مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی پایداری اکسایشی روغن سویای مخلوط با روغن بنه (*Pistacia atlantica*)

نسیم دهقان[۱]، حسن برزگر[۲*]، محمد امین مهرنیا[۳]، حسین جوینده [٤]

۱. دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۳. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

٤. استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۵

کلمات کلیدی:

اکسیداسیون،

فعالیت آنتی‌اکسیدانی،

اسید چرب،

تیوباربیتوریک اسید.

DOI: 10.22034/FSCT.19.130.343

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.26.5

* مسئول مکاتبات:

hbarzegar@asnrukh.ac.ir

چکیده

مروزه با ثابت شدن اثرات مضر آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی بر سلامت انسان، پژوهشگران صنایع غذایی در پی جایگزین کردن ترکیبات طبیعی به‌جای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی هستند. این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از توانایی آنتی‌اکسیدانی روغن بنه (*Pistacia atlantica*) در پایداری روغن تصفیه شده بدون آنتی‌اکسیدان روغن سویا انجام شد. در این پژوهش، مخلوط‌هایی از روغن بنه با نسبت‌های متفاوت (۱، ۳، و ۵ درصد وزنی- وزنی) با روغن سویا در مقایسه با نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی ترسیو بوتیل هیدروکینون (TBHQ) و بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT)، (به ترتیب ۱۰۰ppm و ۲۰۰ ppm) و همچنین نمونه شاهد (فاقد آنتی‌اکسیدان) تحت شرایط تسریع یافته (دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) با سنجش اعداد پراکسید، اسیدی و تیوباربیتوریک اسید (به مدت ۱۲ روز و فاصله زمانی دو روز) مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار ترکیبات فنلی تام با استفاده از آزمون فولین سیوکالتو و اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی با آزمون فعالیت مهار رادیکال آزاد ۲-۲دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) بررسی گردید. پروفایل اسیدهای چرب روغن بنه با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی بررسی گردید. نتایج نشان داد اسید چرب غالب در روغن بنه اسید اولئیک (۵۶/۵۳٪) است. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH برای روغن بنه ۲/۶± ٦٤/٧ درصد و میزان ترکیبات فنولی تام برای عصاره تهیه شده از روغن بنه µg/mg ٤/٥±٨٧/٣ به دست آمد. همچنین در آزمون آون در بررسی اعداد اسیدی، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید نمونه حاوی ۵ درصد روغن بنه اختلاف معنی‌داری با نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT نداشت و عملکردی مشابه آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT نشان داد. نتایج این پژوهش، اثر روغن بنه در به تاخیر انداختن اکسیداسیون روغن سویای بدون آنتی‌اکسیدان سنتزی را تائید کرد.

۱- مقدمه

موجودات زنده هر روز در معرض فاکتورهای تنش‌زایی از جمله گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشند. گونه‌های اکسیژن فعال در ایجاد بیماری‌هایی نظیر سرطان، دیابت، نقرس، پیری و بیماری‌های قلبی_عروقی موثرند [۱]. سیستم‌های آنتی‌اکسیدان بافت‌های گیاهی شامل آنزیم‌های پالاینده گونه‌های اکسیژن واکنش پذیر[1] مانند کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، پراکسیدازها و آنزیم‌های سم-زدای فرآورده‌های حاصل از پراکسیداسیون لیپید شامل گلوتاتیون-S-ترنسفراز،فسفولیپید-هیدروپراکسیدگلوتاتیون پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و شبکه‌ای از آنتی‌اکسیدان‌های با جرم مولکولی کم شامل آسکوربات، گلوتاتیون، ترکیبات فنلی، توکوفرول‌ها، کاروتنوئیدها و غیره می‌باشند. به علاوه مجموعه کاملی از آنزیم‌ها شامل مونودهیدروآسکوربات ردوکتاز، دهیدروآسکوربات ردوکتاز و گلوتاتیون ردوکتاز برای تولید مجدد شکل‌های فعال آنتی‌اکسیدان‌ها، مورد نیاز می‌باشند [۲]. اگر چه بسیاری از روغن‌ها حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نظیر فلاونوئید و توکوفرول‌ها می‌باشند، اما به دلیل اثر بخشی ناکافی این ترکیبات، افزودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی برای جلوگیری از آغاز و پیشرفت فساد اکسیداتیو ضروری است [۳]. پسته وحشی (بنه) با نام علمی *Pistacia atlantica*، درختی از خانواده anacardiaceae، می‌باشد و خاستگاه آن را حوزه مدیترانه می‌دانند. در ایران در استان‌های ایلام، کرمانشاه، خوزستان، فارس، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، یزد و سیستان و بلوچستان رویش دارد. درخت بنه درختی است که می‌تواند به ارتفاع ۲۵ متر برسد و به طور طبیعی در مناطق خشک و نیمه خشک رشد می‌کند. در میان ۱۵ گونه شناخته شده از پسته، ۳ گونه آن شامل *Pistacia atlantica, Pistacia khinjuk, Pistacia vera* در ایران رشد می‌کنند [٤ و ٥]. فرهوش و همکاران (۲۰۰۹)، با استفاده از روش‌های مختلف موفق به شناسایی ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی بنه شدند. فعالیت‌های مهار رادیکالی هر بخش با استفاده از DPPH و FRAP مورد آزمون قرارگرفت و ترکیبات فنلی با استفاده از آزمون فولین سیوکالتو[2] مشخص شد. ترکیبات اصلی آنتی‌اکسیدانی شناسایی شده لوتئولین (٥٣/٤٦٪ وزنی/ وزنی از کل عصاره)، گالیک اسید (٨٤/٩٪ وزنی/ وزنی)، $2''$-o-گالیوسوکئوریستین (٥٣/٠٪ وزنی/ وزنی)، $2''$ -o- سیس کافیوکئوریستین (٢٦/٠٪ وزنی/ وزنی) بودند که بالاترین میزان مربوط به لوتئولین بود. لوتئولین یک فلاون طبیعی، با اثرات بیولوژیکی مختلفی از قبیل آنتی‌اکسیدان (دارای نقش کلیدی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست بنه)، ضد سرطان، ضد التهاب و خواص ضد توموری است [٦]. مطابق تحقیقات شرایعی و همکاران (۱۳۹۲)، پایداری اکسایشی روغن کانولا تحت تاثیر روغن مغز بنه طی ٤٨ ساعت سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی ترسیو بوتیل هیدروکینون (TBHQ) با اندازه‌گیری تغییرات مقدار کل ترکیبات قطبی و اجزاء تشکیل دهنده آن بررسی شد. مقدار کل ترکیبات قطبی در طول زمان سرخ کردن به صورت خطی افزایش پیدا کرد. روغن مغز بنه و بویژه سطح ۱/۰ درصدی آن باعث افزایش پایداری روغن کانولا شد [۷]. گلی و همکاران (۲۰۰۵)، بنهامو و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه روی فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی دو گونه *Pistacia lentiscus* و *Pistacia atlantica* به این نتیجه رسیدند که این دوگونه دارای خاصیت ضدمیکروبی مخصوصاً ضدباکتریایی و همچنین توانایی از بین بردن آنیون سوپراکسید هستند، که می‌توان گفت این خصوصیات به دلیل وجود ترکیبات فنلی می‌باشد. در میوه بنه به ترتیب ٥٤ تا ٦٤ و ۳۰ درصد از کل دانه و مغز آن را روغن تشکیل می‌دهد [۸ و ۹]. روغن بنه سرشار از مواد معدنی از جمله آهن، روی، منیزیم، مس، سلنیم، منگنز، پتاسیم، فسفر،کلسیم و سدیم است [۱۰]. ترکیبات استروئیدی از اهمیت به سزایی در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی برخوردار هستند. فیتواسترول‌ها (استرول‌های گیاهی) حامل اسیدهای فنلی (مثل اسید فرولیک) بسیار پیچیده‌اند که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند [۱۱]. با توجه پژوهش‌های انجام گرفته که گویای مقادیر بالای ترکیبات توکوفرولی، فنلی و استروئیدی روغن مغز بنه نسبت به سایر روغن‌های گیاهی است، انتظار می‌رود افزودن این روغن به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی در روغن‌های خوراکی به بهبود ارزش تغذیه‌ای و نیز پایداری اکسایشی آنها منجر گردد. از این رو در این پژوهش پایداری اکسایشی روغن سویا با افزودن روغن بنه مورد بررسی قرار گرفت.

1. Reactive oxygen species
2 . Folin-ciocalteus

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

گونه گیاهی بنه مورد مطالعه از میوه درختان بنه در شهرستان ممسنی استان فارس جمع‌آوری شد. میوه‌ها در سایه و با انجام عمل هوادهی تا رسیدن به رطوبت نهایی ۲۵-۲۳ درصد خشک گردیدند و تا زمان آزمون در دمای۵-٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. روغن سویای بدون آنتی‌اکسیدان از شرکت نازگل کرمانشاه خریداری و تا زمان آزمایش‌ها در دمای زیر صفر نگهداری شد.

۲-۲- مواد شیمیایی

آنتی‌اکسیدان بوتیل هیدروکسی تولوئن(BHT) [1]، یدید پتاسیم، کربنات سدیم، تیوسولفات سدیم پنج آبه، تری کلرو استیک اسید، تیوباربیتوریک اسید (TBA)[2]، متانول، اسید گالیک و معرف فولین سیوکالتو از شرکت مرک آلمان، رادیکال ۲-۲دی فنیل۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) [3] ، آنتی‌اکسیدان تری بوتیل هیدروکینون (TBHQ) [4] از شرکت سیگما و اتانول ۹۶٪ از شرکت زکریا جهرم، ایران، n- هگزان، استیک اسید و متانول از شرکت کیان کاوه تهران، ایران و کلروفرم از شرکت سامچون کره تهیه گردید.

۲-۳- روش‌ها

۲-۳-۱- آماده‌سازی و تهیه روغن

روغن بنه به روش سرد با استفاده از n- هگزان استخراج گردید. به این صورت که بعد از خشک کردن بنه در سایه با آسیاب (Geepas GSB2031 Juicer، چین) و پودر کردن آن پس از عبور پودرها از الک با مش ۳۰ به نسبت ٤:۱ وزنی ـ حجمی با حلال هگزان نرمال مخلوط و عملیات استخراج روغن با قرار دادن نمونه‌ها بر روی شیکر(IKA-WERKEH مدل KS260B، آلمان) و هم زدن شدید به مدت ٤٨ ساعت در محیطی تاریک انجام شد. برای جداسازی حلال، ابتدا نمونه‌ها را از کاغذ صافی واتمن شماره ٤٢ عبور داده و سپس نمونه صاف شده با استفاده از دستگاه روتاری (N-1000W Auto jackNAJ-160، ژاپن) تغلیظ و در پایان برای جدا کردن باقی‌مانده حلال روغن به آون تحت خلا (Binder مدل Acc، آلمان) منتقل شد. روغن استخراجی تا زمان آزمون در یخچال و دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و مکان تاریک نگهداری شد [۱۲].

۲-۳-۲- آزمون بررسی افزودن روغن بنه به روغن فاقد آنتی‌اکسیدان سنتزی

جهت انجام این آزمون از روش شالدر با اندکی تغییرات استفاده شد [١٤]. روغن بنه در سه سطح ۱، ۳ و ۵ درصد و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT و TBHQ به ترتیب ppm ۱۰۰ و ppm ۲۰۰ به روغن فاقد آنتی‌اکسیدان سنتزی افزوده شد. نمونه‌ها به همراه نمونه شاهد (فاقد آنتی‌اکسیدان سنتزی) در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ روز قرار داده شد. و در نهایت با انجام آزمون‌های عدد پراکسید، عدد اسیدی و تیوباربیتوریک اسید با فاصله زمانی ٤٨ ساعت یک بار نمونه‌برداری و فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن بنه مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۳-۳- اندازه‌گیری اسیدهای چرب روغن بنه

جهت آماده‌سازی نمونه برای انتقال به دستگاه کروماتوگرافی گازی[5]، ۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه در لوله فالکون توزین و سپس ۱۰ میلی‌لیتر n-هگزان به همراه µl ۱۰۰ از پتاسیم هیدروکسید ۲ نرمال به نمونه اضافه گردید. در ادامه نمونه‌ها به مدت ٤ دقیقه مخلوط و پس از آن به سانتریفوژ با دور g ٤۰۰۰ با مدت زمان ۱۰ دقیقه منتقل شدند. از محلول رویی برای اندازه‌گیری اسید-چرب استفاده شد. ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های روغن بنه طبق روش متکالف و همکاران (۱۹٦٦) انجام پذیرفت [۱۵]. به این ترتیب که از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Unicam Limited ، مدل Unicam 4600، انگلستان) مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای و ستون کاپیلاری BPX70 (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۲ میکرومتر) استفاده شد. دمای آشکارساز و تزریق به ترتیب ۳۰۰ و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز هلیوم نیز عنوان حامل استفاده شد.

1. Butylated hydroxytoluene
2. Thiobarbituric acid
3. 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl
4. Tert-Butylhydroquinone

5. Gas Chromatography (GC)

۲-۳-٤- تعیین عدد پراکسید

عدد پراکسید به عنوان شاخصی از تشکیل ترکیبات اولیه اکسیداسیون است. در این آزمون ۵ گرم از نمونه روغن توزین و سپس ۳۰ میلی‌لیتر حلال استیک اسید- کلروفرم (به نسبت ۳ به۲) و ۰/۵ میلی‌لیتر یدید پتاسیم اشباع شده به آن افزوده شد و پس دو دقیقه تاریک‌خانه‌گذاری ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و در ادامه ۰/۵ میلی لیتر چسب نشاسته اضافه شد و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا از بین رفتن رنگ آبی و ظهور رنگ زرد تیتراسیون انجام گرفت. در ادامه مقدار پراکسید با استفاده از رابطه (۱) بر حسب میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم محاسبه شد [۱۵].

میزان پراکسید (Meq / kg) =

مقدار نمونه / مقدار مصرفی تیتراسیون ×نرمالیته ×1000

۲-۳-۵- تعیین اسیدیته

۱۰ گرم از نمونه روغن در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری با ۵۰ میلی‌لیتر محلول خنثی شده اتانول _ کلروفرم به نسبت برابر مخلوط شد. سپس به آن ۱ سی‌سی از فنل‌فتالئین (۱ ٪ در اتانول) افزوده گردید. پس از آن محلول حاوی شناساگر با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال تیتر گردید. مقدار اسیدیته با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد [۱۵].

$$\text{اسیدیته} = \frac{V \times N \times 56.4}{M}$$

V : تیتر مصرفی برای نمونه (میلی‌لیتر)

N: نرمالیته هیدروکسید پتاسیم (۰/۱ نرمال)

M: وزن نمونه (گرم)

اسیدیته: برحسب اسیدهای چرب آزاد

۲-۳-٦- تعیین عدد تیوباریتوریک اسید

عدد تیوباربیتوریک‌اسید به عنوان شاخصی از تشخیص ترکیبات ثانویه اکسیداسیون روغن‌ها است که با استناد به روش باتسگلو و همکاران [١٦] تعیین شد. بر این اساس، یک گرم از نمونه به لوله فالکون انتقال داده و ۵/۲ سی‌سی از BHT (۸/۰ درصد در n-هگزان)، ٤ سی‌سی از تری کلرو استیک اسید (۵ درصد) اضافه و ۳۰ ثانیه با سرعت زیاد تکان داده شد. سپس لوله‌ها به مدت ۵ دقیقه به سانتریفوژ (Hermale labortechnik Z206A GMBA، آلمان) با دور g ۳۰۰۰ انتقال داده شد. پس از آن فاز بالایی دور ریخته و فاز پایینی با محلول تری کلرو استیک اسید به حجم ۵ سی‌سی رسانده و مجددا به هم زده شد. سپس ۵/۲ سی‌سی از نمونه با ۵/۱ سی‌سی از محلول TBA (۸/۰ درصد) مخلوط و پس از قرار گرفتن به مدت ۱۰ دقیقه در آب با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و ظهور رنگ صورتی، به آب سرد انتقال و ٤۵ دقیقه در دمای اتاق نگهداری و سپس جذب در طول موج ۵۲۱ nm با دستگاه اسپکتوفتومتر(wpa مدلbiowaveii، انگلستان) خوانده شد. در پایان میزان مالون دی آلدهید با رسم منحنی استاندارد گزارش شد.

۲-۳-۷- تعیین محتوی کل ترکیبات فنل و درصد مهار رادیکال آزاد ۲-۲دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH[1]) در روغن بنه

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنولی دانه‌های روغنی نیاز به استخراج متانولی بود، بدین منظور ۱ گرم از نمونه روغن را با ۳ میلی‌لیتر محلول متانول/ آب ۹۰٪ مخلوط شد و بعد از مدت زمان ٤ دقیقه مخلوط کردن، نمونه ها در سانتریفوژ با دور g ۳۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد [۱۷]. سپس از محلول رویی به منظور آزمون میزان کل ترکیبات فنولی با روش فولین سیوکالتو و آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH برداشته شد.

۲-۳-۸- اندازه‌گیری فعالیت مهار رادیکال آزاد ۲-۲دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل

جهت تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی از رادیکال آزاد و پایدار ۲-۲دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل از روش آزمون برند-ویلیامزو همکاران [۱۸] با اندکی تغییرات استفاده گردید. در این آزمون ۱/۰ میلی لیتر نمونه با ۹/۲میلی لیتر از ۲-۲دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل ۱/۰ میلی مولار در متانول، مخلوط و سپس در دمای اتاق و مکان تاریک به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد. میزان جذب

1. 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl

نمونه‌ها در مقابل نمونه شاهد (متانول) در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر(wpa مدل biowave ii، انگلستان) اندازه‌گیری و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل بر حسب درصد بازدارندگی از طریق رابطه ۳، محاسبه گردید.

$$\text{درصد بازدارندگی} = [(A_{blank}-A_{sample}) / A_{blank}]\times 100 \quad (۳)$$

A_{blank} و A_{sample} به ترتیب میزان جذب نمونه شاهد و عصاره در طول موج ۵۱۵ نانومتر هستند. رادیکال‌های ۲-۲دی فنیل۱-پیکریل هیدرازیل محلول بنفشی را در حلال متانول تولید می‌کنند که در صورت وجود مولکول‌های آنتی‌اکسیدان، به رنگ زرد کاهش پیدا می‌کند. مقدار کاهش رنگ بنفش متناسب با قدرت آنتی‌اکسیدانی مواد مورد آزمون می‌باشد. بنابراین این آزمون برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدان طبیعی و سنتزی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۹].

۲-۳-۹- اندازه گیری مقدار ترکیبات فنولی روغن بنه

میزان کل ترکیبات فنلی موجود در عصاره بر حسب اسید گالیک و با استفاده از معادله به دست آمده از منحنی استاندارد (Y=0.132X+0.1843) محاسبه و نتایج بر حسب معادل اسید گالیک بیان شد. منحنی استاندارد با محلول اسید گالیک با غلظت‌های ۰/۰۲ تا ۰/۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیترتهیه شده و فعالیت نمونه معادل میلی‌گرم اکی والانت گالیک اسید در واحد وزن را بیان می‌کند [۲۰].

۲-٤- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل نتایج مربوط به آزمون های شیمیایی در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. تجزیه وتحلیل داده‌ها در سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SPSS [1] انجام گرفت. نتیجه به صورت میانگین ± انحراف معیار(Mean ± Standard Devition) گزارش گردید.

1. Statistical Package for the Social Sciences

۳- نتایج و بحث

۳-۱-ترکیب اسیدهای چرب روغن بنه

مقدار روغن حاصل از استخراج سرد (استخراج به وسیله ان-هگزان) میوه بنه، حدود ٤٥±۲/٦ درصد (بر پایه وزن مرطوب) به دست آمد. در تحقیقات دیگر نیز مقادیر روغن بنه نزدیک به یافته‌های تحقیق حاضر گزارش شده است، یوسفی و همکاران (۲۰۰۵) و توکلی و حداد خداپرست (۲۰۱۳) میزان روغن بنه را به ترتیب ٤٥ و ٤٧ درصد بدست آوردند [۲۱ و ۱۲]. درصد اسیدهای چرب موجود در روغن بنه توسط کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف نگار جرمی شناسایی و در شکل ۱، نشان داده شده است. اسیدچرب غالب به ترتیب اسیدهای اولئیک، پالمیتیک و لینولئیک با مقادیر۱/۱± ۵٦/۳۵، ۰/۱±۱٦/٦ و ۰/٦۷ ± ۱۵/۹٦ درصد بدست آمد. اسید اولئیک اسید، چرب عمده تشکیل دهنده روغن مغز بنه می‌باشد [۷] همچنین اعلام شده است که بیش از ۷۰ درصد اسیدهای چرب روغن بنه را اسیداولئیک و اسید لینولئیک تشکیل داده است [۲۲]. توکلی و حداد خداپرست (۲۰۱۳)، ترکیب اسیدهای چرب موجود در بنه را بهتر (به علت وجود مقادیر بیشتری از اسید چرب‌های ضروری مانند اسید چرب امگا۹ (اسید اولئیک)) از خنجوک گزارش کردند به طوری که میزان اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک، پالمتولئیک، لینولئیک، استئاریک و لینولنیک در بنه به ترتیب ۰۳/۵۲، ۵/۲۲، ۷٤/۷، ۳۵/۵، ۲/۳۹ و ۱٦/۱ درصد بیان شده است [۱۲]. بن حسینی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی، مقدار اسیداولئیک و اسید پالمیتیک را برای گونه آتلانتیکا به ترتیب ۰/۸۹±٥٤/٦٦ و ۱/٤۱±۱۷/۲۹ درصد به دست آورند [۲۳]، مطالعات مرتضوی و همکاران (۲۰۱۵) بر روغن مغز دانه گونه خنجوک، مقدار اسید اولئیک ٤۱/۲ ، پالمیتیک ۳/۱ و لینولئیک ۳۱/۳٤ درصد را نشان داد [۲٤]. نتایج یوسفی و همکاران (۲۰۰۵) نیز مقدار اسید اولئیک، پالمیتیک و لینولئیک را به ترتیب ٤٥/۸، ۲۵/۲ و ۲۵/٤ درصد نشان داد که تمامی این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت داشت [۲۱].

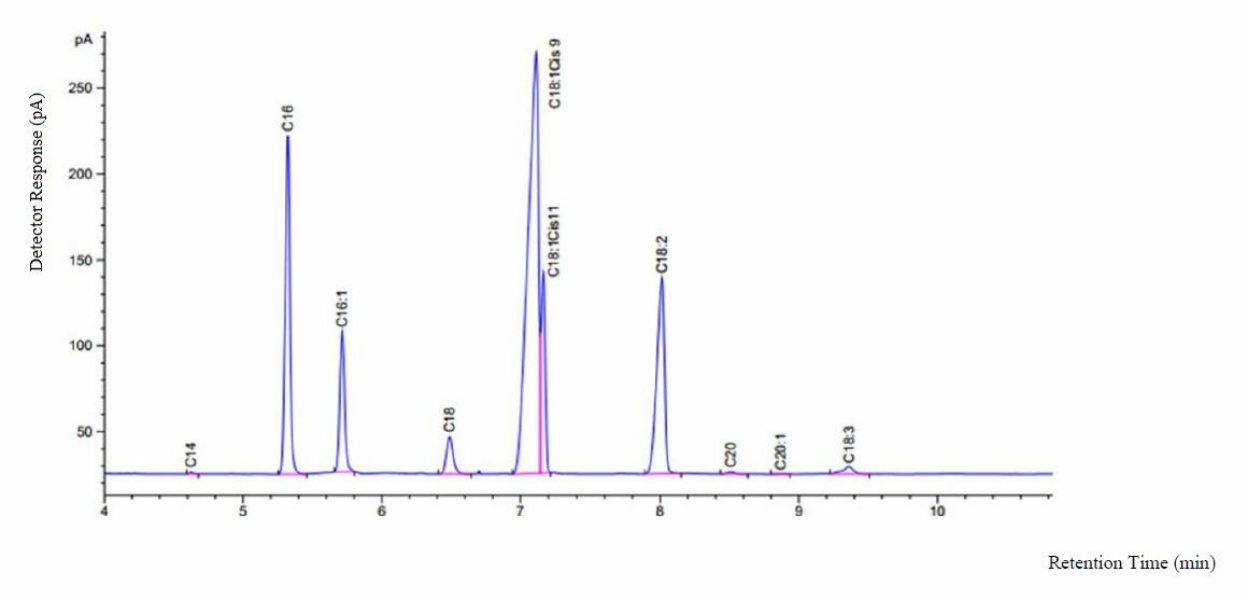

Fig 1 Fatty acids profile of *Pistacia atlantica* oil

۳-۲- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

آزمون مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH ، یکی از آزمون-های پرکاربرد و معتبر در زمینه‌ی ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی می‌باشد که در پژوهش‌های زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. درصد مهار رادیکال آزاد ۲-۲دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل برای روغن بنه ۲/٦± ۷٤/۷ درصد بدست آمد. بین پایداری اکسایشی و میزان ترکیبات فنلی و توکوفرولی روغن‌ها رابطه مستقیم وجود دارد [۲۲]. میزان ترکیبات فنولی تام برای عصاره تهیه شده از روغن بنه µg/mg ٤/٥±۸۷/۳ بدست آمد. پایداری اکسایشی روغن‌های خوراکی علاوه بر ساختار اسید چرب به حضور ترکیبات کم مقدار اما بسیار موثر مانند ترکیبات پلی‌فنلی و توکوفرولی نیز بستگی دارد. مقدار کل ترکیبات پلی‌فنلی و توکوفرولی روغن مغز بنه به ترتیب ۱۷۳/٦۲ و ۹۲/۸۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است [۲۵].

۳-۳- آزمون آون‌گذاری روغن سویای حاوی روغن بنه

فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن بنه افزوده شده به روغن سویا طی مدت زمان ۱۲ روز نگهداری و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد برحسب اعداد اسیدی، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید مورد ارزیابی قرار گرفت. تغییرات عدد اسیدی نمونه‌های حاوی روغن بنه و نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT و TBHQ در شکل ۲، آمده است. مقادیر زیاد عدد اسیدی نشان دهنده افزایش تخریب روغن طی فرآیند آون گذاری و همچنین پیشرفت فساد در روغن می‌باشد. نتایج شکل ۲، حکایت از آن دارد که با افزایش زمان نگهداری روغن در دمای آون، میزان عدد اسیدی به صورت خطی افزایش یافته است. این افزایش برای نمونه روغن شاهد نسبت به بقیه نمونه‌ها بیشتر بود. در نتیجه‌ی فساد هیدرولیتیکی و اکسیداسیون روغن، مولکول تری آسیل گلیسرول به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد تجزیه شده و در نتیجه عدد اسیدی افزایش می‌یابد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بین نمونه حاوی BHT ۲۰۰ ppm (۰٤۷ /۰±۳۸/۰) و ۵ درصد روغن بنه (۰/۰۰۳۳±۰/۳۵) و همچنین بین نمونه حاوی ۱ درصد (۰/۰۰۸±۰/٥٤) و ۳ (۰/۰۰۱±۰/۵۲) درصد در روغن بنه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد که در مقایسه با نمونه حاوی TBHQ اثر کمتری داشت. نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ و در مرتبه بعد به ترتیب نمونه حاوی ۵٪ روغن بنه و نمونه حاوی BHT در کاهش عدد اسیدی موفق‌تر بودند که می‌توان گفت روغن بنه به دلیل داشتن ترکیبات فنلی (با توجه به آزمون فولین–سیوکالتو و میزان µg/mg ٤/٥±۸۷/۳ بر حسب گالیک اسید) با خنثی

کردن رادیکال‌های آزاد و اسیدهای چرب و رادیکال پراکسی دوره اکسیداسیون کند را افزایش دادند و در نهایت منجر به کاهش اکسیداسیون شدند. نتایج بدست آمده با نتایج رباباح و همکاران (۲۰۱۲) در ارتباط با غنی‌سازی چیپس سیب زمینی با عصاره‌های گیاهی به منظور افزایش خواص حسی، تغذیه‌ای و عمر نگهداری مطابقت داشت [۲۶]. طبق نتایج پژوهش توکلی و همکاران (۲۰۱۳) عدد اسیدی روغن پوست کلخونگ خام طی فرآیند حرارتی به دلیل تبخیر اسیدهای چرب آزاد و اتصال این اسیدها طی پلیمریزاسیون به دیگر ترکیبات با افزایش همراه بوده است[۲۷].

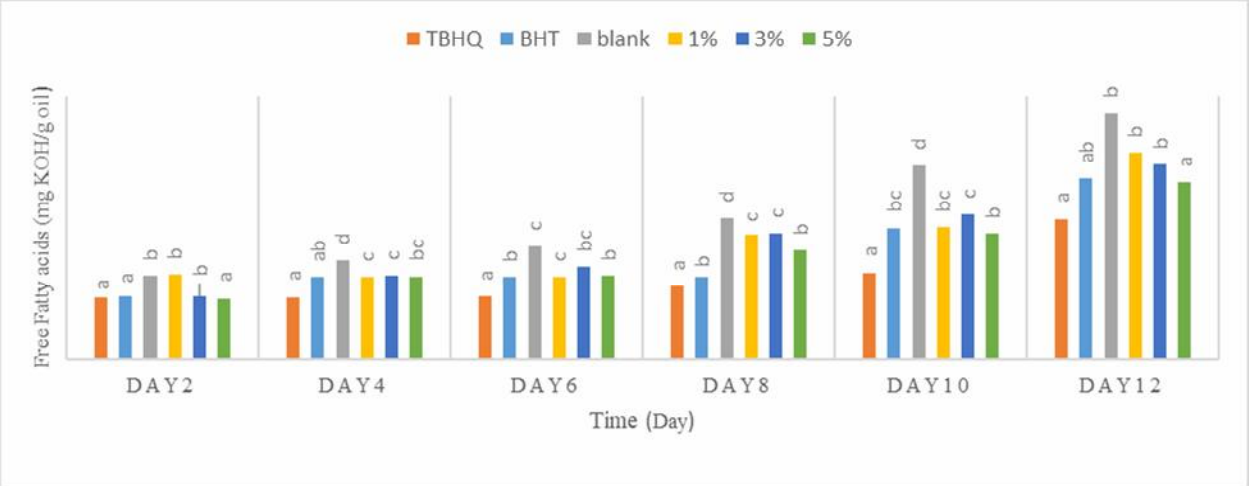

Fig 2 Acid values of soybean oil with different concentrations of *Pistacia atlantica* oil compared with BHT, TBHQ (70°C, 12 days).
*Different letters indicate significant differences between days ($p<0.05$).

نتایج آزمون پراکسید در شکل ۳، آورده شده است. هیدروپراکسیدها محصول واکنش اکسیژن و اسیدهای چرب غیراشباع هستند که در مرحله اول اکسیداسیون تشکیل می‌شوند و بنابراین با گذشت زمان میزان این ترکیبات افزایش می‌یابد تا اینکه مقدار آن‌ها به حد معینی برسد، سپس اکسیداسیون وارد مرحله ثانویه شده و این ترکیبات به سرعت تجزیه شده و مواد فرار آلدهیدی و کتونی را تشکیل می‌دهند و بنابراین عدد پراکسید کاهش می‌یابد. پس اگر مدت زمان این آزمایش طولانی‌تر بود انتظار می‌رود با کاهش عدد پراکسید مواجه می‌شدیم. با توجه شکل ۳ می‌توان تاثیر روغن بنه بر پایداری روغن سویا را مشاهده کرد. مقدار پراکسید در روز اول آزمون برای نمونه شاهد از ۰/۸۴±۹۴/۸ به ۱۰۰ ، برای نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT از ۰/۰۰۴±۰/۹۷ ۳ به ۴/۹۷±۶۹/۴۵، برای نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ از ۳/۹ به ۰/۱۲۲±۷۲/۱۱ و در نهایت برای نمونه حاوی ۵ درصد روغن بنه از ۳/۹۹ به ۴/۹۳±۳۳/۴۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن در روز دوازدهم رسید. با توجه به نتایج به دست آمده بین نمونه حاوی ۵ درصد روغن بنه و نمونه آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که می‌توان گفت به دلیل بالا رفتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در روغن حاوی ۵ درصد روغن بنه پایداری روغن در شرایط حرارتی افزایش یافت. که با نتایج شرایعی و همکاران [۷] که به بررسی پایداری اکسایشی روغن کانولا تحت تاثیر روغن مغز بنه طی ۴۸ ساعت سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی ترسیو بوتیل هیدروکینون پرداختند مطابقت داشت. ارکان و همکاران (۲۰۱۲)، گزارش کردند که عصاره گیاه رزماری در روغن آفتابگردان عدد پراکسید و آنیزیدین را کاهش می‌دهد و سبب افزایش پایداری روغن آفتابگردان در برابر واکنش‌های اکسیداسیونی می‌شود. در نتیجه، این عصاره می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان های سنتزی در روغن‌های گیاهی شود [۲۸]. نتایج تهامی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره دانه رازیانه وابسته به غلظت بوده و در محدوده تحت بررسی ، با افزایش غلظت، افزایش یافت [۲۹]. موهدالی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی کنجاله کنجد در روغن سویا و آفتابگردان پرداختند. نتایج این پژوهش قوی‌تر بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی کنجاله کنجد در روغن سویا و آفتابگردان را نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و BHT نشان داد [۳۰].

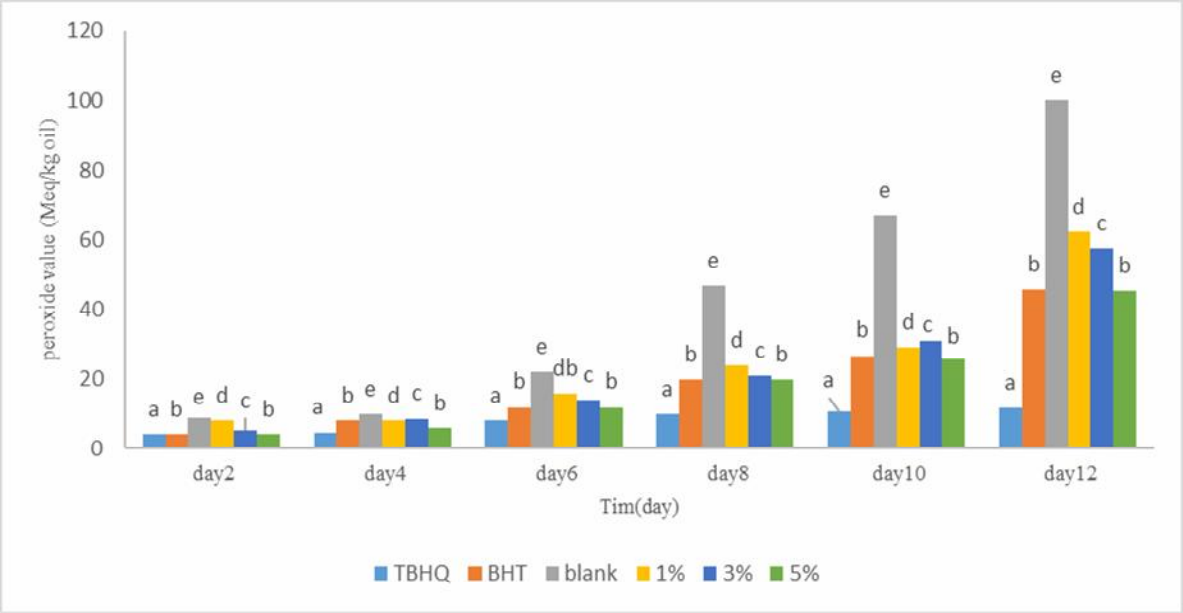

Fig 3 peroxide values of soybean oil with different concentrations of *Pistacia atlantica* oil compared with BHT, TBHQ (70°C, 12 days).
*Different letters indicate significant differences between days ($p<0.05$).

آزمون تیوباربیتوریک اسید به عنوان معیاری از تشکیل مالون‌آلدهید (محصولات ثانویه اکسیداسیون) استفاده شد. در این آزمون همان‌طور که در شکل ٤ مشاهده می‌شود افزایش مداومی در میزان اندیس تیوباربیتوریک اسید با افزایش دوره نگهداری در شرایط اکسیداسیون برای همه نمونه‌ها مشاهده شد. نمونه شاهد بیشترین اندیس تیوباربیتوریک اسید را در بین نمونه‌ها نشان داد. در این روش مشابه عدد پراکسید، شدت بروز خاصیت آنتی‌اکسیدانی به مقدار روغن بنه موجود در نمونه‌ها وابسته بوده به طوری که این فعالیت با افزایش مقدار روغن بنه به طور معنی‌داری افزایش و میزان اندیس تیوباربیتوریک اسید کاهش یافت که دلیل آن را می‌توان به تجمع ترکیبات فنلی نسبت داد. عملکرد نمونه حاوی ۰٫۵ روغن بنه بالاتر از نمونه حاوی BHT و پایین تر از نمونه حاوی TBHQ بود. در تمامی نمونه‌ها با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نمونه حاوی BHT از ۸۱/۲ ±/ ۲٤ ۱۵ (میلی گرم مالون آلدهید/ کیلوگرم روغن) در روز دوم به مقدار ٤/۰۸۰ ±۷۵۷/٤۸٦ (میلی گرم مالون آلدهید/ کیلوگرم روغن) در روز دوازدهم رسید که این مقدار از تمامی نمونه‌های حاوی سطوح مختلف روغن بنه در روز دوازدهم بیشتر بود. محمدی و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی فعالیت آنتی-اکسیدانی عصاره گیاه بیلهر بر پایداری روغن سویا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که طی آزمون آون عصاره اتانولی در سطوح ۱۰۰۰ و ppm ۲۰۰۰ توانست به خوبی اندیس پراکسید و تیوباربیتوریک اسید را کنترل کند [۳۱]. در مطالعه‌ای گلی و همکاران (۲۰۰۸)، غلظت‌های مختلف ترکیبات فنولیک موجود در پوست پسته را در مقایسه با آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در روغن سویا بررسی کردند. نتایج نشان داد که غلظت های مختلف ترکیبات فنولیک، توانایی کاهش روند اکسیداسیون را دارا می‌باشند و عملکرد عصاره‌ها در غلظت ٦۰۰ppm مشابه عملکرد آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در غلظت ۲۰۰ppm بود [۸]. واناسوندارا و شهیدی (۱۹۹٦)، چهار کاتچین استخراج شده از برگ سبز چای چینی را از نظر اثر آنتی‌اکسیدانی در دو نوع روغن دریایی با آلفا- توکوفرول، BHA، BHT و TBHQ در دمای ٦۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱٤٤ ساعت با انجام آزمون‌های TBA و پراکسید مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که اپی‌کاتچین گالات[1] حتی به میزان کمی از TBHQ (قوی‌تر از سه آنتی‌اکسیدان ذکر شده) دارای خاصیت آنتی‌اکسیدان بیشتری می‌باشد[۳۲]. شریفی‌فر و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی عصاره گیاه *Pulicaria gnaphalodes* بر روغن سویا طی زمان نگهداری ۳۵ روزه و دمای ٦۵ درجه با انجام آزمون‌های

1. Epicatechin gallate

تیوباربیتوریک اسید و پراکسید در برابر نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT به این نتیجه رسیدند که نمونه حاوی عصاره، عملکرد موثرتری از آنتی‌اکسیدان سنتزی داشته است [۳۳]. در پژوهشی دهقان و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوسته سبز بنه برپایداری اکسایشی روغن سویا و اندازه‌گیری اعداد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد طی مدت زمان دوازده روز به نتایجی مشابه پژوهش حاضر دست یافتند [۳۴]. جایالشمی و همکاران (۲۰۰۵)، با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی کنجاله کنجد اظهار داشتند که ۱۰۰-۲۰۰ ppm عصاره خام کنجاله کنجد اثر مشابهی با ۲۰۰ پی‌پی‌ام آنتی‌اکسیدان BHT دارد[۳۵].

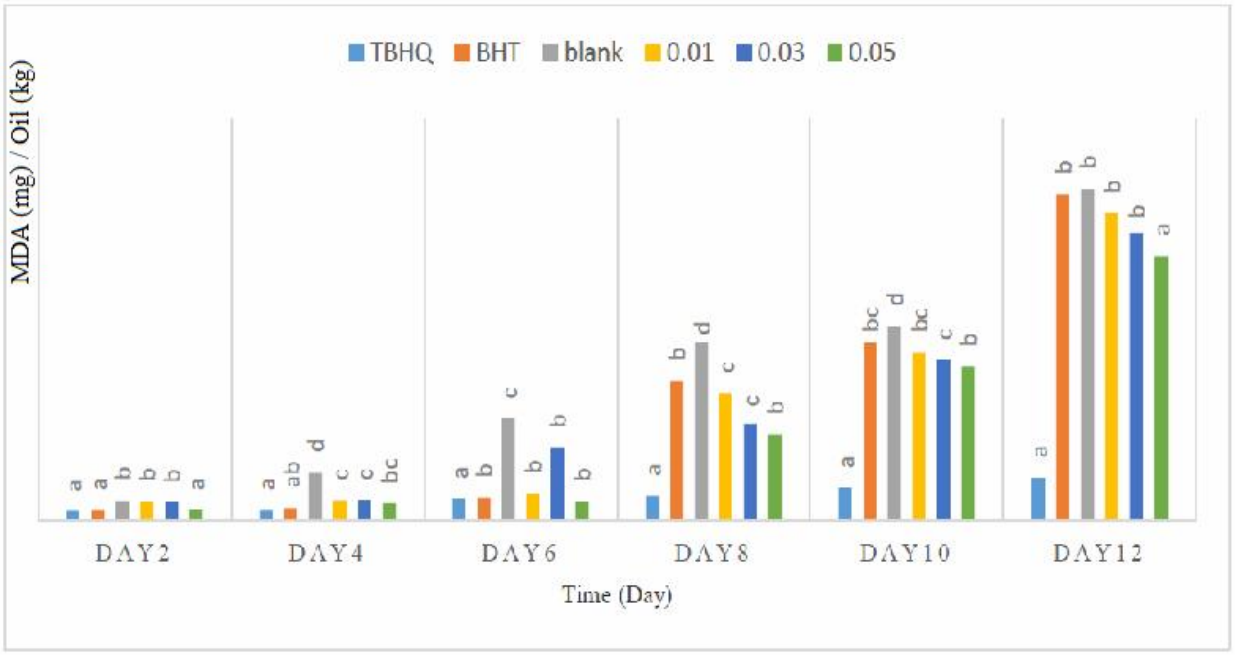

Fig 4 TBA values of soybean oil with different concentrations of *Pistacia atlantica* oil compared with BHT, TBHQ (70°C, 12 days).
* Different letters indicate significant differences between days ($p<0.05$).

٤- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به پژوهش‌های انجام شده روی خواص کم نظیر میوه بنه و همچنین نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با اثبات خاصیت ضد اکسایشی روغن بنه می‌توان گفت روغن بنه، روغنی ارزشمند است که از آن به عنوان آنتی‌اکسیدانی طبیعی در مخلوط با روغن‌های خوراکی می‌توان استفاده کرد.

٥-سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برای تامین هزینه‌های انجام این پایان نامه که مقاله حاضر بخشی از نتایج آن بود نهایت سپاس و تشکر به عمل می‌آید.

٦-منابع

[1] Panahi, M., Barzegar, H. and Hojjati, M. 2017. Investigation of the effect of *Pistacia atlantica* gum essential oil on antimicrobial and antioxidant properties of edible starch film. Innovative Food Technologies. 5 (1): 77-89.
[2] Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of Botany, 91(2): 179-194.
[3] Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J. and Codina, C., 2002. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled

Pistacia species growing wild in Iran. Chemistry of Natural Compounds, 49.
[13] Naderi, M., Farmani, J. and Rashidi, L. (2016). Structuring of Chicken Fat by Monoacylglycerols. Journal of the American Oil Chemists' Society. 93(9): 1221-1231.
[14] Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. (1966). Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical chemistry, *38*(3), 514-515.
[15]AOAC. 1993. Official Method Ch 4-9/ Sampling and analysis of commercial fats and oils.
[16] Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J. and Trakatellis, A.G. 1994. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42(9): 1931-1937.
[17] Mazinani, S., Elhami Rad, A. H., Peyrovi, Z. and Naghavi, M. R. 2011. Evaluation of thermal stability, antioxidant properties of phenolic compounds and Fatty acids profiles in edible kernel oil (pistachios, walnuts and almonds). Innovation in Food Science and Technology. 3(2): 45-52.
[18] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, 28(1): 25-30.
[19] Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B. and Noshad, M. 2021. Evaluation of total phenol and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activity of *Lawsonia inermis* aqueous extract against some Gram- positive and Gram- negative bacteria. Iranian Journal of Food Science and Technology. 116 (18): 327-335.
[20] Aytyl, K. K. 2010. Antimicrobial and antioxidant activities of olive leaf extract and its food applications. A thesis submitted to the Gradute School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of MSc. In Biotechnology.
[21] Yousefi, M., Nadjemi, B., Belal, R., Bombarda, I. and Gaydou, E.M., 2005. Triacylglycerol composition of oil from *Pistacia atlantica* fruit growing in Mediterranean herbs and aromatic plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(23): 6882-6890.
[4] Alizadeh, V., Barzegar, H., Nasehi, B. and Samavati, V. 2017. Characterization of physical and antimicrobial properties of chitosan edible films containing *Pistacia atlantica* gum essence. Iranian Food Science and Technology
Research Journal. 13 (4): 584-593.
[5] Panahi, M., Barzegar, H. and Hojjati, M. 2017. Production and Evaluation of Properties of Edible Starch Film
Containing Bene (*Pistacia atlantica*) Gum Essential Oil. Research and Innovation in Food Science and Technology. 6(1): 25-38.
[6] Farhoosh, R., Khodaparast, M. H. H. and Sharif, A. (2009). Bene hull oil as a highly stable and antioxidative vegetable oil. European Journal of Lipid Science and Technology, 111(12): 1259-1265.
[7] Sharyei, P., Farhoosh, R., Poorazarang, H. and Haddad Khodaparast, M. H. 2013. Investigation of the structure of polar compounds of canola oil under the influence of bene oil during frying process by HPSEC. Iranian Food Science and Technology research Journal. 9 (1): 10-20.
[8] Goli, A. H., Barzegar, M. and Sahrai, M. A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compound of pistachio (*Pistachia Vera*) hull extracts. Food Chemistry. 93(3): 521-525.
[9] Nabila, B., Fawzia, A. B. and Tatjana, K. P. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2(2): 022-028.
[10] Soleiman Beygi, M. and Arzegar, Z. 2013. A review Study on Chemical Properties and Food Indexes of Mastic
Oil Compared with Olive, Sunflower and Canola oils. The Ilamian Traditional Uses of Mastic. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences. 21(5): 1-13.
[11] Wang, B.Q. 2010. *Salvia miltiorrhiza*: Chemical and pharmacological review of a medicinal plant. Journal of Medicinal Plants Research, 4(25):2813-2820.
[12] Tavakoli, J. and Haddad Khodaparast, M.H., 2013. Evaluating the fatty acid composition of the oil from fruit hulls of two

blackseed essential oil and rosemary extract. European Journal of Lipid Science and Technology, 114(2), 175-184.

[29] Tahami, F. A., Basiri, A. Ghiasi, B. and Mahasti, P. 2012. Evaluation of antioxidant effect of *Foenicum vulgare* fennel seed extract on sunflower oil stability. Food Technology and Nutrition. 10 (1): 71-78.

[30] Mohdaly, A. A., Smetanska, I., Ramadan, M. F., Sarhan, M. A. and Mahmoud, A. 2011. Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. Industrial Crops and Products. 34(1): 952-959.

[31] Mohammadi, R., Fazel, M. and Khosravi, A. 2015. Evaluation of antioxidant effect of *Dorema aucheri* extract on the stability of soybean oil. Food Technology and Nutrition. 14 (1): 77-88.

[32] Wanasundara, U.N. and Shahidi, F., 1996. Stabilization of seal blubber and menhaden oils with green tea catechins. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(9): 1183-1190.

[33] Shariatifar, N., Kamkar, A., Shamse Ardekani, M.R., Misagi, A., Akhonzade, A. and Jamshidi, A.H. 2014. Composition and antioxidant activities of Iranian *Pulicaria gnaphalodes* essential oil in Soybean oil. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 27(4): 807-812.

[34] Dehghan, N., Barzegar, H., Mehrnia, M. A. and Jooyandeh, H. 2018. Investigation on the effect of Methanolic Bene (*pistachia atlantica*) hull extract on oxidative stability of soybean oil. Innovative Food Technologies. 5(3): 499-507.

[35] Jayalakshmi, A., Suja, K.P., and Arumugha, C. 2005. Antioxidant activity of sesame cake extract. Food Chemistry, 91(1):213-219.

Algeria. Journal of the American Oil Chemists' Society, 82(2): 93-96.

[22] Dorehgirae, A. and Pourabdollah, E. 2015. Comparision of the chemical profile of oil extracted from *pistacia atlantica* subspecies cabulica with *pistacia atlantica* subspecies mutica. Pakistan Journal of Food Sciences, 25(1):1-6.

[23] Benhossaini, H., Bendahmane, M. and Benchalgo, N. 2007. The chemical composition of fruits of *Pistacia atlantica* desf. Subsp. Atlantica from Algeria. Chemistry of Natural Compounds. 43(2) :121.

[24] Mortazavi, H., Azad-Demirchi, S., Mahmoudi, R., Sowti, M. and Shirmohammadi, M. 2015. Chemical composition and antioxidant properties of hull and core of *Pistacia khinjuk* stocks. Iranian Food Science and Research Journal. 11 (4): 408-419.

[25] Sharayei, P., Farhoosh, R., Poorazrang, H. and Khodaparast, M.H.H., 2011. Improvement of canola oil frying stability by bene kernel oil's unsaponifiable matter. Journal of the American Oil Chemists' Society, 88(7): 993-1000.

[26] Rababah, T.M., Feng, H., Yang, W. and Yücel, S. 2012. Fortification of potato chips with natural plant extracts to enhance their sensory properties and storage stability. Journal of the American Oil Chemists' Society, 89(8):1419-1425.

[27] Tavakoli, J., Khodaparast, M. H. H., Aminlari, M., Kenari, R. E. and Sharif, A. (2013). Introducing *Pistacia khinjuk* (Kolkhoung) fruit hull oil as a vegetable oil with special chemical composition and unique oxidative stability. Chemistry of Natural Compounds, 49(5), 803-810.

[28] Erkan, N., Ayranci, G., and Ayranci, E. (2012). Lipid oxidation inhibiting capacities of

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of Bene (*Pistacia atlantica*) oil on oxidative stability of soy bean oil

Dehghan, N. [1], Barzegar, H. [2*], Mehrnia, M. A. [3], Jooyandeh, H. [4]

1. MSc., Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Associate Prof., Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
3. Assistant Prof., Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
4. Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 03/ 28
Accepted 2022/ 11/ 16

Keywords:

Oxidation,
Antioxidant activity,
Fatty acid, T
hiobarbituric acid.

DOI: 10.22034/FSCT.19.130.343
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.26.5

*Corresponding Author E-Mail:
hbarzegar@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

Nowadays, by proving the harmful effects of synthetic antioxidants on human health, food scientists are seeking natural compounds to replace synthetic antioxidants. In this study antioxidant properties of Bene (*Pistacia atlantica*) oil in stabilizing crude soybean oil were investigated. Treatments were prepared by blending different ratios of Bene oil with soybean oil (1, 3, and 5%w/w) and synthetic antioxidants of TBHQ (100 ppm) and BHT (200 ppm) along with the antioxidant free soybean oil were used as a control to monitor stability at accelerated oxidation conditions (70 °C). At different time intervals (2 to 12 days), peroxide value, acid value and thiobarbituric acid of samples were evaluated. Fatty acid profile of Bene oil was analyzed using gas chromatography and its total phenolic content and antioxidant properties were measured using Folin-Ciocalteu and DPPH methods, respectively. Results showed that the predominant fatty acid in Bene oil was oleic acid (% 56.53) and Free Radical scavenging activity and total phenol content were 64.7 ± 2.6 % and 87.3 ± 4.5 µg/mg, respectively. Accelerated oxidation test showed that antioxidant properties of 5% Bene oil containing samples were comparable with BHT samples. Generally, the results of this study showed the ability of Bene oil in retarding the oxidation of crude soybean oil.