Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

تأثیراستفاده از اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) بر مدت زمان ماندگاری روغن پسته

معین اسماعیلی [۱]، سید امیرحسین گلی [۲] و احمد شاکراردکانی [۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۱

چکیده

در این مطالعه اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس نعناع فلفلی (در غلظت های ۱۵۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر پایداری اکسیداسیونی روغن پسته طی مدت نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی پایداری اکسیداتیو، برخی خصوصیات کیفی روغن از جمله عدد پراکسید (PV)، شاخص پایداری به اکسیداسیون (OSI) و ترکیب اسیدهای چرب روغن هر۲۰ روز یکبار اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی نشان دهنده تأثیر ترکیبات آنتی اکسیدانی مورد استفاده بر روند اکسیداسیون روغن در طی دوره نگهداری بود. از نظر طعم و مزه بین غلظت‌های صفر (شاهد)،۷۵۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در تمامی تیمارها عدد پراکسید روند افزایشی از خود نشان داد، به طوری که در پایان این دوره، بیشترین عدد پراکسید در بین همه نمونه‌ها به ترتیب متعلق به نمونه شاهد، نعناع (۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، BHT و نعناع (۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. بیشترین درصد افزایش این شاخص در نمونه شاهد مشاهده شد (۵۱/۱۷) و تیمارهای حاوی اسانس نعناع (۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و BHT اختلاف معنی داری نشان دادند ($P\leq ۰/۰۵$). در روز هشتادم به دلیل تشدید اکسیداسیون، شاخص OSI به کمترین مقدار خود رسیده است، به طوری که نمونه شاهد و اسانس نعناع فلفلی در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب کمترین و بیشترین شاخص پایداری به اکسیداسیون را نشان دادند (۵/۱ و ۱۲/۱ساعت). اسانس طبیعی نعناع فلفلی در همه شاخص‌های مورد اندازه‌گیری عملکرد بهتری نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT داشته و در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون تاثیر بر عطر و طعم، جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی است.

واژگان کلیدی: اسانس نعناع فلفلی، اسید چرب، پایداری اکسیداسیونی، روغن پسته

---

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
[۳] عضو هیئت علمی پژوهشکده پسته کشور.
[*] ایمیل نویسنده مسئول: (shaker@pri.ir)

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

مقدمه

پسته گیاهی نیمه گرمسیری از تیره آناکاردیاسه (Anacardiaceae) و جنس *Pistacia* است که بسیار نیروزا و سرشار از مواد پروتئینی، چربی، ویتامین‌ها و املاح است. ۳۰ گرم پسته بیش از ۱۰ درصد نیاز روزانه انسان به فیبر، ویتامین B6، تیامین، منیزیم، فسفر و مس را تامین می کند (۵). پسته حاوی مقدار زیادی استرول گیاهی است (تقریباً ۶۰ میلی‌گرم در ۳۰ گرم) که موجب کاهش ابتلاء به بیماری‌های قلبی و سرطان می‌شود. علاوه بر این پسته منبع بسیار خوبی از اسیدهای چرب تک غیراشباعی است که به افزایش سطح کلسترول خوب، بدون افزایش کلسترول بد در بدن انسان کمک می کند (۱۱). مغز پسته منبع خوبی از چربی (۶۰/۶-۵۲/۴ درصد) می‌باشد و در مقایسه با بیشتر مغزهای درختی (میوه های آجیلی) و دانه‌های روغنی حاوی روغن بیشتری است و به همین دلیل روغن پسته یکی از فرآورده‌های جانبی آن است. روغن پسته حاوی اسیدهای چرب ضروری غیراشباع (اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید) است که با توجه به خواص تغذیه‌ای بسیار مناسب می‌تواند از بروز بیماری‌های قلبی- عروقی و تجمع کلسترول در بدن جلوگیری کند (۱۴). نسبت بالای اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع، موجب بالا بردن ارزش تغذیه‌ای روغن پسته شده ولی از طرف دیگر حساسیت این روغن را به اکسیداسیون افزایش می‌دهد. اکسیداسیون روغن در طول دوره نگهداری موجب توسعه طعم و رنگ نامطلوب، تندی و کاهش خواص تغذیه‌ای در محصول می‌شود که کیفیت روغن را کاهش داده و موجب کاهش مدت زمان نگهداری می‌شود. عواملی چون حرارت، نور، و بعضی مواد پراکسیدان مثل فلزات می‌توانند باعث تسریع این نوع فساد شوند (۱۸). یکی از راه‌های مهم مقابله با اکسیداسیون روغن استفاده از آنتی-اکسیدان‌ها است که با توجه به اینکه تنها افزودنی مجاز در روغن پسته به‌شمار می‌آیند، استفاده از آن‌ها ضرورت می-یابد. اگر چه به طور طبیعی توکوفرول‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در روغن‌های گیاهی وجود دارند اما امروزه برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن اکثراً از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی مانند ترشیو بوتیل هیدروکینون (TBHQ)، بوتیلات هیدروکسی تولوئن (BHT) و بوتیلات هیدروکسی آنیزول (BHA) استفاده می‌کنند. امروزه با توجه به آثار جانبی و معایب استفاده از ترکیبات نگهدارنده سنتزی از جمله احتمال ابتلاء به سرطان، در برخی از کشورها از جمله ژاپن، کانادا و کشورهای اروپایی استفاده از TBHQ ممنوع شده و به‌طور مشابه BHA نیز از لیست ترکیبات ایمن[1] حذف گردیده است، مطالعه و بررسی منابع مختلف گیاهی و ترکیبات طبیعی جهت معرفی جایگزینی مناسب برای آنتی-اکسیدان‌های سنتزی افزایش یافته است (۳).

[1] Generally recognize as safe (GRAS)

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

اسانس‌ها هم از نظر مقدار و هم از نظر ترکیبات سازنده تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی و درونی هستند. عوامل بیرونی مانند دما، رطوبت، نور، موقعیت جغرافیایی، خاک و غیره اهمیت دارند. با بررسی مطالعات و تحقیقات مختلف، بیشترین درصد ترکیبات اسانس نعناع فلفلی را به ترتیب منتول (۳۹/۸درصد)، منتون (۱۹/۵درصد)، نئومنتول (۸/۸ درصد)، منتول استات (۸/۶ درصد) تشکیل می‌دهند (Sivropoulou *et al*, 1996). درمان و همکاران (۵) به مطالعه و بررسی ترکیبات فنولیک و قدرت آنتی‌اکسیدانی ۷ گونه از گیاه نعناع شامل آگاتیکا (*M. aquatica*)، آرونسیس (*M. arvensis*)، دالماتیکا (*M. dalmatica*)، هاپلوکالیکس (*M. haplocalyx*)، موراکو (*M. Morocco*)، ورتیکالاتا (*M. verticillata*) و پایپریتا (*M. piperita*) پرداختند. نتایج نشان داد در بین گونه‌های مذکور نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) دارای بیشترین ترکیبات فنولی (۲۳۰ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن) و در نتیجه دارای بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدان طبیعی جهت کاربرد در صنعت غذا معرفی شد. همچنین در بررسی اجزا اسانس این گیاه با HPLC ترکیبات غالب منتول (حدود ۳۹ درصد) و منتون (حدود ۱۹ درصد) معرفی شدند (۵). اسانس نعناع فلفلی اثر آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی قوی دارد (۹). بررسی مدت زمان ماندگاری روغن گردو با استفاده از اسانس طبیعی رزماری و آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ توسط مارتینز و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد. نتایج نشان داد که آنتی‌اکسیدان طبیعی رزماری (۸۰۰μg/g oil) جایگزین مناسبی برای آنتی-اکسیدان سنتزی (آسکوربیل پالمیتات و TBHQ) است (۱۲).

کامکار و همکاران (۲۰۱۰) اسانس نعناع را در ۵ غلظت (۱۰۰۰ و۸۰۰،۶۰۰،۴۰۰،۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و آنتی-اکسیدان سنتزی BHT را در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جهت بررسی پایداری اکسیداتیو به روغن آفتابگردان اضافه کرده و مدت ۷ روز در دمای ۶۰°C نگهداری کردند. در طول مدت زمان نگهداری در نمونه‌های حاوی اسانس نعناع عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید کمتری در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده شد (۱۰). هدف از این پژوهش بررسی اثر اسانس نعناع فلفلی، به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی در افزایش پایداری اکسیداتیو و بهبود پروفایل اسیدهای چرب روغن خام پسته رقم اوحدی طی دوره نگهداری بود.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

پسته (*Pistacia vera* L.) رقم اوحدی از باغ های پسته شهرستان رفسنجان و گیاه نعناع فلفلی (Mentha piperita) از مزارع دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت تازه برداشت شد. مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص بالا تهیه گردید.

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

استخراج روغن پسته

پس از برداشت پسته و پوست‌گیری ابتدا مغز تازه پسته به مدت یک روز درون آون با دمای ۲ ±۳۰ درجه سانتی گراد تا رطوبت ۵ درصد خشک گردید (۸). سپس توسط دستگاه Cold press (مدل ۸۰mm ساخت شرکت ایران کلد پرسینگ) روغن پسته استخراج و جهت جدا کردن نرمه‌ها، روغن از صافی سلولزی با مش‌های ۱۰ میکرونی عبور داده شد.

استخراج اسانس

برای استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب (Hydrodistilation) و دستگاه اسانس‌گیری (Clevenger) استفاده گردید (۶). عمل آب‌گیری از اسانس حاصل توسط سولفات سدیم بدون آب (Na_2so_4) صورت پذیرفت. بلافاصله اسانس استخراج شده به یک شیشه تیره حاوی فویل آلومینیوم منتقل و تا زمان استفاده در یخچال در دمای $4^{\circ}C$ نگهداری شد.

ارزیابی حسی

جهت انتخاب غلظت مناسب اسانس، ارزیابی حسی در مقیاس هدونیک توسط ۲۰ ارزیاب نیمه آموزش دیـده (۱۰ مرد و ۱۰ زن) انجام گردید. در مقیاس هدونیک بهترین نمونه از نظر طعم و مزه امتیاز ۵ و بدترین نمونـه امتیـاز ۱ در نظر گرفته شد. ۵ غلظت صفر (شاهد)، ۷۵۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از اسانس نعناع فلفلی در روغـن پسته استفاده شد و سپس نمونه‌های روغن توسط ارزیاب‌ها از نظر طعم و مزه مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیـابی حسـی قبل از بررسی های شیمیایی انجام گردید.

آماده سازی روغن پسته

پس از استخراج روغن به منظور بررسی روند اکسیداسیون، روغن با اسانس نعناع فلفلی در دو غلظت ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه با هموژنایزر مخلوط گردید. سپس نمونه‌های روغن پسته حاوی اسانس طبیعی، آنتی‌اکسیدان سنتزی همراه با نمونه شاهد (بدون آنتی‌اکسیدان) درون ظروف شیشه‌ای تیره رنگ بسته‌بندی و به مدت ۸۰ روز در انکوباتور با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن مطابق روش AOCS هر ۲۰ روز یک‌بار بررسی شد (۱).

عدد پراکسید

مطابق روش AOCS به شماره ۵۳-۸ Cd انجام شد (۱). مقدار ۰/۰۵± ۵ گرم نمونه روغن را در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری وزن کرده و ۳۰ میلی لیتر محلول اسید استیک - کلروفرم به آن افزوده و مخلوط هم زده شد تا

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

روغن در آن حل شود. به این محلول ۰/۵ میلی لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع شده افزوده و بعد از یک دقیقه ۳۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. محلول به آرامی با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر شد. بعد از آنکه رنگ زرد از بین رفت، تقریباً ۰/۵ میلی لیتر شناساگر نشاسته ۱ درصد به آن افزوده و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه یافت. در حین تیتراسیون محلول به شدت تکان داده شد تا ید از لایه کلروفرم آزاد گردد. درصورتی که در تیتراسیون کمتر از ۰/۵ میلی لیتر محلول تیوسولفات مصرف می گردید، آزمایش با محلول ۰/۰۱ نرمال تکرار می شد.

برای آزمایش شاهد کلیه عملیات اصلی بدون نمونه انجام شد. عدد پراکسید روغن (میلی اکی والان پراکسید در هر کیلوگرم روغن) با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{\text{۱۰۰۰*نرمالیته تیوسولفات× (حجم تیوسولفات مصرفی برای نمونه - حجم مصرفی شاهد)}}{\text{گرم وزن نمونه}}$$

تعیین پروفیل اسیدهای چرب به روش کروماتوگرافی گازی [1](GC)

برای تعیین پروفیل اسیدهای چرب از دستگاه کروماتوگرافی گازی Agilent مدل 6890N ساخت آمریکا و از روش گلی و همکاران (۲۰۰۸)، (۷) برای تولید متیل استر اسیدهای چرب استفاده شد. به منظور شناسایی اسیدهای چرب ابتدا استانداردهای اسید چرب شامل اسید پالمتیک، اسید استئاریک، اسید اولئیک، اسیدلینولئیک و اسیدلینولنیک تهیه و پس از رقیق سازی به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق گردید. برای تعیین اسیدهای چرب ۵۰ میکرولیتر از روغن در ۱ میلی‌لیتر هگزان حل شد، سپس ۱۰۰ میکرولیتر از متوکسید سدیم متانولی ۰/۵ نرمال به آن اضافه شده و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق تکان داده شد. در انتها نمونه متیله شده در تماس با سولفات سدیم بدون آب قرار گرفت تا رطوبت آن خارج شود. ستون مورد استفاده HP-88 به طول ۱۰۰ متر، قطر ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت فاز ثابت ۰/۲۰ میکرومتر بوده و از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل با جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. برنامه دمایی ستون به این صورت بود که در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ دقیقه ثابت مانده، سپس با سرعت ۵ درجه سلسیوس در دقیقه به دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس رسیده و به مدت ۲ دقیقه نیز در این دما قرار گرفت و پس از آن با سرعت ۵ درجه سلسیوس در دقیقه به دمای ۲۴۰ درجه سلسیوس رسیده و به مدت ۸ دقیقه دیگر در این دما نگه‌داشته شد. آشکارساز دستگاه از نوع یونش شعله ای ۲ با دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس، دمای تزریق

[1] Gas Chromatography
[2] FID (Flame Ionization Detector)

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

۱۵۰ درجه سلسیوس و حجم تزریق ۱ میکرولیتر تقسیم شده[1] در مقیاس ۱ به ۳۰ انجام گردید. بر اساس زمان خروج پیک، اسید چرب شناسایی شده و سطح زیر پیک، میزان اسید چرب مورد نظر را نشان داد (۷).

پایداری به اکسیداسیون (OSI)

دستگاه رنسیمت (مدل ۶۷۹، Metrohm-سوئیس) مطابق با AOCS (۲۰۰۴) روش (Cd ۱۲ b-۹۲) به منظور اندازه گیری پایداری اکسیداتیو (OSI) مورد استفاده قرار گرفت (۱). جریانی از هوای خشک و تمیز با سرعت ۱۵ لیتر بر ساعت به درون ظرف حاوی ۳ گرم نمونه روغن دمیده شد. شاخص پایداری اکسایشی به طور خودکار در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد (۱).

آنالیز آماری

تمام آزمون‌ها با ۳ تکرار انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارهای تحت بررسی شامل غلظت آنتی‌اکسیدان‌ها و زمان بودند. آزمون مقایسه میانگین‌ها نیز به روش LSD (حداقل تفاوت های معنی دار) در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. برای تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی حسی

جدول ۱- مقایسه میانگین نتایج ارزیابی حسی از نظر طعم و مزه

برای غلظتهای مختلف اسانس نعناع فلفلی

غلظت اسانس (میلی‌گرم بر لیتر)	نعناع فلفلی
۰	۴/۹۰ [a]
۷۵۰	۴/۷۵ [a]
۱۵۰۰	۴/۷۵ [a]
۳۰۰۰	۴/۷۰ [a]
۵۰۰۰	۲/۴۰ [b]

حروف کوچک غیر مشترک بیان گر تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ می باشد.

[1] Split

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

بر طبق نتایج جدول ۱ از نظر طعم و مزه بین غلظت‌های صفر (شاهد)،۷۵۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. از آنجایی که با افزایش غلظت اسانس خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش می‌یابد بنابراین جهت انجام آزمایش غلظت‌های ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از اسانس نعناع فلفلی به روغن پسته اضافه شد.

عدد پراکسید

در تمامی تیمارها عدد پراکسید روند افزایشی از خود نشان داد، به طوری که در پایان این دوره، بیشترین عدد پراکسید در بین همه نمونه‌ها به ترتیب متعلق به نمونه شاهد، نعناع (۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، BHT و نعناع (۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. بیشترین درصد افزایش این شاخص در نمونه شاهد مشاهده شد (۵۱/۱۷) و تیمارهای حاوی اسانس نعناع (۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و BHT اختلاف معنی داری نشان دادند ($P\leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). عدد پراکسید روغن پسته خام، ۰/۸۸۵ میلی‌اکی‌والان به دست آمد که با توجه به اینکه استاندارد کدکس عدد پراکسید برای روغن-های خام را کمتر از ۱۰ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن اعلام کرده است عدد به دست آمده نشان دهنده کیفیت خوب روغن است (۴). هیدروپراکسیدها محصولات اولیه اکسیداسیون می باشند که در اثر واکنش اکسیژن و اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می‌شوند. در اثر اکسیداسیون و افزایش مدت زمان نگهداری میزان این ترکیبات افزایش می‌یابد. چن و همکاران (۲۰۱۴) جهت افزایش مدت زمان نگهداری روغن آفتابگردان از اسانس طبیعی رزماری در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ وBHT در همین غلظت استفاده نمودند (۲). در بررسی این محققین پس از ۳ هفته انبارداری روند افزایشی در عدد پراکسید مشاهده گردید و بیشترین عدد پراکسید در پایان انبارداری مربوط به نمونه شاهد بود. اسانس رزماری در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آنتی‌اکسیدان طبیعی بسیار قوی تشخیص داده شد و در این غلظت جایگزینی مناسب برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی همچون BHT بود (۲). شهسواری و همکاران (۲۰۰۸) اثر اسانس آویشن شیرازی (غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT و BHA (غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) را بر روغن سویا به مدت ۳۲ روز با اندازه‌گیری عدد پراکسید مورد مطالعه قرار دادند. این محققین مشاهده نمودند که عدد پراکسید به غلظت آنتی‌اکسیدان بستگی دارد و با افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان، عدد پراکسید به طور چشم‌گیری کاهش یافت. همچنین اسانس قادر به کاهش سرعت اکسیداسیون روغن سویا در شرایط تسریع شده (دمای ۶۰ درجه سلسیوس) و قابل مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی است (۱۷).

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

جدول ۲- تغییرات عدد پراکسید (میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) روغن پسته خام طی ۸۰ روز نگهداری در دمای ۶۰°C.

	روز نگهداری				
تیمار (میلی‌گرم بر لیتر)	۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
نعناع فلفلی ۳۰۰۰	n ۰/۸۸ ±۰/۰۱	m ۴/۲۶ ±۰/۰۵	j ۸/۱۶ ±۰/۰۶	g ۱۲/۷۹ ±۰/۰۹	e ۱۶/۳۱ ±۰/۱
نعناع فلفلی ۱۵۰۰	n ۰/۸۸ ±۰/۰۱	k ۷/۰۵ ±۰/۱	h ۱۰/۹۸ ±۰/۱	e ۱۵/۸۸ ±۰/۲	b ۱۸/۸۹ ±۰/۰۹
BHT	n ۰/۸۸ ±۰/۰۱	l ۶/۱۶ ±۰/۰۷	i ۱۰/۱۵ ±۰/۰۹	f ۱۴/۴۶ ±۰/۰۹	d ۱۷/۳۸ ±۰/۰۸
شاهد	n ۰/۸۸ ±۰/۰۱	i ۹/۵۷ ±۰/۱	c ۱۹/۰۶ ±۰/۳	b ۲۸/۱۶ ±۰/۳	a ۵۱/۱۷ ±۱/۰

حروف کوچک غیر مشترک بیان گر تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ می باشد.

پایداری به اکسیداسیون (OSI)

نتایج (جدول ۳) نشان می‌دهد که شاخص OSI برای روغن پسته خام در دمای ۱۲۰°c، ۱۶ ساعت می باشد. این میزان بالای شاخص OSI نشان دهنده پایداری اکسیداتیو بالای روغن پسته بوده که می‌تواند به دلیل وجود آنتی-اکسیدان‌های طبیعی در روغن پسته باشد. همچنین این روغن دارای میزان بالایی از اسیدهای چرب تک غیراشباعی می‌باشد که باعث پایداری خوب روغن پسته به اکسیداسیون شده است (۱۶).

نتایج (جدول ۳) نشان می‌دهد بین تیمارها و نمونه شاهد در مجموع زمان‌ها تفاوت معنی‌داری ($P <$ ۰/۰۵) وجود دارد. در روز هشتادم به دلیل افزایش مدت زمان نگهداری و به تبعیت از آن تشدید اکسیداسیون، شاخص OSI به کمترین مقدار خود رسیده است، به طوری که نمونه شاهد کمترین (۵/۱ ساعت) شاخص پایداری به اکسیداسیون را دارا می باشد و پس از آن اسانس نعناع فلفلی در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۷/۷ساعت) و بالاترین مقدار (۱۲/۱ساعت) نیز متعلق به اسانس نعناع فلفلی در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است. بر اساس گزارش مازینانی (۲۰۱۱)، در هر سه دمای ۱۲۰،۱۱۰ و ۱۳۰°C روغن پسته خام نسبت به دو روغن دیگر بیشترین پایداری به اکسیداسیون را نشان داد (۱۰،۱۶و۶ ساعت) و پس از آن روغن بادام (۱۵/۵، ۹/۶ و۵/۸) و در نهایت روغن گردو به دلیل غنی بودن از اسیدهای چرب چند غیراشباعی دارای پایین‌ترین پایداری به اکسیداسیون بود (۱۰، ۴ و ۲/۱ ساعت) (۱۳). نتایج پژوهش حاضر نشان داد در مدت زمان نگهداری به دلیل اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع به‌خصوص اسید اولئیک (شاخص پایداری روغن پسته) از پایداری روغن کاسته شده در نتیجه شاخص OSI در مدت زمان انبارداری روند کاهشی داشته است. مارتینز و همکاران (۲۰۱۳) برای بررسی روند اکسیداسیون روغن گردو در طول مدت زمان ۱۸۰ روز انبارداری شاخص پایداری اکسیداسیونی را اندازه‌گیری کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

دادکه به طور کلی شاخص OSI در طول مدت زمان انبارداری روند کاهشی ناچیزی داشت و کمترین میزان این اندیس در پایان مدت انبارداری مربوط به نمونه شاهد (بدون آنتی اکسیدان) بود (۱۲).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه‌های روغنی به میزان زیادی بستگی به ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها دارد (۱۵). نتایج مختلف نشان می‌دهد که اولئیک (۶۶/۲۳۷-۶۱/۵۷۰٪)، لینولئیک (۲۵/۱۸۰-۱۷/۴۸۵٪) و پالمتیک اسید (۱۰/۵۶۰-۹/۹۲۶٪) به ترتیب سه اسید چرب غالب روغن پسته هستند. ترکیب و درصد اسیدهای چرب روغن مورد نظر در این پژوهش در زمان صفر با نتایج ییلدیز و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت داشت (۱۹).

جدول۳- تغییرات شاخص OSI (ساعت) در تیمارهای مختلف در طی ۸۰ روز نگهداری در دمای ۶۰°C.

تیمار (میلی‌گرم بر لیتر)	روز نگهداری				
	۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
نعناع ۳۰۰۰	۱۶/۰۱± ۰/۲^{E}	۱۴/۸±۰/۲^{Aa}	۱۴/۰۵±۰/۱^{Ba}	۱۲/۸۵±۰/۱^{Ca}	۱۲/۱۰±۰/۱^{Da}
نعناع ۱۵۰۰	۱۶/۰۱± ۰/۲^{E}	۱۰/۹±۰/۱ ^{Ab}	۹/۸۵±۰/۱^{Bb}	۸/۲۵±۰/۰۷^{Cb}	۷/۷۲±۰/۱^{Db}
BHT ۱۰۰	۱۶/۰۱± ۰/۲^{E}	۱۳/۰۷±۰/۳^{Ac}	۱۲/۸۴±۰/۲^{Bc}	۱۱/۱۲±۰/۱^{Cc}	۱۰/۸۱±۰/۰۸^{Dc}
شاهد (بدون آنتی اکسیدان)	۱۶/۰۱± ۰/۲^{E}	۸/۱±۰/۱^{Ad}	۷/۴۲±۰/۱^{Bd}	۶/۱۹±۰/۱^{Cd}	۵/۱۶±۰/۰۶^{Dd}

حروف کوچک در هر ستون، و حروف بزرگ در هر ردیف غیر مشترک بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است.

در طول مدت زمان نگهداری میزان اسیدهای چرب اشباع (پالمتیک و استئاریک) به میزان ناچیزی افزایش ولی از میزان اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) کاسته شده است. در مجموع زمان‌ها در مورد همه اسیدهای چرب بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). در پایان روز هشتادم نمونه شاهد میزان بیشتری از اسیدهای چرب غیراشباع را از دست داد (اسید اولئیک ۶۲/۰۲٪ و اسید لینولئیک ۲۵/۹۹٪). پس از آن در نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی بیشترین کاهش اسیدهای چرب غیراشباع (اسید اولئیک ۶۲/۴۴ ٪ و اسید لینولئیک ۲۶/۲۹٪) رخ داده است. اما اسانس طبیعی نعناع فلفلی در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به خوبی توانسته میزان غیراشباعیت روغن را حفظ کند (اسید اولئیک ۶۲/۴۵٪ و اسید لینولئیک ۲۶/۳۰٪).

پروفیل اسیدهای چرب

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میزان اسیدهای چرب اشباع (پالمتیک و استئاریک) روغن پسته پایین بوده در حالی که این روغن غنی از اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) است.

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

روغن با میزان بالای اسیدهای چرب غیراشباع به شدت به فرآیند اکسیداسیون حساس بوده و برای جلوگیری از واکنش‌های نامطلوب و فساد روغن باید دقت زیادی در فرآوری و نگهداری آن کرد. بنابراین به لحاظ غیراشباعیت بالای روغن پسته شرایط نگهداری و بسته‌بندی آن بسیار مورد توجه است. از اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) مانند اسید لینولئیک و اسید لینولنیک جهت تعیین میزان حساسیت روغن‌های مختلف به اکسیداسیون استفاده می شود.

جدول۴- تغییرات پروفیل اسیدهای چرب در تیمارهای مختلف روغن پسته در طی ۸۰ روز نگهداری در دمای ۶۰°C.

اسید چرب	زمان (روز)	شاهد	نعناع ۱۵۰۰mgL^{-1}	نعناع ۳۰۰۰mgL^{-1}	BHT ۱۰۰mgL^{-1}
اسید پالمتیک	۰	۹/۴۷±۰/۰۳^{C}	۹/۴۷±۰/۰۳^{C}	۹/۴۷±۰/۰۳^{C}	۹/۴۷±۰/۰۳
	۲۰	۹/۷۸±۰/۰۰۹^{Aa}	۹/۶۲±۰/۰۰۵^{Ad}	۹/۵۸±۰/۰۰۶^{Ab}	۹/۵۹±۰/۰۰۶^{Ac}
	۸۰	۱۰/۰۰±۰/۰۱^{Ba}	۹/۸۹±۰/۰۰۷^{Bd}	۹/۷۴±۰/۰۰۷^{Bb}	۹/۷۶±۰/۰۰۷^{Bc}
اسید استئاریک	۰	۱/۳۶±۰/۰۰۹^{C}	/۳۶±۰/۰۰۹^{C}	۱/۳۶±۰/۰۰۹^{C}	۱/۳۶±۰/۰۰۹^{C}
	۲۰	۱/۵۹±۰/۰۱^{Aa}	۱/۴۷±۰/۰۰۶ ^{Ad}	۱/۴۲±۰/۰۰۶^{Ab}	۱/۴۶±۰/۰۰۷^{Ac}
	۸۰	۱/۸۲±۰/۰۰۸^{Ba}	۱/۶۹±۰/۰۱^{Bd}	۱/۶۵±۰/۰۰۸^{Bb}	۱/۶۷±۰/۰۰۹^{Bc}
اسید اولئیک	۰	۶۲/۷۹±۰/۰۱^{C}	۶۲/۷۹±۰/۰۱^{C}	۶۲/۷۹±۰/۰۱^{C}	۶۲/۷۹±۰/۰۱^{C}
	۲۰	۶۲/۳۹±۰/۰۱^{Aa}	۶۲/۶۰±۰/۰۰۵^{Ad}	۶۲/۶۵±۰/۰۰۸^{Ab}	۶۲/۶۳±۰/۰۰۸^{Ac}
	۸۰	۶۲/۰۲±۰/۰۰۹^{Ba}	۶۲/۴۱±۰/۰۰۶^{Bd}	۶۲/۴۵±۰/۰۰۷^{Bb}	۶۲/۴۴±۰/۰۰۶^{Bc}
اسید لینولئیک	۰	۲۶/۶۷±۰/۰۵^{C}	۲۶/۶۷±۰/۰۵^{C}	۲۶/۶۷±۰/۰۵^{C}	۲۶/۶۷±۰/۰۵^{C}
	۲۰	۲۶/۲۲±۰/۰۰۸^{Aa}	۲۶/۴۲±۰/۰۰۵^{Ad}	۲۶/۴۹±۰/۰۰۸^{Ab}	۲۶/۴۸±۰/۰۱^{Ac}
	۸۰	۲۵/۹۹±۰/۰۲^{Ba}	۲۶/۲۶±۰/۰۰۸^{Bd}	۲۶/۳۰±۰/۰۰۵^{Bb}	۲۶/۲۹±۰/۰۰۷^{Bc}
اسید لینولنیک	۰	۰/۸۱±۰/۰۱^{C}	۰/۸۱±۰/۰۱^{C}	۰/۸۱±۰/۰۱^{C}	۰/۸۱±۰/۰۱^{C}
	۲۰	۰/۶۲±۰/۰۱^{Aa}	۰/۷۰±۰/۰۰۵ ^{Ad}	۰/۷۵±۰/۰۰۵^{Ab}	۰/۷۳±۰/۰۰۶ ^{Ac}
	۸۰	۰/۴۰±۰/۰۱^{Ba}	۰/۵۴±۰/۰۰۷ ^{Bd}	۰/۶۰±۰/۰۰۷^{Bb}	۰/۵۹±۰/۰۰۷ ^{Bc}

در هر ستون، حروف کوچک و در هر ردیف، حروف بزرگ غیرمشترک بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است.

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که بر اساس نتایج عدد پراکسید اسانس طبیعی نعناع فلفلی در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ، عملکرد بهتری در کاهش اکسیداسیون نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT داشته و مدت زمان ماندگاری روغن پسته را بدون تاثیر منفی بر عطر و طعم، افزایش داده است. اما این اسانس در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نتوانسته جایگزینی مناسب برای آنتی‌اکسیدان سنتزی باشد. تمامی تیمارها از نظر عدد پراکسید، شاخص پایداری به اکسیداسیون (OSI) و تغییرات پروفیل اسیدهای چرب تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نشان دادند. با توجه به نتایج عدد پراکسید و شاخص پایداری به اکسیداسیون اسانس طبیعی عملکرد بهتری در کاهش اکسیداسیون داشته است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به خواص مفید اسانس نعناع و عملکرد مناسب آن در کاهش اکسیداسیون روغن، از غلظت‌های مناسب اسانس بدون آنکه بر عطر و طعم روغن تاثیر بسزایی داشته باشد، جهت جایگزینی مناسب برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در صنایع مختلف غذایی به‌خصوص صنعت روغن استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از پژوهشکده پسته به خاطر همکاری در انجام این پروژه تحقیقاتی صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017

منابع

1- AOCS. 2004. Official Methods and Recommended Practices of the American oil Chemists' Society (4 ed.). Champaign, IL: AOCS Press.

2- Chen, X., Zhang, Y., Zu, Y., Yang, L., Lu, Q., and W. Wang,. 2014. Antioxidant effects of rosemary extracts on sunflower oil compared with synthetic antioxidants. International Journal of Food Science & Technology, 49(2): 385-391.

3- Cicerale, S.C., Xavier A. B., Neil .W. and Russell S.J. 2013. Storage of extra virgin olive oil and its effect on the biological activity and concentration of oleocanthal. Food Research International, 50(2): 597-602.

4- Codex, A. 2010. Fats, oils and related products (2nd Ed.). Rome, Italy: FAO/WHO Food Standards Programme.

5- Dorman, HJ. Damien, K. ,Müberra, K., Kirsti, H.Y. and R. Hiltunen. 2003. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from Mentha species, hybrids, varieties, and cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(16): 4563-4569.

6- Feyzi ,P., Kamali, H., Yazdani, A., and Hashemimoghadam, H. 2012. Comparison of solvent extraction and hydrodistillation of essential oil from Biebersteinia multifida DC. Conjunction with gas chromatography–mass spectroscopy. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences, 4: 35-41.

7- Goli, A.H., Barzegar, M., and M.A. Sahari. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistacia vera* L.) hull extracts. Food Chemistry, *92*(3): 521-525.

8- ISIRI. 2014. Natural Open Pistachio– Specifications. Karaj: Iranian National Standardization Organization.

9- Izadi, Z., Ahmadvand, G., Esna-Ashari, M., Piri, K.H. and P. Davoodi. 2010. Biochemical and Antimicrobial Activities of Salvia Officinalis L. and Mentha Piperita L. Essential oils. Armaghane-Danesh, 15(1): 19-29.

10- Kamkar, A., Jebelli Javan, A., Asadi, F., & Kamalinejad, M. 2010. The antioxidative effect of Iranian Mentha pulegium extracts and essential oil in sunflower oil. Food and Chemical Toxicology, 48(7): 1796-1800.

11- Kornsteiner, M., Wagner, K.H., & Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. Food Chemistry, 98(2): 381-387.

12- Martínez, M.L, Penci, M.C., Ixtaina, V., Ribotta, P.D., and D. Maestri. 2013 .Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of walnut oil under different storage conditions. LWT-Food Science and Technology, 51(1): 44-50.

13- Mazinani, S., Elhamirad, A.H., Piravivanak, Z., and M. Taghavi. 2011. Evaluation of thermal stability, the characteristics and of phenolic compound antioxidants and profile fatty acids in the oils, (pistachionut, walnut and almond). Journal of Food Science and Technology, 2(3): 46-52.

14- Miraliakbari, H., and F. Shahidi. 2008. Oxidative stability of tree nut oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(12): 4751-4759.

15- Padley, F., Gunstone, B., Frank, D., and L.J. Harwood. 1986. Occurrence and characteristics of oils and fats. The lipid handbook. Springer. 49-170.

16- Riveros, C.G., Mestrallet, M.G., Gayol, M.F., Quiroga, P.R., Nepote, V., and N.R. Grosso. 2010. Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(15): 2694-2699.

17- Shahsavari, N., Barzegar, M., Sahari, M.A., and H. Naghdibadi. 2008. Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of Bunium persicum. Plant Foods for Human Nutrition, 63(2): 183-188.

18- Tavakolipour, H ,.Armin, M., & Kalbasi-Ashtari, A. 2010. Storage stability of Kerman pistachio nuts *(Pistacia vera* L.). International Journal of Food Engineering, 6(6): 1-11.

19- Yildiz, M., Gurcan, S.T., and Ozdemir, M. 1998. Oil composition of pistachio nuts (*Pistacia vera* L.) from Turkey. Fett-Lipid, 100(3): 84-86.

Downloaded from pistachioj.ir at 19:46 +0430 on Tuesday September 19th 2017