پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عصاره گلپر (*Heracleum persicum*) در پایدارسازی روغن سویا طی شرایط انبارداری تسریع شده

رضا فرهمندفر[1*]، مریم رنجی[2]

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲- کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی خزر محمود آباد، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۵)

چکیده

اکسایش روغن‌های گیاهی یک چالش بزرگ در صنایع غذایی محسوب می‌شود به طوری که نتیجه آن، زیان‌های بزرگ اقتصادی و کاهش کیفیت تغذیه‌ای مواد غذایی حاوی چربی است. بدین منظور اثر آنتی‌اکسیدانی و حفاظتی عصاره آبی-الکلی میوه گیاه گلپر (*Heracleum persicum*) در پایداری روغن سویا طی انبارداری تسریع شده مورد آزمایش قرار گرفت. عصاره‌گیری از میوه گیاه گلپر به روش ماسراسیون انجام شد. برای ارزیابی اثر آنتی‌اکسیدانی میوه گیاه گلپر راندمان استخراج، محتوای فنل کل و درصد مهار رادیکال آزاد DPPH اندازه‌گیری شد. اثر حفاظتی عصاره میوه گلپر در سه غلظت (۲۰۰ ppm، ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm) به روغن سویا جهت تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اضافه شد. این سه غلظت با دو نمونه شاهد (روغن بدون آنتی اکسیدان) و نمونه روغن حاوی ۲۰۰ ppm آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد ذخیره شد و سپس آزمون‌های پایداری روغن با اندازه‌گیری عدد پراکسید (PV)، عدد اسیدی (AV)، عدد کربونیل (CV)، ترکیبات فنلی (PC)، ترکیبات قطبی کل (TPC)، عدد کنژوگه (CD) و شاخص پایداری اکسایشی (OSI) طی روزهای ۰، ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ انبارداری بررسی شد. نتایج نشان داد عصاره میوه گیاه گلپر در هر سه غلظت مشابه هم عمل نموده‌اند و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی (BHA) در روغن سویا دارا می‌باشد.

کلید واژگان: آنتی‌اکسیدان، انبارداری تسریع شده، پایداری اکسایشی، روغن سویا، عصاره گلپر

* مسئول مکاتبات: r.farahmandfar@sanru.ac.ir

۱- مقدمه

روغن سویا یکی از پر مصرف ترین روغن‌های نباتی اشباع نشده[1] در سراسر جهان می‌باشد. در بین روغن‌های خوراکی، کانولا و سپس سویا بیشترین مقدار اسید لینولنیک را به خود اختصاص می‌دهند. روغن سویا به ترتیب دارای ۵۳/۷، ۲۳/۳ و ۷/٦ درصد اسید لینولئیک، اسید اولئیک و اسید لینولنیک می‌باشد [۱]. معمولاً روغن سویا به تنهایی یا مخلوط، برای سرخ کردن و همچنین پخت و پز استفاده می‌شود. با این حال، تحت شرایط حرارتی ناپایدار می‌باشد و نتیجه آن کاهش کیفیت به دنبال فرآیند اکسایش می‌باشد. روغن سویا، مانند اکثر روغن‌های گیاهی خام، محتوای یکسری ترکیبات جزئی مانند توکوفرول هستند که برای پایداری روغن‌ها مفید می‌باشند. توکوفرول‌ها، به طور طبیعی در روغن سویا حضور دارند. آنها بطور موثر رادیکال‌های لیپید را به محصولات با ثبات‌تر تبدیل و عمر مفید مواد غذایی را طولانی‌تر می‌کنند [۲].

اکسایش روغن‌های گیاهی یک چالش بزرگ در صنایع غذایی محسوب می‌شود به طوری که نتیجه آن، زیان‌های بزرگ اقتصادی و کاهش کیفیت تغذیه‌ای مواد غذایی حاوی چربی است [۳]. اکسایش تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله درجه حرارت بالا، حضور اکسیژن و وجود اسیدهای چرب غیر اشباع در میزان بالا بوجود می‌آید [٤]. با توجه به اهمیت چربی‌ها در سیستم‌های زیستی و تغذیه‌ای و همچنین واکنش‌های نامطلوب اکسایش که خواه ناخواه رخ خواهند داد، افزودن برخی آنتی‌اکسیدان‌های مناسب در روغن‌ها و چربی‌ها، فرآیند اکسایش را کند کرده و آن را به تعویق می‌اندازد [٥].

برای پایداری چربی‌ها در طول مدت نگهداری، از آنتی-اکسیدان‌های مصنوعی مانند BHA، BHT، TBHQ و PG استفاده می‌شود. برای جلوگیری از اکسایش لیپید غذایی، تولید کنندگان ترجیح به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های فنلیک مصنوعی مانند BHT، BHA و TBHQ به دلیل پایداری شیمیایی آنها، کم هزینه و در دسترس بودنشان دارند [٦]. با این حال، استفاده از آنها در سال‌های اخیر در مواد غذایی انتقادات شدید مربوط به سمیت و سرطان‌زایی را به همراه داشته است. گزارش شده است که آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ برای مواد غذایی در ژاپن، کانادا و اروپا ممنوع شده است. علاوه بر این BHA از لیست ترکیبات به رسمیت شناخته شده GRAS[2] حذف شده است. ولی BHA اجازه استفاده در غذاها به عنوان آنتی‌اکسیدان در اروپا و ایالات متحده آمریکا را دارا می‌باشد [۷].

با توجه به موارد فوق، تمایل به استفاده از عصاره گیاهان به جای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی رو به افزایش است. مطالعات زیادی بر روی استفاده از عصاره‌های گیاهان مختلف برای جلوگیری از اکسایش روغن‌های خوراکی صورت گرفته است [۸و۹]. در نتیجه، علاقه زیادی برای بدست آوردن و استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها با منشاء طبیعی، مانند فنل‌های ساده[3]، اسیدهای فنلیک[4]، کاروتنوئیدها[5]، آنتوسیانین‌ها[6]، فلاونوئیدها، ویتامین‌ها[7] و عصاره‌های ادویه‌ای[8] می‌باشد [۱۰]. برخی محققین گزارش داده‌اند که بسیاری از مواد افزودنی طبیعی نسبت به انواع مصنوعی، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری حرارتی بالاتری در روغن‌های خوراکی هستند [۱۱].

گیاه گُلپر یا علف ایرانی با نام علمی (*Heracleum persicum*)، گیاهی علفی، پایا از تیره چتریان[9]، دارای اجزاء معطر، برگ‌های منقسم و دندانه‌دار است [۱۲و۱۳]. نام فارسی این گیاه انگدان است ولی عده‌ای آن را انجدان نامیده‌اند [١٤]. گلپر احتمالاً از خاورمیانه، جایی در جنوب قفقاز سرچشمه گرفت اما به عنوان گیاه زینتی به شمال اروپا گسترش یافت [۱۵]. گیاه گلپر بطور گسترده در ایران پراکنده شده است، اما بهترین رشد را در مناطق مرطوب و مغذی، به ویژه در مناطق کوهستانی شمال با ارتفاع مختلف از ۲۵۰۰-۱۵۰۰ متر دارا می‌باشد [۱۲].

طبیعت گلپر گرم بوده و ترکیبات شیمیایی گلپر شامل استات هکسیلیک، استات استیک، بوتیرات استیلیک، آنتول و اسیدهای مختلف دیگر است که بوی تند گلپر را سبب می‌شود. آنتول۱-متوکسی-٤ -ایزوپروپنیل- بنزن ترکیبی معطر با کاربردهای تجاری فراوان در صنایع غذایی و عطر سازی است [١٤]. ترکیبات فیتوشیمیایی شناخته شده *Heracleum persicum* شامل مواد فرار، ترپنوئیدها، تری‌ترپن‌ها، فورانوکومارین‌ها، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها می‌باشد [۱۵]. بیشترین ماده موجود

۱. Unsaturated

2. Generally recognized as safe
3 Simple phenols
4. Phenolic acids
5.Carotenoids
6. Anthocyanins
7. Vitamins
8. Spice extracts
9. Umbelliferae

در این گیاه ترانس-آنتول (۸۲/۸ درصد) می‌باشد. ریشه این گیاه حاوی فورانوکومارین فراوان است. فورانوکومارین ماده‌ای است که در درمان آفتاب سوختگی بسیار مفید می‌باشد [۱۶]. عصاره بدست آمده متعلق به گیاهان خانواده چتریان فعالیت‌های ضد درد و ضد التهابی نشان داده‌اند [۱۷]. این گیاه کاهنده کلسترول و LDL نیز دارای اثرات ضد التهابی قوی، ضد درد، ضد تشنج، ضدباکتری، ضد قارچ می‌باشد [۱۳]. مطالعات فارماکولوژیک[1] نشان می‌دهد که گلپر شامل تعدادی از ترکیبات فعال زیستی[2] آنتی‌اکسیدانی، ضد تشنج[3]، ضد درد[4] و خواص ضد التهابی[5] و ایمنی[6] می‌باشند [۱۲].

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف عصاره گلپر بر پایداری اکسایشی روغن سویا و مقایسه کارایی آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

میوه گیاه گلپر از مناطق مرتفع شهر ساری در استان مازندران تهیه شد. روغن سویا تصفیه شده، رنگبری شده و بوگیری شده بدون آنتی‌اکسیدان از مجتمع کشت وصنعت شمال تهیه شد. کلیه مواد شیمیایی و حلال‌های مصرفی از شرکت‌های مرک آلمان و سیگما الدریچ امریکا خریداری شدند. میوه‌های گیاه گلپر بعد از خشک کردن آنها (به صورت طبیعی در هوای آزاد در سایه به دور از نور خورشید) قبل از استخراج عصاره با دستگاه آسیاب پودر شد. سپس در بسته‌های نایلونی به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت بسته بندی و نمونه‌ها تا روز انجام واکنش در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

۲-۲- استخراج عصاره به روش ماسراسیون

۲۰ گرم از نمونه گیاه گلپر به نسبت ۱ به ۵ با حلال آبی-الکلی (متانل ۵۰٪) مخلوط شد و سپس دور از نور به مدت ۴۸ ساعت در شیکر با سرعت ۱۶۰ دور در دقیقه قرار گرفت. بعد از سه مرحله سانتریفوژ، ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در هر مرحله فاز آبی جمع آوری شد. حلال توسط اواپراتور چرخشی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تبخیر شد و عصاره گیاه در حلال آبی-الکلی (متانل) مصرفی بدست آمد. عصاره حاصله تا زمان انجام واکنش در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۸].

۲-۳- اندازه‌گیری راندمان استخراج عصاره

راندمان استخراج در ماسراسیون بر اساس روش Tian و همکاران (۲۰۱۲) و با فرمول زیر محاسبه شد [۱۹]:

$$Y\% = \left(\frac{W_{de}}{W_{dp}}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

که Y% درصد راندمان استخراج، W_{de} جرم پودر عصاره گلپر و W_{dp} جرم پودر گیاه گلپر خشک شده (قبل از استخراج) است.

۲-٤- اندازه گیری محتوای فنلی کل عصاره

مقدار کل ترکیبات فنلی به روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از معرف فولین سیوکالتو و بر مبنای اسید گالیک با توجه به روش Pourmorad و همکاران (۲۰۰٦) تعیین شد [۲۰].

۲-۵- بررسی خاصیت آنتی‌رادیکالی با آزمون DPPH

استفاده از رادیکال پایدار DPPH، جهت بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی، کاربرد زیادی دارد. مطابق روش Aksoy و همکاران (۲۰۱۳) از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر استفاده شد و درصد مهار رادیکال آزاد از طریق فرمول زیر محاسبه گردید [۲۱]:

$$I\% = \frac{(A_{blank} - A_{sample})}{A_{blank}} \times 100 \qquad (۲)$$

که I% درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، A_{blank} جذب کنترل و A_{sample} جذب نوری غلظت عصاره است.

۲-٦- آماده سازی نمونه‌های روغن سویا

بدین منظور عصاره‌ها در سه غلظت ۲۰۰ ppm، ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm و آنتی‌اکسیدان مصنوعی BHA در غلظت ۲۰۰ ppm به نمونه روغن سویا اضافه شد و نمونه‌های روغن سویا فرموله شده با آنتی‌اکسیدان‌ها تحت شرایط دمایی ٦۰ درجه سانتی‌گراد طی ۱٦ روز انبارداری تسریع شده ذخیره‌سازی شدند. سپس پایداری اکسایشی نمونه‌ها توسط پارامترهای عدد پراکسید، عدد اسیدی، عدد کربونیل، ترکیبات

1. Pharmacological studies
2. Bioactive compounds
3. Anticonvulsant
4. Analgesic
5. Anti-inflammatory
6. Immunomodulatory

فنلی، ترکیبات قطبی کل، عدد کنژوگه و شاخص پایداری اکسایشی در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد ذخیره‌سازی در زمان‌ها ٠، ٤، ٨، ١٢و ١٦ روز بررسی شد و بر مبنای این پارامترها مناسب‌ترین غلظت آنتی‌اکسیدان طی شرایط انبارداری تسریع شده معرفی گردید.

٢-٧- اندازه‌گیری عدد پراکسید

این عدد نشان دهنده کل محتوای هیدوپراکسید و اکسیژن پراکسید چربی‌ها یا مواد حاوی چربی است، که نشان دهنده محصولات اولیه اکسایش می‌باشد. طبق استاندارد AOCS[1] به شماره cd 8-53 اندازه‌گیری شد [٢٢]. عدد پراکسید نمونه‌های روغن سویا حاوی غلظت‌های مختلف عصاره میوه گیاه گلپر و BHA بصورت اسپکتروفتومتریکی در طول موج ٥٠٠ نانومتر توسط ابزار UV-VIS اندازه‌گیری شد. عدد پراکسید نمونه‌ها طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$PV = \frac{(As - Ab) \times m}{55.84 \times W \times 2} \qquad (٣)$$

که As، جذب نمونه و Ab جذب شاهد است. m شیب به دست آمده از منحنی کالیبراسیون (٤٠/٨٦ با ضریب تبیین ٠/٩٩) و W وزن نمونه روغن می‌باشد.

٢-٨- اندازه‌گیری عدد اسیدی

عدد اسیدی بیانگر مقدار میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد موجود در یک گرم روغن می‌باشد. جهت انجام اندازه‌گیری عدد اسیدی از روش Farahmandfar و همکاران (٢٠١٥) انجام شد [٥]. مقدار عدد اسیدی طبق فرمول زیر بر حسب درصد محاسبه گردید:

$$Acid\ value = \frac{N \times V \times 56.11}{W} \qquad (٤)$$

که W وزن نمونه روغن (گرم)، V حجم هیدروکسید پتاسیم مصرفی (میلی‌لیتر) و N غلظت هیدروکسید پتاسیم (نرمال) است.

٢-٩- اندازه‌گیری عدد کربونیل

جهت بررسی عدد کربونیل از روش اسپکتروفتومتری و واکنشگر ٢و٤-دی نیتروفنیل هیدرازین طبق روش Farahmandfar و همکاران (٢٠١٥) و بر اساس فرمول زیر تعیین شد [٥]:

$$CV = \frac{A - 0.306752}{100 \times W \times M} \qquad (٥)$$

که A، W، M و CV به ترتیب نشان دهنده میزان جذب نمونه روغن در طول موج ٤٢٠ نانومتر، وزن نمونه به گرم، شیب منحنی استاندارد و عدد کربونیل بر اساس میکروگرم بر مول می‌باشد.

٢-١٠- اندازه گیری ترکیبات قطبی

درصد ترکیبات قطبی کل بر اساس روش Schulte (٢٠٠٠) و از رابطه زیر محاسبه گردید [٢٣]:

$$Cp = \left(\frac{Ws - Wn}{Ws}\right) \times 100 \qquad (٦)$$

که C_p مقدار کل ترکیبات قطبی (درصد)، W_s جرم نمونه (گرم) و W_n جرم ترکیبات غیرقطبی (برحسب گرم) است.

٢-١١- اندازه‌گیری عدد کونژوگه

اندازه‌گیری عدد دی ان مزدوج به روش اسپکتروفتومتری توسط خواندن جذب فرابنفش در طول موج ٢٣٤ خوانده شد [٥].

٢-١٢- اندازه‌گیری شاخص پایداری اکسایشی[2] (OSI)

برای تعیین شاخص پایداری اکسایشی از دستگاه رنسیمت مدل ٧٤٣ استفاده شد. برای این منظور، ٣ گرم نمونه روغن در دما ١٢٠ درجه سانتی‌گراد مورد آزمایش قرار گرفت. سرعت جریان هوا ١٥ لیتر بر ساعت بود و شاخص پایداری اکسایشی بر اساس دوره القاء تعیین گردید [٢٤].

٢-١٣- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق، نتایج در سه تکرار با نرم افزار SPSS با طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل بیان شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون‌های دانکن در سطح معنی‌داری ٥ درصد صورت گرفت. همچنین جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار Microsoft Excel استفاده شد.

١. American oil chemist's society

٢. Oil Stability Index

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مشخصات عصاره گیاه گلپر

راندمان عصاره‌گیری و نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی مواد گیاهی به شدت وابسته به طبیعت حلال عصاره‌گیری هستند [۲۵]. مقدار میانگین راندمان استخراج و ترکیبات فنلیک کل عصاره به ترتیب ۳۳/۲۵ درصد و ۵۵/۶۷ میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم عصاره بود. محققین مقدار ترکیبات فنلی عصاره متانلی میوه گلپر را ۶۸/۲ و ۵۹/۲۶ میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم بیان نمودند [۲۶و۲۷]. عوامل متعددی مقدار ترکیبات فنلی موجود بافت گیاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به فاکتورهای ژنتیک، گونه و واریته، میزان تابش نور خورشید، شرایط خاک، درجه رسیدگی در زمان برداشت، شرایط محیطی و آب و هوایی، عملیات پس از برداشت و شرایط نگهداری اشاره کرد [۲۸]. قابلیت استخراج ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات در عصاره خام به فاکتورهای زیادی از جمله قطبیت و pH حلال‌ها، راندمان، دمای استخراج و نیز نوع و ساختار شیمیایی ترکیبات فنلی بستگی دارد. نوع حلال مورد استفاده تاثیر معنی‌داری بر میزان استخراج ترکیبات فنلی دارد. حلال‌های قطبی توانایی بیشتری را در استخراج ترکیبات فنلی دارند [۲۹]. افزودن آب به حلال‌های آلی نظیر اتانول یا متانل با تشکیل یک محیط نسبتاً قطبی همراه بوده و بنابراین از استخراج مقادیر و انواع بیشتری از ترکیبات فنلی در این شرایط اطمینان حاصل می‌گردد [۲۸].

۳-۲- توانایی عصاره گلپر در مهار رادیکال آزاد DPPH

رادیکال آزاد عموماً برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آزمایشگاه و سیستم‌های بیولوژیک خارجی استفاده می‌شود. آزمون ۱،۱- دی فنیل ۲- پیکریل هیدرازیل (DPPH) رادیکال آزاد بسیار پایدار و با رنگ بنفش می‌باشد که حداکثر جذب در طول موج nm ۵۲۸-۵۱۵ را دارا می‌باشد. پس از دریافت پروتون از هر هیدروژن اهدا کننده، بطور عمده از فنل، رنگ از دست می‌دهد و زرد می‌شود. غلظت ترکیبات فنلیک یا درجه هیدروکسیلی ترکیبات فنلی افزایش می‌یابد و فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH افزایش می‌یابد. از آنجا که این رادیکال‌ها بسیار حساس به حضور اهداء (دهنده) هیدروژن می‌باشند، می‌توانند برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده قرار گیرند [۳۰].

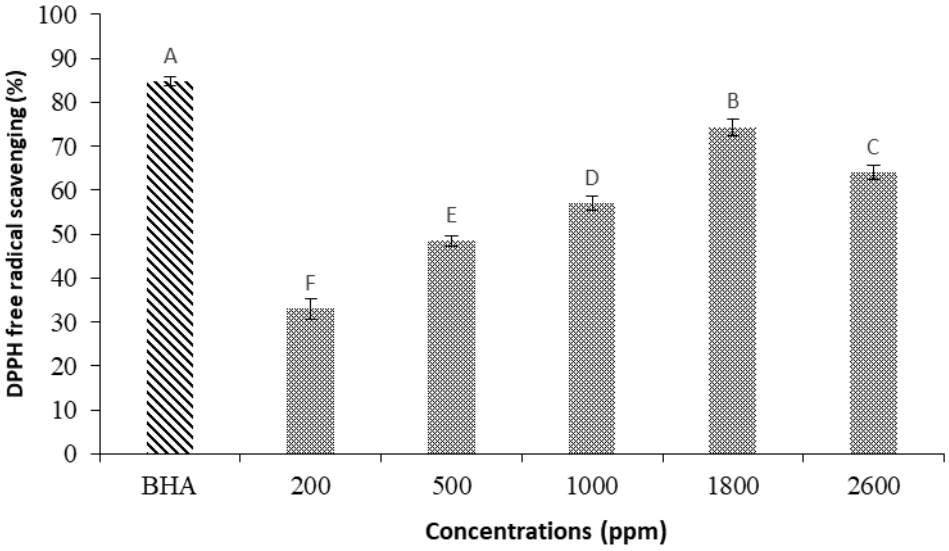

Fig 1 Free radical scavenging (DPPH) capacity of *Heracleum persicum* extract

نتایج نشان داد که عصاره میوه گلپر در غلظت‌های مختلف و نیز آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA تاثیر معنی‌داری بر مهار رادیکال آزاد DPPH دارند (P<۰/۰۵). با افزایش غلظت عصاره تا ۱۸۰۰ppm (۷٤/۳۷ درصد) قدرت مهار رادیکال DPPH نیز افزایش می‌یابد ولی با افزایش غلظت به ۲٦۰۰ppm (٦٤/۰٤ درصد) کاهش معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌کنید، در این آزمون بیشترین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH مربوط به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA (۸٤/۸۵ درصد) و کمترین آن مربوط به آنتی‌اکسیدان طبیعی با غلظت ۲۰۰ppm (۳۳/۰۸ درصد) بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند (P<۰/۰۵).

Mohdaly و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه شان تاثیر عصاره کیک کنجد[1] (SCE) در مهار رادیکال آزاد را همراه با مرجع استاندارد BHA، BHT و TBHQ مقایسه کردند. نتایج نشان داد فعالیت عصاره بطور قابل توجهی (P<۰/۰۵) بالاتر از BHA و BHT، اما کمتر از TBHQ می‌باشد. ثابت شده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی به طور عمده به غلظت ترکیبات فنلی موجود در گیاه بستگی دارد [۳۰]. لازم به ذکر است که واکنش رادیکال آزاد DPPH برگشت پذیر بوده و این قابلیت بازگشت باعث می‌شود که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بسیاری از آنتی‌اکسیدان‌ها معمولاً کمتر از حد مشخص آن خوانده شود [۳۱].

۳-۳- بررسی پایداری روغن سویا در طی انبارداری تسریع شده

۳-۳-۱- عدد پراکسید

عدد پراکسید برای اندازه‌گیری غلظت هیدروپراکسیدها در مراحل اولیه اکسایش لیپیدها می‌باشد. عدد پراکسید یکی از گسترده ترین آزمایش‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری تندشدگی اکسایشی در روغن‌ها و چربی‌ها است [۳]. عدد پراکسید به طور معمول به عنوان اندازه‌گیری تخریب اکسایشی در روغن، چربی و غذاهای چرب استفاده می‌شود [۳۲] و به عنوان محصول اولیه، بسیاری از پراکسیدها و هیدروپراکسیدها در روغن در طول فرآیند اکسایش تشکیل می‌شود. افزایش کندتر عدد پراکسید دلالت بر یک ثبات اکسیداتیو بالاتر دارد [۳۳].

با توجه به نتایج بدست آمده، تغییرات عدد پراکسید در کلیه نمونه‌های مورد آزمایش خطی-افزایشی بوده است. در روزهای اولیه آزمون (٤ روز ابتدایی) انبارداری مطابق با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین عدد پراکسید بین غلظت‌های ۲۰۰ ppm، ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان وجود نداشت (شکل ۲). از روز چهارم به بعد عصاره‌های گلپر در سه غلظت ۲۰۰ ppm، ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm بهتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان عمل نموده و تفاوت بینشان معنی‌دار می‌باشد (P <۰/۰۵). مقایسه میزان عدد پراکسید در تیمارهای مختلف حاکی از آن بود که بیشترین مقدار عدد پراکسید طی ۱٦ روز ذخیره‌سازی در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد مربوط به نمونه شاهد (۲/۹۳ $meqO_2/kg$) می‌باشد، همچنین نمونه با غلظت ۱۸۰۰ppm دارای کمترین عدد پراکسید (۲/۲۰ $meqO_2/kg$) می‌باشد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (P <۰/۰۵).

نتیجه مطالعات تهامی و همکاران (۱۳۹۱) در آزمون عدد پراکسید نشان داد که غلظت‌های ۲۵۰ ppm و ۳۰۰ ppm عصاره دانه رازیانه دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT و BHA در روغن آفتابگردان می‌باشند [۳٤]. Agregan و همکاران (۲۰۱٦) در تحقیقشان نشان دادند عصاره‌های سه نوع جلبک دریایی بطور معنی‌داری موثرتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT عمل نمودند و نمونه کنترل دارای بیشترین عدد پراکسید طی ۱٦ روز انبارداری تسریع شده در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۳۵].

۱. Sesamum indicum

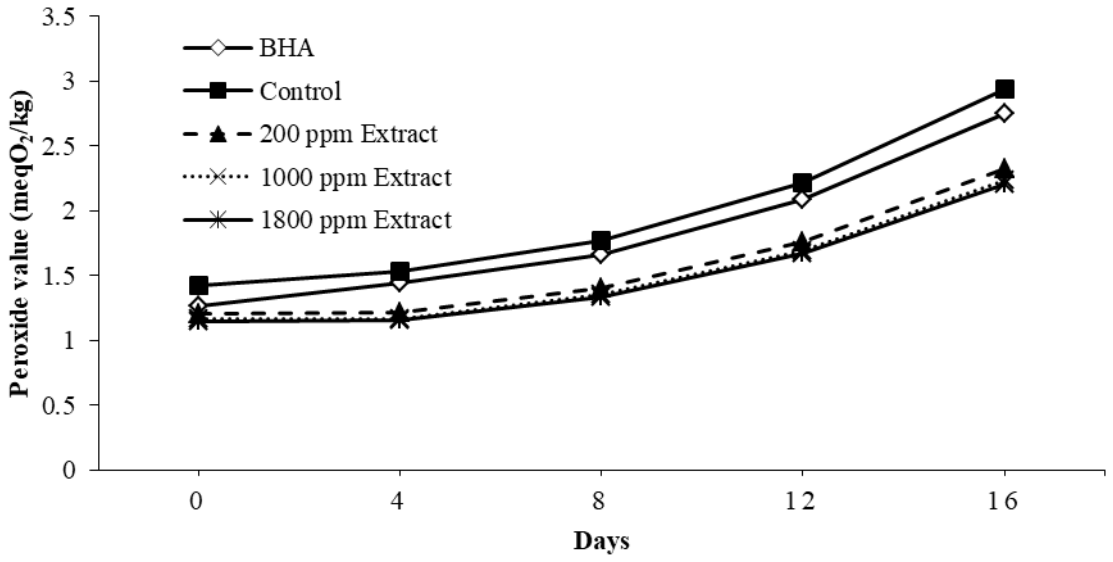

Fig 2 Peroxide value of soybean oil as affected by the different concentrations of *Heracleum persicum* extract

۳-۳-۲- عدد اسیدی

عدد اسیدی یک پارامتر مهم کیفیت مربوط به حضور اسیدهای چرب آزاد (FFAs) و دیگر ترکیبات غیر لیپیدی می‌باشد [۳۶]. اسیدهای چرب آزاد نشان دهنده اسیدهای چرب است که از تری گلیسیرید آزاد می‌شوند. زنجیر اسیدهای چرب آزاد بطور خاص به پایداری حین سرخ کردن متوسط و غذاهای سرخ شده آسیب می‌زند. سطح FFAs تولید شده در طی سرخ کردن معمولاً برای نظارت بر کیفیت غذا استفاده می‌گردد [۳۷].

عدد اسیدی عبارت است از میلی‌گرم پتاس مورد نیاز جهت خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد موجود در یک گرم نمونه آزمایش می‌باشد. این شاخص بیانگر کیفیت نمونه روغن و میزان خاصیت اسیدی روغن بوده و معمولاً برای شناسایی چربی یا روغن به کار نمی‌رود [۳۸]. هر دو کمیت عدد اسیدی و FFA به اندازه‌گیری محتوای اسیدهای چرب آزاد چربی‌ها و روغن‌ها می‌پردازند [۱]. کمیسیون کدکس غذایی (۲۰۰۵-۲۰۰۳) حداکثر مقدار اندیس اسیدی را برای روغن‌های تصفیه شده ۰/٦ mg KOH/g Oil، روغن‌های دست نخورده ٤ mg KOH/g Oil اعلام کرده است [۳۹].

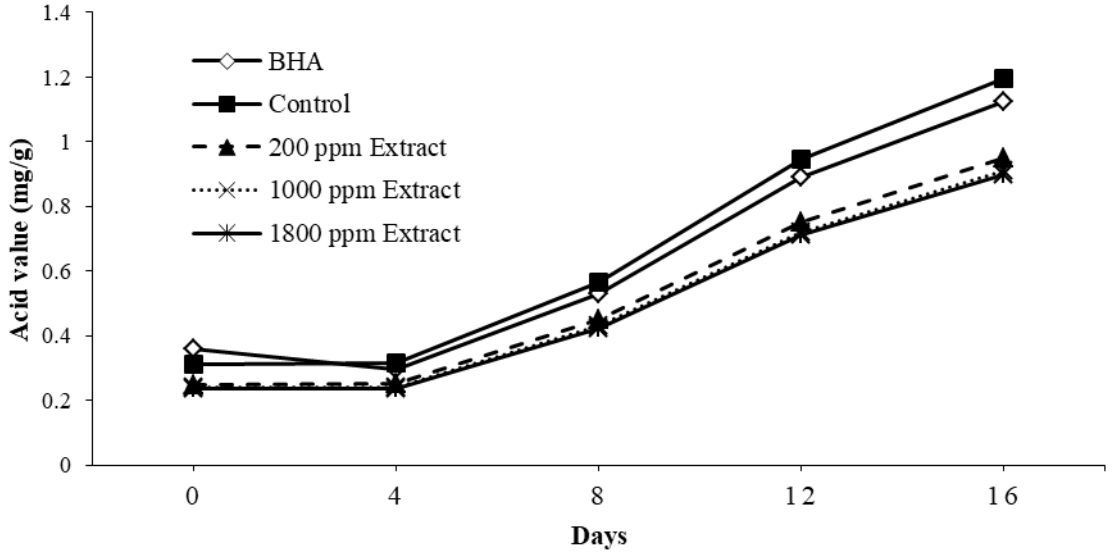

Fig 3 Acid value of soybean oil as affected by the different concentrations of *Heracleum persicum* extract

طبق نتایج (شکل ۳) روند افزایشی تجزیه تری گلیسریدها پس از روز چهارم در تمامی نمونه‌ها در طی انبارداری در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود (P<۰/۰۵). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی عصاره گلپر در هر سه غلظت ۲۰۰ ppm و ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm بهتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان عمل نموده‌اند و تفاوت معنی‌داری بینشان مشاهده شده است (P<۰/۰۵). مقایسه میزان عدد اسیدی در غلظت و زمان‌های مختلف نگهداری حاکی از آن بود که بیشترین مقدار عدد اسیدی طی ١٦ روز انبارداری تسریع شده مربوط به نمونه شاهد (۱/۲۰ mg/g) می‌باشد و همچنین کمترین عدد اسیدی مربوط به غلظت ۱۸۰۰ ppm با ۰/۹۰ mg/g بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P <۰/۰۵).

Zhang و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهششان بیان داشتند که عدد اسیدی بین نمونه کنترل و روغن آفتابگردان تیمار شده با کارنوسیک اسید در سه غلظت و آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی طی انبارداری تسریع شده در ٦٠ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری وجود داشته است (p <۰/۰۵). با این حال، اثر مهاری کارنوسیک اسید در هر سه غلظت روی اسیدهای چرب آزاد بهتر از BHT، اما کمتر از BHA و TBHQ در روغن آفتابگردان بود [٤٠]. Farahmandfar و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود بیان داشتند در کاهش اسیدهای چرب آزاد، عصاره سبوس برنج محلی در غلظت ۸۰۰ ppm بهتر از TBHQ طی ٢٤ ساعت در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در روغن کانولا طی فرآیند سرخ کردن عمل نموده است [٥].

۳-۳-۳- عدد کربونیل

عدد کربونیل که نماد کمی ترکیبات کربونیل به عنوان مهمترین ترکیبات ثانویه اکسایش لیپیدی (مانند آلدئیدها و کتون‌ها) است، شاخص بهتری در خصوص تغییرات اکسایشی روغن‌ها تلقی می‌گردد؛ زیرا این ترکیبات حائز پایداری بیشتری نسبت به هیدروپراکسیدها هستند و نیز سهم عمده‌ای در بروز طعم‌های تند و ناخوشایند روغن‌های اکسیده دارند. عمدتاً بالا رفتن مقدار ترکیبات کربونیل در روغن به حضور اسیدهای چرب غیر اشباع نسبت داده می‌شود [٤١]. مقدار کربونیل، اندازه‌گیری و سنجشی است که محتوای محصولات ثانویه اکسایش را در طول فرآیند سرخ کردن تخمین می‌زند. افزایش در عدد کربونیل با افزایش اکسایش چربی مطابق دارد [٥]. بر اساس استاندارد کشور ژاپن، زمانی که میزان عدد کربونیل روغن‌های خوراکی به بیش از ٥٠ میکرومول بر گرم برسد، روغن غیرقابل مصرف می‌باشد [١].

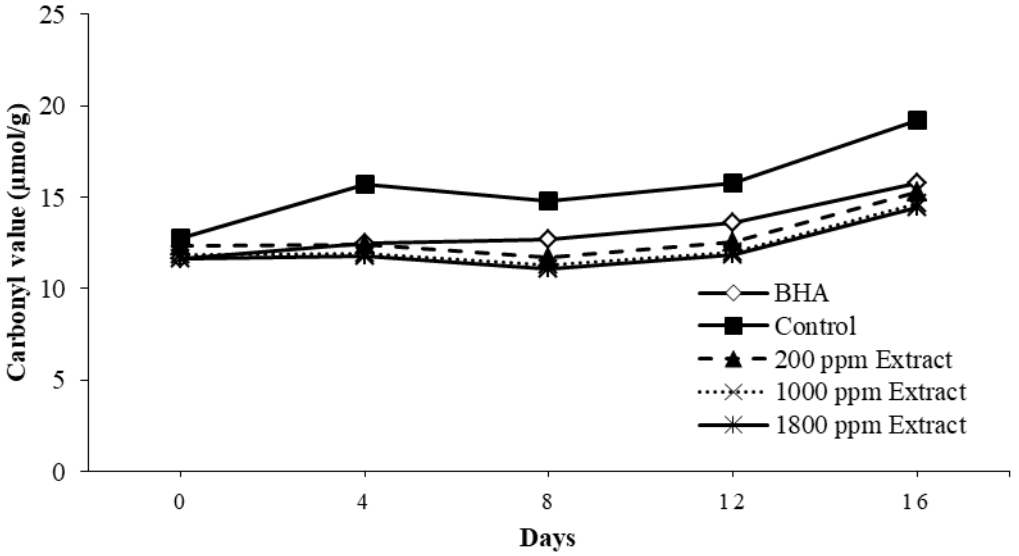

Fig 4 Carbonyl value of soybean oil as affected by the different concentrations of *Heracleum persicum* extract

با توجه به نتایج بدست آمده تغییرات عدد کربونیل بصورت خطی نبوده است و بصورت چند مرحله‌ای می‌باشد، در روز شروع تمامی نمونه‌ها مشابه هم عمل نموده‌اند و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ولی بعد از روز صفرم با توجه به نمودار آنتی‌اکسیدان طبیعی عصاره گلپر در سه غلظت ۲۰۰ ppm ، ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA در کنترل عدد کربونیل طی انبارداری مشابه هم عمل نموده‌اند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل

٤)، در صورتی که نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان ضعیف‌تر از بقیه عمل نمود (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار عدد کربونیل مربوط به نمونه شاهد (۱۹/۲۲ µmol/g) و کمترین مقدار مربوط به نمونه آنتی‌اکسیدان طبیعی عصاره گلپر با غلظت ۱۸۰۰ ppm (یعنی ۱٤/٤۲ µmol/g) می‌باشد (P<۰/۰۵). همان طور که مشاهده شد عدد کربونیل کلیه نمونه‌ها در محدوده قابل قبولی قرار داشته که دلیل آن عدم استفاده از فرآیند حرارتی می‌باشد [٤۲].

خبر و گلستان (۱۳۹٤) در تحقیق خود بیان داشتند عصاره برگ زیتون در دو غلظت ٤۰۰ ppm و ۸۰۰ ppm در کاهش عدد کربونیل نسبت به نمونه شاهد و TBHQ دارای عملکرد بهتری طی ۲٤ ساعت نگهداری در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در روغن کانولا می‌باشد [۲۵]. روشن و اسماعیل زاده کناری (۱۳۹٦) در تحقیقشان بیان داشتند که غلظت ۸۰۰ ppm عصاره توت فرنگی و TBHQ در کنترل عدد کربونیل طی زمان ذخیره سازی مشابه هم عمل نموده‌اند و اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند در صورتی که غلظت ٤۰۰ppm از نظر تغییرات شاخص عدد کربونیل ضعیف‌تر از بقیه طی ٦۰ روز ذخیره سازی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در روغن آفتابگردان عمل نمود [٤۳].

۳-۳-٤- ترکیبات قطبی کل

ترکیبات قطبی مجموع تری گلیسریدی موجود در روغن است و اسیدهای چرب، آلودگی‌های قلیایی، استرول‌ها، توکوفرول‌ها، مونو و تری گلیسریدها، الکل‌ها، کتون‌ها و سایر ترکیبات محلول در چربی را در بر می‌گیرد [۲۵]. میزان ترکیبات قطبی همبستگی معنی‌داری با تجزیه روغن دارد چرا که بسیاری از ترکیبات ناشی از تجزیه روغن طی فرایند سرخ کردن قطبی هستند [۵]. بررسی‌ها حاکی از سمیت ترکیبات قطبی جدا شده از روغن اکسید شده بر حیوانات آزمایشگاهی بود. عمدتاً ترکیبات قطبی در طی فرآیندهای حرارتی افزایش می‌یابند [۵و٤۱].

مقادیر ترکیبات قطبی کل غالب‌ترین شاخص برای کیفیت روغن است. تعیین ترکیبات قطبی کل در روغن سرخ کردنی، اندازه‌گیری قابل اعتمادی در زمینه میزان تخریب در بیشتر شرایط فراهم می‌کند [۵]. با توجه به مقرارت موجود میزان ۲۷-۲۵ درصد ترکیبات قطبی کل تولید شده در طی فرآیند سرخ کردن عمیق چربی به عنوان ملاک برای دور انداختن چربی سرخ شده به عنوان حد مورد پذیرش برای مصرف انسان می‌باشد. نتایج نشان داده است هر دو عامل مدت زمان حرارت دادن و ماهیت روغن‌ها بطور معنی‌داری بر روی ترکیبات قطبی کل تاثیر دارد [۲].

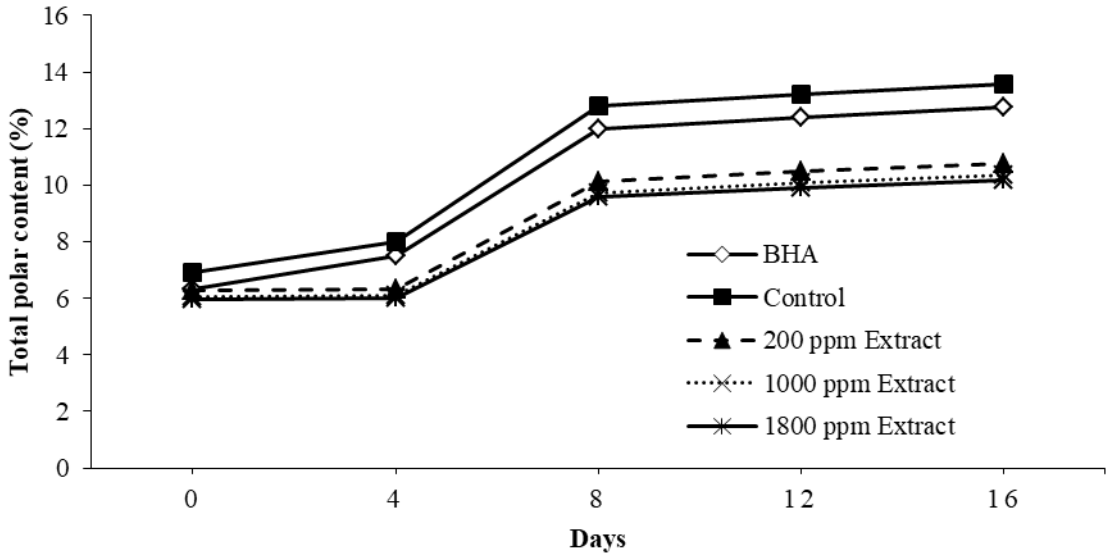

Fig 5 Total polar content of soybean oil as affected by the different concentrations of *Heracleum persicum* extract

نتایج آنالیز آماری نشان داد مقدار ترکیبات قطبی کل در تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان روند افزایشی دارد. در روز شروع آزمون تمامی نمونه‌ها مشابه هم عمل نموده‌اند و تفاوت معنی‌دار بینشان مشاهده نشده است (شکل ۵). از روز چهارم تا روز پایانی آزمون عصاره گلپر در هر سه غلظت (۲۰۰ ppm، ۱۰۰۰ ppm و ۱۸۰۰ ppm) بهتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان عمل نموده‌اند و تفاوت معنی‌داری بینشان مشاهده می‌شود (P <۰/۰۵). بیشترین مقدار

ترکیبات قطبی مربوط به نمونه شاهد (۱۳/۵۹ درصد) و کمترین مقدار برای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با غلظت ppm ۱۸۰۰ (یعنی ۱۰/۲۰ درصد) طی ۱۶ روز انبارداری تسریع شده می‌باشد که از لحاظ آماری با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (P <۰/۰۵).

اسماعیل زاده کناری و مهدی پور (۱۳۹۱) در تحقیقشان بیان داشتند که عصاره متانلی پوست کیوی در غلظت ppm ۸۰۰ در روغن آفتابگردان تحت شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد طی ۶۰ روز نگهداری موثرتر از TBHQ و ppm ۴۰۰ عصاره پوست کیوی در کاهش مقدار ترکیبات قطبی عمل نموده است [۴۴]. Aladedunye و Matthaus (۲۰۱۴) در تحقیقشان بیان داشتند که عصاره میوه‌های کراپاپل و راویونیری در کاهش ترکیبات قطبی کل بطور معنی‌داری موثرتر از BHA و نمونه شاهد در روغن کلزا عمل نموده‌اند [۴۵].

۳-۳-۵- عدد کونژوگه

اندازه‌گیری عدد کونژوگه یک راه خوب برای ارزیابی اکسایش روغن است، زیرا آنها پایدار هستند و در روغن باقی می‌مانند [۳۰و۳۵]. اسیدهای چرب دارای پیوند غیر اشباع دچار اکسایش شده و در اثر جابجایی اتصالات مضاعف مقادیر این پارامتر افزایش پیدا می‌کند. در شیمی آلی اصطلاح دی ان مزدوج مربوط به دو پیوند دوگانه می‌باشد که توسط یک پیوند یگانه از هم مجزا شده‌اند. این ساختار برای اسیدهای چرب چند غیر اشباعی غیر معمول است بطوری که آنها دارای ساختار غیر مزدوج می‌باشند. بنابراین بطور کلی پذیرفته شده که وجود دی ان‌های مزدوج در چربی‌ها نشان دهنده بروز اکسایش در روغن است. روش دی ان مزدوج نسبت به تعیین شاخص پراکسید سریعتر، ساده‌تر و مستقل از واکنش‌های شیمیایی یا توسعه رنگ بوده و به مقدار نمونه کمتر نیاز دارد [۱و۴۶].

طبق نتایج بدست آمده طی ۱۶ روز انبارداری تسریع شده عصاره گلپر در هر سه غلظت و آنتی‌اکسیدان سنتزی و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان تا روز ۸ ام مشابه هم عمل نموده‌اند و مطابق با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین عدد کونژوگه نمونه‌ها وجود نداشت (شکل ۶). پس از روز هشتم نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان بطور معنی‌داری افزایش نسبت به عصاره‌های گلپر و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA را نشان داد و تفاوت در روزهای ۱۲ و ۱۶ انبارداری معنی‌داری مشاهده شده است (P <۰/۰۵). کمترین مقدار عدد کونژوگه پس از ۱۶ روز انبارداری مربوط به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA (۹/۲۰) و بیشترین میزان مربوط به نمونه شاهد (۱۱/۷۴) می‌باشد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند (P <۰/۰۵).

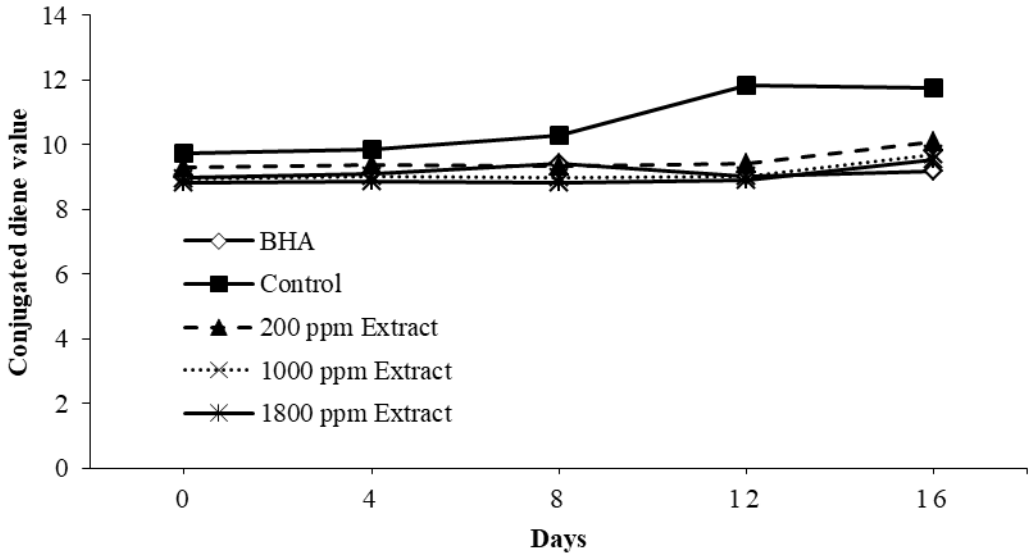

Fig 6 Conjugated diene value of soybean oil as affected by the different concentrations of *Heracleum persicum* extract

Guo و همکاران (۲۰۱۶) بیان داشتند که نمونه روغن پالم با عصاره اتانولی رزماری می‌تواند بطور معنی‌داری فرآیند اکسایش روغن را نسبت به تیمارهای آنتی‌اکسیدان سنتزی (BHA و TBHQ) و آنتی‌اکسیدان طبیعی TP[1] در روغن پالم طی سرخ کردن و انبارداری تسریع شده کاهش دهد. بنابراین عصاره اتانولی روزماری بیشترین تاثیر را داشت و

۱. Tea Polyphenols

کمترین عدد کنژوگه را دارا بود [۳۳]. Mohdaly و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای تاثیر عصاره کیک کنجد در کاهش عدد کنژوگه را همراه با مرجع استاندارد BHA، BHT و TBHQ مقایسه کردند. نتایج نشان داد فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره کیک کنجد در غلظت ۲۰۰ ppm بهتر از BHA و BHT، اما کمتر از TBHQ می‌باشد [۳۰]. همچنین طبق تحقیقات Chandrasekar و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات عدد کونژوگه ژنتیسیک اسید را موثرترین عامل در کاهش اکسایش اولیه در روغن ساردین معرفی نمود [۴۷].

۳-۳-۶- شاخص پایداری اکسایشی

آزمون رنسیمت به منظور اندازه‌گیری دوره القاء با تشخیص اسیدهای فرار تشکیل شده در طول دوره‌ای اکسایش روغن می‌باشد. شاخص پایداری اکسایشی نشان دهنده مقاومت طبیعی روغن نسبت به اکسایش است. این روش جایگزین روش قدیمی AOM (روش اکسیژن فعال) شده است. شاخص پایداری اکسایشی می‌تواند برای پیشگویی مدت ماندگاری روغن و به منظور مقایسه پایداری بین روغن‌ها استفاده شود. مدت ماندگاری روغن به مقاومت آن به اکسیداسیون و در واقع همان پایداری اکسیداتیو وابسته است. پایداری اکسیداتیو خود به عواملی مثل مقدار توکوفرول‌ها، فنل‌ها، نوع روغن، تکنولوژی تولید آن و ... وابسته است [۱و۴۸].

تغییرات شاخص پایداری اکسایشی طی روزهای انبارداری در ۶۰ درجه سانتی‌گراد روند کاهشی داشته است (شکل ۷). نتایج نشان داد که روغن فاقد آنتی‌اکسیدان کمترین دوره القاء را نسبت به سایر روغن‌ها دارا می‌باشد. آنتی‌اکسیدان طبیعی عصاره گلپر در هر سه غلظت در تمامی روزها مشابه هم عمل نموده‌اند و بطور معنی‌داری بهتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA عمل نموده‌اند ($P < ۰/۰۵$). کمترین میزان عددی شاخص پایداری اکسایشی بعد از ۱۶ روز انبارداری تسریع شده مربوط به نمونه شاهد (۱/۷۵ ساعت) و بیشترین پایداری مربوط به غلظت ۱۸۰۰ ppm (یعنی ۳/۶۳ ساعت) می‌باشد، که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

Yang و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی شاخص پایداری اکسایشی عصاره رزماری و آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی (BHA+BHT) در روغن‌های سبوس برنج، سویا و پنبه دانه بیان داشتند که مقادیر عددی دوره القاء سه نوع روغن حاوی عصاره رزماری به طور معنی‌داری بالاتر از روغن‌های حاوی آنتی‌اکسیدان مصنوعی (BHA + BHT) می‌باشند [۴۹]. همچنین محققی ثمرین و همکاران (۱۳۸۷)، عصاره متانلی پوست سیب زمینی راموس را در چهار سطح و در سه دما در روغن سویا مورد بررسی آزمون رنسیمت قرار دادند که طبق نتایج عصاره پوست سیب زمینی از اکسایش روغن سویا ممانعت نمود و طول دوره القاء اکسایش روغن را افزایش داد. بیشترین طول دوره القاء به ترتیب مربوط به تیمارهای TBHQ > ۲۴۰۰ ppm پوست راموس > ۱۶۰۰ ppm پوست راموس > BHT > BHA > ۸۰۰ ppm پوست راموس > ۲۰۰ ppm پوست راموس > شاهد بود و با افزایش دما، طول دوره القاء نمونه‌ها کاهش یافت [۵۰].

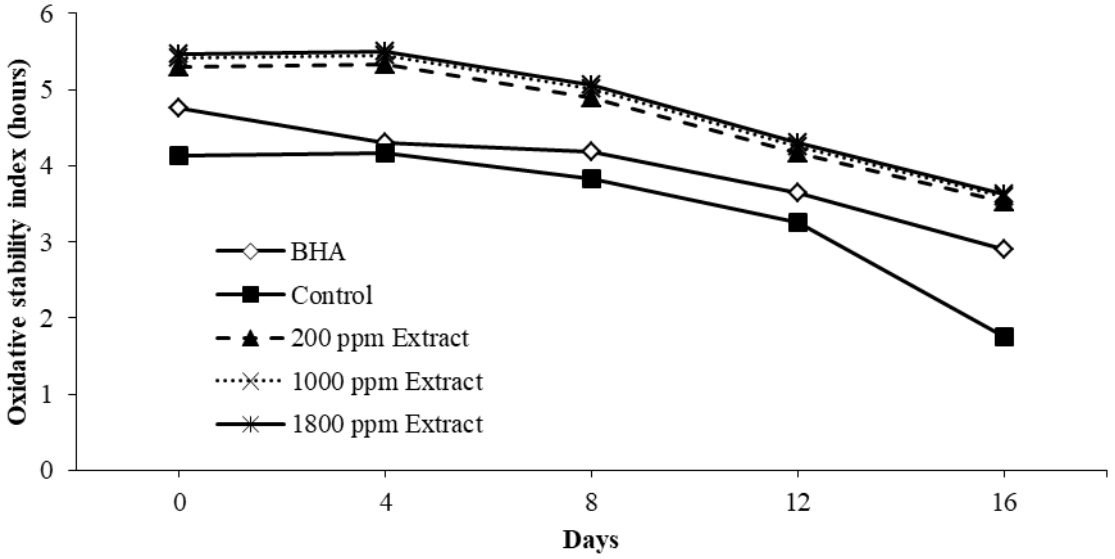

Fig 7 Oxidative stability index of soybean oil as affected by the different concentrations of *Heracleum persicum* extract

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عصاره میوه گیاه گلپر دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی خوبی می‌باشد. در آزمون آنتی‌اکسیدانی مهار رادیکال آزاد DPPH، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه گلپر در غلظت ppm ۱۸۰۰ بطور قابل توجهی (P<۰/۰۵) بالاتر از سایر غلظت‌های عصاره اما کمتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA (ppm ۲۰۰) می‌باشد (P<۰/۰۵). در ادامه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه گلپر در سه غلظت (ppm ۲۰۰، ppm ۱۰۰۰ و ppm ۱۸۰۰) و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA (ppm ۲۰۰) و شاهد (فاقد آنتی‌اکسیدان) در پایداری روغن سویا در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد طی ١٦ انبارداری تسریع شده نشان داد که تفاوت بین غلظت‌های مختلف عصاره میوه گلپر (ppm ۲۰۰، ppm ۱۰۰۰ و ppm ۱۸۰۰) معنی‌دار نبود و در اغلب موارد عصاره میوه گیاه گلپر بهتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA عمل نموده است. در نتیجه با توجه به اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی بر سلامت انسان، عصاره میوه گیاه گلپر می‌تواند جایگزین مناسبی برای این ترکیبات در روغن‌ها، چربی‌ها و مواد غذایی حاوی این ترکیبات باشد.

٥- منابع

[1] Farahmandfar, R., Shokooh Saremi, E., Shahiri Tabarestani, H., Azizkhani, M. 2014. Fundamental comprehensive microbiology of food technology, Sahra press, Iran.

[2] Saoudi, S., Chammem, N., Sifaoui, I., Bouassida-Beji, M., Jiménez, I.A., Bazzocchi, I.L., Silva, S.D., Hamdi, M. and Bronze, M.R., 2016. Influence of Tunisian aromatic plants on the prevention of oxidation in soybean oil under heating and frying conditions. *Food chemistry*, *212*, pp.503-511.

[3] Aladedunye, F., Przybylski, R., Niehaus, K., Bednarz, H. and Matthäus, B., 2014. Phenolic extracts from Crataegus× mordenensis and Prunus virginiana: Composition, antioxidant activity and performance in sunflower oil. *LWT-Food Science and Technology*, *59*(1), pp.308-319.

[4] Chammem, N., Saoudi, S., Sifaoui, I., Sifi, S., de Person, M., Abderraba, M., Moussa, F. and Hamdi, M., 2015. Improvement of vegetable oils quality in frying conditions by adding rosemary extract. *Industrial Crops and Products*, *74*, pp.592-599.

[5] Farahmandfar, R., Asnaashari, M. and Sayyad, R., 2015. Comparison antioxidant activity of Tarom Mahali rice bran extracted from different extraction methods and its effect on canola oil stabilization. *Journal of food science and technology*, *52*(10), pp.6385-6394.

[6] Ding, M. and Zou, J., 2012. Rapid micropreparation procedure for the gas chromatographic–mass spectrometric determination of BHT, BHA and TBHQ in edible oils. *Food chemistry*, *131*(3), pp.1051-1055.

[7] Fernández-Álvarez, L., del Valle, P., de Arriaga, D., García-Armesto, M.R. and Rúa, J., 2014. Binary combinations of BHA and other natural and synthetic phenolics: Antimicrobial activity against Staphylococcus aureus and antioxidant capacity. *Food control*, *42*, pp.303-309.

[8] Chong, Y.M., Chang, S.K., Sia, W.C.M. and Yim, H.S., 2015. Antioxidant efficacy of mangosteen (Garcinia mangostana Linn.) peel extracts in sunflower oil during accelerated storage. *Food Bioscience*, *12*, pp.18-25.

[9] Chotimarkorn, C., Benjakul, S. and Silalai, N., 2008. Antioxidative effects of rice bran extracts on refined tuna oil during storage. *Food research international*, *41*(6), pp.616-622.

[10] Bodoira, R.M., Penci, M.C., Ribotta, P.D. and Martínez, M.L., 2017. Chia (Salvia hispánica L.) oil stability: study of the effect of natural antioxidants. *LWT-Food Science and Technology*, *75*, pp.107-113.

[11] Taghvaei, M., Jafari, S.M., Mahoonak, A.S., Nikoo, A.M., Rahmanian, N., Hajitabar, J. and Meshginfar, N., 2014. The effect of natural antioxidants extracted from plant and animal resources on the oxidative stability of soybean oil. *LWT-Food Science and Technology*, *56*(1), pp.124-130.

[12] Hoseinifar, S.H., Zoheiri, F. and Lazado, C.C., 2016. Dietary phytoimmunostimulant Persian hogweed (Heracleum persicum) has more remarkable impacts on skin mucus than on serum in common carp (Cyprinus carpio). *Fish & shellfish immunology*, *59*, pp.77-82.

[13] Sadegh-Nejadi, S., Aberomand, M., Ghaffari, M.A., Mohammadzadeh, G., Siahpoosh, A. and Reza, A., 2016. Inhibitory Effect of Ziziphus Jujuba and Heracleum Persicum on the Activity of Partial Purified Rat Intestinal Alpha-Glucosidase Enzyme. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, *25*(134), pp.135-146.

[14] Jafarzadeh, L., Sedighi, M., Behzadian, M., Ansari-Samani, R., Shahinfard, N. and Rafieian-Kopaei, M., 2014. The teratogenic and abortifacient effects of Heracleum Persicum hydroalcholic extract and its correlation with mothers' estrogen and progesterone in Balb/C Mice. *Journal of Babol University of Medical Sciences*, *16*(3), pp.26-32.

[15] Asgarpanah, J., Mehrabani, G.D., Ahmadi, M., Ranjbar, R. and Ardebily, M.S.A., 2012. Chemistry, pharmacology and medicinal properties of Heracleum persicum Desf. Ex Fischer: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, *6*(10), pp.1813-1820.

[16] Shahrani, M., Nabavizadeh Rafsanjani, F., Shirzad, H., Yousefi, H., Moradi, M.T. and Moghaddasi, J., 2006. Effect of Heracleum persicum extract on acid and pepsin secretion level in both basic and stimulated conditions with Pentagastrin in rat. *Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences*, 7(4), pp.35-41.

[17] Hajhashemi, V., Sajjadi, S.E. and Heshmati, M., 2009. Anti-inflammatory and analgesic properties of Heracleum persicum essential oil and hydroalcoholic extract in animal models. *Journal of ethnopharmacology*, *124*(3), pp.475-480.

[18] Goli, A.H., Barzegar, M. and Sahari, M.A., 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (Pistachia vera) hull extracts. *Food Chemistry*, *92*(3), pp.521-525.

[19] Tian, Y., Zeng, H., Xu, Z., Zheng, B., Lin, Y., Gan, C. and Lo, Y.M., 2012. Ultrasonic-assisted extraction and antioxidant activity of polysaccharides recovered from white button mushroom (Agaricus bisporus). *Carbohydrate Polymers*, *88*(2), pp.522-529.

[20] Pourmorad, F., Hosseinimehr, S.J. and Shahabimajd, N., 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African journal of biotechnology*, *5*(11), pp.1142-1145.

[21] Aksoy, L., Kolay, E., Ağılönü, Y., Aslan, Z. and Kargıoğlu, M., 2013. Free radical scavenging activity, total phenolic content, total antioxidant status, and total oxidant status of endemic Thermopsis turcica. *Saudi journal of biological sciences*, *20*(3), pp.235-239.

[22] American Oil Chemists' Society and Firestone, D., 1994. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*. AOCS press.

[23] Schulte, E., 2000. Micromethod for the gravimetric determination of polar components in frying fats with ready for use columns. *European journal of lipid science and technology*, *102*(8- 9), pp.574-579.

[24] Malheiro, R., Rodrigues, N., Manzke, G., Bento, A., Pereira, J.A. and Casal, S., 2013. The use of olive leaves and tea extracts as effective antioxidants against the oxidation of soybean oil under microwave heating. *Industrial crops and products*, *44*, pp.37-43.

[25] Khabar, I., and Golestan, L. 2015. The effect of aqueous extracts of olive leaves on the thermal stability of canola oil. *Iranian journal of food science and technology, 13*, pp.101-111.

[26] Sadegh-Nejadi, S., Aberomand, M., Ghaffari, M.A., Mohammadzadeh, G., Siahpoosh, A. and Reza, A., 2016. Inhibitory Effect of Ziziphus Jujuba and Heracleum Persicum on the Activity of Partial Purified Rat Intestinal Alpha-Glucosidase Enzyme. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, *25(134)*, pp.135-146.

[27] Coruh, N., Celep, A.S. and Özgökçe, F., 2007. Antioxidant properties of Prangos ferulacea (L.) Lindl., Chaerophyllum macropodum Boiss. and Heracleum persicum Desf. from Apiaceae family used as food in Eastern Anatolia and their inhibitory effects on glutathione-S-transferase. *Food chemistry*, *100*(3), pp.1237-1242.

[28] Ghaderi, G.M., Alami, M., Sadeghi, M.A., Azizi, M. and Ghorbani, M., 2012. Study on antioxidant activities of methanolic extracts from fruit of two variety of acorn Q. Castaneifolia var castaneifolia and Q. Branti var persica in sunflower oil. *Iranian journal of food science and technology,* 9(34). pp.117-127.

[29] Salmanian, S., Sadeghi Mahoonak, AR, Alami, M. and Gorbani, M. 2013. Antioxidant activity of hawthorn (Crataegus elbursensis) extract on stability of soybean oil. *Journal of Food Research, 23(2),* pp. 199-209.

[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), pp.952-959.

[31] Hosseini, S., Gharachorloo, M., Ghiassi Tarzi, B. and Ghavami, M. 2014. A Review of Antioxidant Capacity Assays (Reactions, Methods, Pros and Cons). *Food Technology and Nutrition, 11(4),* pp.89-111.

[32] Iqbal, S. and Bhanger, M.I., 2007. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chemistry*, *100*(1), pp.246-254.

[33] Guo, Q., Gao, S., Sun, Y., Gao, Y., Wang, X. and Zhang, Z., 2016. Antioxidant efficacy of rosemary ethanol extract in palm oil during frying and accelerated storage. *Industrial Crops and Products*, *94*, pp.82-88.

[34] Tahami, F.S., Basiri, A., Ghiasi Tarzi, B. and Mahasti, P. 2012. Evaluation of the antioxidative effect of Fennel (Foeniculum vulgare) seed extract on the stability of sunflower oil. *Food Technology and Nutrition, 10(1)*, pp.71-78.

[35] Agregán, R., Munekata, P.E., Domínguez, R., Carballo, J., Franco, D. and Lorenzo, J.M., 2017. Proximate composition, phenolic content and in vitro antioxidant activity of aqueous extracts of the seaweeds Ascophyllum nodosum, Bifurcaria bifurcata and Fucus vesiculosus. Effect of addition of the extracts on the oxidative stability of canola oil under accelerated storage conditions. *Food Research International*, *99*, pp.986-994.

[36] Hao, S., Wei, Y., Li, L., Yang, X., Cen, J., Huang, H., Lin, W. and Yuan, X., 2015. The effects of different extraction methods on composition and storage stability of sturgeon oil. *Food chemistry*, *173*, pp.274-282.

[37] Urbančič, S., Kolar, M.H., Dimitrijević, D., Demšar, L. and Vidrih, R., 2014. Stabilisation of sunflower oil and reduction of acrylamide formation of potato with rosemary extract during deep-fat frying. *LWT-Food Science and Technology*, *57*(2), pp.671-678.

[38] Hill, G.M. and Hanna, W.W., 1990. Nutritive characteristics of pearl millet grain in beef cattle diets. *Journal of animal science*, *68*(7), pp.2061-2066.

[39] Barthet, V.J., Gordon, V. and Daun, J.K., 2008. Evaluation of a colorimetric method for measuring the content of FFA in marine and vegetable oils. *Food chemistry*, *111*(4), pp.1064-1068.

[40] Zhang, Y., Yang, L., Zu, Y., Chen, X., Wang, F. and Liu, F., 2010. Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. *Food Chemistry*, *118*(3), pp.656-662.

[41] Farhoosh, R. and Moosavi, S.M.R., 2008. Carbonyl value in monitoring of the quality of used frying oils. *analytica chimica acta*, *617*(1), pp.18-21.

[42] Przybylski, R., Malcolmson, L.J., Eskin, N.A.M., Durance-Tod, S., Mickle, J. and Carr, R., 1993. Stability of low linolenic acid canola oil to accelerated storage at 60 C. *LWT-Food Science and Technology*, *26*(3), pp.205-209.

[43] Roshan, M. and Esmaeel-zade Kenari, R., 2017. Antioxidant effect of strawberry leave extracts on stabilization of sunflower oil during storage condition. *Iranian journal of food science and technology, 14(65)*, pp.301-309.

[44] Esmaeel-zade Kenari, R. and Mehdipoor, S.Z. 2012. Antioxidant effect of methanolic extract of Kiwifruit on stabilization of sunflower oil. *Iranian journal of food science and technology, 8(2),* 245-250.

[45] Aladedunye, F. and Matthäus, B., 2014. Phenolic extracts from Sorbus aucuparia (L.) and Malus baccata (L.) berries: antioxidant activity and performance in rapeseed oil during frying and storage. *Food chemistry*, *159*, pp.273-281.

[46] Sayyari, Z. and Farahmandfar, R., 2017. Stabilization of sunflower oil with pussy willow (Salix aegyptiaca) extract and essential oil. *Food science & nutrition*, *5*(2), pp.266-272.

[47] Chandrasekar, V., Belur, P.D. and Regupathi, I., 2016. Effect of hydroxybenzoic acids antioxidants on the oxidative stability of sardine oil. *Resource-Efficient Technologies*, *2*, pp.S114-S118.

[48] Farahmandfar, R., Asnaashari, M. and Sayyad, R., 2017. Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Capsicum frutescens Extracted by Supercritical CO2, Ultrasound and Traditional Solvent Extraction Methods. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *20*(1), pp.196-204.

[49] Yang, Y., Song, X., Sui, X., Qi, B., Wang, Z., Li, Y. and Jiang, L., 2016. Rosemary extract can be used as a synthetic antioxidant to improve vegetable oil oxidative stability. *Industrial Crops and Products*, *80*, pp.141-147.

[50] Mohagheghi Samarin, A., Poorazarang, H., Elhamirad, A.H., Dezashibi1, Z. and Hematyar, N. 2011. Extraction of phenolic compounds from potato peel (Ramus variety) with solvent and ultrasound-assisted methods and evaluation of its antioxidant activity in soybean oil. *Iranian journal of food science and technology, 8(28)*, pp.81-91.

Antioxidant potential of Golpar (*Heracleum persicum*) extract in stabilization of soybean oil under accelerated storage conditions

Farahmandfar, R. [1*], Ranji, M. [2]

1. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Iran
2. MSc, Department of Food Science and Technology, Khazar Institute of Higher Education, Iran

(Received: 2017/10/25 Accepted:2017/12/16)

Oxidation of vegetable oils is a major challenge in the food industry, which results in huge economic losses and diminishing nutritional quality of lipid-containing food. For this purpose, the antioxidant and protective effect of hydroalcoholic extract of Golpar (*Heracleum persicum*) fruit plant on the stability of soybean oil was tested during accelerated storage. Extraction of Golpar plant fruit was done by maceration. The protective effect of Golpar fruit extract was added to soybean oil at three concentrations (200 ppm, 1000 ppm, 1800 ppm) to determine antioxidant activity. These three concentrations were stored with two control samples (no antioxidant oil) and an oil sample containing 200 ppm BHA synthesized antioxidants at 60 °C. Then, oil stability tests were performed by measuring the peroxide value (PV), Acid value (AV), carbonyl value (CV), phenol compounds (PC), total polar compounds (TPCs), conjugate dienes (CD) and oxidative stability index (OSI) in during the days 0, 4, 8, 12 and 16 storages was investigated. The results showed that the extract of Golpar fruit was similar in all three concentrations and had more antioxidant activity than synthetic antioxidant (BHA) in soybean oil.

Keywords: Antioxidant, Accelerated storage, Oxidative stability, Soybean oil, Golpar extract

* Corresponding Author E-Mail Address: r.farahmandfar@sanru.ac.ir