد [۲۷]. پایین بودن معنی دار اندیس پراکسید در نمونه‌هایی که در معرض اسید آسکوربیک قرار گرفته اند به این دلیل است که افزودن اسیدهای تقویت کننده سبب افزایش پایداری ترکیبات ضد اکسیداسیون اولیه، چربی‌ها و روغن‌ها، احیای ترکیبات ضد اکسیداسیون اولیه (همراه مواد غذایی)، و حذف اکسیژن، می گردد [۲۸]. بر اساس نتایج نیات[3] و همکاران (۲۰۰٤)، افزودن آنتی اکسیدان طبیعی به بادام زمینی‌های برشته شده محصول را در برابر اکسیداسیون در طی زمان نگهداری حفظ خواهد نمود [۲۹]. شارما[4] و همکاران(۲۰۰۰)، نیز هنگام

1. Ozdemir
2. Adebiyi
3. Nepote
4. Sharma



شکل ۲ نمودار مراحل آماده سازی و برشته کردن نمونه ها برای فرمولاسیون های مختلف

رفتن رطوبت حاصل شده از مرحله قبل، بر روی یک سینی پهن شده و در معرض هوا قرار گرفتند.

شرایط نگهداری نمونه ها: تمامی تیمارهای حاصل شده از مراحل قبل، به مدت ۳ ماه در درجه حرارت محیط (۲۵±۲ درجه سانتی گراد)، نگهداری شدند. پس از گذشت هر ماه از پسته ها نمونه برداری شده و متعاقبا آزمایش‌های مربوطه بر روی آنها انجام گرفت. لازم به ذکر است که نمونه ها در ظروف یک بار مصرف و به صورت رو باز در آزمایشگاه نگهداری می شدند.

۲-۳- آزمون ها

اتیدرید سو لفورو (گاز گوگرد): مقدار اتیدرید سولفورو موجود در نمونه هایی که در معرض مثا بی سولفیت سدیم قرار گرفته بودند، بر حسب گرم در هزار و به روش استاندارد شماره ۵۶۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اندازه گیری شد [۱۹].

استخراج روغن پسته: روغن پسته با به کار گیری حلال هگزان استخراج گردید [۱۵].

عدد پراکسید: اندیس پراکسید (بر حسب میلی اکی والان در کیلو گرم نمونه) به روش تیوسیانات و با استفاده از طیف نورسنج اندازه گیری شد [۲۰].

اندیس تیوباربیتوریک اسید: این اندیس به روش طیف نورسنجی اندازه گیری شد [۲۱].

اسید چرب آزاد (اسیدیته): درصد اسید چرب آزاد به روش (AOAC,1990) اندازه گیری شد [۲۲].

ارزیابی حسی: این آزمون جهت بررسی برخی خصوصیات ارگانولپتیک شامل تندی و پذیرش کلی، انجام گرفت [۲۳].

اما آن را مستعد اکسیداسیون خود به خودی می سازد [۱۳].

به منظور تشخیص سایر اثرات ممکنه فرایند برشته کردن بر کیفیت روغن پسته، اندازه گیری شاخص های کیفی روغن نظیر اندیس پراکسید ضروری می باشد [۱٤]. با توجه به این که برشته کردن یکی از مهمترین مراحل فرآوری پسته محسوب می شود، بهینه سازی و اصلاح این فرایند و همچنین بهبود کیفیت محصول از این طریق، بسیار حائز اهمیت است. بررسی اثرات برشته کردن بر کیفیت روغن در مورد بسیاری از دانه های آجیلی دیگر نظیر فندق [۱٤]، بادام زمینی [۱۵] و بلاوز[1] [۱٦] نیز انجام شده است. استفاده همزمان از برخی مواد افزودنی رایج، همراه با برشته کردن، ممکن است سبب کاهش فساد روغن پسته برشته شده در طی نگهداری شود. به همین منظور در این مطالعه از مواد افزودنی مجاز نظیر نمک طعام، اسید آسکوربیک و مثابی‌سولفیت سدیم استفاده شده است. نمک برای اغلب دانه های آجیلی به عنوان چاشنی و نگهدارنده به کار می رود [۱۵،۱٦،۱۷]. سولفیت ها می توانند باعث بازدارندگی واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی و غیرآنزیمی و جلوگیری از ایجاد نقاط سیاه شده، به عنوان آنتی اکسیدان جلوگیری کننده از فساد اکسیداتیو به کار رفته، سبب غیر فعال کردن برخی آنزیم ها نظیر پروتئاز، اکسیداز و پراکسیداز شده و به عنوان آنتی میکروب و ضد قارچ عمل کنند [۱۷]. استفاده از آنتی اکسیدان نیز می تواند منجر به ایجاد محیط اسیدی مناسب و در نتیجه افزایش پایداری ترکیبات ضد اکسیداسیون اولیه، چربی ها و روغن ها، احیای ترکیبات ضد اکسیداسیون اولیه و حذف اکسیژن، گردد [۱۸]. همچنین از آنجایی که استفاده از ترکیب های نامناسب دما - زمان برشته کردن منجر به کاهش کیفیت فرآورده، کاهش زمان ماندگاری و از دست دادن عطر و طعم خواهد شد، در این مطالعه برای برشته نمودن پسته از دماهای مختلف استفاده شده و اثرات آن بر شاخص های کیفی روغن پسته و صفات حسی مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

پسته خام مورد استفاده از نوع واریته فندقی (اوحدی) بوده و از شرکت کاروان تندیس طوس تهیه گردید. نمک طعام از نوع خوراکی و با خلوص ۹۹/۹۸ درصد بود. اسید آسکوربیک (آنتی اکسیدان)، مثا بی سولفیت سدیم و سایر مواد شیمیایی به کار رفته ساخت شرکت مرک آلمان بوده اند.

۲-۲- روش ها

عملیات آماده سازی نمونه: پسته ها پس از تهیه تا زمان اعمال فرایند، در یخچال نگهداری شدند. قبل از انجام هر گونه فرایند ، نمونه ها از یخچال خارج شده و دمای آنها به دمای محیط رسید. به منظور برشته کردن و استفاده از افزودنی های مختلف، پسته های خام به ٦ قسمت ٤۲۰۰ گرمی (F_1، F_2، F_3، F_4، F_5 و F_6) تقسیم شدند. چنانچه در شکل (۱) نشان داده شده است، مراحل فرایند برای هر تیمار فرمولاسیون متفاوت می باشد. هر کدام از مراحل نشان داده شده به شرح زیر انجام شد.

نمک زنی: پسته ها ابتدا به مدت ۵ ساعت در آب نمک ۱۵ درصد (W/W) قرار گرفته و سپس آبکش شدند تا آب نمک اضافی خارج شود.

خشک کردن: در این مرحله به منظور خارج کردن رطوبت حاصل شده از مرحله نمک زنی، نمونه ها به مدت ۳ ساعت در آون الکتریکی (مدل LP-402 ، ۲۲۰ ولت) با دمای ۸۰ ±۵ درجه سانتی گراد، خشک گردیدند تا رطوبت آنها به حدود٤ درصد برسد.

برشته کردن: برشته کردن در سه دمای ۱۴۰ ،۱۲۰ و ۱۵۰ درجه سانتی گراد، به مدت ۳۰ دقیقه در آون الکتریکی (مدل LP-402 ، ۲۲۰ ولت) و به صورت یک لایه، انجام شد.

سرد کردن: پس از برشته کردن، نمونه ها تا دمای محیط سرد شده و سپس به منظور انجام آزمایش‌های مورد نظر، بلافاصله از هر قسمت به صورت جداگانه نمونه برداری شد.

غوطه وری در محلول مثا بی سولفیت سدیم یا محلول اسید آسکوربیک: در این مرحله نمونه های نمک زده شده در محلول مثا بی سولفیت سدیم یا محلول اسید آسکوربیک با غلظت ۱ و ۲ درصد (W/V) ، قرار گرفتند. پس از غوطه ور شدن، نمونه ها بلافاصله از محلول خارج شدند. سپس نمونه ها آبکش شده تا محلول باقی مانده خارج گردد. در انتها نمونه های حاوی اسید آسکوربیک به منظور از دست

1. Cauberwout

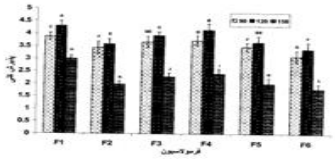
پس از بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر تندی، در فرمولاسیون‌های مختلف، نشان داده شد که تفاوت معنی داری بین امتیازات در ماه های مختلف وجود داشته و تندی تمامی نمونه ها در طول زمان افزایش می‌یابد، اما این افزایش در مورد نمونه های مربوط به فرمولاسیون های ۳، ۵ و ۶ کند تر بوده و برای فرمولاسیون ٤ (استفاده از اسید آسکوربیک ۲ درصد)، به طور معنی داری در طول زمان کمتر از سایرین می‌باشد. نیات و همکاران (۲۰۰٤)، بادام زمینی های برشته شده را در معرض آنتی اکسیدان قرار داده و پس از انجام تجزیه حسی نشان دادند که تندی دانه‌ها در طی مدت نگهداری افزایش می یابد و مقدار آن در نمونه فاقد آنتی اکسیدان به مراتب بیشتر از دو نمونه دیگر است. همچنین میزان تندی در نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان، در طی نگهداری، افزایش چندانی نشان نمی دهد [۱۵].

۳-٦- پذیرش کلی

اثر دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر پذیرش کلی پسته های برشته شده معنی دار می‌باشد ($P<0.05$). با توجه به شکل (٦) و مقایسه میانگین داده ها، کمترین پذیرش کلی مربوط به فرمولاسیون ٦ و دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد می‌باشد، زیرا برای این نمونه ها از متا بی سولفیت سدیم ۲ درصد استفاده شده است و احتمالاً بو و طعم سولفوری در نمونه ها تا حدی مشهود بوده که سبب کاهش پذیرش کلی آنها گردیده است. از طرفی هنگام استفاده از دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد نه تنها طعم پختگی در این نمونه ها بسیار زیاد و نا مطلوب می‌گردد بلکه تندی بیشتر آنها نیز باعث پذیرش کمتر خواهد شد. همچنین بیشترین امتیاز پذیرش کلی برای نمونه های فرمولاسیون ۲ (استفاده از نمک به تنهایی) و دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد حاصل شده است. معمولاً از نظر مصرف کنندگان طعم نمکی پسته برشته شده مطلوب به نظر می‌رسد و در نتیجه سبب افزایش دلپذیری این نمونه ها می‌گردد. ادیبی و همکاران (۲۰۰۲)، هنگام نمک زنی بادام زمینی ها و برشته کردن آنها متوجه شدند که نمک زنی باعث بهبود عطر و طعم و پذیرش کلی نمونه ها می‌گردد [۲۷].

همچنین امتیاز پذیرش کلی نمونه های برشته شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد نسبت به ۹۰ درجه سانتی گراد، بالاتر است زیرا کاربرد دماهای کمتر باعث ایجاد تغییرات مطلوب در پسته ها تا سطح مورد نظر نخواهد شد. مقایسه میانگین ها نشان می‌دهد که افزودن آنتی اکسیدان باعث کاهش دلپذیری نمونه ها نخواهد شد. این نتیجه توسط نیات و همکاران (۲۰۰٤)، نیز در مورد بادام زمینی مشاهده شد [۱۵].

به هنگام بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر پذیرش کلی، در فرمولاسیون‌های مختلف، ملاحظه گردید که بیشترین پذیرش در زمان بلافاصله پس از برشته کردن، مربوط به فرمولاسیون ۲ بوده اما با گذشت زمان از این مطلوبیت نسبه طور معنی داری کاسته می‌شود. در مورد تمام فرمولاسیون ها به استثنای فرمول ٤، پذیرش کلی در طی زمان کاهش می‌یابد. این روند کاهشی برای فرمولاسیون های ۳، ۵ و ٦ بسیار کند می‌باشد. در حالی که در مورد فرمولاسیون ٤، پذیرش کلی در طی ۳ ماه نگهداری تقریبا ثابت بوده و کاهش نمی‌یابد. شارما و همکاران (۲۰۰۰)، در مورد دانه های بلاوه برشته شده از آنتی اکسیدان استفاده نموده و نشان دادند که پذیرش کلی نمونه ها در طی مدت نگهداری کاهش می یابد، اما این روند در مورد نمونه‌های دارای آنتی اکسیدان بسیار ملایم تر بوده و پس از ۵ ماه، کاهش ناچیزی در پذیرش کلی این نمونه صورت می پذیرد [۲۶].



شکل ٦ اثر فرمولاسیون در دماهای مختلف برشته کردن بر پذیرش کلی ($LSD = 0.08$)

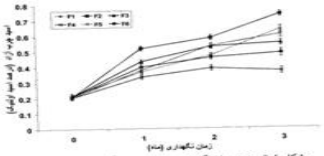
۳-۷- همبستگی بین امتیاز تندی با اندیس پراکسید، اندیس نیوباربیتوریک اسید و اسید چرب آزاد

نتایج به دست آمده توسط ازدمیر و همکاران (۲۰۰۱)، نیز نشان داد که برشته کردن بطور معنی داری بر اسید چرب آزاد فندق مؤثر است به طوری که با افزایش درجه برشته کردن مقدار اسید چرب آزاد نمونه‌ها افزایش می یابد [۱٤].

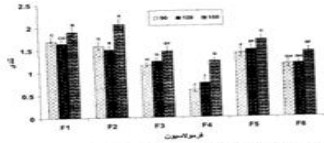
تجزیه داده‌های مربوط به اسید چرب آزاد اثر فرمولاسیون و زمان ماندگاری را معنی دار نشان می‌دهد ($P<0.05$). بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین مقدار اسید چرب آزاد در ماه سوم و در مورد فرمولاسیون ۲ (فاقد افزودنی) حاصل شده و برابر با ۰/۷۳۳ درصد می‌باشد. مقادیر اسید چرب آزاد در مورد تمام فرمولاسیون‌ها بلافاصله پس از برشته کردن یکسان بوده اما با گذشت زمان این مقادیر بین فرمولاسیون‌های مختلف و همچنین ماه‌های مختلف، تفاوت معنی داری را در سطح ۰/۰۵ بروز می‌دهند. چنان چه در شکل (٤) نشان داده شده مقادیر اسید چرب آزاد در نمونه حاوی ۲ درصد اسید آسکوربیک (فرمول ٤)، در طی زمان نگهداری کمتر از بقیه بوده و روند افزایش آن کندتر از سایرین می‌باشد. زیرا حضور آنتی اکسیدان در این نمونه‌ها مانع از ادامه اکسیداسیون و شرکت اسیدهای چرب آزاد در این واکنش می‌شود. و همچنین نمونه‌های حاوی متا بی سولفیت سدیم نیز به همین دلیل نسبت به دیگر فرمولاسیون‌ها اسید چرب آزاد کمتری را دارا می‌باشند.

۳-۵- تندی

اثر دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر امتیاز تندی پسته معنی دار می‌باشد ($P<0.05$). بر اساس شکل(۵) و با توجه به نتایج مقایسه میانگین ها، کمترین امتیاز تندی مربوط به فرمولاسیون ٤ می‌باشد. تندی در نمونه های فرمولاسیون ۳ و ٤ به طور معنی داری از دیگر فرمولاسیون ها کمتر است. فساد اکسیداتیو چربی‌ها که در اثر برشته کردن صورت می‌گیرد، باعث توسعه عطر و طعم نامطلوب فراورده می‌شود [۲۶،۲۹]. در مورد نمونه هایی که دارای آنتی اکسیدان بوده اند، این نوع فساد کمتر بوده درنتیجه طعم تند در آنها نیز کاهش می‌یابد. همچنین امتیاز تندی برای دو فرمولاسیون ۵ و٦ نیز از فرمولاسیون های ۱ و۲ کمتر می‌باشد که دلیل این امر باز هم به خاطر خاصیت آنتی اکسیدانی متا بی سولفیت سدیم در این نمونه ها می‌باشد. از طرف دیگر با افزایش دما، امتیاز تندی به طور معنی داری بالاتر می‌رود زیرا در طی فرایند گرمایی، چربی‌های حرارت دیده به طور اجتناب ناپذیری در معرض شرایط نامناسب قرار گرفته و ممکن است تغییرات نامطلوبی در آنها ایجاد گردد [۱۳]. بنابراین هرچه دمای فرایند بالاتر رود، این تغییرات نیز بیشتر رخ خواهند داد.



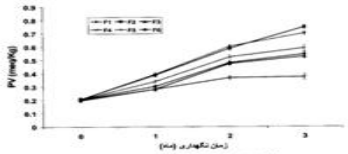
شکل ٤ اثر مدت زمان نگهداری بر اسید چرب آزاد در فرمولاسیون‌های مختلف ($LSD = 0.037$)



شکل ۵ اثر فرمولاسیون در دماهای مختلف برشته کردن بر تندی ($LSD = 0.08$)

می‌شود [۲۸]. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که در دماهای پایین برشته کردن (۹۰ درجه سانتی گراد) به دلیل فعالیت کمتر آنزیمها و آسیب دیدگی کمتر سلول‌ها درصد اسیدهای چرب آزاد تشکیل شده نیز کمتر است اما با افزایش دما این مقدار افزایش می‌یابد. دلیل عدم اختلاف معنی دار درصد اسید چرب آزاد در دمای ۱۲۰ یا ۹۰ درجه سانتی گراد احتمالاً به خاطر غیر فعال شدن آنزیم لیپاز در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد می‌باشد. آنزیم‌های لیپولیتیک درست در زیر پوسته نازک دانه واقع شده اند و در سلول‌های صدمه ندیده قادر نخواهند بود به چربی‌ها حمله کنند [۲۸]. اما از آنجایی که دماهای بالای برشته کردن سبب ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می شوند [۷] و با توجه به مقاومت حرارتی بالای آنزیم استراز [۲۸]، افزایش معنی داری در اسید چرب آزاد پسته‌های برشته شده در دمای ۱۵۰ سانتی گراد مشاهده می‌گردد.

استفاده از آنتی اکسیدان TBHQ هم زمان با برشته کردن دانه‌های بلاده دریافتند که عدد پراکسید نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان در طول ۵ ماه نگهداری به طور معنی داری پایین تر از نمونه شاهد است [۱۶].

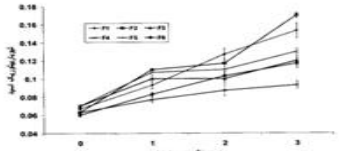


شکل ۲ اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس پراکسید در فرمولاسیون‌های مختلف (LSD = 0.036)

۳-۳- اندیس تیوباربیتوریک اسید

اندیس تیوباربیتوریک اسید برای سنجش فساد ناشی از اکسیداسیون روغن‌ها به عنوان یک روش کمکی برای سایر روش‌ها از جمله اندازه گیری اندیس پراکسید به حساب می‌آید. بر اساس نتایج اختلاف معنی داری بین دماهای مختلف برشته کردن وجود دارد ($P<0/05$). با افزایش دما اندیس تیوباربیتوریک اسید نیز روند افزایشی دارد و میزان آن برای نمونه‌های برشته شده در دماهای ۱۵۰-۹۰ درجه سانتی گراد بین ۰/۰۰۳±۰/۰۸۹۵ - ۰/۰۰۴±۰/۱۱۱۵ می‌باشد.

تجزیه داده‌های به دست آمده، اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس تیوباربیتوریک اسید را در فرمولاسیون‌های مختلف معنی دار نشان می دهد ($P<0.05$). بر اساس شکل (۳) کمترین میزان اندیس تیوباربیتوریک اسید مربوط به زمان صفر (بلافاصله پس از برشته کردن) می‌باشد اما با گذشت زمان افزایش می یابد. سرعت این افزایش در مورد نمونه های حاوی اسید آسکوربیک ۲درصد (فرمولاسیون ۱) کند تر از سایرین بوده سپس به ترتیب برای فرمولاسیون های ۶، ۳، ۵، ۱ و ۲ این روند افزایشی سریع تر می گردد. بنابراین تیوباربیتوریک اسید مربوط به پسته‌های فاقد افزودنی و دارای نمک به تنهایی، در طول زمان بیشتر از سایر فرمولاسیون ها می باشد. پایین تر بودن اندیس تیوباربیتوریک اسید هنگام افزودن آنتی اکسیدان طبیعی به بادام زمینی‌های برشته شده، در پژوهش نیات و همکاران (۲۰۰۴) نیز مشاهده شد [۱۵]. شارما و همکاران(۲۰۰۰) در مورد دانه‌های بلاده برشته شده از آنتی اکسیدان TBHQ استفاده کرده و مشاهده نمودند که اندیس تیوباربیتوریک اسید نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان و نمونه‌های شاهد در طول ۵ ماه نگهداری افزایش یافته اما مقادیر آن در مورد نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان به طور معنی داری پایین تر از نمونه شاهد است [۱۶].



شکل ۳ اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس تیوباربیتوریک اسید در فرمولاسیون‌های مختلف (LSD = 0.019)

۴-۳- اسید چرب آزاد

بر اساس تجزیه داده ها، اثر دمای برشته کردن بر اسید چرب آزاد پسته های برشته شده معنی دار می باشد ($P<0/05$). با افزایش دما از ۹۰ به ۱۵۰ درجه سانتی گراد، اسید چرب آزاد از ۰/۰۳۸۵±۰/۰۱۳ تا ۰/۱۷۵±۰/۰۲۴ درصد (بر حسب اسید اولئیک) افزایش پیدا می کند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که درصد اسید چرب آزاد نمونه برشته شده در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد به طور معنی داری بیشتر از دو دمای دیگر است در حالی که بین میزان اسید چرب آزاد پسته‌های برشته شده در دمای ۹۰ و ۱۲۰ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری دیده نمی‌شود.

افزایش مقادیر اسیدهای چرب آزاد بیانگر پدیده هیدرولیز در روغن پسته می‌باشد. لیپاز و استراز باعث ایجاد واکنش‌های اکسیداسیونی آنزیم کاتالاز می شوند. این دو آنزیم اسیدهای چرب را از چربی جدا کرده و تولید اسیدهای چرب آزاد می نمایند، بنابراین اسیدهای چرب آزاد تشکیل شده می توانند سوبسترای واکنش‌های اکسیداسیون شوند. استراز نسبت به حرارت مقاوم بوده و ممکن است حتی پس از برشته کردن نیز فعال باقی بماند. برشته کردن اساسا باعث کاهش فعالیت لیپاز

جدول ۱ همبستگی بین پارامترهای حسی و شیمیایی

متغیر ۱ ($X_{(1)}$)	متغیر ۲ ($X_{(2)}$)	ضریب همبستگی (r)	P Value
شدتی	اندیس پراکسید	۰/۹۷۳	۰/۰۳۷ *
	اسید چرب آزاد	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰۶ ***
	تیوباربیتوریک اسید	۰/۹۷۶	۰/۰۲۴ *

۴- نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده می توان چنین استنباط نمود که افزایش دمای برشته کردن پسته سبب افزایش اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک اسید و اسید چرب آزاد خواهد شد. با افزایش زمان نگهداری نیز این ویژگی های کیفی روغن دستخوش تغییر شده و افزایش پیدا می کنند. مقادیر اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک اسید و اسید چرب آزاد برای پسته هایی که در مورد آنها از اسید آسکوربیک استفاده شده است، بسیار کمتر از سایر فرمولاسیون ها بوده و افزایش آن در طول زمان نیز بسیار ناچیز می باشد. همچنین پیشرفت فساد اکسیداتیو در طول زمان، در مورد نمونه های حاوی مقا یس سولفیت سدیم از پسته های فاقد افزودنی و دارای نمک به تنهایی، بسیار کمتر می باشد. امتیاز تندی پسته های برشته شده نیز برای نمونه های حاوی اسید آسکوربیک بسیار کمتر از دیگر نمونه ها بوده و در طول زمان نسبتا ثابت باقی می ماند. بیشترین پذیرش کلی در مورد نمونه های حاوی نمک و در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد حاصل شده اما در طول زمان از این مطلوبیت کاسته می شود. پذیرش کلی پسته های دارای اسید آسکوربیک در طی زمان نگهداری حفظ خواهد شد.

۵- منابع

[1] ashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (Pistacia vera L.) nut and its kernel. Journal of Food Engineering. 72, 30-38.
[2] Ozdemir, M. and Devres, O. 2000. Kinetics of color changes of hazelnuts during roasting. Journal of Food Engineering. 44, 31-38.
[3] Pittia, P., Rosa, M. D. and Lerisi, C. R. 2001. Textural changes of coffee beans as affected by roasting conditions. Lebensmittel-Wissenshaft and Technologies. 34, 168-171.
[4] Saklar, S., Katnas, S. and Ungan, S. 2001. Determination of optimum hazelnut roasting condition. International Journal of Food Science and Technology. 36, 271-281.
[5] Kashani, G.G. and Valadon, L.R.G. 1984. Effect of salting and roasting on the carbohydrates and protein of Iranian pistachio kernels. Journal of Food Technology. 19, 247-253.
[6] Kashani, G.G. and Valadon, L.R.G. 1983. Effect of salting and roasting on the lipids of Iranian pistachio kernels. Journal of Food Technology. 18, 461-467.
[7] Ozdemir, M. 2001. Mathematical analysis of color changes and chemical parameters of roasted hazelnuts. Ph.D Thesis. Istanbul Technical University. Institute of Science and Technology.
[8] Bullerman, L.B. and Bianchini, A. 2007. Stability of mycotoxin during food processing. International Journal of Food Microbiology. 119(1-2), 140-146.
[9] Escher, F. E., Koehler, P. E. and Ayres, J. C. 1973. Effect of roasting on aflatoxin content of artificially contaminated pecans. Journal of Food Science. 38, 889.
[10] Farah, F. E., Martins., M. R. J. and Bachmann, M. R. 1983. Removal of aflatoxin in raw unshelled peanuts by a traditional salt boiling process practiced in the north east of Brazil. Lebenm Wiss U. Technol. 16, 122-124.
[11] Pluyer, H. R., Ahmed, E. M. and Wei, C. I. 1987. Destruction of aflatoxin on peanut by oven- and microwave-roasting. Journal of Food Protect. 50, 504-508.
[12] Waltking, A. E. 1971. Fate of aflatoxin during roasting and storage of contaminated peanut product. Journal-Association of Official Analytical Chemists. 54, 533-539.
[13] Maskan, M. and Karatas, S. 1999. Storage stability of whole-split pistachio nuts (Pistachio vera L.) at various conditions. Food Chemistry. 66, 227-233.

[23] Kader, A.A., Heintz, C.M., Labavitch, J.M. and Rae, H.L. 1982. Studies related to description and evaluation of pistachio nut quality. Journal of American Society Horticultural Science. 107, 812-816.
[24] Latapi, G. and Barrett, D.M. 2006. Influence of pre-drying treatments on quality and safety of sun-dried tomatoes. Part1: use of steam blanching, boiling brine blanching, and dips in salt or sodium metabisulfite. Journal of Food Science. 71(1), 24-31.
[25] Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI). Number 15.
[26] Gardner, H. W. 1979. Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids: a review. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 27, 220-227.
[27] Adebiyi, A.P., Adeyemi' I.A. and Olorunda, A.O. 2002. Effects of processing conditions and packaging material on the quality attributes of dry-roasted peanuts. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82(13), 1465 – 1471.
[28] Grosch, W., Laskawy, G. and Senser, F. 1983. Storage stability of roasted hazelnuts. CCB Review for Chocolate, Confectionery and Bakery 8. 8, 21-23.
[29] St. Angelo, A. J. and Ory, R. L. 1975. Effect of lipoperoxides on protein in raw and processed peanuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 23, 141-146.
[14] Ozdemir, M., Ackurt, F., Yildiz, M., Biriiren, G., Gurcan, T. and Loker, M. 2001. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (Corylus Avellena L.). Food Chemistry. 73, 185-190.
[15] Nepote, V., Mestrallet, M.G. and Grosso, N.R. 2004. Natural Antioxidant Effect from Peanut Skins in Honey-roasted Peanuts. Journal of Food Science. 69 (7), 295.
[16] Sharma, G. K., Semwal, A. D., Mahesh, C., Murthy, M. C. N. and Arya, S.S. 2000. Enhancement of the shelf-life of deep fat fried cashewnuts. Lebensmittel-Wissenschaft and-Technologie. 33, 173-177.
[17] Ough, CS. 1993. Sulphur dioxide and sulphites. In: Davidson PM, Larry A, editors. Antimicrobials in Foods. New York: Marcel Dekker. P 137-90.
[18] Smith, J. S. 1995. Food Additive user's Handbook. Springer.
[19] Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI). Number 569.
[20] Shantha, N.C. and Decker, E.A. 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of AOAC International. 77(2), 421-424.
[21] Kosugi, H., Jojima, T. and Kikugawa, K. 1989. Thiobarbituric acid-reactive substances from peroxidized lipids. Lipids. 24, 873-881.
[22] AOAC. 1990. Official Method of Analysis (15th edn). Association of Official Analytical Chemists, Washington, Dc, USA.

Studying the effects of roasting temperature, formulation and storage on pistachio oil quality and its sensory attributes

Nikzade, V. [1 *], N. Sedaghat[2]

1- Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Department of Food Science and Technology. PhD. Student
2- Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Department of Food Science and Technology. Assistant Professor,

The purpose of this work was to determine the effect of roasting temperatures and additives application on pistachio oil quality during the storage. The chemical and sensory analysis were performed on samples of roasted pistachio nuts only with salt (F_1), without any additive (F_2), with salt plus 1% ascorbic acid (F_3), with salt plus 2% ascorbic acid (F_4), with salt plus 1% sodium metabisulfite (F_5) and with salt plus 2% sodium metabisulfite (F_6). All samples were roasted at three temperatures (90, 120 and 150 C). The chemical analysis includes measurement of peroxide value, thiobarbituric acid value (TBA) and free fatty acid (FFA), and also the sensory analysis includes rancidity and total acceptance were performed during 3 month of storage. Free fatty acid (%), peroxide and thiobarbituric acid values as well as rancidity increased across the storage time for all treatments. Addition of ascorbic acid as an antioxidant, did not affect the total acceptance of the product but provided protection against lipid oxidation during the storage. Furthermore, using sodium metabisulfite prevented samples from oil deterioration being a little less efficient compared with ascorbic acid. During the storage, the pistachio nuts only with salt and without any additives (F1 and F2), had more FFA (%), peroxide and TBA values, and less total acceptance than other formulations. In addition, using of high temperature of roasting led to less quality of pistachio oil and decreased the total acceptance.

Keywords: Pistachio oil, Roasting, Additives, Storage, Sensory attributes

* Corresponding Author E-mail address: Vnikzade@Yahoo.com