بررسی پایداری حرارتی روغن دانه کنجد و مخلوط آن با روغن‌های کانولا و اولئین پالم

محمد کاظم شیرازی[۱]، محمد قربانی[۲*]، علیرضا صادقی ماهونک[۲]، امان محمد ضیایی فر[۳]، حامد حسینی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشجوی دکتری، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۵)

چکیده

اکسایش از عوامل مهم فساد روغن‌ها بوده که یکی از راه‌های جلوگیری از آن مخلوط کردن روغن‌ها است. در این پژوهش پایداری حرارتی و برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن دانه کنجد، روغن کانولا، اولئین پالم و مخلوط این روغن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا به وسیله کروماتوگرافی گازی به شناسایی اسیدهای چرب پرداخته شد. طبق نتایج کروماتوگرافی گازی بیش‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع، تک غیراشباع و چند غیراشباع به ترتیب در روغن اولئین پالم (۴۵/۵۰ درصد)، روغن کانولا (۶۹/۴۰ درصد) و روغن کنجد (۴۴/۰۱ درصد) مشاهده شد. تغییرات دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌ها به ترتیب توسط جذب ماورابنفش در طول موج ۲۳۳ و ۲۶۸ نانومتر و طیف سنج نوری، و میزان اسیدیته بر حسب درصد اسید اولئیک، در طی فرایند حرارتی در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفتند. طبق تجزیه و تحلیل آماری بیش‌ترین تغییرات هیدرولیز برای روغن اولئین پالم و کانولا ثبت گردید. همچنین نتایج نشان داد که با توجه به عدم حضور ماده غذایی در روغن، مقدار اسیدیته برای تمامی نمونه‌ها بعد از ۱۸ ساعت حرارت‌دهی کمتر از حد مجاز توصیه شده گردید. نتایج تجزیه و تحلیل دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌ها طی فرایند حرارتی، مخلوط مساوی ۳۳/۵ : ۳۳/۵ : ۳۳/۵ از روغن‌های دانه کنجد: اولئین پالم: کانولا، مخلوط ۲۰٪۸۰ روغن‌های‌اولئین پالم : دانه کنجد و مخلوط ۵۰:۵۰ روغن‌های اولئین پالم : دانه کنجد به عنوان نمونه‌های دارای بیش‌ترین پایداری حرارتی شناسایی شدند و روغن کانولای خالص، مخلوط ۲۰٪۸۰ و ۳۰:۷۰ روغن‌های کانولا : دانه کنجد، کم‌ترین پایداری حرارتی را نشان دادند.

کلید واژگان: روغن کنجد، مخلوط روغن‌ها، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، اسیدهای چرب آزاد، اعداد دی‌ان و تری‌ان مزدوج

*مسئول مکاتبات: moghorbani@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۱- مقدمه

امروزه روغن‌های گیاهی به دلیل آثار مفیدی چون کاهش کلسترول خون بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱]. سرخ کردن مواد غذایی به دلیل ایجاد خواص حسی منحصر به فرد، امروزه به‌طور وسیعی در سطوح صنعتی و خانگی مورداستفاده قرار می‌گیرد [۲]. در طول نگهداری و فرایندهای حرارتی، روغن‌های گیاهی تحت هیدرولیز، اکسایش و پلیمریزه شدن قرار می‌گیرند و درنهایت موجب تیره شدن روغن، کاهش نقطه دود، تولید کف و افزایش ویسکوزیته روغن می‌شوند [۳]. اکسایش روغن‌ها نه‌تنها باعث از دست رفتن کیفیت تغذیه‌ای غذاها می‌شود، بلکه محصولات اکسیدشده‌ای مانند رادیکال‌های آزاد تولید می‌کند که منجر به کاهش عمر ذخیره‌سازی روغن‌ها و ایجاد بیماری‌های قلبی، سرطان و پیری زودرس در مصرف کنندگان می‌شود. از این رو پایدارسازی روغن‌ها در برابر اکسایش امری ضروری است [٤ و٥]. روغن مناسب برای سرخ کردن باید نسبت به دمای بالا مقاوم باشد و برای اطمینان از سلامت روغن در دماهای بالای ۲۰۰ درجه سانتیگراد، ضمن برخورداری از طعم ملایم، نقطه دود و اشتعال آن باید به ترتیب بالاتر از ۲۰۰ و ۳۱۵ درجه سانتیگراد باشد [٦]. روغن کانولا یکی از مهم‌ترین روغن‌های جهان محسوب می شود که سرشار از اسیدهای چرب ۱۸ کربنه اسید اولئیک ، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک می باشد که از نظر تغذیه ای بسیار مطلوب است. همچنین روغن کانولا از نظر ویتامین Eغنی می‌باشد [۷]. روغن اولئین پالم[1] یک نوع روغن حاصل شده از روغن پالم است که در طی فرایند زمستانه کردن از این روغن به‌دست می‌آید و دارای اسیدهای چرب اسید پالمتیک (۳۸/۳ درصد)، اسید اولئیک (٤۲/۱ درصد)، اسید لینولئیک (۱۰/٦ درصد) می‌باشد. روغن اولئین پالم به دلیل خصوصیات ذاتی خوبی که دارد در فرآیند سرخ کردن استقبال خوبی شده است زیرا وقتی با روغن‌های دیگر مخلوط می‌شود کیفیت روغن سرخ کردنی افزایش می‌یابد [۸]. روغن کنجد با وجود دارا بودن حدود ۸۵ درصد اسیدهای چرب غیراشباع، پایدارترین روغن گیاهی به اکسایش است که تاکنون، دلیل این برتری ناشناخته باقی مانده است [۹]. اما اکثر پژوهشگران پایداری اکسایشی قابل توجه روغن کنجد را به سه ضد اکسایش طبیعی سزامول، سزامولین و سزامین نسبت می‌دهند. روغن کنجد دارای خواص تغذیه ای و پایداری منحصر به فرد بوده که اگر با روغن‌هایی مثل کانولا[2]، آفتابگردان[3] و سویا که ازپایداری اکسایشی پایینی برخوردارند مخلوط شود پایداری اکسایشی آن‌ها را بالا می‌برد که می تواند خواص سلامتی بخش روغن را تامین کند [۱۰].

از روش های مناسب برای پایدار کردن روغن‌های سرخ کردنی، مخلوط کردن آن‌ها با روغن‌هایی است که فعالیت ضد اکسایشی بالایی دارند، مثل روغن‌های کنجد[4] و سبوس برنج[5] که به طور وسیعی برای این منظور به کار می‌رود [۱۱]. یا مخلوط کردن آن‌ها با روغن‌هایی است که ترکیبات غیراشباع کمتری در ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها به‌کار رفته است. یعنی مقادیراسید لینولنیک و اسید لینولئیک در ترکیب اسید چرب آن‌ها کم باشد. روغن پالم با مشکل پایین بودن نقطه دود که ناشی از حضور اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است مواجه نیست. اما وجود اسیدهای چرب اشباع (بیش از ٤٥ درصد) کیفیت تغذیه‌ای این محصول را با مشکل روبرو می‌کند [۱۲]. مخلوط کردن انواع مختلف روغن‌های گیاهی با یکدیگر، سطح لیپیدهای زیست فعال و ضد اکسایش را در مخلوط روغنی افزایش می‌دهد و باعث افزایش کیفیت آن‌ها می‌شود [۱۳]. گزارش شده است که مخلوط کردن روغن‌ها، ترکیب اسید چرب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن‌ها را بدون هیچ گونه فرآیند شیمیایی و بیولوژیکی، تغییر می‌دهد [۱۰]. مخلوط کردن روغن‌ها سبب به‌دست آوردن نسبت مناسب ترکیب اسیدهای چرب در مخلوط و نیز خواص ضد اکسایشی بهتر با هزینه کمتر می‌گردد [١٤].

شش مخلوط از روغن سبوس برنج در نسبت‌های ۸۰:۲۰ و ۷۰:۳۰ با روغن‌های زیتون، بادام زمینی، سویا، آفتابگردان، خردل و اولئین پالم مورد بررسی قرار گرفت. در میان همه‌ی مخلوط‌ها، نسبت ۷۰:۳۰ روغن سبوس برنج به روغن بادام زمینی بالاترین نقطه دود (۲۰٤ درجه سانتی‌گراد) و نسبت ۷۰:۳۰ روغن سبوس برنج به روغن زیتون[6] بیش‌ترین پایداری را داشتند و همچنین

1. palm olein

2. canola oil
3. Sunflower oil
4. sesame oil
5. Rice bran oil
6. olive oil

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

بهبود ترکیب اسید چرب مشاهده شد [۱۵]. مخلوط‌های ۲۰ درصد، ٤٠ درصد، ٦٠ درصد و ۸۰ درصد (وزنی / وزنی) از روغن *مورینگاه اولیفرا*[1] با روغن‌های آفتابگردان و سویا در آزمون عملکرد حرارتی نشان داد که پایداری حرارتی روغن مخلوط افزایش یافته است، که بیشترین پایداری مربوط به مخلوط ۸۰ به ۲۰ (وزنی / وزنی) *مورینگاه اولیفرا* به سویا بود [١٦]. فرهوش و همکاران (۲۰۰۹) پایداری مخلوط روغن‌های کانولا و اولئین پالم، کانولا و زیتون و در نهایت کانولا و ذرت، با نسبت به ترتیب (۲۵:۷۵) در سرخ کردن قطعات سیب زمینی مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پایداری سرخ کردن روغن کانولا توسط مخلوط کردن افزایش می‌یابد [۱۷]. گواردیون و جوری (۱۹۹۵) پایداری اکسایش روغن سویای خالص و روغن سویای مخلوط شده با روغن هسته پالم را در فرآیند سرخ کردن چیپس سیب زمینی را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پایداری اکسایش، رنسیدیتی و هیدرولیز روغن سویای مخلوط شده با اولئین پالم در مقایسه با روغن سویای خالص بهتر بود [۱۸].

هدف از این پژوهش افزودن روغن دانه کنجد به روغن کانولا (جهت افزایش پایداری آن) و روغن اولئین پالم (جهت بهبود ترکیب اسید چرب و ارزش تغذیه‌ای آن) و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی این روغن و مخلوط‌های آن می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت‌های مرک[2] و تتراکم[3] تهیه شدند. روغن‌های دانه کنجد و اولئین پالم از شرکت سبوس مازند جویبار و همچنین روغن کانولا از شرکت شهرک صنعتی بهشهر واقع در اتوبان تهران- کرج تهیه شدند. روغن دانه کنجد پس از پرس سرد و بدون هیچگونه فرایند تصفیه تهیه شد. ولی روغن‌های اولئین پالم و کانولا پس از بی بو کردن و قبل از اضافه کردن ضد اکسایش تهیه شدند. کلیه روغن‌های مورد استفاده در این پژوهش فاقد هرگونه ضد اکسایش بودند. پس از تهیه این روغن‌ها، تا زمان انجام آزمایش‌ها در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

۲-۱- شناسایی ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های کنجد، کانولا و اولئین پالم

متیل استر اسیدهای چرب بر طبق روش رسمی AOCS (CH 1-91, 1998) تهیه شدند و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (کار آزمون گستر، ایران) مجهز به ستون موئینه Agilent (cp-sil 88, 100m,0.25mm× 0.25 µm) و آشکار ساز نوع یونیزاسیون شعله‌ای[4] در حضور مقادیر معلوم از استانداردهای اسید چرب، شناسایی و مقدار آن‌ها بر اساس درصد تعیین گردید. دمای ترزیق ۲۲۵ درجه سانتیگراد و دمای آشکار ساز ۲۵۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. برنامه دمایی آون شامل مدت ٤ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد، تغییر به ۲٤۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۳ درجه سانتیگراد بر دقیقه و نگهداری در این دما به مدت ۱۰ دقیقه بود. همچنین از گاز هیدروژن به عنوان گاز حامل با فشار ٤۰ Psi و سرعت حدود ۱/۲ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد.

۲-۲- طرح فرایند حرارت‌دهی

مخلوط کردن روغن‌های گیاهی توسط همزدن مداوم هر مخلوط در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد [۱۹].

در هر بچ مقدار یک کیلوگرم نمونه شامل روغن خالص یا مخلوط روغن‌ها در یک سرخ کن مولینکس[5] با ظرفیت ۱/۵ کیلوگرم قرار داده شد و به مدت ۱۸ ساعت طی سه روز (هر روز ٦ ساعت) در دما ۱۷۰ درجه سانتیگراد حرات دید. در انتهای هر روز کاری ظرف حاوی روغن در ٤ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. نمونه برداری با فواصل زمانی ۲ ساعته در دو تکرار صورت پذیرفت. طی مدت فرایند حرارتی تجدید روغن انجام نگرفت. نمونه‌ها پس از خنک شدن و رسیدن به دمای محیط تا زمان انجام آزمون‌ها تحت ازت در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند [۱۷].

1. Moringa olifera
2. Merck
3. Tetrakem
4. Flame Ionization Detector
5. Moulinex AM302

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۲-۳- تعیین مقداراسیدهای چرب آزاد[1]

میزان اسیدیته بر حسب اسید اولئیک مطابق با روش مرجع (AOCS، ۱۹۹۸) با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال به عنوان تیتر کننده تعیین گردید [۲۰].

۲-٤- اندازه‌گیری دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌ها

به منظور تعیین جذب فرابنفش ابتدا مقدار ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ گرم نمونه روغن در یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری توزین و سپس با استفاده از حلال ایزواکتان[2] به حجم رسانده شد. پس از حل کردن کامل روغن در حلال میزان افزایش در جذب فرابنفش محلول حاصل در طول موج‌های ۲۳۳ (معیاری از محصولات اولیه اکسایش) و ۲٦۸ (معیاری از محصولات ثانویه اکسایش) نانومتر به‌ترتیب برای تعیین میزان دی‌ان‌های مزدوج [3]و تری‌ان‌های مزدوج [4]مطابق با روش اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (IUPAC، b1987، 505/2) ارزیابی گردید. در نهایت عدد دی‌ان و تری‌ان-مزدوج با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد

$$E^{1\%}_{1cm} = A / (cL \times l)$$

در این فرمول E شاخص جذب ویژه، A جذب در طول موج ۲۳۳ یا ۲٦۸ نانومتر، cL غلظت محلول چربی بر حسب گرم در صد میلی لیتر و l طول کوت بر حسب سانتیمتر می‌باشد [۲۱].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

مراحل مختلف تحقیق با استفاده از طرح کاملاً تصادفی طراحی شد و نتایج با استفاده از نرم افزار JMP (آمریکا، ۲۰۱۰) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- شناسایی ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های کنجد، کانولا و اولئین پالم

ترکیب اسید چرب هر یک از روغن‌های مورد استفاده، در توافق با مطالعات گذشته [۱۷، ۲۲، ۲۳ و۲٤] تعیین گردید (جدول۱). اسیدهای چرب اولئیک (٤۱/٤۸۲ درصد)، پالمتیک (۳۹/۳۹۷ درصد) و لینولئیک (۱۲/٤۵۱ درصد) به ترتیب بیشترین مقدار را در بین اسیدهای چرب تشکیل دهنده اولئین پالم تشکیل دادند. در روغن کانولا، اسیدهای چرب غالب به ترتیب شامل اسید اولئیک (٦۲/٤۱۷ درصد)، اسید لینولئیک (۲۲/۰٤۵ درصد) و اسید ایکازنوئیک[5] (٦/۷۸٤ درصد) و بیشترین اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن کنجد به ترتیب اسید لینولئیک (٤۳/۹۱٤ درصد)، اسید اولئیک (۳۸/٦۰٤ درصد) و اسید پالمتیک (۹/۸۹۷درصد) بودند. در بین سه روغن مورد استفاده، بیشترین اسیدهای چرب اشباع (٤۵/۵۰٦ درصد)، تک غیر اشباع (٦۹/٤۰٤ درصد) و چند غیراشباع (٤٤/۰۱٤ درصد) به ترتیب برای روغن‌های اولئین پالم، کانولا و کنجد تعیین گردید. میانگین درصد اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک، لینولنیک و اسیدهای چرب اشباع روغن کانولا در مطالعات قبلی [۱۷] به ترتیب، ۵۹/٤۱، ۲۰/٦۱، ۸/۳٦ و ۷/٤۱ درصد گزارش شده است. در مورد اولئین پالم، مشابه به نتایج ما مقادیر ٤٤/۲۲، ۱۱/۷۵، ۰/۲۸ و ٤٦/۸۵ درصد به ترتیب برای مقادیر اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک، لینولنیک و اسید های چرب اشباع در تحقیقات قبلی [۱۷ و۲۳] تعیین شده اند. این مقادیر برای روغن حاصل از ارقام مختلف کنجد به ترتیب، ٤۸/۱-۳٤/۳، ۳۳/۲- ۵۰، ۰/۳- ۰/۹ و ۱۳-۲۲/۷ درصد گزارش شد [۲۵].

1. Free fatty acid
2. Isooctane
3. Conjugated diene
4. Conjugated Triene
5. Eicosenoic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table 1 The composition of fatty acids of sesame oil, canola oil and olein palm

sesame oil	canola oil	Palm oil	Fatty Acid
-	-	0.231±0.01	C12:0
0.022±0	0.063±0	0.974±0.01	C14:0
9.896±0.39	5.308±0.19	39.396±0.15	C16:0
6.594±0.38	-	4.540±0.11	C18:0
0.455±0.04	0.858±0.02	0.308±0.03	C20:0
-	0.056±0	-	C21:0
0.070±0.01	-	0.054±0	C22:0
0.004±0	0.004±0	-	C24:0
0.115±0.02	0.203±0.04	0.006±0	C16:1 n-7
38.604±0.42	62.416±0.41	41.481±0.26	C18:1
0.174±0.01	6.783±0.18	0.449±0.02	C20:1 n-9
0.047±0	-	-	C24:1 n-9
43.914±0.43	22.045±0.39	12.450±0.37	C18:2
0.015±0	-	-	C20:2
0.083±0	1.262±0.04	0.105±0.02	C18:3 n-3
-	0.997±0.06	-	C20:3 n-6
17.04458	6.291655	45.50592	SFA
38.94134	69.40362	41.9381	MUFA
44.01408	25.03735	12.55598	PUFA

SFA:saturated fatty acid
MUFA:mono un saturated fatty acid
PUFA:poly un saturated fatty acid

۳-۲- اندازه‌گیری درصد اسیدهای چرب آزاد

سادگی و سرعت اندازه‌گیری اسید های چرب آزاد به عنوان یک معرف خوب از فساد روغن موجب شده است تا این شاخص به عنوان یک آزمون معمول و گاهی اوقات تنها آزمون برای بررسی کیفیت روغن حرارت دیده استفاده گردد [۲۶]. تشکیل اسیدهای چرب در روغن سرخ کردنی تحت تاثیر محیط سرخ کردن، ترکیب ماده‌غذایی، دمای سرخ کردن، زمان تجدید روغن و تجمع ذرات غذایی سوخته می‌باشد [۲۷]. این مقدار به عنوان درصد اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک (بر حسب اسید پالمتیک برای روغن پالم) محاسبه می‌گردد. افزایش پایداری تشکیل اسیدهای چرب آزاد طی فرایند سرخ کردن می‌تواند تا حدی مربوط به هیدرولیز و همچنین تا حدی مربوط به گروه‌های کربوکسیل موجود در محصولات پلیمری باشد [۲۸]. عمدتاً افزایش اسیدیته طی فرایند حرارتی ناشی از هیدرولیز تری‌گلیسریدها است که توسط رطوبت ماده غذایی و اکسایش (توسط واکنش روغن با رطوبت تشکیل شده طی سایر واکنش-های فساد) تشدید می‌گردد [۲۹].

میانگین درصد اسیدهای چرب آزاد تشکیل شده در نمونه‌ها در طی فرایند حرارتی در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ ساعت به همراه تجزیه و تحلیل آماری مربوط به آن در جدول ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table 2 Acid value of SO blended with different amounts of CO and PO during frying at 170 °C for 18 h.

Sample	% FFA Time (h)					Blend Effect	% FFA/h
	0	6	10	14	18		
SO 100	1.685±0.006 A,b	1.736±0.006 A,ab	1.789±0.011 A,a	1.728±0.024 A,ab	1.730±0.024 A,ab	1.734 A	0.00215 CD
CO 100	0.224±0.001 E,d	0.265±0.017 E,cd	0.329±0.004 E,bc	0.382±0.006 E,ab	0.431±0.019 D,a	0.326 G	0.01195 B
PO 100	0.352±0.024 D,c	0.420±0.041 D,bc	0.462±0.056 D,b	0.518±0.015 D,b	0.642±0.038 C,a	0.479 E	0.0152 A
SO: CO 50:50	0.881±0.019 B,a	0.922±0.043 B,a	0.893±0 B,a	0.927±0.003 B,a	0.937±0.003 B,a	0.912 B	0.0032 CD
SO:PO 50:50	0.874±0 B,a	0.882±0.012 B,a	0.910±0.026 B,a	0.948±0.023 B,a	0.926±0.004 B,a	0.908 B	0.0038 C
SO:PO:CO 33.5:33.5:33.5	0.586±0.003 C,a	0.597±0.032 C,a	0.603±0.014 C,a	0.630±0.024 C,a	0.637±0.036 C,a	0.611 D	0.00305 CD
SO:CO 30:70	0.618±0.015 C,a	0.629±0.017 C,a	0.658±0.019 C,a	0.682±0.016 C,a	0.673±0.004 C,a	0.652 C	0.0037 C
SO:PO 30:70	0.604±0.021 C,a	0.659±0.024 C,a	0.618±0.005 C,a	0.645±0 C,a	0.667±0.017 C,a	0.638 CD	0.00265 CD
SO:CO 20:80	0.387±0 D,a	0.408±0.034 D,a	0.443±0.036 D,a	0.460±0.019 DE,a	0.450±0 D,a	0.429 F	0.00410 C
SO:CO:PO 25:25:50	0.436±0.021 D,a	0.479±0.024 D,a	0.462±0.016 D,a	0.463±0.021 DE,a	0.470±0.004 D,a	0.476 E	0.00060 D
SO:CO:PO 20:40:40	0.419±0 D,a	0.446±0.038 D,a	0.429±0.017 D,a	0.485±0.010 D,a	0.483±0.011 D,a	0.452 EF	0.00410 C
SO:PO 20:80	0.444±0.009 D,a	0.443±0.036 D,a	0.463±0.020 D,a	0.511±0.048 D,a	0.503±0.001 D,a	0.473 E	0.00415 C
Effect time	0.628 C	0.657 B	0.671 B	0.698 A	0.712 A		

Means with the same small and capital letters within the same rows and columns, respectively, are not significantly different ($P < 0.05$).
*SO sesame oil
CO canola oil
PO Palm oil

تغییرات مقدار اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های مورد ارزیابی به عنوان یک متغیر وابسته به زمان و نوع مخلوط تعیین گردید و اثر متقابل زمان و نوع مخلوط نیز بر شاخص مورد ارزیابی معنی‌دار شد (P<۰/۰۵). با توجه به جدول۲ کمترین (۰/۲۲٤ درصد) و بیشترین (۱/٦۸۵ درصد) درصد اسیدیته در ابتدای فرایند حرارتی به ترتیب برای روغن کانولا و روغن بکر کنجد ثبت شد. در پایان فرایند حرارتی، بیشترین درصد اسید های چرب آزاد (۱/۷۳۰ درصد) برای روغن بکر کنجد تعیین شد که با توجه به مقدار اولیه بالای درصد اسید های چرب آزاد در روغن اولیه، این مقدار پیش‌بینی می‌شد. بر طبق قوانین کشورهای مختلف، مقدار اسیدیته

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۰/۹ (آژانس ملی نظارت بهداشت برزیل، ۲۰۰۵) [۳۰] تا ۲/۵ درصد (استیر، ۲۰۰۱) [۳۱] به عنوان حداکثر اسیدیته قابل پذیرش برای روغن حرارت دیده در نظر گرفته می‌شود. با توجه به جدول ۲ اسیدیته کلیه نمونه‌ها در پایان فرایند حرارت‌دهی کمتر از مقدار مجاز مذکور تعیین شدند. اما با توجه به بکر بودن روغن دانه کنجد و تاثیر آن بر صحت تجزیه و تحلیل آماری موجود در جدول ۲، تصمیم گرفته شد با رسم مقادیر درصد اسیدیته هر یک از نمونه‌ها در مقابل زمان فرایند حرارت‌دهی بر حسب ساعت، شیب منحنی‌های مربوطه (سرعت تشکیل اسیدهای چرب آزاد) نیز مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرند (جدول ۲). بنابراین به منظور مقایسه صحیح بین نمونه‌های مختلف و از بین بردن اثر مقادیر متفاوت اولیه این شاخص برای نمونه‌های مختلف، از شیب منحنی تغییر مقادیر این شاخص در مقابل زمان فرایند حرارتی بر حسب ساعت (جدول۲) جهت مقایسه استفاده شد. شیب منحنی مذکور به عنوان نرخ افزایش تشکیل اسیدهای چرب آزاد طی فرایند حرارتی در نمونه‌ها نشان داد که کمترین تغییرات درصد اسیدهای چرب آزاد و بیشترین (۰/۰۰۰۶۰، اسیدیته بر ساعت) پایداری در مقابل اکسایش هیدرولیتیک برای مخلوط ۲۵:۲۵:۵۰ روغن‌های اولئین پالم:کانولا:دانه کنجد و کمترین (۰/۰۱۵۲، اسیدیته بر ساعت) پایداری در مقابل فساد هیدرولیتیک برای اولئین پالم حاصل شده است. علاوه براین، تفاوت معنی داری بین مخلوط های۱، ٤، ٦، ۸ و مخلوط ۲۵:۲۵:۵۰ روغن‌های اولئین پالم:کانولا:دانه کنجد مشاهده نشد. بر اساس یافته های این مطالعه، روغن اولئین پالم حساسیت بیشتری به فساد هیدرولیتیک نشان داد که در نتیجه مخلوط کردن آن با روغن‌های بکر کنجد و کانولا این مشکل بهبود گردید و با افزایش نسبت هر یک از روغن‌های بکر کنجد و کانولا در مخلوط‌های حاوی اولئین پالم، شاهد کاهش نرخ تغییرات اسیدیته و افزایش مقاومت در مقابل پیشرفت فساد هیدرولیتیک هستیم. در تحقیقی مشابه اکسو و همکاران (۲۰۰) گزارش کردند که مخلوط روغن‌های کانولا با اسید اولئیک بالا و اولئین پالم پایداری اکسایشی بالاتر، اسیدهای چرب آزاد کمتر، ترکیبات قطبی بیش‌تر و پایداری حرارتی بالاتری در مقایسه با روغن اولئین پالم به صورت خالص داشت [۳۲]. همچنین کو و لانگ (۲۰۱۲) تغییرات کمتری را برای تشکیل اسیدهای چرب آزاد در روغن نارگیل بکر نسبت به روغن نارگیل و اولئین پالم تصفیه شده طی فرایند سرخ کردن گزارش نمودند، در حالیکه مشابه مطالعه حاضر، روغن بکر مورد استفاده آن ها مقدار اسیدیته اولیه بالاتری نسبت به نمونه‌های تصفیه شده داشت [۳۳].

۳-۳- اندازه‌گیری دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌ها

در شیمی آلی اصطلاح دی‌ان مزدوج مربوط به دو پیوند دوگانه می‌باشد که توسط یک پیوند یگانه از هم مجزا شده‌اند. این ساختار برای اسیدهای چرب چند غیراشباعی غیر معمول است بطوری که آنها دارای ساختار دی وینیل متان (غیر مزدوج) می باشند. بنابراین بطور کلی پذیرفته شده که وجود دی‌ان‌های مزدوج در چربی‌ها نشان دهنده بروز اکسایش در روغن است [۳٤]. به طور کلی تشکیل پراکسیدها هم زمان با تشکیل باندهای دوگانه مزدوج در اسیدهای چرب چند غیر اشباعی می باشد، که می تواند با استفاده از قابلیت جذب ویژه دی‌ان‌های مزدوج و تری‌ان-های مزدوج در طیف فرابنفش اندازه‌گیری شود [۳۵]. برای تشکیل دی‌ان‌های مزدوج، نمونه‌های چربی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع، حداقل دو باند دوگانه مورد نیاز است. مهمترین اسید چرب از این گروه در مواد غذایی اسید لینولئیک است. روش دی‌ان مزدوج نسبت به تعیین شاخص پراکسید سریعتر، ساده‌تر، مستقل از واکنش‌های شیمیائی یا توسعه رنگ بوده و به مقدار نمونه کمتر نیاز دارد [۳٦]. جذب فرابنفش در ۲٦۸ نانومتر به عنوان معیاری از تری‌ان‌های مزدوج و محصولات ثانویه اکسایش همانند کتو دی‌ان‌ها و دی‌انال‌های مزدوج می‌باشد [۳۷]. تغییرات دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌های روغن در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ ساعت به همراه تجزیه و تحلیل آماری در جدول ۲ و۳ مشاهده می باشند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table 3 conjugated diene of SO blended with different amounts of CO and PO during frying at 170 °C for 18 h.

Sample	conjugated diene (CD) 233nm Time(h) 4	6	8	10	12	14	16	18	0	frying at 170 °C for 18 h. Belend Effect
SO 100	4.10±0.04 AB,e	4.85±0.024 AB,e	5.71±0.07 AB,e	7.03±0.29 AB,de	8.18±0.09 B,d	8.75±0.15 BC,cd	10.28±0.06 BC,c	12.77±0.70 AB,b	13.47±0.69 Bc,ab	15.19±0.88 AB,a	9.010 CDE
CO 100	4.08±0.33 AB,e	5.59±0.013 A,e	7.19±0.027 A,de	8.66±0.026 A,d	10.13±0.23 A,cd	11.25±0.04 AB,c	13.04±0.17 A,b	14.33±0.06 A,b	15.82±0.74 A,ab	16.43±0.37 AB,a	10.656 A
PO 100	2.52±0.02 B,e	4.18±0.03 AB,de	5.50±0.14 AB,d	6.62±0.17 BC,cd	8.130.12 B,c	9.09±0.15 BC,bc	9.89±0.29 BC,b	11.04±0.32 BC,ab	11.61±0.32 C,ab	۱۱.98±0.07 C,a	8.059 F
SO:CO 50:50	4.41±0.18 A,e	4.53±0.81 AB,e	5.72±0.05 AB,de	6.74±0.22 BC,d	8.39±0.13 AB,cd	9.65±0.45 B,c	11.35±0.13 AB,bc	12.06±0.14 BC,b	12.91±0.31 BC,b	14.88±0.06 B,a	9.068 CD
SO:PO 50:50	3.39±0.16 AB,e	3.88±0.51 AB,e	4.31±0 B,e	5.63±0.11 BC,de	7.28±0.61 B,d	7.84±0.89 C,cd	9.25±0.52 BC,c	11±0.07 BC,b	12.27±0.01 BC,b	14.38±0.33 BC,a	7.927 FG
SO:PO:CO 33.5*33.5*33.5	3.73±0.30 AB,d	3.90±0.01 AB,d	4.54±0 B,d	5.17±0.14 C,d	6.79±0.07 B,cd	7.62±0.45 C,c	8.93±0.10 C,bc	10.33±0.04 C,b	11.43±0.04 C,ab	12.77±0.09 C,a	7.527 G
SO:CO 30:70	3.85±0.01 AB,e	4.33±0.04 AB,e	5.37±0.08 B,de	6.32±0.17 BC,d	8.20±0.14 B,c	9.54±0.15 BC,c	11.33±0.0± AB,b	12.75±0.20 AB,b	14.77±0.77 AB,a	16.08±0.26 AB,a	9.259 C
SO:PO 30:70	3.28±0.09 AB,f	3.53±0.14 B,f	4.46±0.02 B,ef	5.62±0.20 BC,e	7.47±0.28 B,d	9.11±0.28 BC,d	10.87±.49 B,c	12.72±0 AB,b	13.82±0.24 B,ab	15.26±0.14 AB,a	8.619 E
SO:CO 20:80	3.50±0.18 AB,f	4.05±0.14 AB,f	5.24±0.33 B,ef	6.96±0.39 AB,e	9.14±0.37 AB,d	12.23±0.23 A,c	12.34±0.03 AB,c	14.17±0.13 AB,b	16.14±0.41 A,a	16.81±0.29 A,a	10.062 B
SO:CO:PO 25*25*50	3.39±0.08 AB,e	3.88±0.021 AB,de	4.58±0.03 B,de	5.57±0.19 BC,d	7.13±0 B,cd	8.34±0.21 BC,c	9.61±0.22 BC,bc	11.16±0.07 BC,b	12.44±0.22 BC,ab	13.85±0.12 BC,a	8.007 F
SO:CO:PO 20*40*40	3.36±0.12 AB,f	3.71±0 B,f	4.90±0.06 B,ef	6.38±0.11 BC,e	7.980.23 B,de	9.24±0.66 BC,d	11.33±0.22 AB,c	12.50±0.35 B,bc	13.26±0.12 BC,b	15.06±0.37 B,a	8.776 DE
SO:PO 20:80	2.88±0.01 AB,e	3.20±0.21 B,e	4.31±0.27 B,de	5.71±0.12 BC,d	6.96±0.36 B,cd	8.64±0.88 BC,c	9.40±0.04 BC,bc	10.92±0.08 BC,b	11.99±0.53 C,ab	13.10±0.14 C,a	7.716 FG
Effect time	3.544 G	4.118 I	5.157 H	6.372 G	7.986 F	9.280 E	10.640 D	12.149 C	13.333 B	14.654 A	

Means with the same small and capital letters within the same rows and columns, respectively, are not significantly different ($P < 0.05$).

*SO sesame oil

*CO canola oil

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

*PO Palm oil

Table 4 onjugated Triene of SO blended with different amounts of CO and PO during frying at 170 °C for 18 h.

Sample	conjugated Triene (CD) 268nm Time(h)										Belend Effect
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
SO 100	1.68±0 AB , c	1.48±0.13 B , c	2.09±0 B , bc	2.51±0.02 BC , b	3.70±0.32 B , a	2.85±0.02 C , b	3.28±0 BC , ab	3.74±0.34 BC , a	3.69±0.12 BC , a	4.02±0.26 BC , a	2.842 CD
CO 100	1.65±0.09 A , e	2.48±0.14 A , d	3.31±0.08 A , c	4.06±0.02 A , c	4.79±0 A , bc	5.08±0.06 A , b	5.55±0.02 A , ab	5.81±0.01 A , ab	5.94±0.12 A , a	6.02±0.18 A , a	4.472 A
PO 100	0.91±0.06 AB , c	2.15±0.06 AB , b	2.97±0.13 A , a	3.03±0.02 B , a	3.20±0.13 BC , a	3.10±0.05 C , a	3.03±0.10 C , a	3.18±0.12 C , a	3.13±0.15 C , a	3.14±0.08 C , a	2.788 DE
SO:CO 50:50	1.37±0.02 AB , d	1.60±0.09 B , d	2.14±0.12 B , cd	2.50±0.14 BC , c	3.01±0.01 BC , bc	3.30±0.25 BC , b	3.59±0.20 BC , ab	3.73±0.06 BC , ab	3.83±0.20 BC , ab	4.27±0.05 BC , a	2.937 BCD
SO:CO 50:50	0.83±0.01 B , c	1.28±0.21 B , c	1.54±0.07 B , c	2.01±0 C , bc	2.65±0.24 C , b	2.72±0.18 C , b	3±0.17 C , ab	3.24±0.20 C , ab	3.32±0.14 C , ab	3.68±0.36 BC , a	2.431 G
SO:PO:CO 33.5:33.5:33.5	1.28±0.13 AB , c	1.47±0.10 B , c	1.81±0.11 B , bc	2.02±0 C , bc	2.53±0.06 C , b	2.82±0.22 C , ab	3.17±0.11 BC , ab	3.41±0.10 BC , a	3.48±0.22 C , a	3.54±0.28 BC , a	2.555 FG
SO:CO 30:70	1.42±0.07 AB , d	1.78±0.10 AB , cd	2.09±0.10 B , cd	2.43±0.19 BC , c	2.93±0 BC , bc	3.28±0.02 BC , b	3.64±0.02 BC , ab	3.87±0.06 BC , ab	4.15±0.11 BC , a	4.32±0.04 B , a	2.995 BC
SO:PO 30:70	1.02±0 AB , c	1.26±0.04 B , c	1.80±0.14 B , bc	2.20±0.0 C , b	2.70±0.09 C , ab	3.04±0.03 C , a	3.08±0.16 C , a	3.29±0.04 BC , a	3.25±0 C , a	3.49±0.30 C , a	2.517 FG
SO:CO 20:80	1.33±0.17 AB , c	1.54±0.05 B , c	1.99±0.06 B , c	2.603 BC , bc	3.17±0.16 BC , b	3.99±0.35 B , a	3.90±0.02 B , ab	4.05±0.15 B , a	4.29±0.53 B , a	4.23±0.01 BC , a	3.112 B
SO:CO:PO 25:25:50	1.13±0.08 AB , c	1.42±0.07 B , c	1.81±0.02 B , c	2.279 BC , bc	2.71±0.01 C , b	3.05±0.15 C , ab	3.27±0.05 BC , ab	3.43±0.07 BC , ab	3.48±0.04 C , ab	3.70±0.04 BC , a	2.632 EF
SO:CO:PO 20:40:40	1.24±0.01 AB , c	1.37±0.06 B , c	2±0.05 B , c	2.615 BC , bc	3.09±0.04 BC , b	3.42±0.14 BC , ab	3.81±0.25 BC , ab	3.77±0.33 BC , ab	3.86±0.20 BC , ab	3.89±0.14 BC , a	2.912 CD
SO:PO 20:80	1.02±0.02 AB , c	1.21±0.01 B , bc	1.83±0.05 B , b	2.376 BC , ab	2.72±0.07 C , a	2.99±0.16 C , a	2.95±0.12 C , a	2.97±0.11 C , a	3.01±0.14 C , a	2.94±0.34 C , a	2.405 G
Effect time	1.188 I	1.591 H	2.118 G	2.554 F	3.104 E	3.307 D	3.526 C	3.711 B	3.792 AB	3.941 A	

Means with the same small and capital letters within the same rows and columns, respectively, are not significantly different ($P < 0.05$).

*SO sesame oil

*CO canola oil

*PO Palm oil

با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری اثر نوع مخلوط، زمان فرایند و اثر متقابل آن ها بر اعداد دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌ها معنی دار (P<۰/۰۵) شد. در بین روغن‌های خالص، مقدار دی‌ان و تری‌ان مزدوج روغن اولئین پالم پس از تحمل ۱۸ ساعت فرآیند حرارتی به ترتیب به عدد ۱۱/۹۸۲ و ۳/۱٤٦ رسید که پایداری بسیار مناسبی از خود نشان داد. این مسئله احتمالاً به دلیل حضور ۹۱/۹٦ درصد مجموع اسیدهای چرب اشباع و تک غیراشباعی است که بسیار کم وارد واکنش اکسایشی شده‌اند. برای تشکیل دی‌ان مزدوج حداقل بایستی دو باند دوگانه در ساختار اسید چرب وجود داشته باشد [۳۸]. بنابراین به دلیل عدم وجود بیش از یک پیوند دو گانه، واضع است که مقدار دی‌ان مزدوج روغن اولئین پالم رشد چندانی از خود نشان نداده است. در ابتدای فرایند حرارتی، تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) به جزء برای روغن اولئین پالم و مخلوط ۵۰:۵۰ روغن‌های دانه کنجد:

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

اولئین پالم ملاحظه نشد. با توجه به تجزیه و تحلیل آماری، در پایان فرآیند حرارتی کمترین تغییرات شاخص دی‌ان مزدوج متناظر با بیشترین پایداری اکسایشی، ابتدا برای نسبت مساوی روغن‌های کانولا :اولئین پالم :دانه کنجد و سپس مخلوط ۵۰:۵۰ روغن‌های اولئین پالم: دانه کنجد ومخلوط ۸۰ :۲۰ روغن‌های اولئین پالم :دانه کنجد ثبت گردید و بیش‌ترین تغییرات دی‌ان مزدوج متناظر با کمترین پایداری اکسایشی در طی ۱۸ ساعت حرارت به ترتیب برای روغن کانولا، سپس مخلوط ۸۰:۲۰ روغن‌های کانولا :دانه کنجد و مخلوط ۷۰ : ۳۰ روغن‌های کانولا: دانه کنجد ثبت گردید. از مقایسه اعداد دی و تری‌ان مزدوج موجود در جدول‌های ۲ و۳ پس از ۱۸ ساعت حرارت‌دهی در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد، مخلوط مساوی۳۳/۵ : ۳۳/۵: ۳۳/۵ از روغن‌های کانولا :اولئین پالم :دانه کنجد، مخلوط ۸۰:۲۰ از روغن‌های اولئین پالم :دانه کنجد ومخلوط ۵۰:۵۰ از روغن‌های اولئین پالم :دانه کنجد بالاترین پایداری حرارتی، و روغن کانولای خالص، مخلوط‌های ۸۰:۲۰ و ۷۰:۳۰ روغن‌های کانولا: دانه کنجد کمترین پایداری حرارتی را نشان دادند. یافته‌های ما با نتایج حامد و ابوالوفا (۲۰۱۲) مشابهت داشت چرا که آن‌ها نیز در بررسی پایداری اکسایشی روغن تخم کتان، سیاه دانه و روغن دانه کنجد به این نتیجه رسیدند که مخلوط ۸۰:۲۰ روغن‌های مطابقت داشت تخم کتان: سیاه دانه در مقایسه با روغن تخم کتان خالص و مخلوط ۸۰:۲۰ روغن‌های سیاه دانه: دانه کنجد پایداری اکسایشی بهتری دارد.آن‌ها همچنین پی بردند که مخلوط ۸۰:۲۰ روغن‌های تخم کتان: سیاه دانه نسبت به مخلوط ۸۰:۲۰ روغن-های تخم کتان: دانه کنجد ، درصد بازدارندگی بهتری در تولید دی‌ان و تری‌ان مزدوج دارند [۳۹].

٤-نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه و تحلیل آزمون اسیدیته نشان داد که در ابتدای فرایند حرارتی، روغن دانه کنجد به دلیل بکر بودن، اسیدیته بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت که پس از مخلوط شدن با سایر نمونه‌ها این مشکل بهبود گردید. با توجه به بکر بودن روغن دانه کنجد و تاثیر آن بر صحت تجزیه و تحلیل آماری وبه منظور مقایسه صحیح بین نمونه‌های مختلف و از بین بردن اثر مقادیر متفاوت اولیه این شاخص برای نمونه‌های مختلف، از شیب منحنی تغییر مقادیر این شاخص در مقابل زمان فرایند حرارتی بر حسب ساعت جهت مقایسه استفاده شد که کمترین تغییرات درصد اسید های چرب آزاد و بیشترین پایداری در مقابل اکسایش هیدرولیتیک برای مخلوط ۲۵:۲۵:۵۰ روغن‌های اولئین پالم:کانولا:دانه کنجد مشاهده شد. مقدار اسیدیته برای تمامی نمونه‌ها بعد از ۱۸ ساعت حرارت‌دهی کمتر از حد مجاز توصیه شده گردید که دلیل این امر می تواند مربوط به عدم حضور ماده غذایی و در نتیجه هیدرولیز کمتر باشد.

بر طبق ارزیابی دی‌ان و تری‌ان مزدوج نمونه‌ها طی فرایند حرارتی، مخلوط مساوی ۳۳/۵ : ۳۳/۵: ۳۳/۵ روغن‌های کانولا :اولئین پالم :دانه کنجد ، مخلوط ۸۰:۲۰ روغن‌های اولئین پالم: دانه کنجد و ۵۰:۵۰ روغن‌های اولئین پالم: دانه کنجد به عنوان نمونه‌های دارای بیشترین پایداری حرارتی شناسایی شدند و روغن کانولای خالص، مخلوط‌های ۸۰:۲۰ و ۷۰:۳۰ روغن های کانولا: دانه کنجد کمترین پایداری حرارتی را نشان دادند.

٥- منابع

[1] Matalgyto, F.S., & Al-khalifa, A.S. (1998). Effect of Microwave oven Heating on stability of some oil and Fast.*A.Gulf.J.Sci.Res*., 16, 21-40.

[2] Perkins, E. G., & Erickson, M. D. (1996). *Deep frying: chemistry, nutrition, and practical applications*. AOCS press.

[3] Saguy, I.S., & Pinthus, E. J.(1995). Oil uptake during dreep-fat frying: factors and mechanisms. *Food Technology,* 152, 142-145.

[4] Yen, G. C., Chen, H. Y., & Peng, H. H. (1997). Antioxidant and pro-oxidant effects of various tea extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(1), 30-34.

[5] Yen, G. C., & Hsieh, C. L. (1998). Antioxidant activity of extracts from Du-zhong (Eucommia ulmoides) toward various lipid peroxidation models in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 3952-3957.

[6] Mackay, S. (2000). Techniques and types of fat used in deep-fat frying-a policy statement and background paper. *Heart Foundation of New Zealand*,1-62.

[7] Ackman, R. G. (1990). Canola fatty acids—an ideal mixture for health, nutrition, and food

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

use. *In Canola and Rapeseed* (pp. 81-98). Springer US.

[8] Teah, Y. K. (1988). Improvements in the frying quality of vegetable oils by blending with palm olein. *Palm Oil Developments (Malaysia)*.

[9] Abou-Gharbia, H. A., Shehata, A. A. Y., & Shahidi, F. (2000). Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. *Food research international*, 33(5), 331-340.

[10] Hassanien, M. M. M., & Abdel-Razek, A. G. (2012). Improving the stability of edible oils by blending with roasted sesame seed oil as a source of natural antioxidants. *J App Sci Res*, 8(8).

[11] Mirzaei, H., Boldaji, F., Dokhani, SH.(2006). Changes in fatty acids content of two oils used for partially frying of potato*, J. Agric. Sci. Natur. Resour* ,120-126.

[12] Bolourian11, S. H., Movahhed, G. G., Afshari, M., Madadnoei, F., & Karami, F. Evaluation of Heat Stability and Performance of Palm Olein and Colza Oils Blends in Frying of Potato Chips. 20 (1), 31-46.

[13] Ramadan, M. F., Amer, M. M. A., Awad, A.(2008). Coriander (Coriandrum sativum L.) seed oil improves plasma lipid profile in rats fed diet containing cholesterol. *European Food Research and Technology, 227*, 1173–1182.

[14] Kochhar, S. P. (2000). Stabilisation of frying oils with natural antioxidative components. *European Journal of Lipid Science* and Technology, 102(8- 9), 552-559.

[15] Choudhury, N., Tan, L., & Truswell, A. S. (1995). Comparison of palmolein and olive oil: effects on plasma lipids and vitamin E in young adults. The American journal of clinical nutrition, 61(5), 1043-1051.

[16] Anwar, F., Hussain, A. I., Iqbal, S., & Bhanger, M. I. (2006). Enhancement of the oxidative stability of some vegetable oils by blending with Moringa oleifera oil. Food Chemistry, 103, 1181–1191

[17] Farhoosh, R., Esmaeilzadeh Kenari, R., & Poorazrang, H. (2009). Frying stability of canola oil blended with palm olein, olive, and corn oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 86(1), 71-76.

[18] Goburdhun, D., & Jhurree, B. (1995). Effect of deep-fat frying on fat oxidation in soybean oil. International journal of food sciences and nutrition, 46(4), 363-371.

[19] Khan, M., Asha, M. R., Bhat K .K., & Khatoon, S. (2011). Studies on chemical and sensory parameters of coconut oil and its olein blends with sesame oil and palm olein during wheat flour-based product frying. Journal of Food Science Technology , 48(2), 175-182.

[20] AOCS, (1998). Official method of analysis. Washington, DC: American Oil Chemist's Society.

[21] Paquot, C., & Hautfenne, A. (1987). Evidence of purity and deterioration from ultraviolet spectrophotometry. Standards Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 212-213.

[22] Abdulkarim, S. M., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S., & Ghazali, H. M. (2007). Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils. Food Chemistry, 105(4), 1382-1389.

[23] Bansal, G., Zhou, W., Barlow, P. J., Lo, H. L., & Neo, F. L. (2010). Performance of palm olein in repeated deep frying and controlled heating processes. Food chemistry, 121(2), 338-347.

[24]- Tarmizi, A.H., Niranjan ,K., Gordon ,M .(2013). Physicochemical changes occurring in oil when atmospheric frying is combined with post-frying vacuum application. Food Chem 136:902–908

[25]- Hettinga, D. (2005). Edible Oil and Fat Products: Edible Oils. Baileys industrial oil and fat products. F. Shahidi. New Jersey, A John Wiley & Sons, Inc. 1: 357-385.

[26] Rossell, J. B. (1998). Industrial frying process. Grasas y Aceites, 49(3-4), 282-295.

[27] Choe, E., & Min, D. B. (2007). Chemistry of deep- fat frying oils. Journal of food science, 72(5), 77-86.

[28] Tyagi, V. K., & Vasishtha, A. K. (1996). Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(4), 499-506.

[29] Al-Harbi, M. M., & Al-Kahtani, H. A. (1993). Chemical and biological evaluation of discarded frying palm oil from commercial restaurants. Food Chemistry, 48(4), 395-401.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[30] Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria—Anvisa. (2005). http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa-ingles

[31] Stier, R. F. (2001). The measurement of frying oil quality and authenticity. In: Rossell JB (ed) Frying: improving quality. *Woodhead Publishing, Cambridge*, p 382.

[32] Xu, X. Q., Tran, V. H., Palmer, M. V., White, K., & Salisbury, P. (2000). Chemical, physical and sensory properties of conola oil, palm olein and their blends in deep frying trials. *Food Australia*, *52*(3), 77-82.

[33] Koh, S. P., & Long, K. (2012). Oxidative stability study of virgin coconut oil during deep frying. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc,* 40(1), 35-44.

[34] Gray, J. I. (1978). Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(6), 539-546.

[35] Wanasundara, U. N., Shahidi, F., & Jablonski, C. R. (1995). Comparison of standard and NMR methodologies for assessment of oxidative stability of canola and soybean oils. *Food Chemistry*, 52(3), 249-253.

[36] Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid David, S., Schwartz Steven , J., Shoemaker, C.F., Smith, D., & Sporns, P. (2005). Lipid oxidation stability, in Handbook of Food Analytical Chemistry: Water, Proteins, Enzjmes, Lipids, and Carbohydrates. *John Wiley & Sons, Inc*., 513-547.

[37] Savage, G. P., McNeil, D. L., & Österberg, K. (1999, September). Oxidative stability of walnuts during long term in shell storage. *In IV International Walnut Symposium* 544, (591-597).

[38] Ronald, B. (2001). measurement of primary lipid oxidation products.*current protocols in food analytical chemistry*. D2.101-D2.1015

[39] Hamed, S. F., & Abo-Elwafa, G. A. (2012). Enhancement of oxidation stability of flax seed oil by blending with stable vegetable oils. *J Appl Sci Res*, 8, 5039-5048.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Investigation of thermal stabilities of sesame oil and its blend with canola oil and palm olein

Shirazi, M. K. [1],Ghorbani, M. [2*], Sadeghi Mahoonak, A. R. [2], Ziaiifar, A. M. [3], Hosseini, H. [4]

1. M.Sc Student, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Assistant Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
4. Ph.D Student, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.

(Received: 2016/08/08 Accepted:2016/11/15)

Oxidation is an important factor for decaying oil, that one way to prevent oxidation is Oils blend. In the present work, thermal stability and some physicochemical features were evaluated for sesame, canola, palm olein oils and their blends in different ratios. In the first step, fatty acid profile of the individual oils were determined by a GC. The amount of Acidity based Oleic acid by titration method and as well as conjugated diene and triene values changes were measured using an UV spectrophotometer by absorbance at 232 nm and 268 nm respectively, during the heating process at 170 ºC for 18 h. The higher SFA (45.5 %), MUFA (69.4 %) and PUFA (44.01 %) were determined for palm olein, canola and sesame oils, respectively. According to the results, the highest hydrolytic deterioration was recorded for palm olein and canola oils. Also, the results showed that the acidity of the samples were lower than recommended value after heating the oil samples for 18 h . Base on the ultraviolet absorption results for the samples during the process, the blends of so:po:co (33.5:33.5:33.5), so:po (20:80) and so:po (50:50) were showed the highest thermal stability, while canola oil and the 20:80 and 30:70 blends of sesame and canola oils were showed the lowest thermal stability.

Keywords: Sesame oil, Oil blends, Physicochemical properties, Free fatty acid, Values of conjugated diene and Trien

*Corresponding Author E-Mail Address: moghorbani@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]