اثر افزودن عصاره‌ی گزنه بر پایداری اکسیداتیو روغن زیتون تصفیه شده طی سرخ کردن

الناز افضلی[1]، *مریم فهیم دانش[2]

[1]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرقدس، [2]استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرقدس

تاریخ دریافت: ١٣٩٦/١/٢٤؛ تاریخ پذیرش: ١٣٩٦/٢/٣١

*مسئول مکاتبه: M.fahimdanesh@Qodsiau.ac.ir

چکیده

طی فرآیند سرخ کردن، دمای روغن در حضور هوا و رطوبت، به دفعات افزایش یافته و انواعی از واکنش‌های تجزیه‌ای نظیر اکسیداسیون، هیدرولیز و پلیمریزاسیون اتفاق می‌افتد. جهت کاهش اکسایش، از روش‌های مؤثری همانند افزودن ضداکساینده‌ها استفاده می‌شود. اگرچه ضداکساینده‌های سنتزی در مقادیر کم مورد استفاده قرار می‌گیرند اما نمی‌توان عوارض ناشی از مصرف طولانی مدت این ترکیبات در انسان‌ها را نادیده گرفت. هدف از این تحقیق، بررسی اثرات ضداکسایشی عصاره‌ی اتانولی گزنه در روغن زیتون تصفیه شده و مقایسه‌ی آن با ضداکساینده‌ی سنتزی بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن (BHT) بوده است. از این رو عصاره‌ی گزنه در سه سطح (٤٠٠، ٦٠٠ و ٨٠٠ ppm) و BHT در دو سطح علظت (١٠٠ و ٢٠٠ ppm) به روغن زیتون تصفیه شده اضافه گردیدند و قبل از سرخ کردن، توانایی به دام انداختن رادیکال DPPH (٢ و٢´- دی فنیل -١- پیکریل هیدرازیل) اندازه‌گیری شد. همچنین در این پژوهش، ارزیابی ترکیب اسید چرب، عدد پراکسید و ترکیبات قطبی نیز صورت گرفت. طبق نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون LSD در سطح معنی‌دار p<٠/٠٥، سرخ کردن با افزایش عدد پراکسید، درصد ترکیبات قطبی و ایزومرهای ترانس و نیز کاهش درصد نسبی اسیدهای چرب غیراشباع همراه بوده که همگی دلالت بر افت کیفی روغن دارد. در بین تیمارها، بیشترین اثر ضداکسایشی، مربوط به نمونه حاوی ٨٠٠ ppm عصاره‌ی اتانولی گزنه بوده است. به طوری که میزان ترکیبات قطبی آن طی سه مرتبه سرخ کردن از ٩/٥ درصد به ٢٦/٤ درصد رسید و کمترین اثر آن نیز در نمونه حاوی BHT ١٠٠ ppm مشاهده شد که میزان ترکیبات قطبی آن، در بار اول سرخ کردن، از ١٠/٥ درصد به ٣٢ درصد رسیده و دورریز گردید.

واژه‌های کلیدی: ضداکساینده، روغن زیتون تصفیه شده، سرخ کردن

مقدمه

اهمیت روغن‌ها و چربی‌ها نه تنها از نظر سلامت بلکه از دیدگاه تجارت و اقتصاد نیز اثبات شده است (مولودی و همکاران، ٢٠١٥). روغن‌های گیاهی به دلیل آثار مفیدی چون کاهش کلسترول خون مورد توجه قرار گرفته‌اند و در اشکال مختلفی

از جمله روغن‌های سالادی، پخت و پز و سرخ کردن استفاده می‌شوند (میرزایی رودکی و سحری، ۱۳۹۲). این روغن‌ها، طی فرآیند سرخ کردن تحت تأثیر اکسیداتیو حرارتی، پلی‌مریزاسیون و هیدرولیز قرار گرفته و محصولات حاصل از تجزیه‌ی آن‌ها تأثیر منفی بر عطر و طعم و رنگ ماده غذایی دارند (پراوین و همکاران، ۲۰۱۵). از این رو پایداری روغن‌ها در طی حرارت‌دهی، معیار مهمی جهت ارزیابی آن‌ها به عنوان یک روغن خوب می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳). روغن زیتون با حدود ٪۷۲ اولئیک اسید، یک روغن منحصر به فرد است؛ زیرا اکثر روغن‌های گیاهی در درجه اول از اسیدهای چرب اشباع نشده، از جمله اسید چرب ضروری امگا ٦ و لینولئیک اسید تشکیل شده‌اند (گوپتا و همکاران، ۲۰۱٤). علاوه بر این، میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی در روغن زیتون نسبتاً کم است (کاسال و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات نشان داد که پایداری اکسیداتیو روغن را می‌توان به وسیله تغییر ترکیب اسیدهای چرب روغن و یا افزودن ضداکساینده‌ها به آن بهبود بخشید (چانگ و همکاران، ۲۰۰٤). در واقع ترکیب اسید چرب روغن‌ها را می‌توان از طریق هیدروژناسیون، اینتراستریفیکاسیون، تکنیک‌های ژنتیکی و مخلوط کردن روغن‌های مختلف تغییر داد (فرهوش و همکاران، ۲۰۰۹). روغن‌های نباتی هیدروژنه در مقایسه با انواع غیرهیدروژنه، کلسترول خون را افزایش داده و مصرف اسیدهای چرب ترانس حاصل از هیدروژناسیون، برای سلامتی مضر می‌باشد؛ زیرا می‌تواند سبب ایجاد بیماری‌های قلبی و سکته مغزی گردد (آبریانا و جوهانس، ۲۰۱٤). اینتراستریفیکاسیون روغن با دیگر روغن‌های نباتی پایدار نیز قیمت محصول را افزایش می‌دهد (چو و همکاران، ۲۰۰۲). امروزه مخلوط کردن روغن‌ها به عنوان یک روش دیگر جهت تولید روغن‌های خوراکی رواج یافته، مثلاً مخلوط کردن با روغن‌هایی که ترکیبات غیراشباع کمتری دارند مثل روغن پالم اما وجود اسیدهای چرب اشباع (بیش از ٪٤٥) کیفیت تغذیه‌ای این محصولات را دچار مشکل کرده است (بلوریان و همکاران، ۲۰۱۰). از سوی دیگر، استفاده از ضداکساینده‌های سنتزی نیز به دلیل اثر سمیت و سرطان‌زایی آن‌ها کاهش یافت (پویانا، ۲۰۱۲). امروزه تلاش‌های متعددی برای یافتن ضداکساینده‌های طبیعی از منابع گیاهی صورت گرفت (میلان، ۲۰۰٦) و یکی از گیاهانی که امکان بررسی از نظر فعالیت ضداکسایندگی، میزان ترکیبات فنولی و فلانوئیدی برای آن وجود دارد، گیاه گزنه است. گزنه با نام علمی *Urtica dioica*، یک گیاه گلدار، علفی، چند ساله و یکی از اعضای خانواده‌ی *Urtica ceae* می‌باشد. در گذشته از این گیاه برای درمان رماتیسم، درد قفسه سینه، نارسایی کبد، سرماخوردگی و سرفه استفاده می‌گردید (سادات ریاضی و آصفی، ۲۰۱۵). از این رو با توجه به لزوم استفاده از ضداکساینده‌ها در سامانه‌های غذایی و همچنین اثرات مضر ضداکساینده‌های سنتزی، در

این پژوهش سعی شد تا از عصاره‌ی اتانولی گزنه به عنوان منبعی بالقوه از ضداکساینده‌های طبیعی، جهت افزایش پایداری اکسیداتیو روغن زیتون تصفیه شده، برای سرخ کردن مواد غذایی استفاده گردد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد شیمیایی و حلال‌ها: معرف ۲ و '۲ دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (سیگما، آمریکا)، ضداکساینده سنتزی بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن (دانیسکو، دانمارک) و سایر مواد شیمیایی و حلال-ها با خلوص آزمایشگاهی لازم (مرک، آلمان) خریداری شدند.

تهیه گیاه گزنه: گیاه گزنه واریته‌ی *Urtica-dioica* در اردیبهشت ماه ١٣٩٤ (مرزن‌آباد، ایران) جمع آوری گردید.

تهیه عصاره الکلی از برگ گیاه گزنه: ابتدا برگ گزنه شسته شده و در آون با هوای گرم ۵۵ درجه سانتیگراد خشک گردید. سپس با استفاده از دستگاه آسیاب با مش ۸۰ به پودر تبدیل شده و در نهایت، ۳-۲ گرم از پودر با ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول آلی اتانول در دمای اتاق و در مکان نسبتاً تاریک به وسیله شیکر عصاره‌گیری گردید (نمازی و همکاران، ۲۰۱۲). عصاره استخراج شده فاقد الکل و مقدار بیوفنل کل در آن، برابر با ۵۵۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است.

تهیه فرمولاسیون روغن‌های سرخ کردنی: روغن زیتون تصفیه شده، رنگ‌بری و بوگیری گردیده که خالص بود (فاقد هر گونه افزودنی و ضداکساینده) از کارخانه‌ی زیتون سفیدرود (علی‌آباد گیلان، ایران) خریداری شد. برای تهیه نمونه‌های روغن سرخ کردنی، از پنج فرمول مختلف (فرمول A: روغن زیتون تصفیه شده +BHT ۱۰۰ ppm، فرمول B: روغن زیتون تصفیه شده + BHT ۲۰۰ ppm، فرمول C: روغن زیتون تصفیه شده + ٤۰۰ ppm عصاره گزنه، فرمول D: روغن زیتون تصفیه شده + ٦۰۰ppm عصاره گزنه و فرمول E: روغن زیتون تصفیه شده + ۸۰۰ ppm عصاره گزنه) استفاده گردید.

تهیه خلال‌های سیب‌زمینی: سیب‌زمینی‌ها شسته و پوست‌گیری گردیدند. سپس به ورقه‌هایی به ضخامت ٦-۵ میلی‌متر برش داده شدند. سرخ کردن ورقه‌های نازک سیب‌زمینی، در سرخ‌کن با دمای ثابت ۱۷۰ درجه سانتیگراد و زمان ۲۰ دقیقه انجام گرفت (دما توسط دماسنج کنترل شد). پس از هر بار سرخ کردن، مجددا روغن حرارت دیده، با روغن تازه به حجم اولیه ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و عمل سرخ کردن تا زمانی صورت گرفت که روغن-ها دورریز شدند. در نهایت، آزمون‌ها نیز بلافاصله انجام گرفتند.

ارزیابی فعالیت مهارسازی رادیکال آزاد DPPH: ابتدا ۳ میلی‌لیتر از هر پنج فرمول روغن سرخ کردنی به طور جداگانه در متانول ٪۸۰ با ۱ میلی-لیتر از محلول متانولی ۱ میلی‌مولار DPPH، مخلوط شدند. مخلوط‌های حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در

دمای اتاق و در مکان تاریک نگهداری گردیدند و نهایتا جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد (لی و همکاران، ۲۰۰۵).

تعیین ترکیب و میزان اسیدهای چرب روغن: جهت تعیین ترکیب اسید چرب، آماده‌سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC شماره ۹٦۹/۳۳ صورت گرفت. سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف یانگ لین مدل ٦۰۰۰ مجهز به آشکارساز شعله‌ای و ستون موئینه CP-Sill-88به طول ۵۰ متر مطابق استاندارد AOCS به شماره Cele -91 استفاده شد. به طوری که درجه حرارت تزریق کننده، ستون و آشکار به ترتیب برابر با ۲۵۰، ۱۷۵ و ۲٦۰ درجه سانتیگراد بود. سرعت گاز حامل (هلیوم) نیز ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر تنظیم گردید. بر اساس زمان خروج پیک و مقایسه آن با پیک استاندارد اسیدهای چرب، اسید چرب شناسایی شده و سطح زیر پیک آن نیز نشان دهنده میزان اسید چرب مورد نظر بود.

بررسی اندیس پراکسید: این اندیس به روش یدومتری مطابق با استاندارد AOCS به شماره cd 8b-90 و بر حسب میلی اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی بیان گردید (فایرستون، ۱۹۹٤).

اندازه‌گیری ترکیبات قطبی: این اندازه‌گیری بر اساس استاندارد ملی ٤۰۸۷ انجام گرفت (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۷٦).

تجزیه و تحلیل آماری: در این تحقیق، آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند. برای تجزیه و تحلیل نتایج، از طرح کاملاً تصادفی با تجزیه واریانس (AVA)، جهت مقایسه میانگین‌ها و حداقل تفاوت معنی‌دار نیز از LSD در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده گردید. همچنین آنالیز آماری نتایج با نرم‌افزار SAS صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

فعالیت مهارسازی رادیکال‌های آزاد DPPH: مدل به دام انداختن رادیکال پایدار DPPH، در مقایسه با روش‌های دیگر به طور گسترده‌ای برای ارزیابی توانایی ضداکسایندهها در یک دوره زمانی کوتاه مورد استفاده قرار گرفته است (سوآرس و همکاران، ۱۹۹۷). در واقع این روش یکی از شناخته شده‌ترین مکانیسم‌هایی است که به واسطه آن ترکیبات ضداکساینده می‌توانند اکسیداسیون چربی‌ها را مهار نمایند (فررس و همکاران، ۲۰۰۷). جدول (۱) میزان مهار رادیکال‌های آزاد توسط غلظت‌های مختلف عصاره‌ی اتانولی گزنه و ضداکساینده سنتزی بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن را، قبل از سرخ کردن نشان می‌دهد.

جدول ۱- توانایی به دام انداختن رادیکال آزاد DPPH برحسب میکرومول بر کیلوگرم

تیمارها	فرمول A	فرمول B	فرمول C	فرمول D	فرمول E
توانایی مهار رادیکال DPPH	۲۰۵±۰/۸٦^{e}	۳۱۰±۰/۵۷^{c}	۲۹۰±۰/۹۷^{d}	٤۰۵±۰/۸۳^{b}	٤۳۰±۱/۰۱^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد

DPPH به عنوان پذیرنده الکترون از یک مولکول اهدا کننده، مانند ضداکساینده عمل می‌کند و در نتیجه به $DPPH_2$ تبدیل می‌شود. معمولا نتایج آزمون DPPH بر پایه IC50 بیان می‌گردد. IC50 بیانگر غلظت مؤثر از نمونه‌ها است که ظرفیت مهار ۵۰٪ DPPH را دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که غلظت عصاره و ضداکساینده سنتزی تاثیر معنی‌داری بر میزان مهار رادیکال‌های آزاد داشته‌اند ($P<۰/۰۵$). به طوری که با افزایش غلظت عصاره‌ی گزنه و ضداکساینده سنتزی بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن فعالیت ضدرادیکالی آن‌ها نیز افزایش یافت. نتایج این تحقیق با یافته‌های موک و همکاران (۲۰۱۲) و نیز سلمانیان و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشته است. آن‌ها گزارش نمودند که فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره‌های گیاهی وابسته به غلظت بوده و با افزایش غلظت، اثر مهارکنندگی رادیکال‌ها نیز شدت یافت.

ترکیب اسیدچرب: جدول (۲) ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون تصفیه شده‌ی اولیه (قبل از سرخ کردن) و پنج فرمول روغن سرخ کردنی، بعد از دورریز شدن (بعد از سرخ کردن) را نشان می‌دهد. اکسیداسیون روغن‌ها یکی از واکنش‌های شیمیایی رایج است که در طی سرخ کردن اتفاق افتاده و سبب تولید ترکیبات شیمیایی فرار و غیرفرار می‌شود. این تغییرات، میزان اسیدهای چرب غیراشباع روغن را کاهش می‌دهد (چوئه و مین، ۲۰۰۷)؛ زیرا اسیدهای چرب غیراشباع در اثر حرارت، مستعد تجزیه اکسیداتیو می‌باشند (الصغیر و همکاران، ۲۰۰٤). پس از مقایسه درصد اسیدهای چرب، کاهش قابل توجهی در میزان اسیدهای چرب غیراشباع و افزایش اسیدهای چرب اشباع دیده شد و در واقع نسبت اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تغییر نمود. از بین نمونه‌های دورریز روغن، فرمول E در مقابله با اکسیداسیون موفق‌تر عمل نموده و میزان اسید چرب ترانس در روغن زیتون تصفیه شده اولیه (قبل سرخ کردن) از نمونه-های دورریز شده کمتر گردید، در حالی که میزان ایزومر ترانس پس از سرخ کردن، در نمونه‌ها افزایش داشته است. این امر می‌تواند ناشی از افزایش ایزومراسیون بر اثر شرایط حرارتی باشد. به سبب آنکه اسیدهای چرب ترانس مونومرهای اسیدهای چرب حلقوی هستند که بر اثر تیمارهای حرارتی ایجاد می‌شوند (رومرو و همکاران، ۲۰۰۰).

جدول (۳) نسبت‌های $\frac{PUFA}{SFA}$ و $\frac{18.2}{16:0}$ را نشان می‌دهد که معیارهایی برای توصیف کیفیت روغن می‌باشند.

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب در روغن زیتون اولیه و نمونه‌های روغن دورریز (برحسب درصد)

اسید چرب	روغن اولیه	دورریز فرمول A	دورریز فرمول B	دورریز فرمول C	دورریز فرمول D	دورریز فرمول E
۱۴:۰	۰/۰۵±۰/۰۰۵^{a}	۰/۱۴±۰/۰۱^{a}	۰/۱۱±۰/۰۰۲^{a}	۰/۱۲±۰/۰۰۳^{a}	۰/۰۹±۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۷±۰/۰۰۶^{a}
۱۶:۰	۷/۵±۰/۱۹^{ab}	۸/۲±۰/۲۹^{a}	۷/۹±۰/۲۴^{a}	۷/۹۴±۰/۶۸^{a}	۷±۰/۰۸^{b}	۷/۸±۰/۱۱^{a}
۱۷:۰	۰/۳±۰/۰۰۹^{a}	۰/۳۷±۰/۰۰۵^{a}	۰/۳۵±۰/۰۰۳^{a}	۰/۳۶±۰/۰۹^{a}	۰/۳۴±۰/۰۰۲^{a}	۰/۳۲±۰/۰۱^{a}
۱۸:۰	۳±۰/۰۰۷^{c}	۵/۲±۰/۰۳۳^{a}	۴/۸±۰/۰۲۲^{ab}	۵/۰۰±۰/۰۰۵^{ab}	۴/۵±۰/۰۰۲^{ab}	۴/۱±۰/۰۰۱^{b}
۲۰:۰	۰/۷±۰/۰۲۵^{c}	۱/۵±۰/۰۰۹^{a}	۱/۴±۰/۰۰۲^{a}	۱/۴۲±۰/۰۱۳^{a}	۱/۲±۰/۰۰۲^{b}	۰/۸±۰/۰۰۴^{c}
۱۶:۱	۲±۰/۰۴^{b}	۳/۲±۰/۰۴^{a}	۲/۳±۰/۰۱^{b}	۲/۴۱±۰/۰۰۵^{b}	۱/۹۱±۰/۰۷^{b}	۱/۸±۰/۰۱^{b}
۱۸:۱	۷۵±۰/۰۳^{a}	۷۴±۰/۲۹^{ab}	۷۳±۰/۲۲^{bc}	۷۳/۱۵±۰/۱۸^{bc}	۷۲/۱±۰/۰۵^{c}	۷۲±۰/۰۲^{c}
۱۸:۲	۱۰±۰/۱۱^{a}	۲/۹۳±۰/۳۸^{e}	۴/۹±۰/۲۱^{d}	۴/۸۲±۰/۱۴^{d}	۶/۸±۰/۰۹^{c}	۸ ±۰/۱۷^{b}
۱۸:۳	۱/۲±۰/۰۹^{a}	۰/۱۷±۰/۰۷^{e}	۰/۵۹±۰/۰۲^{c}	۰/۳۶±۰/۰۱^{d}	۰/۷±۰/۱۲^{c}	۱±۰/۰۶^{b}
اسید ترانس	۱/۹±۰/۱۷^{e}	۴/۶±۰/۲۲^{a}	۳/۵±۰/۱۱^{b}	۳/۵۸±۰/۰۱^{c}	۲/۹±۰/۰۵^{d}	۲/۴±۰/۰۸^{e}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد

جدول ۳- نسبت‌های $\frac{PUFA}{SFA}$ و $\frac{18.2}{16:0}$ در روغن زیتون اولیه و نمونه‌های روغن دورریز (برحسب درصد)

تیمار	روغن اولیه	دورریز فرمول A	دورریز فرمول B	دورریزفرمول C	دورریزفرمول D	دورریزفرمول E
PUFA به SFA	۰/۹۶±۰/۱۱^{a}	۰/۲۰±۰/۲۲^{e}	۰/۳۷±۰/۱۸^{d}	۰/۳۴±۰/۲۶^{d}	۰/۵۸±۰/۱۵^{c}	۰/۷۰±۰/۰۹^{b}
۱۸:۲ به ۱۶:۰	۱/۳۳±۰/۵۷^{a}	۰/۳۵±۰/۰۲^{d}	۰/۶۲±۰/۱۴^{c}	۰/۶۰±۰/۰۱^{c}	۰/۹۷±۰/۵۵^{b}	۱/۰۲۵±۰/۳۱^{b}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد

نسبت $\frac{18.2}{16:0}$ تفاوت درجه غیراشباعیت را بیان می‌کند که می‌تواند پایین بودن پایداری اکسیداتیو را توضیح دهد (اندریکوپولوس و همکاران، ۲۰۰۲). این نسبت در طی حرارت‌دهی کاهش می‌یابد که علت آن را به اکسایش پیوندهای دوگانه روغن نسبت داده‌اند و کاهش این نسبت، با کاهش کیفیت روغن همراه است (میرزایی رودکی و سحری، ۱۳۹۲). نسبت $\frac{PUFA}{SFA}$ نیز طی زمان حرارت‌دهی کاهش داشته که نشان دهنده‌ی کاهش میزان نسبی اسیدهای چرب غیراشباع در اثر اکسید شدن باندهای دوگانه و افزایش نسبی اسیدهای چرب اشباع می‌باشد. در واقع این نسبت معیاری از میزان سیرنشدگی و نشان دهنده تمایل بالای روغن به واکنش‌های اکسایش است (نورعلی، ۱۳۹۱). بر

اساس گزارشی که متخصصان WHO/FAO ارائه کرده‌اند، یک روغن مناسب باید نسبت PUFA به SFA (به اندیس پلی‌ان معروف است) بالای ۰/٤ داشته باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳). از این رو می‌توان گفت که روغن زیتون تصفیه شده اولیه و دورریزهای فرمول E و D نسبت به سایر نمونه‌ها در وضعیت مناسبی قرار دارند. در واقع پس از سرخ کردن، بهترین کیفیت مربوط به روغن زیتون دورریز حاوی ۸۰۰ ppm عصاره گزنه و کمترین آن متعلق به روغن زیتون حاوی ۱۰۰ ppm بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن می‌باشد.

عدد پراکسید: عدد پراکسید یکی از آزمایش‌های نگهداری روغن است که محصولات اولیه اکسیداسیون را نشان می‌دهد (بوسکو، ۲۰۰٦). در این پژوهش عدد پراکسید روغن زیتون تصفیه شده اولیه و پنج فرمول روغن سرخ کردنی دورریز شده اندازه‌گیری گردید (عدد پراکسید در مراحل سرخ کردن اندازه‌گیری نشد). با توجه به جدول (٤) می‌توان گفت بین داده‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود دارد ($p<۰/۰۵$).

جدول ٤- میزان پراکسید نمونه‌ها (برحسب میلی اکی‌والان در کیلوگرم)

تیمار	روغن زیتون اولیه	دورریز فرمول A	دورریز فرمول B	دورریز فرمول C	دورریز فرمول D	دورریزفرمول E
عدد پراکسید	۰/۴۱±۰/۷۳^{f}	۵±۰/۲۹^{a}	۳/۵±۰/۷۶^{c}	۴±۰/۸۴^{b}	۳/۰۱±۰/۴۱^{d}	۲/۵±۰/۲۸^{e}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد

عدد پراکسید روغن زیتون تصفیه شده‌ی اولیه در محدوده استاندارد قرار دارد (حداکثر ۲ میلی اکی‌والان در کیلوگرم) و این روغن با مقدار پراکسید پایین‌تر از وضعیت بهتری برخوردار می‌باشد. پس از فرایند سرخ کردن، عدد پراکسید نمونه‌های دورریز اندازه‌گیری شد که میزان آن نسبت به قبل از سرخ کردن افزایش یافته و نشان از تند شدن روغن دارد. طبق استاندارد، زمانی که میزان پراکسید از مرز ۵ میلی اکی‌والان در کیلوگرم عبور کند، روغن غیرقابل مصرف می‌گردد. با توجه به نتایج، بین روغن‌های دورریز، فرمول E و بعد از آن فرمول‌های D و B وضعیت بهتری دارند. فرمول A نیز کاملاً از مرز مجاز عبور کرده است. توجه شود که آزمون پراکسید به تنهایی آزمون مناسبی برای اندازه‌گیری میزان فساد روغن‌های سرخ کردنی نیست؛ زیرا در درجه حرارت سرخ کردن، این ترکیب از بین رفته و در زمان سرد شدن دوباره تشکیل می‌گردد اما در کل، روش استانداردی برای بررسی کیفیت روغن تازه می‌باشد (روسل، ۲۰۰۱).

ترکیبات قطبی: این ترکیبات شامل ترکیبات شیمیایی حاصل از فساد روغن هستند. در استاندارد ملی روغن‌های سرخ کردنی، محدوده‌ای برای میزان

ترکیبات قطبی روغن‌های اولیه تعیین نشده است (هوی، ۱۹۹۶). نقطه قانونی برای عدم پذیرش روغن سرخ کردنی زمانی است که میزان ترکیبات قطبی کل به بیش از ۲۵٪ برسد. بنابراین پایش مقدار کل ترکیبات قطبی، روش خوبی برای تعیین میزان تخریب روغن‌های سرخ کردنی طی شرایط سرخ کردن و حرارت دادن می‌باشد (ملتون و همکاران، ۱۹۹٤). طبق جدول (۵) می‌توان گفت که فرمول‌های D و E خاصیت ضداکسایندگی بالاتری داشته، در مقابله با اکسیداسیون، نسبت به سایر نمونه‌ها موفق‌تر عمل نمودند و در دفعه سوم سرخ کردن، دورریز شدند.

جدول ۵- روند تغییرات ترکیبات قطبی طی سرخ کردن (برحسب درصد)

تیمار	فرمول A	فرمول B	فرمول C	فرمول D	فرمول E
قبل سرخ کردن	۱۰/۵±۰/۱۷^{a}	۱۰/۵±۰/۸۶^{a}	۹/۵±۰/۸۴^{b}	۹/۵±۰/۴۴^{b}	۹/۵±۰/۱۸^{b}
بار اول سرخ کردن	۳۲±۰/۲۹^{a}	۲۶±۰/۲۳^{b}	۲۵/۵±۰/۶۴^{c}	۱۶±۰/۱۱^{d}	۱۴/۸±۰/۲۸^{e}
بار دوم سرخ کردن	–	-	-	۲۳±۰/۴۹^{a}	۲۱/۴±۰/۳۱^{b}
بار سوم سرخ کردن	-	-	-	۲۷/۸±۰/۲۱^{a}	۲۶/۴±۰/۳۶^{b}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد

نتیجه‌گیری

بنابر نتایج تحقیق حاضر، با افزایش غلظت عصاره اتانولی گزنه و ضداکساینده سنتزی بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن در روغن زیتون تصفیه شده، فعالیت ضدرادیکالی روغن حاصله نیز افزایش یافته است، به طوری که ترکیب روغن زیتون تصفیه شده با ۸۰۰ پی‌پی‌ام عصاره اتانولی گزنه بیشترین اثر را در مهار رادیکال‌های آزاد داشت. در طی فرایند سرخ کردن، ترکیبات قطبی نیز اندازه‌گیری گردید. با توجه به داده‌ها می‌توان گفت که روغن‌های حاوی ٦۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام عصاره گزنه خاصیت ضداکسایندگی بالاتری داشته‌اند و در مقابله با اکسیداسیون نسبت به سایر نمونه‌ها بهتر عمل نمودند. همچنین پس از فرایند سرخ کردن، میزان پراکسید و ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های دورریز ارزیابی شد. باید توجه داشت طبق استاندارد زمانی که میزان پراکسید از مرز ۵ میلی‌اکی والان در کیلوگرم عبور کند، روغن غیرقابل مصرف می‌باشد، از این رو روغن حاوی ۱۰۰ پی‌پی‌ام بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن کاملا از مرز مجاز عبور نموده است. پس از فرایند سرخ کردن، کاهش قابل توجهی در میزان اسیدهای چرب غیراشباع و افزایش اسیدهای چرب اشباع نیز دیده شد و در اثر افزایش ایزومراسیون ناشی از شرایط حرارتی، مقدار ایزومر ترانس افزایش نشان داد. از سوی دیگر با در نظر گرفتن اندیس پلی‌ان می‌توان بیان کرد که بهترین کیفیت مربوط به روغن زیتون دورریز حاوی ۸۰۰ پی‌پی‌ام عصاره اتانولی گزنه بوده است.

منابع

۱. بلوریان، ش.، گلی موحد، غ.، افشاری، م.، مددنوعی، ف. و کرمی، ف. ۱۳۸۹. بررسی مقاومت حرارتی و کارایی مخلوط‌های روغن پالم اولئین و کلزا در سرخ کردن چیپس سیب‌زمینی. *پژوهش‌های صنایع غذایی*، دوره (۳)۲۰، شماره ۱، ٤٦-۳۱.

۲. حسینی، س.، قراچورلو، م.، غیاثی طرزی، ب. و قوامی، م. ۱۳۹۳. مروری بر روش‌های تعیین ظرفیت آنتی-اکسیدانی. *علوم غذایی و تغذیه*، سال ۱۱، شماره ٤، ۱۱۱-۸۹.

۳. سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۷٦. روغن‌ها و چربی‌های خوراکی- اندازه‌گیری ترکیبات قطبی، شماره ٤۰۸۷.

٤. سلمانیان، ش.، صادقی ماهونک، ع.، جامسون، م. و طباطبایی عمید، ب. ۱۳۹۲. شناسایی و اندازه‌گیری اسیدهای فنولی، فعالیت مهارکنندگی رادیکال و قدرت احیاء کنندگی آهن عصاره‌های اتانولی و متانولی زولنگ. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، دوره ۲، شماره ۲، ۲۰٤-۱۹۳.

۵. محمدی، ت.، حاتمی، م.، میرزایی سیس‌آباد، ی.، هوشیاری، ع. و نجاتیان، م. ۱۳۹۳. فرمولاسیون روغن مایع مخلوط حاوی روغن‌های کانولا و کنجد بدون آنتی‌اکسیدان سنتزی. *علوم و صنایع غذایی ایران*، سال ۹، شماره ۳، ۹۲-۸۳.

٦. میرزایی رودکی، م. و سحری، م. ۱۳۹۲. بررسی پایداری اکسایشی روغن زیتون. *علوم و صنایع غذایی*، دوره ۱۰، شماره ۳۹، ۷۵-٦۱.

۷. نورعلی، م. ۱۳۹۱. تاثیر شرایط آب و هوایی و درجه رسیدگی روی بعضی از ویژگی‌های کیفی و کمی ۳ رقم روغن زیتون. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، رشته مهندسی کشاورزی- صنایع غذایی، ۱۰۱ ص.

8. Abriana, A. and Johannes, E. 2014. Turmeric extract as an antioxidant in repeatedly used cooking oil. *Scientific and Technology Research*, 3(12): 347-350.

9. Al-saghir, S., Turner, K., Wanger, K.H., Frisch, G., Luf, W., Razzazi-fazel, E. and ET, A.L. 2004. Effect of different cooking procedures on lipid quality and cholesterol oxidation of farmed salmon fish. *Agricultural and Food Chemistry*, 52(16): 5290-5296.

10. Andrikopoulos, N.K., Dedoussis, G.V.Z., Falirea, A., Kalogeropoulos, N. and Hatzinikola, H.S. 2002. Deterioration of natural antioxidant species of vegetable edible oils during the domestic deep- frying of potatoes. *Food Sciences and Nutrition*, 53(4): 351-356

11. Boskou, D. 2006. *Olive oil: Chemistry and Technology*. AOCS Press, Urbana, 331 p.

12. Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveria, B.P.P. and Pereira, J.A. 2010. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2972-2979.

13. Cho, E. and Min, D. 2007. Chemistry of deep- fat frying. *Food Science*, 72(5): 77-86.

14.Chu, B.S., Gkazali, H.E., Lai, O.M., Che Man, Y.B. and Yusof, S. 2002. Physical and chemical propeities of a lipase-transesterified palm stearin/palm kernel olein blend and its isopropanol-solid and high melting triacylglycerol factions. *Food Chemistry*, 76(2): 155-64.

15.Chung, J., Lee, J. and Choe, E. 2004. Oxidative Stability of Soybean and Sesame Oil Mixture during Frying of Flour Dough. *Food Science*, 69(7): 574-8.
16. Farhoosh, R., Keaari, R.E. and Poorazrang, H. 2009. Frying stability of canola oil blended with palm olein, olive, and corn oils. *Journal of the American Oil Chemistry´Society*, 86(1): 71 -6.
17. Ferreres. F., Sousa, C., Valento, P., Seabra, R.M., Pereira, J.A. and Andiade, P.B. 2007. Tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. costata DC) seeds: phytochemical characteiization and antioxidant potential. *Food Chemistry*, 101: 549-558.
18. Firestone, D. 1994. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. *Peroxide Value of Oils and Fats (Titration Method)*, 4th ed. AOCS Press. Champaign. IL.
19. Gupta, R., Kumar vind, S., Prakash, S., Kumar, S. and Kumar, M. 2014. The effect of different deep fried vegetable oil on cardiovascular system in part model. *Pharmaceutical Research*, 3(7): 1130-1139.
20. Hui, Y.H. 1996. *Bailey´s Industrial Oil and Fat Products*. Vol. 3. John Wiley and Sons, INC. New York, pp: 108, 451-461.
21. Li, J.W., Ding, S.D. and Ding, X.L. 2005. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*, 40(11): 3607-3613.
22. Melton, S.L., Jafar, S., Sykes, D. and Trigiano, M.K. 1994. Review of stability measurements for flying oils and fried food flavor. *Journal of American Oil Chemistry Soceity*, 71: 1301-308.
23. Milan, S. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity. *Food Composition and Analysis*, 19: 531-537.
24. Mok, S.Y., Choi, M.J., Kin, I., Cho, E.J. and Lee, S. 2012. Antioxidant activity of the methanolic extract of the newly generated vegetable, baemuchae (xBrassicoraphamis). *Food and Chemical Toxicology*, 50: 848-853.
25. Moulodi, F., Qajarbeigi, P., Rahmani, K., Haj Hosseini Babaei, A. and Mohammadpoorasl, A. 2015. Effect of fatty acid composition on thermal stability of extra virgin olive oil. *Food Quality and Hazards Control*, 2: 56-60.
26. Namazi, N., Tarighat, A. and Bahrami, A. 2012. The effect of hydro alcoholic nettle (*Urtica dioico*) extract on oxidative stress in patients with type 2 diabetes: a randomized double- blind trial. *Pakistan journal of Biological Sciences*, 15(2): 98-102.
27. Poiana, A. 2012. Enhancing oxidative stability of sunflower oil during convective and microwave heating using grape seed extract. *Molecular Sciences*, 13: 9240-9259.
28. Pravin, S., Anil, V. and Pattatry, J. 2015. Rapid characterization of oxidative deterioration in edible oil by optical photospectrometry. *Food and Dairy Technology*, 3(2): 7-12.
29. Romeri, A., Cuesta, C. and Sanchez-Muniz, F. 2000. Trance fatty acid production in deep fat frying of frozen food with different oil and frying modalities. *Nutrition Research*, 20(4): 599-608.
30. Rossell, J.B. 2001. *Frying Improving Quality*. CRC Press (Woodkead Publishing Limited), Cambridge, pp: 10, 41, 102.
31. Sadat Riyazi, S. and Asefi, N. 2015. Antioxidant effect of Urtica dioica on the stability of rapeseed oil during deep frying of French fries. *Biosciences*, 6: 20-28.
32. Soares., J.R., Dins, T.C.P., Cunha, A.P. and Ameida. L.M. 1997. Antioxidant activity of some extracts of Thymus zygis. *Free Radical Research*, 26: 469-478.

Effect of adding nettle extract to refined olive oil on oxidative stability during frying process

E. Afzali[1], *M. Fahim Danesh[2]
[1] MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shar-e-Qods Branch, [2] Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shar-e-Qods Branch
Received: 13-4-2017; Accepted: 21-5-2017

Abstract
In the process of frying, oil is repeatedly exposed to high temperature in the presence of air and moisture and, as a result, a variety of reactions, such as oxidation, hydrolysis, polymerization, etc. will occur. The addition of antioxidants is one of the effective methods for reducing the oxidation process. Although synthetic antioxidants are used in small amounts, the long-term side effects of taking these compounds in humans cannot be ignored. The aim of the present research was to study the anti-oxidative effects of ethanol extract of nettle on refined olive oil and compare it with butylated hydroxytoluene (BHT), a synthetic antioxidant. Nettle extract at three concentrations (400, 600, and 800 ppm) and BHT extract at two concentrations (100 and 200 ppm) was added to the refined olive oil. Before frying, the ability to trap DPPH radical (2, 2'- diphenyl-1-picrylhydrazyl) were measured. In addition, evaluation of fatty acid composition, peroxide value, and polar compounds were done. The obtained data and information were analyzed using LSD test at a significance level of $p<0.05$. The results of the present study indicated an increase in peroxide value, percentage of polar compounds, and trans isomers and a decrease in relative percentage of unsaturated fatty acids following the frying process. All these results suggest the decline in oil quality. The highest antioxidant effect among the treatments belonged to 800 ppm concentration of ethanol extract of nettle, as its polar compounds from 26.4% reduced to 9.5% during three times of frying. The lowest antioxidant effect was observed at 100 ppm concentration of BHT where the polar compounds of olive oil from 10.5% increased to 32% in the first time of frying.

Keywords: Antioxidant, Refined olive oil, Frying

* Corresponding author: M.fahimdanesh@Qodsiau.ac.ir