

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

وجیهه نیک زاده^{1*}، ناصر صداقت²

1- دانشجوی دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی

2- استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: 86/10/26 تاریخ پذیرش: 87/12/17)

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 1)، فاقد افزودنی (فرمولاسیون 2)، حاوی نمک و 1 درصد اسیدآسکوربیک (فرمولاسیون 3)، حاوی نمک و 2 درصد اسیدآسکوربیک (فرمولاسیون 4)، حاوی نمک و 1 درصد متابی‌سولفیت سدیم (فرمولاسیون 5) و حاوی نمک و 2 درصد متابی‌سولفیت سدیم (فرمولاسیون 6) بوده و تمامی آنها در سه دمای 90، 120 و 150 درجه سانتی‌گراد برشته شدند. آزمون شیمیایی شامل اندازه‌گیری اندیس پراکسید، اندیس تیوباریتوریک اسید و اسید چرب آزاد و همچنین آزمون حسی شامل تندی و پذیرش کلی، در طی 3 ماه نگهداری بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. درصد اسید چرب آزاد، اندیس پراکسید، اندیس تیوباریتوریک اسید 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 فرآورده در طی زمان نگهداری نیز بوده است. به کار بردن متابی‌سولفیت سدیم 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 1 و 2)، نسبت به دیگر فرمولاسیون‌ها اندیس پراکسید، اندیس تیوباریتوریک اسید 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

1- مقدمه

می‌باشند که از تیمارهای زمان-دما تأثیر می‌پذیرند [7]. همچنین بر اساس برخی مطالعه‌ها، این فرایند موجب نابودی آفلاتوکسین‌ها می‌گردد [8-12] برشته کردن باعث آغاز اکسیداسیون چربی و تشکیل ترکیبات کربونیل می‌شود، اما از طرفی همین فرایند به دلیل اثر آنتی‌اکسیدانی فرآورده‌های حاصل از واکنش میلارد، باعث پایداری بیشتر روغن دانه‌ها در مقابل اکسیداسیون، در طی نگهداری خواهد شد. 89/8 درصد از اسیدهای چرب پسته غیر اشباع هستند. این میزان اسید چرب غیر اشباع باعث افزایش ارزش غذایی این محصول شده

مغز پسته منبع خوبی از چربی (60%-50%) بوده و حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع و ضروری (اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) برای انسان می‌باشد [1]. یکی از متداول‌ترین اشکال فراوری دانه‌های پسته برشته کردن می‌باشد [2-4]. تغییرات شیمیایی که در طی برشته کردن رخ می‌دهند، منجر به تولید عطر و طعم و آروما، تشکیل رنگ و اکسیداسیون لیپیدها می‌شود. این تغییرات شامل تغییر در کربوهیدرات‌ها [5]، پروتئین‌ها [5]، چربی‌ها [6] یا مواد فعال فیزیولوژیکی نظیر ویتامین‌ها یا اسیدهای آمینه ضروری [5]

*مسئول مکاتبات: Vnikzade@Yahoo.com

خوراکی و با خلوص 99/98 درصد بود. اسید آسکوربیک (آنتی اکسیدان)، متا بی سولفیت سدیم و سایر مواد شیمیایی به کار رفته ساخت شرکت مرک آلمان بوده اند.

2-2- 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 6 قسمت 4200 گرمی (F_1 ، F_2 ، F_3 ، F_4 ، F_5 و F_6) تقسیم شدند. چنانچه در شکل (1) 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 5 ساعت در آب نمک 15 درصد (w/v)، 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 3 ساعت در آون الکتریکی (مدل LP-402، 220 ولت) با دمای 1 ± 80 درجه سانتی گراد خشک

گردیده تا. رطوبت آنها به حدود 4 درصد برسد.

برشته کردن: برشته کردن در سه دمای 90، 120 و 150 درجه سانتی گراد، به مدت 30 دقیقه در آون الکتریکی (مدل LP-402، 220 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 آزمایش های مورد نظر، بلافاصله از هر قسمت به صورت جداگانه نمونه برداری شد.

غوطه وری در محلول متا بی سولفیت سدیم یا محلول اسید آسکوربیک: در این مرحله نمونه های نمک زده

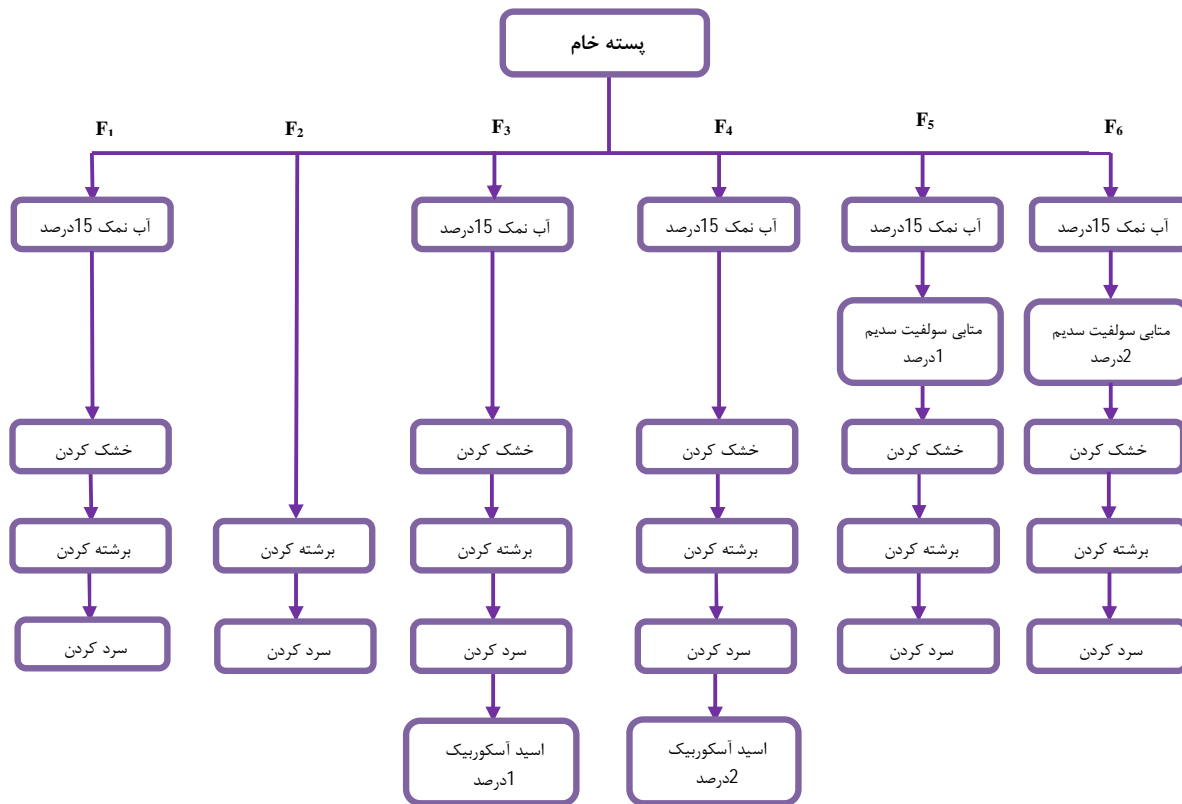
شده در محلول متا بی سولفیت سدیم یا محلول اسید آسکوربیک با غلظت 1 و 2 درصد (w/v)، قرار گرفتند. پس از غوطه ور شدن، نمونه ها بلافاصله از محلول خارج شدند. سپس نمونه ها آبکش شده تا محلول باقی مانده خارج گردد. در انتها نمونه های حاوی اسید آسکوربیک به منظور از دست

اما آن را مستعد اکسیداسیون خود به خودی می سازد [13]. 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 [14]. 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 [14]، بادام زمینی [15] و بلاردا [16] 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 متا بی سولفیت سدیم استفاده شده است. نمک برای اغلب دانه های آجیلی به عنوان چاشنی و نگهدارنده به کار می رود [15,16,17]. 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 میکروبی و ضد قارچ عمل کنند [17]. 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 [18]. 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.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد

پسته خام مورد استفاده از نوع واریته فندقی (واحدی) بوده و از شرکت کاروان تندیس طوس تهیه گردید. نمک طعام از نوع



شکل 1 نمودار مراحل آماده سازی و برشته کردن نمونه ها برای فرمولاسیون های مختلف

شماره 569 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اندازه گیری شد [19].

استخراج روغن پسته: روغن پسته با به کار گیری حلال هگزان استخراج گردید [15]

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 [20].

اندیس تیویاربتوریک اسید: این اندیس به روش طیف نورسنجی اندازه گیری شد [21].

اسید چرب آزاد (اسیدیته): درصد اسید چرب آزاد به روش (AOAC, 1990) اندازه گیری شد [22].

ارزیابی حسی: این آزمون جهت بررسی برخی خصوصیات ارگانولپتیک شامل تندی و پذیرش کلی، انجام گرفت [23].

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 3 ماه در درجه حرارت محیط 25 ± 2 درجه سانتی گراد، نگهداری شدند. پس از گذشت هر ماه از پسته ها نمونه برداری شده و متعاقبا آزمایش های 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.

2-3- آزمون ها

انیدرید سولفورو (گاز گوگرد): مقدار انیدرید سولفورو موجود در نمونه هایی که در معرض متابلی سولفیت سدیم قرار گرفته بودند، بر حسب گرم در هزار و به روش استاندارد

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 3 سطح (90، 120 و 150 درجه سانتی گراد)، فرمولاسیون در 6 سطح (F_1, \dots, F_6) و زمان نگهداری در 4 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 0/05 استفاده شد. جهت انجام تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Mstac و SigmaStat استفاده گردید و رسم نمودار ها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- اندازه گیری انیدرید سو لفورو (گاز

گوگرد)

میزان SO_2 در نمونه‌هایی که در معرض محلول متابی سولفیت 1 و 2 درصد قرار گرفته بودند به ترتیب 0/29 و 0/5 گرم در هزار گرم نمونه برآورد شد. این مقادیر معادل 290 و 500 می‌باشد. در نتیجه مقدار انیدرید 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 [24].

3-2- اندیس پراکسید

بر اساس مقایسه میانگین تأثیر دماهای برشته کردن بر اندیس پراکسید، با افزایش دما از 90 به 150 درجه سانتی گراد، اندیس پراکسید به طور معنی داری ($P < 0.05$) افزایش می یابد. اندیس پراکسید نمونه‌های برشته شده در دماهای 90-150 درجه سانتی گراد بین $0/438 \pm 0/015$ - $0/379 \pm 0/012$ میلی اکی والان در کیلوگرم می‌باشد. حداکثر مقدار مجاز برای اندیس پراکسید در پسته فراوری شده 1 میلی اکی والان در کیلوگرم می باشد [25]. بنابراین تمام نمونه‌ها در محدوده استاندارد قرار دارند.

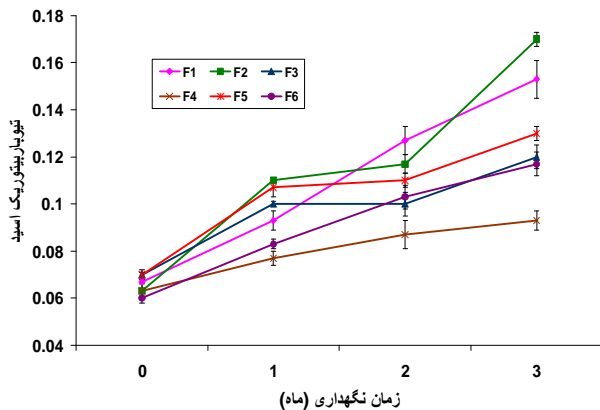
اندیس پراکسید در طی فراوری دچار نوسان می شود. افزایش اندیس پراکسید پس از برشته کردن، نشان دهنده ایجاد

برخی تخریبات در روغن است [26]. کاشانی (1983)، پس از برشته کردن پسته در دمای 145 درجه سانتی گراد نشان داد که این فرایند اثر معنی داری بر اندیس پراکسید دارد [6]. اوزدمیر¹ و همکاران (2001) نیز نشان دادند که در دماهای بالای برشته کردن فندق، عدد پراکسید افزایش معنی داری نشان می‌دهد [14].

شکل (2) 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 (2) مشاهده می‌گردد روند افزایش اندیس پراکسید در طی زمان نگهداری در مورد فرمولاسیون 4 (استفاده از اسید آسکوربیک 2 درصد) کندتر از سایر فرمولاسیون‌ها می‌باشد. در طول زمان اختلاف معنی داری بین اندیس پراکسید نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان (اسید آسکوربیک) 1 درصد و متابی سولفیت 2 درصد مشاهده نمی‌شود و مقادیر آن پس از فرمولاسیون 4، 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 ادیبی² و همکاران (2002)، در مورد برشته کردن و نمک زنی بادام زمینی مشاهده شد [27]. 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 [18]. بر اساس نتایج نپات³ و همکاران (2004)، افزودن آنتی اکسیدان طبیعی به بادام زمینی‌های برشته شده محصول را در برابر اکسیداسیون در طی زمان نگهداری حفظ خواهد نمود [15]. شارما⁴ و همکاران (2000)، نیز هنگام

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

همکاران (2004) نیز مشاهده شد [15]. شارما و همکاران (2000) در مورد دانه‌های بلارد برشته شده از آنتی اکسیدان TBHQ استفاده کرده و مشاهده نمودند که اندیس تیوباریتوریک اسید نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان و نمونه‌های شاهد در طول 5 ماه نگهداری افزایش یافته اما مقادیر آن در مورد نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان به طور معنی داری پایین تر از نمونه شاهد است [16].



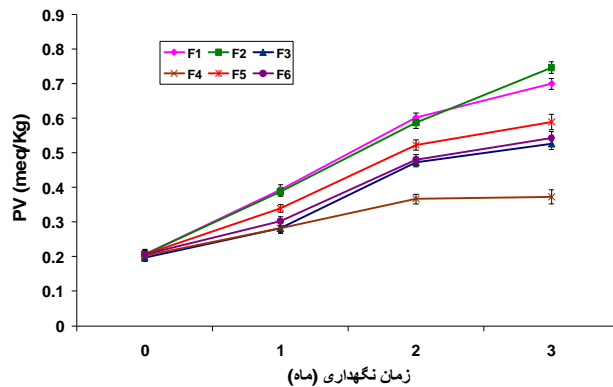
شکل 3 اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس تیوباریتوریک اسید در فرمولاسیون‌های مختلف (LSD = 0.019)

3-4- 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 90 به 150 درجه سانتی گراد، اسید چرب آزاد از $0/38 \pm 0/013$ تا $0/47 \pm 0/024$ درصد (بر حسب اسید اولئیک) افزایش پیدا می کند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که درصد اسید چرب آزاد نمونه برشته شده در دمای 150 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 90 و 120 درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری دیده نمی‌شود.

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

استفاده از آنتی اکسیدان TBHQ هم زمان با برشته کردن دانه‌های بلارد دریافتند که عدد پراکسید نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان در طول 5 ماه نگهداری به طور معنی داری پایین تر از نمونه شاهد است [16].



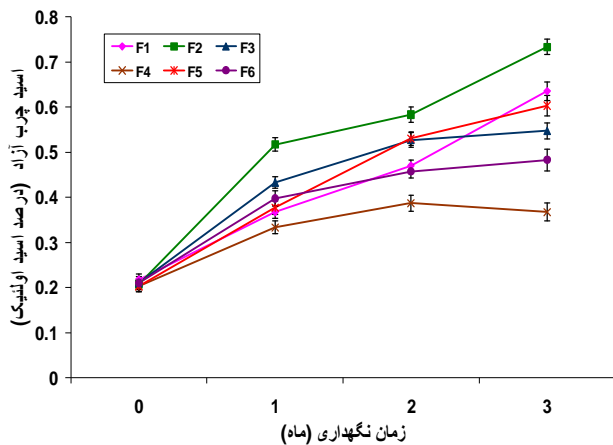
شکل 2 اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس پراکسید در فرمولاسیون‌های مختلف (LSD = 0.036)

3-3- اندیس تیوباریتوریک اسید

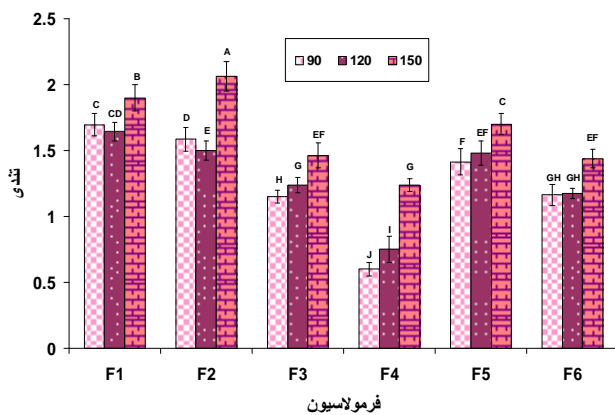
اندیس تیوباریتوریک اسید برای سنجش فساد ناشی از اکسیداسیون روغن‌ها به عنوان یک روش کمکی برای سایر روش‌ها از جمله اندازه گیری اندیس پراکسید به حساب می‌آید. بر اساس نتایج اختلاف معنی داری بین دماهای مختلف برشته کردن وجود دارد ($P < 0/05$). با افزایش دما اندیس تیوباریتوریک اسید نیز روند افزایشی دارد و میزان آن برای نمونه‌های برشته شده در دماهای 90-150 درجه سانتی گراد بین $0/089 \pm 0/002$ - $0/111 \pm 0/004$ می‌باشد.

تجزیه داده‌های به دست آمده، اثر مدت زمان نگهداری بر اندیس تیوباریتوریک اسید را در فرمولاسیون‌های مختلف معنی دار نشان می‌دهد ($P < 0/05$). بر اساس شکل (3) کمترین میزان اندیس تیوباریتوریک اسید مربوط به زمان صفر (بلافاصله پس از برشته کردن) می‌باشد اما با گذشت زمان افزایش می‌یابد. سرعت این افزایش در مورد نمونه های حاوی اسید آسکوربیک 2درصد (فرمولاسیون 4) کند تر از سایرین بوده سپس به ترتیب برای فرمولاسیون های 3، 5، 1 و 2 این روند افزایشی سریع تر می‌گردد. بنابراین تیوباریتوریک اسید مربوط به پسته‌های فاقد افزودنی و دارای نمک به تنهایی، در طول زمان بیشتر از سایر فرمولاسیون ها می‌باشد. پایین تر بودن اندیس تیوباریتوریک اسید هنگام افزودن آنتی اکسیدان طبیعی به بادام زمینی‌های برشته شده، در پژوهش نبات و

و 4 به طور معنی داری از دیگر فرمولاسیون ها کمتر است. فساد اکسیداتیو چربی ها که در اثر برشته کردن صورت می گیرد، باعث توسعه عطر و طعم نامطلوب فرآورده می شود [26,29]. در مورد نمونه هایی که دارای آنتی اکسیدان بوده اند، این نوع فساد کمتر بوده در نتیجه طعم تند در آنها نیز کاهش می یابد. همچنین امتیاز تندی برای دو فرمولاسیون 5 و 6 نیز از فرمولاسیون های 1 و 2 کمتر می باشد که دلیل این امر باز هم به خاطر خاصیت آنتی اکسیدانی متا بی سولفیت سدیم در این نمونه ها می باشد. از طرف دیگر با افزایش دما، امتیاز تندی به طور معنی داری بالاتر می رود زیرا در طی فرایند گرمایی، چربی های حرارت دیده به طرز اجتناب ناپذیری در معرض شرایط نامناسب قرار گرفته و ممکن است تغییرات نامطلوبی در آنها ایجاد گردد [13]، بنابراین هرچه دمای فرایند بالاتر رود، این تغییرات نیز بیشتر رخ خواهند داد.



شکل 4 اثر مدت زمان نگهداری بر اسید چرب آزاد در فرمولاسیون های مختلف (LSD = 0.037)



شکل 5 اثر فرمولاسیون در دماهای مختلف برشته کردن بر تندی (LSD = 0.08)

می شود [28]. بنابراین می توان چنین استنباط نمود که در دماهای پایین برشته کردن (90 درجه سانتی گراد) به دلیل فعالیت کمتر آنزیم ها و آسیب دیدگی کمتر سلول ها درصد اسیدهای چرب آزاد تشکیل شده نیز کمتر است اما با افزایش دما این مقدار افزایش می یابد. دلیل عدم اختلاف معنی دار درصد اسید چرب آزاد در دمای 120 با 90 درجه سانتی گراد احتمالاً به خاطر غیر فعال شدن آنزیم لیپاز در دمای 120 درجه سانتی گراد می باشد. آنزیم های لیپولیتیک درست در زیر پوسته نازک دانه واقع شده اند و در سلول های صدمه ندیده قادر نخواهند بود به چربی ها حمله کنند. [28]. اما از آنجایی که دماهای بالای برشته کردن سبب ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می شود [7] و با توجه به مقاومت حرارتی بالای آنزیم استراز [28]، افزایش معنی داری در اسید چرب آزاد پسته های برشته شده در دمای 150 سانتی گراد مشاهده می گردد.

نتایج به دست آمده توسط ازدمیر و همکاران (2001) 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 نمونه ها افزایش می یابد [14].

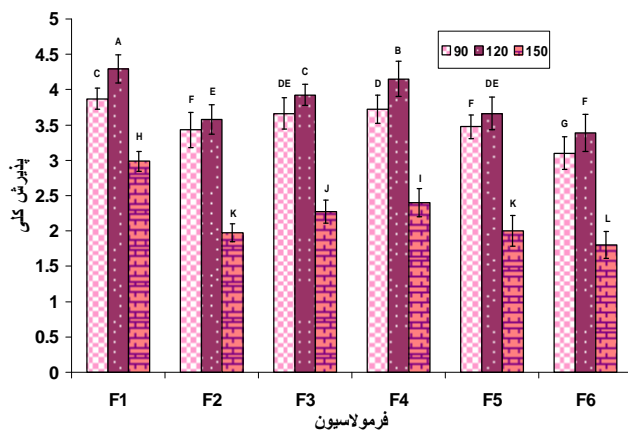
تجزیه داده های مربوط به اسید چرب آزاد اثر فرمولاسیون و زمان ماندگاری را معنی دار نشان می دهد ($P < 0.05$). بر اساس مقایسه میانگین داده ها، بیشترین مقدار اسید چرب آزاد در ماه سوم و در مورد فرمولاسیون 2 (فاقد افزودنی) حاصل شده و برابر با 0/733 درصد می باشد. مقادیر اسید چرب آزاد در مورد تمام فرمولاسیون ها بلافاصله پس از برشته کردن یکسان بوده اما با گذشت زمان این مقادیر بین فرمولاسیون های مختلف و همچنین ماه های مختلف تفاوت معنی داری را در سطح 0/05 بروز می دهد. چنان چه در شکل (4) نشان داده شده مقادیر اسید چرب آزاد در نمونه حاوی 2 درصد اسید آسکوربیک (فرمول 4)، در طی زمان نگهداری کمتر از بقیه بوده و روند افزایش آن کندتر از سایرین می باشد. زیرا حضور آنتی اکسیدان در این نمونه ها مانع از ادامه اکسیداسیون و شرکت اسیدهای چرب آزاد در این واکنش می شود. و همچنین نمونه های حاوی متا بی سولفیت سدیم نیز به همین دلیل نسبت به دیگر فرمولاسیون ها اسید چرب آزاد کمتری را دارا می باشند.

3-5- تندی

اثر دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر امتیاز تندی پسته معنی دار می باشد ($P < 0.05$). بر اساس شکل (5) و با توجه به نتایج مقایسه میانگین ها، کمترین امتیاز تندی مربوط به فرمولاسیون 4 می باشد. تندی در نمونه های فرمولاسیون 3

می‌دهد که افزودن آنتی‌اکسیدان باعث کاهش دلپذیری نمونه‌ها نخواهد شد. این نتیجه توسط نیات و همکاران (2004)، نیز در مورد بادام زمینی مشاهده شد [15].

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 1 بوده اما با گذشت زمان از این مطلوبیت به طور معنی‌داری کاسته می‌شود. در مورد تمام فرمولاسیون‌ها به استثنای فرمول 4، پذیرش کلی در طی زمان کاهش می‌یابد. این روند کاهش برای فرمولاسیون‌های 3، 5 و 6 بسیار کند می‌باشد. در حالی که در مورد فرمولاسیون 4، پذیرش کلی در طی 3 ماه نگهداری تقریباً ثابت بوده و کاهش نمی‌یابد. شارما و همکاران (2000)، در مورد دانه‌های بلاردر برشته شده از آنتی‌اکسیدان استفاده نموده و نشان دادند که پذیرش کلی نمونه‌ها در طی مدت نگهداری کاهش می‌یابد، اما این روند در مورد نمونه‌های دارای آنتی‌اکسیدان بسیار ملایم‌تر بوده و پس از 5 ماه، کاهش ناچیزی در پذیرش کلی این نمونه صورت می‌پذیرد [16].



شکل 6 اثر فرمولاسیون در دماهای مختلف برشته کردن بر پذیرش کلی (LSD = 0.08)

3-7- همبستگی بین امتیاز تندگی با اندیس

پراکسید، اندیس تیوباربتوریک اسید و اسید چرب آزاد

چنانچه در جدول (1) نشان داده شده، در طول 3 ماه نگهداری، همبستگی بین امتیاز تندگی با اندیس پراکسید، اندیس تیوباربتوریک اسید و اسید چرب آزاد بسیار قوی می‌باشد.

پس از بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر تندگی، در فرمولاسیون‌های مختلف، نشان داده شد که تفاوت معنی‌داری بین امتیازات در ماه‌های مختلف وجود داشته و تندگی تمامی نمونه‌ها در طول زمان افزایش می‌یابد، اما این افزایش در مورد نمونه‌های مربوط به فرمولاسیون‌های 3، 4، 5 و 6 کندتر بوده و برای فرمولاسیون 4 (استفاده از اسید آسکوربیک 2 درصد)، به طور معنی‌داری در طول زمان کمتر از سایرین می‌باشد. نیات و همکاران (2004)، بادام زمینی‌های برشته شده را در معرض آنتی‌اکسیدان قرار داده و پس از انجام تجزیه حسی نشان دادند که تندگی دانه‌ها در طی مدت نگهداری افزایش می‌یابد و مقدار آن در نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان به مراتب بیشتر از دو نمونه دیگر است. همچنین میزان تندگی در نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان، در طی نگهداری، افزایش چندانی نشان نمی‌دهد [15].

3-6- پذیرش کلی

اثر دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر پذیرش کلی پسته‌های برشته شده معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$). با توجه به شکل (6) و مقایسه میانگین داده‌ها، کمترین پذیرش کلی مربوط به فرمولاسیون 6 و دمای 150 درجه سانتی‌گراد می‌باشد، زیرا برای این نمونه‌ها از متابولیسم سولفیت سدیم 2 درصد استفاده شده است و احتمالاً بو و طعم سولفور در نمونه‌ها تا حدی مشهود بوده که سبب کاهش پذیرش کلی آنها گردیده است. از طرفی هنگام استفاده از دمای 150 درجه سانتی‌گراد نه تنها طعم پختگی در این نمونه‌ها بسیار زیاد و نامطلوب می‌گردد بلکه تندگی بیشتر آنها نیز باعث پذیرش کمتر خواهد شد. همچنین بیشترین امتیاز پذیرش کلی برای نمونه‌های فرمولاسیون 1 (استفاده از نمک به تنهایی) و دمای 120 درجه سانتی‌گراد حاصل شده است. معمولاً از نظر مصرف‌کنندگان طعم نمکی پسته برشته شده مطلوب به نظر می‌رسد و در نتیجه سبب افزایش دلپذیری این نمونه‌ها می‌گردد. ادیبی و همکاران (2002)، هنگام نمک زنی بادام زمینی‌ها و برشته کردن آنها متوجه شدند که نمک زنی باعث بهبود طعم و پذیرش کلی نمونه‌ها می‌گردد [27].

همچنین امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های برشته شده در دمای 120 درجه سانتی‌گراد نسبت به 90 درجه سانتی‌گراد، بالاتر است زیرا کاربرد دماهای کمتر باعث ایجاد تغییرات مطلوب در پسته‌ها تا سطح مورد نظر نخواهد شد. مقایسه میانگین‌ها نشان

جدول 1 همبستگی بین پارامترهای حسی و شیمیایی

متغیر 1 (x_1)	متغیر 2 (x_2)	ضریب همبستگی (r)	P Value
اندیس تندی	اندیس پراکسید	0/963	0/037 *
اسید چرب آزاد	اسید چرب آزاد	0/999	0/001 ***
تیوباریتوریک اسید	تیوباریتوریک اسید	0/976	0/024 *

4- نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده می توان چنین استنباط نمود که افزایش دمای برشته کردن پسته سبب افزایش اندیس پراکسید، اندیس تیوباریتوریک 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 تیوباریتوریک 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 متابی 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 نسبتاً ثابت باقی می ماند. بیشترین پذیرش کلی در مورد نمونه های حاوی نمک و در دمای 120 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.

5- منابع

- 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-Wissenschaft and Technologies*. 34, 168-171.
- [4] Saklar, S., Katnas, S. and Urgan, 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] Walkling, 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.

- [1] ashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical

- [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] Adebisi, 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., Birinren, 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. Thiobarbitoric 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. Sedaghat²

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 (F₁), without any additive (F₂), with salt plus 1% ascorbic acid (F₃), with salt plus 2% ascorbic acid (F₄), with salt plus 1% sodium metabisulfite (F₅) and with salt plus 2% sodium metabisulfite (F₆). All samples were roasted at three temperatures (90, 120 and 150 °C). The chemical analysis includes measurement of peroxide value, thiobarbitoric 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 thiobarbitoric 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