Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Food Processing and Preservation Journal

Print ISSN: 2322 - 2069
Online ISSN: 2322 - 2794

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

Evaluation of the stabilizing effect of rosemary essential oil on sunflower oil, soybean oil and tallow

Malakeh Razavi Majd[1], Mehrdad Ghavami[2*], Maryam Gharcharloo[3]

[1] Graduate, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Email: mehrdad_ghavami@yahoo.com
[3]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 26.09.2019
Revised: 10.11.2020
Accepted: 13.11.2021

Keywords:
Sunflower oil
Oxidative stability
Rosemary essential oil
Tallow
Soybean oil

ABSTRACT

Background and objectives: The oils undergo qualitative changes, especially oxidation due to prolonged exposure to high temperatures during storage, as well as the presence of oxygen in the environment. Antioxidants are used to protect the oil from oxidation. Most of the antioxidants that used in the food industry are synthetic hence harmful to health. Therefore, studies on the use of natural antioxidants as a substitution for synthetic ones are of prime importance. It has been proven that synthetic antioxidants have known toxic effects, so essential oils which are volatile oils and secondary products of plants are used as natural antioxidants in oil-based foods.

Materials and methods: In this research, the rosemary essential oils (extracted (by Clevenger and commercially extracted) as a natural antioxidant, were added to sunflower oil, soybean oil, and tallow in concentrations of 0.05. 0.1, 0.2 and 5.0%. Fatty acid composition, iodine, peroxide, and saponification values were measured. Also, identification of essential oils was performed by spectrophotometric and gas chromatography methods. The antioxidant activities of essential oils were determined by the DPPH method.

Results: The results showed that the number of active compounds in commercial samples (69.69%) was higher than those of manually extracted samples (52.35%) and they scavenge more DPPH radicals than Clevenger extracted type. Linoleic acid was the predominant fatty acid in soybean and sunflower oils. However, oleic acid was found in the highest amount in tallow. There was a direct relationship between the amount of effective compounds and the antioxidant activity of the essential oil. The antioxidant activity of the two essential oils, measured by the DPPH radical control method, also indicated that the commercial essential oil had a higher antioxidant activity. Increasing the concentration of essential oil increased oxidative stability in the samples, so that the highest stability was observed in the sample with a concentration of 0.5% essential oil. The results showed an increase in the amount of peroxide value during the storage period, which was lower with an increase in essential oil content. Iodine and saponification values of the samples also showed a decreasing trend with increasing concentrations. In all experiments, the commercial essential oil was more favorable.

Conclusion: According to the results, the synthetic antioxidants can be can be replaced with rosemary essential oil to enhance the shelf life and quality of the oils.

Cite this article: Razavi Majd, M., Ghavami, M., Gharcharloo, M. 2022. Evaluation of the stabilizing

effect of rosemary essential oil on sunflower oil, soybean oil and tallow. *Food Processing and Preservation Journal*, 13 (4), 95-112.

© The Author(s). DOI: 10.22069/EJFPP.2021.17181.1574
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

فرآوری و نگهداری مواد غذایی
شاپا چاپی: ۳۵٤٤-۲٤۲۳
شاپا الکترونیکی: ۳۸۰۳-۲٤۲۳

بررسی اثر پایدار کنندگی اسانس گیاه رزماری بر روغن‌های آفتابگردان، سویا و چربی حیوانی

ملکه رضوی‌مجد[۱]، مهرداد قوامی[۲]*، مریم قراچورلو[۳]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استاد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: mehrdad_ghavami@yahoo.com
۳. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰٤
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۸/۲۲

واژه‌های کلیدی:
روغن آفتابگردان
پایداری اکسایشی
چربی حیوانی
اسانس رزماری
روغن سویا

چکیده

سابقه و هدف: روغن‌ها به دلیل قرار گرفتن طولانی مدت در دماهای بالا، نگهداری و حضور اکسیژن در محیط، دچار تغییرات کیفی به‌ویژه اکسیداسیون می‌شوند. استفاده از آنتی‌اکسیدان یکی از راه‌های محافظت روغن از اکسیداسیون می‌باشد. از آنجاییکه اکثر آنتی‌اکسیدان‌های مورد استفاده در صنایع غذایی، مصنوعی و برای سلامتی مضر می‌باشند. مطالعات در خصوص استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان سنتزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه به‌دلیل اثرات سمی شناخته شده آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، اسانس‌ها که روغن‌های فرار و محصولات ثانویه گیاهان هستند، به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در مواد غذایی با پایه روغن استفاده می‌شوند.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، اسانس رزماری استخراج شده با کلونجر و تجاری به‌عنوان آنتی‌اکسیدانی طبیعی در غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) جهت سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روغن‌های آفتابگردان، سویا و دنبه (چربی حیوانی گوسفندی) افزوده شد. ترکیب اسید چرب، اعداد یدی، اندیس پراکسید، زمان پایداری و عدد صابونی تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین شناسایی اسانس استحصالی با دستگاه اسپکتروفتومتری و ترکیبات موثره دو اسانس با دستگاه طیف سنج نوری انجام شد و خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس ها به روش مهار رادیکال DPPH تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان ترکیبات موثره شناسایی شده در اسانس تجاری ٦۹/٦۹ درصد و بیشتر از اسانس استحصالی ۵۲/۳۵ درصد بود و توانست رادیکال DPPH را به میزان بیشتری مهار کند؛ ترکیب اسیدهای چرب روغن‌ها و چربی حیوانی با دستگاه کروماتوگرافی گازی بررسی شد. بیشترین میزان اسید چرب در روغن‌های سویا و آفتابگردان اسید لینولئیک و در چربی حیوانی بیشترین مقدار اسید اولئیک بود. ارتباط مستقیمی بین میزان کمی ترکیبات موثره شناسایی شده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس یافت شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی دو اسانس که با روش مهار رادیکال DPPH اندازه‌گیری شد نیز حاکی از آن بود که اسانس تجاری فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری داشته است. با افزایش غلظت اسانس این پایداری بیشتر شد بطوریکه بیشترین پایداری در غلظت ۰/۵ درصد اسانس مشاهده گردید. نتایج به‌دست آمده روند افزایشی عدد پراکسید طی دوره نگهداری را نشان داد که این روند با افزایش میزان اسانس کاهش

یافت. با افزایش میزان غلظت اسانس عدد یدی و عدد صابونی تیمارها نیز روند کاهشی نشان دادند. در تمامی نتایج اسانس تجاری، رزماری مطلوب‌تر از اسانس استحصالی عمل کرد.

نتیجه‌گیری: در نهایت با توجه به نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر، اسانس‌های گیاهی می‌توانند جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی باشد و ۰/۵ درصد اسانس تجاری رزماری در روغن‌ها و چربی حیوانی پایداری اکسایشی آن‌ها را بهبود بخشید.

استناد: رضوی‌مجد، م.، قوامی، م.، قراچورلو، م. (۱٤۰۰). بررسی اثر پایدار کنندگی اسانس گیاه رزماری بر روغن‌های آفتابگردان، سویا و چربی حیوانی. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۳ (٤)، ۱۱۲-۹۵.

DOI:10.22069/EJFPP.2021.17181.1574

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

استفاده از یک آنتی‌اکسیدان بعنوان ماده افزودنی در مواد غذایی، موجب حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری آن است؛ علی‌رغم تعریف محدوده مقدار مجاز قانونی برای استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی و عملکرد موثر آن‌ها در فرآیندهای حرارتی و شرایط نگهداری، به‌دلیل سمی بودن و سرطان‌زایی، استفاده از آن‌ها بحث برانگیز بوده است (۲۲). نتایج حاصل از مطالعات نشان داد، ترکیبات فنولی موجود در عصاره و اسانس استخراجی از ادویه‌جات که با روش‌های متفاوت استخراج می‌شوند دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند (۳۳). رزماری با نام علمی *رزمارینوس آفیشینالیس ال* [1] گیاهی معطر و متعلق به تیره نعناییان می‌باشد؛ که اسید کارنوزیک،۱۲-متوکسی کارنوزیک اسید، اسید کارنوزول و نیز دی ترپن‌های آنتی‌کسیدان از قبیل اپیرزمارینول، ایزورزمانول رزماری دی فنل، رزماری کوئینون و اسید رزمارینیک ترکیبات موثره در بروز خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن هستند (۲۶). چربی حیوانی (دنبه گوسفندی)[2] چربی ذخیره‌ای انتهای دم نژادهای به خصوصی از گوسفندان کشورهای آسیای میانه از جمله ایران است که با توجه به درصد بالای اسید اولئیک و اسید استئاریک در آن از نظر تغذیه‌ای بسیار اهمیت دارد و می‌تواند نقش موثری در سلامتی داشته باشد. لذا انتظار می‌رود غنی‌سازی روغن‌ها و چربی‌های خوراکی با اسانس و عصاره‌های گیاهی به‌دلیل حضور ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بالا علاوه بر پایداری اکسایشی آن‌ها به دلیل انتقال ترکیبات فنولی به مصرف کننده نقش مهمی در سلامت مصرف کننده ایفاء کنند (۱٤). در مطالعه ارکان و همکاران (۲۰۱۲) و الدلاین و همکاران (۲۰۱۱)، نقش اسانس گیاهان رزماری، رازیانه و زنجبیل، در افزایش پایداری اکسایشی روغن آفتابگردان نشان داده شد (۲، ۱۰)؛ همچنین قزل‌سفلو و همکاران (۱۳۹۵) افزایش پایداری اکسیداتیو روغن سویا به‌عنوان یک روغن ارزان، فراوان و با کیفیت با ppm ۱۰۰ عصاره کرفس کوهی را به اثبات رساندند(۲٤) و در مطالعه نظری و همکاران (۱۳۹۵)، استفاده از یک درصد عصاره چای سبز در چربی حیوانی بررسی شد (۱٤). پژوهش حاضر با هدف بررسی ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاه رزماری در پایدارسازی روغن‌های آفتابگردان، سویا و چربی حیوانی طی زمان نگهداری ۵ روز در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: موادشیمایی مورد نیاز در این تحقیق شامل هیدروکسید پتاسیم، معرف فنل الفتالئین و متانول (از شرکت سیگما آلدریچ آلمان)، روغن سویا و آفتابگردان (از صنعت غذایی کوروش تهران -ایران)، چربی حیوانی (از کشتارگاه تهران-ایران) و اسانس رزماری (از مگنولیا- ایران) خریداری شدند.

استخراج اسانس برگ گیاه رزماری: مطابق با روش تقطیر آبی و با استفاده از دستگاه کلونجر (زیماکس- آمریکا) انجام شد. بدین منظور ابتدا گیاه رزماری در هرباریوم پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران شناسایی و با نام علمی *رزمارینوس آفیشینالیس ال* تأیید شد. سپس برگ‌ها در محیط سایه خشک، با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی خرد و به پودر تبدیل شدند. به منظور تهیه پودر همگن با دانه‌بندی یکسان از الک با مش ٦۰ عبور داده شد. ۵۰ گرم از پودر برگ خشک شده رزماری در دستگاه تقطیر آبی از نوع کلونجر قرار داده شد و استخراج با یک لیتر آب مقطر به مدت ٤ ساعت انجام شد. اسانس جمع آوری شده سپس با استفاده از سولفات سدیم بدون آب آبگیری

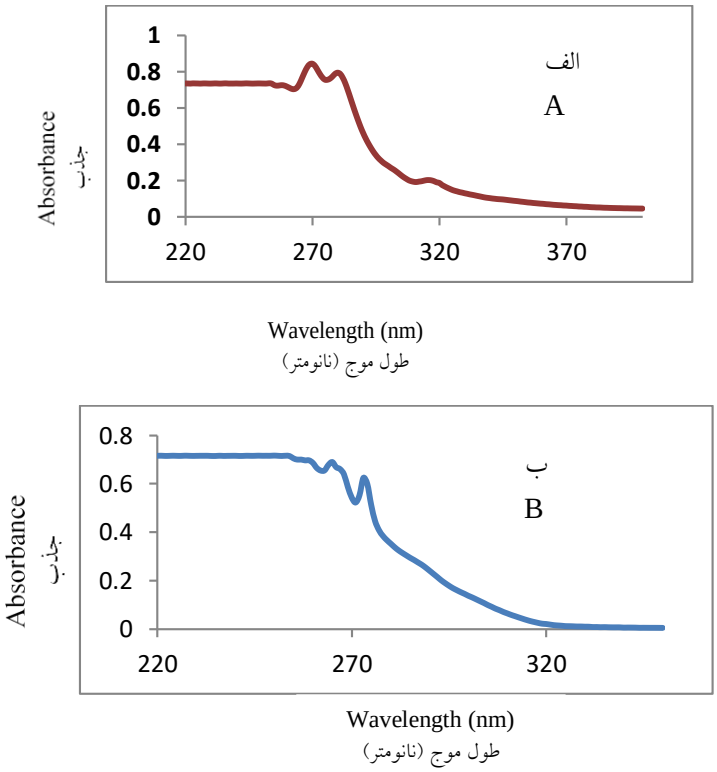
1. *Rosmarinus officinalis* L.

2. Mutton Tallow

شـد و تا زمان آزمایش در شـیشـه تیره و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهدای شد (۱۷).

تجزیه اسـانس: برای شناسایی اجزای سازنده اسانس رزماری از دسـتگاه کروماتوگرافی گازی و با تزریق ۲ میکرولیتر اسـانس رقیق شـده با سیکلو هگزان استفاده شـد. دستگاه دارای ستون موئینه TRASCI Meta X5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی و ضخامت ۲۵ میکرولیتر، متصل به طیف نگار جرمی مدلGC-MS QA 5050A انجام پذیرفت. برنامه دمایی ستون به این طریق تنظیم گردید: دمای شـروع جداسـازی سـتون ۸۰ درجه سـانتی‌گراد که با سـرعت ۵ درجه در دقیقه به دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و پس از یک توقف یک دقیقـه‌ای دمـا با سـرعت ۲۵ درجه در دقیقه به ۳۰۰ درجه سـانتی‌گراد افزایش یافت. گاز هلیوم با سـرعت جریـان ۰/۹ میلی‌لیتر در دقیقـه به عنوان گاز حامل به کار گرفته شد و دمای محفظه تزریق نمونه و شناساگر به‌ترتیب ۲۳۰ و ۳۰۰ درجه سـانتی‌گراد تنظیم گردید (۵).

شناسایی اسانس رزماری با استفاده از دستگاه طیف سـنج نوری: جهت شـناسـایی و تأیید استخراج ماده رزماری از روش شناسایی با دستگاه طیف سنج نوری اسـتفـاده گردید. جذب رزماری تجاری با غلظت ۲ درصـد در طول موج ماکزیمم ۲٦۵ نانومتر آن بررسی شـد؛ جذب در این طول موج نشـان دهنده خلوص و غلظت قابل قبول اسـانس بود. دومین پیک در نمونه تجاری و هم در نمونه اسـتحصالی در طول موج ۲۸۱ نانومتر مشاهده شد.



شکل ۱- شناسایی اسانس رزماری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری الف : نمونه تجاری و ب : نمونه استحصالی

Figure1- Rosemary essential oil identification by spectroscopy A: commercial sample and B: extracted sample

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس: این آزمایش بر اساس مهارراديکال آزاد دی پی‌پی‌اچ[1] که با اضافه کردن گونه‌های آنتی‌اکسیدان باعث بی‌رنگ شدن محلول دی‌پی‌پی‌اچ می‌شوند، تعیین می‌گردد. بدین منظور ۰/۳ میلی‌لیتر از اسانس استحصالی و تجاری با غلظت‌های مختلف با ۲/۷ میلی‌لیتر محلول متانولی دی‌پی‌پی‌اچ مخلوط و به مدت ٦۰ دقیقه در دمای اتاق در مکان تاریک نگهداری شده و جذب آن در اسپکتروفتومتر (PG-Instruments-Ltd – آمریکا) با طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. میزان مهار رادیکال آزاد به‌عنوان معیاری از فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس از طریق رابطه ۱ بدست آمد. غلظت مناسب اسانس به منظور مهارکنندگی ۵۰ درصد از رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ از طریق رسم درصد بازداری در مقابل غلظت اسانس بدست آمد (۱۲).

رابطه ۱.

۱۰۰× جذب شاهد / (جذب نمونه – جذب شاهد) = درصد مهار رادیکالی

پایداری اکسایشی روغن: برای تعیین کارایی آنتی‌اکسیدان‌های اضافه شده به روغن، از دستگاه رنسیمت (Metrohm 743 ، سوئیس) استفاده شد. جریانی از هوای خشک و تمیز با سرعت ۲۰ لیتر در ساعت و دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بر ۲/۵ گرم نمونه روغن دمیده شد و شاخص پایداری نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت (۵).

عدد پراکسید روغن: بدین منظور ۵ گرم از نمونه روغن توزین و ۳۰ میلی‌لیتر از محلول استیک اسید+ کلروفرم (به نسبت ۳ به ۲) به نمونه روغن اضافه شد. بعد از افزودن ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع، ظرف به مدت ۱ دقیقه در تاریکی گذاشته شد و پس از طی شدن مرحله تاریکی، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ظرف اضافه شدند. چند قطره معرف چسب نشاسته (محلول نشاسته) ۵ درصد افزوده و نمونه آماده شده با سدیم تیوسولفات ۰/۱ نرمال تا از بین رفتن رنگ آبی –بنفش تیتر شد. برای محاسبه عدد پراکسید (بر حسب meq/Kg) از رابطه ۲ استفاده شد (۵)، که در آن، v_2 = حجم تیوسولفات سدیم مصرفی برای نمونه، v_1 = حجم تیوسولفات مصرفی برای شاهد، N = نرمالیته تیوسولفات مصرفی و m =وزن روغن مصرفی به گرم می‌باشد.

رابطه ۲.

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{(V2-V1)\times N\times 1000}{\text{m}}$$

عدد یدی: ابتدا ۰/۵ گرم روغن، ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم و ۲۵ میلی‌لیتر محلول هانوس داخل ارلن ریخته، به آرامی هم زده و به مدت نیم ساعت در تاریکی قرار گرفت. سپس، ۱۰ میلی‌لیتر یدید پتاسیم غیر اشباع (۱۵ درصد) اضافه گردید و ارلن هم زده شد.۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر معرف چسب نشاسته اضافه و با تیوسولفات سدیم تا بی رنگ شدن، عمل تیتراسیون انجام شد (۵).

رابطه ۳.

(حجم تیوسولفات مصرفی شاهد–حجم تیوسولفات مصرفی) × (نرمالته تیوسولفات × ۱/۲٦۹) = عدد یدی

عدد صابونی: ابتدا ۵ گرم نمونه روغن و ۵۰ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم به بالن اضافه و بالن به مبرد متصل شد و روی هیتر قرار گرفت. حرارت دهی به مدت نیم ساعت انجام شد. بعد از خنک شدن کامل بالن چند قطره معرف فنل فتالئین ریخته و با هیدروژن کلرید ۰/۵ نرمال تا حذف رنگ صورتی تیتر شد. عدد صابونی با استفاده از رابطه ٤ بدست آمد (۵).

رابطه ٤.

(وزن نمونه/ (حجم اسید مصرفی نمونه – حجم اسید مصرفی شاهد) × (وزن ملوکولی پتاس) = عدد صابونی

1. DPPH

ترکیب اسیدهای چرب: پروفایل اسیدهای چرب بر اساس روش AOAC (۱۹۹۳) انجام شد (٤). بدین‌منظور ابتدا متیل استر اسیدهای چرب تهیه شد. تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن‌ها توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (شیمادزو) مدل GC-17A با ستون شیشه‌ای مویین (طول ستون ۳۰ متر پر شده با دی اتیلن گلیکول سوکسینات ، قطر داخلی ستون ۰/۲۲ میلی‌متر) و با شناساگر یونی شعله‌ای (FID) انجام شد. جهت این امر حدود ۰/۳ گرم روغن مورد آزمایش در ۷ میلی‌لیتر ان- هگزان حل گردید و ۲ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید پتاسیم متانولی ۲ نرمال به آن اضافه و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به خوبی مخلوط شد. ۰/٤ میلی‌لیتر از محلول با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با اسپلیت تزریق (با نسبت ۲۰:۱) شد. درجه حرارت محل تزریق نمونه ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد ، درجه حرارت ستون ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت آشکار کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه به کار برده شد (۱۷).

تهیه تیمارها: اسانس استحصالی و تجاری در مقادیر ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ درصد (وزنی/ وزنی) هر کدام به طور جداگانه به روغن سویا و آفتابگردان و اضافه شدند. نمونه‌ها بسته‌بندی شده و به مدت ۵ روز در آون (شیمادزو-ایران) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. هر ۲٤ ساعت یکبار نمونه‌برداری برای انجام آزمایشات انجام گردید (۱۸).

جدول ۱- تیمارهای مورد بررسی در پژوهش

Table 1. Treatments used in this research

ردیف No.	کد تیمار Treat code	غلظت اسانس Concentration of essential oil	نوع اسانس Type of essential oil
1	E0.05	0.05	استحصالی/Extract
2	E0.1	0.1	استحصالی/Extract
3	E0.2	0.2	استحصالی/Extract
4	E0.5	0.5	استحصالی/Extract
5	C0.05	0.05	تجاری/Commercial
6	C0.1	0.1	تجاری/Commercial
7	C0.2	0.2	تجاری/Commercial
8	C0.5	0.5	تجاری/Commercial

* E و C به‌ترتیب نشان دهنده اسانس استحصالی و تجاری هستند.

E and C codes show extracted essential oil and commercial type, respectively.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمون‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب دانکن انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس دو طرفه و با استفاده از نرم افزار اس‌پی‌اس‌اس[1] مقایسه شدند. به منظور کاهش خطا، کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد و سطح احتمال ۹۵ درصد بود. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی ترکیبات موثره اسانس رزماری: نتایج مربوط به میزان ترکیبات موثره اسانس تجاری و استحصالی

1. SPSS

در جدول ۲ نشـان داده شـده اسـت. از هر ۱۰۰گرم رزماری خشک ۲ میلی‌لیتر اسانس استخراج شد که با توجـه بـه این موضـــوع رانـدمـان اســـتخراج نمونه اسـتحصـالی ۱/۸ درصد بود. ترکیبات اصلی شناسایی شـده شامل آلفا پینن، بتا پینن، لیمونن، ۱،۸-سینول و کـامفور بودند و از نظر مقادیر کمی ترکیبات موثره با یکـدیگر اختلـاف دارند. میزان این ترکیبات در نمونه اسـتحصالی و تجاری به‌ترتیب ۲۰/۸، ۱۰/۷٤، ٦/۰٦ و ۸/۰۹، ٤/۸٦ درصد و ۲/۹۱، ۲۰/۷۷ و ٤۳/۱۳، ۰/۰٤ و ٤/۸۲ درصـد بودند. مقادیر آلفا-پینن و لیمونن در دو اسانس استحصالی و تجاری بیشتر و سایر ترکیبات در اسـانس تجاری بیشتر می‌باشد. بوتکدیرت و همکاران (۲۰۰۳) اســـانس گیاه رزماری را اســـتخراج و اعلام نمودند که آلفا-پنین، ۸،۱- سینئول و کامفور مهمترین ترکیبات اسانس رزماری هستند (۸). ملکی دوززاده و همکاران (۱۳۸٦) نیز با اســـتخراج ترکیبات اســـانس رزمـاری بـا روش تقطیر بـا آب ترکیبـات آلفـا-پنین، بتاپینن، لیمونن، کامفور، ۸،۱- ســینئول را در اســانس شناسایی و بیشترین ترکیب شناسایی شده را آلفا-پینن با مقدار ۱۵/٤۷درصد گزارش کردند (۲۱).

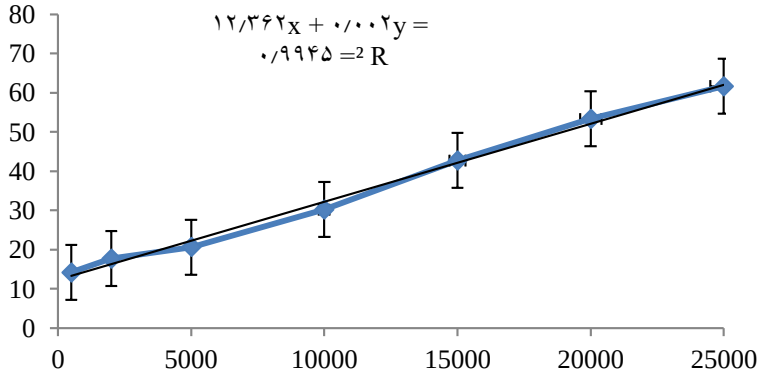
جدول ۲-ترکیبات اسانس روغنی (بر حسب درصد حجمی)

Table 2. Essencial oil compositions (Volumetric percentage)

ترکیب موثره Effective component	اسانس استحصالی Extracted essential oil	اسانس تجاری Commercial essential oil
α-Pinene	20.8	10.74
β-Pinene	6.06	8.09
Limonene	4.68	2.91
1,8-Cineole	20.77	43.13
Camphor	0.04	4.82
جمع/Total	52.35	69.69

بررســی فعالیت آنتی‌اکســیدانی اســانس رزماری: فعالیت آنتی‌اکسـیدانی با استفاده از روش دی‌پی‌پی‌اچ در نمودار ۱ نشـان داده شـده است. در هر دو اسانس اسـتحصـالی و تجاری با افزایش غلظت اسانس میزان مهار رادیکال افزایش یافته اسـت و دو اسانس از نظر فعالیت آنتی‌اکســـیدانی با هم اختلاف معنی‌دار آماری ($P<۰/۰۵$) داشـتند. اسـانس تجاری دارای خاصـیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری بود. اختلاف در شرایط استخراج اســـانس و نیز اختلاف در جنس گیاه مورد اســـتفاده می‌تواند دلیل ایجاد اختلاف در فعالیت آنتی‌اکسـیدانی دو اسـانس باشـد (۳۲). معادله خط بدست آمده برای اسـانس تجاری $Y=۰/۰۰۲۱x+۱٤/۵۷$ و برای اسـانس اسـتحصالی $Y=۰/۰۰۲x+۱۲/۳٦۲$ محاسبه شد. هر دو معادله خط بدســت آمده دارای همبســتگی بالایی بود ($R^2=0.98$) که همبستگی افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی اســـانس را با افزایش غلظت بخوبی توجیه می‌نماید. همچنین در مقـادیر برابر اســـانس میزان IC50 برای نمونه اسـانس تجاری کمتر (۱٦۸۷۱/٤۳ ppm) اسـت که نشان دهنده قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتر آن می‌باشد. خاصـــیت آنتی‌اکســـیدانی گیاهان وابســـته به میزان ترکیبات فنولی در آن‌ها است افزایش غلظت ترکیبات موثره اســـانس بطور مســـتقیم توانایی اســـانس های مختلف را در مهار رادیکال های آزاد افزایش می‌دهد. در غلظـت‌هـای بـالاتر ترکیبات فنولی به‌دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمـال اهداء هیدروژن به رادیکال آزاد و به دنبال آن قدرت مهار کنندگی اسانس افزایش می‌یابد (۲۹). این نتایج با نتایج ســـلمانیان و همکاران (۱۳۹۱) که اعلام

نمودند مهار رادیکال‌های آزاد به غلظت وابسته است و با افزایش غلظت، میزان مهار افزایش می‌یابد همخوانی داشت. زیرا در غلظت‌های بالاتر ترکیبات موثره به‌دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش و احتمال بالاتر اهدای هیدروژن به رادیکال‌های آزاد قدرت مهار کنندگی اسانس افزایش می‌یابد (۲۸). همچنین نتایج کرامت و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که با افزایش غلظت اسانس رزماری فعالیت مهار رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ افزایش می‌یابد (۲۰). علیزاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز ثابت کردند که افزایش غلظت اسانس از ۰/۱ به ۱۰درصد منجر به افزایش مهار رادیکال‌های آزاد می‌شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۳).



شکل ۲- منحنی رگرسیون دی‌پی‌پی‌اچ نمونه استحصالی و تجاری

Figure 2. DPPH regression curve for both commercial and "extracted" samples

ترکیبات اسید چرب نمونه‌های روغن: بالاترین مقدار اسید چرب مربوط به اسید چرب اسید لینولئیک می‌باشد و بعد از آن اسید اولئیک قرار داشت. فراوان‌ترین اسید چرب اشباع در روغن آفتابگردان اسید پالمتیک با میزان ٦/۲۰ درصد بود. در روغن سویا، بیشترین مقدار اسید چرب مربوط به اسید لینولئیک و بعد از آن اسید اولئیک گزارش شد و در چربی حیوانی اسید اولئیک و بعد از آن اسید پالمتیک بیشترین میزان را داشتند. در یک مطالعه قراچورلو و همکاران (۱۳۸٤) نشان دادند که اسیدهای چرب چربی حیوانی اشباع و نیمی غیر اشباع است و اسیدهای چرب پالمیتیک، استئاریک و میریستیک به‌ترتیب بیشترین اسیدهای چرب چربی حیوانی را تشکیل می‌دهند (۱۳). درجه اشباعیت این چربی بسیار مشابه روغن‌های هیدروژنه بوده، با این تفاوت که اسیدهای چرب اشباع در چربی حیوانی به صورت طبیعی وجود دارند و برخلاف روغن‌های هیدروژنه فاقد مقادیر بالای ایزومری ترانس و ترکیبات مزدوج می‌باشند (۷).

بررسی پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن: با افزایش غلظت اسانس، پایداری اکسایشی در انواع روغن (روغن آفتابگردان، سویا و چربی حیوانی) افزایش یافته است و اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) ایجاد شده است. در نمونه‌های روغن سویا، آفتابگردان، نمونه حاوی ۰/۵ درصد اسانس بالاترین پایداری اکسایشی را داشتند و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) نشان داد؛ همچنین نمونه حاوی ۰/۱ درصد اسانس با نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ و ۰/۲ درصد اختلاف معنی‌دار آماری نداشت. در هر دو نمونه روغن در مقدار مساوی اسانس با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) داشتند.

جدول ۳- ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های مختلف روغن

Table 3. Fatty acid compositions of oil samples

نوع اسید چرب	مقدار بر حسب درصد		
	سویا (Soybean)	آفتابگردان (Sunflower)	چربی حیوانی(Tallow)
C14:0	0.04	-	-
C16:0	10.15	6.20	22.71
C16:1	-	-	2.96
C17:0	-	-	2.77
C17:1	-	-	1.56
C18:0	4.02	3.47	15.89
C18:1	25.58	25.15	41.39
C18:2	53.12	59.60	2.57
C18:3trs	0.25	-	0.52
C18:3cis	5.59	-	0.18
C20:0	0.38	0.17	0.17
C20:1	0.17	0.1	0.39
C22:0	0.42	0.67	-
Other fatty acids	0.28	0.64	0.79
Total	100.0	100.0	100.0

جدول ٤- پایداری اکسایش روغن‌های مختلف بر حسب ساعت

Table 4. Oxidation stability of different oils (hr)

پایداری اکسایشی روغن آفتابگردان (ساعت)		
Essential oil concentration (percent)غلظت اسانس (درصد)	استحصالی/Extracted	تجاری/ Commercial
0	5.1 ^{Ad}	5.1±0.01 ^{Ad}
0.05	5.65 ^{Bc}	6.11 ^{Ac}
0.1	5.87 ^{Bbc}	6.52 ^{Abc}
0.2	5.96 ^{Bb}	6.84 ^{Ab}
0.5	7.2 ^{Ba}	8.9 ^{Aa}
پایداری اکسایشی روغن سویا (ساعت)		
Essential oil concentration (percent)غلظت اسانس (درصد)	استحصالی/Extracted	تجاری/Commercial
0	5.28 ^{Ad}	5.28 ^{Ae}
0.05	5.32 ^{Bd}	6.02 ^{Ad}
0.1	6.12 ^{Bc}	6.52 ^{Ac}
0.2	6.84 ^{Bb}	7.01 ^{Ab}
0.5	9.1 ^{Ba}	10.26 ^{Aa}
پایداری اکسایشی چربی حیوانی (ساعت)		
Essential oil concentration (percent)غلظت اسانس (درصد)	استحصالی/Extracted	تجاری/ Commercial
0	18.96 ^{Ad}	18.96 ^{Ad}
0.05	25.52 ^{Bc}	26.11 ^{Ac}
0.1	25.8 ^{Bc}	26.73 ^{Ac}
0.2	27.6 ^{Bb}	28.12 ^{Ab}
0.5	31.7 ^{Ba}	35.2 ^{Aa}

*حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد است.

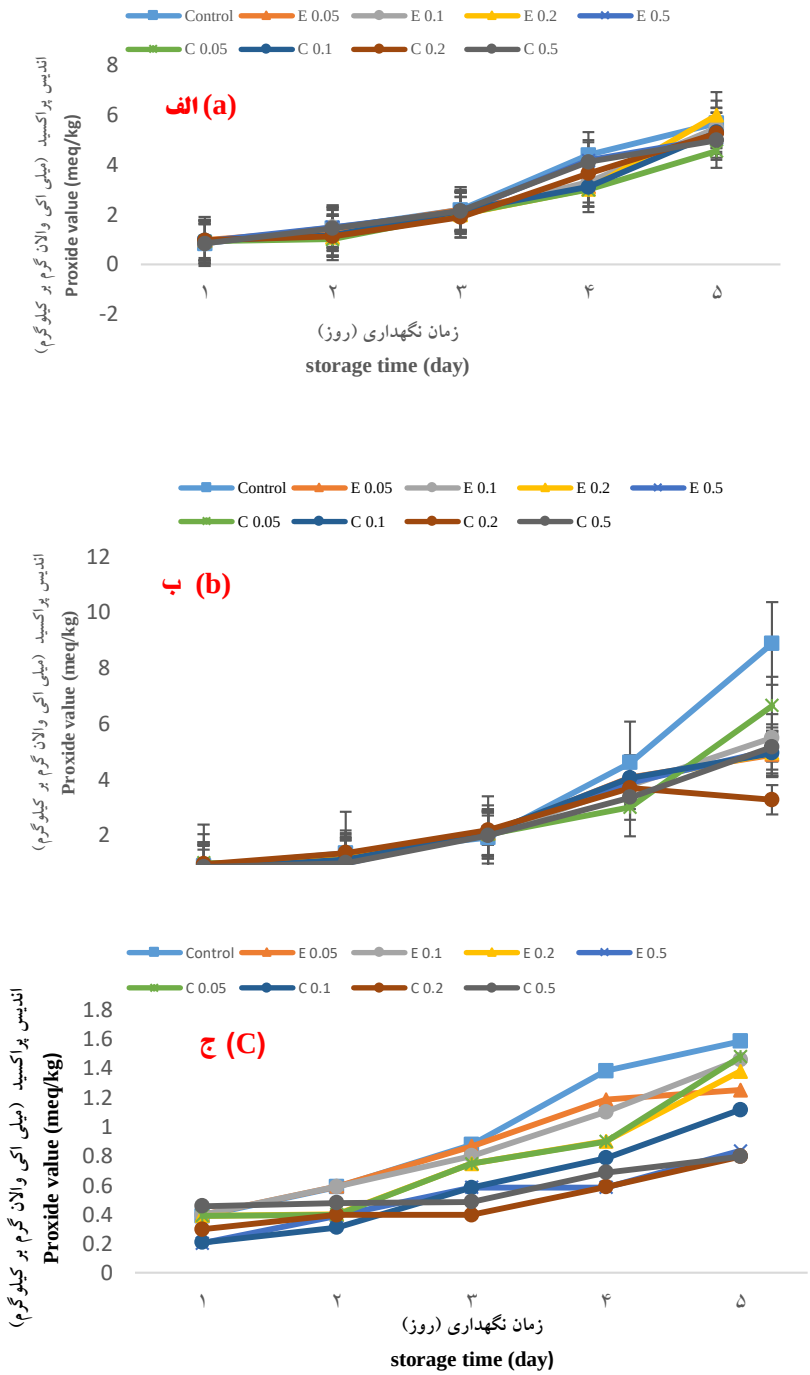
Different lowercase letters in each column indicate a significant difference (P <0.05) between treatments. Different uppercase letters in each row indicate a significant difference (P <0.05).

پایداری اکسایشی روغن‌های حاوی اسانس تجاری در تمامی غلظت‌ها بالاتر از اسانس استخراجی بود. پایداری اکسایشی چربی حیوانی در تمامی غلظت‌ها بالاتر از روغن سویا بود؛ افزایش پایداری اکسایشی در نمونه‌های حاوی اسانس‌های تجاری می‌تواند به خلوص و آسیب کمتر به ترکیبات اسانس و آنتی‌اکسیدانی در حین فرایند نسبت داده شود چرا که این مطلب آشکار است که کنترل فرایندهای تجاری به دلیل امکانات بیشتر، آسان‌تر بوده و خطا و ضایعات کمتر است (۱۵) مطالعات نشان می‌دهد بالا بودن ترکیبات موثره در اسانس‌ها دلیل عمده بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها می‌باشد. بر اساس شواهد موجود ارتباط مثبتی بین میزان ترکیبات موثره و قدرت آنتی اکسیدانی گیاهان وجود دارد. از طرف دیگر به‌نظر می‌رسد که ترکیبات فنلی که به صورت گسترده در گیاهان یافت می‌شوند و قدرت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند بیشتر از طریق اسانس‌های گیاهی آنها قابل استخراج باشد (۲۹). هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) با اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاه درمنه در روغن‌های مخصوص سرخ کردنی اعلام نمودند با افزایش غلظت اسانس، فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن در روغن افزایش می‌یابد (١٦). اسماعیلی و همکاران (١٣٩٤) نیز افزایش پایداری اکسایشی روغن پسته با افزایش غلظت اسانس نعناع فلفلی به دلیل قابلیت دسترسی ترکیبات موثره بالاتر را نشان دادند (۱۱).

بررسی عدد پراکسید نمونه‌های روغن: نتایج مربوط به تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های مختلف روغن طی زمان نگهداری در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در شکل ۳ نشان داده شده است. در روغن سویا مشاهده می‌شود که نمونه حاوی ۰/۵ درصد اسانس استحصالی بالاترین عدد پراکسید را داشت و کمترین عدد پراکسید مربوط به غلظت ۰/۰۵ درصد از اسانس تجاری بود. کامفور، آلفا-پینن، بتا-پینن، لیمونن و سینئول از ترکیبات اصلی تشکیل دهنده اسانس رزماری می‌باشند. سینئول توانایی جلوگیری از اکسایش چربی را دارا می‌باشد. لذا دلیل توقف و پیشرفت واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیداسیون عمدتاً به وجود این ترکیبات است (۲۷). عدد پراکسید در نمونه‌های آفتابگردان طی دوره نگهداری افزایش یافت و اختلاف معنی‌دار آماری ($P<0/05$) بین روز اول و انتهای دوره نگهداری در آون ایجاد شد. تا روز ٤ نگهداری عدد پراکسید در نمونه‌های آفتابگردان اختلاف معنی‌دار آماری نداشت. در روز ۵ نگهداری عدد پراکسید در نمونه حاوی ۰/۰۵ درصد اسانس تجاری افزایش و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار آماری ($P<0/05$) پیدا کرد. در روز ۵ نگهداری عدد پراکسید در نمونه‌های حاوی ۰/۲ درصد اسانس تجاری کاهش معنی‌داری ($P<0/05$) نشان داد. سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار آماری ($P>0/05$) نداشتند. در تمام نمونه‌های چربی حیوانی نیز با گذشت زمان عدد پراکسید افزایش یافت و اختلاف معنی‌دار آماری ($P<0/05$) بین ابتدا و انتهای نگهداری ایجاد شد. بالاترین میزان عدد پراکسید در چربی حیوانی متعلق به نمونه حاوی ۰/۲ اسانس استحصالی بود و بعد از آن نمونه چربی حیوانی حاوی ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد اسانس استحصالی قرار داشت. در نمونه حاوی ۰/۲ و ۰/۰۵درصد و نمونه حاوی ۰/۱درصد اسانس تجاری در انتهای دوره نگهداری کاهش در عدد پراکسید مشاهده شد. بالاترین عدد پراکسید در انتهای دوره نگهداری چربی حیوانی در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۰/۲ درصد اسانس تا روز ۳ نگهداری کمترین مقدار عدد پراکسید را داشتند. در نمونه شاهد فاقد اسانس نیز عدد پراکسید از تمام نمونه های مورد بررسی به استثنای E0.1، E0.2، E0.05 در روز سوم و چهارم نگهداری و E0.2، E0.1 و C0.05 در روز پنجم

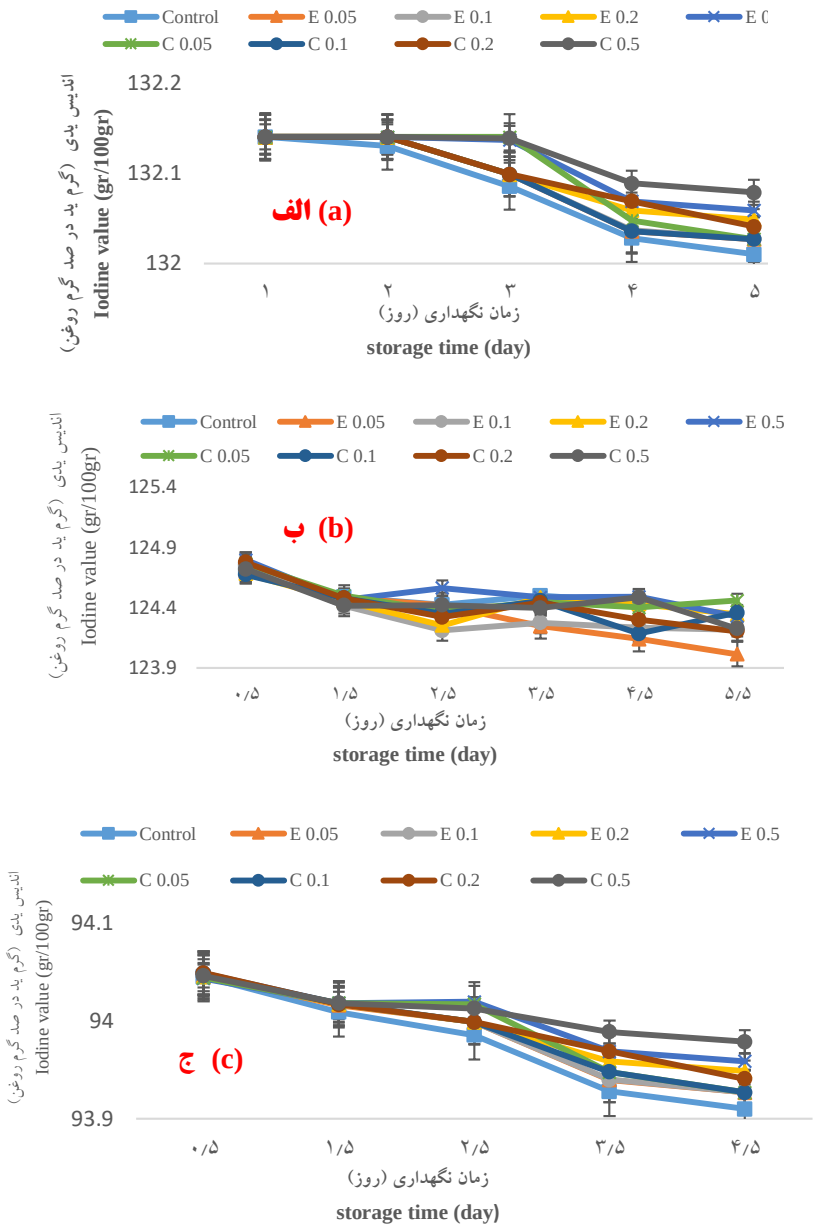
نگهداری بالاتر بود. تفاوت در میزان عدد پراکسید بین نمونه سویا، آفتابگردان و چربی حیوانی رابطه قوی با محتوای اسیدهای چرب این روغن‌ها دارد، اگرچه روغن چربی حیوانی مقادیر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسیار کمتری نسبت به سایر روغن‌های مورد مطالعه داراست، اما با محتوای اسیدهای چرب اشباع بالاتر دستخوش تغییرات کمتری در میزان عدد پراکسید چه در نمونه شاهد و چه در نمونه‌های حاوی اسانس می‌گردد. افزایش ترکیبات فنلی با افزایش غلظت عصاره دلیلی برای این واقعیت است که با افزایش غلظت اسانس عدد پراکسید کاهش می‌یابد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات در اسانس اساساً بدلیل خصوصیات اکسایشی و کاهشی آن‌هاست که به‌عنوان یک عامل احیا کننده، دهنده هیدروژن و خنثی کننده اکسیژن یگانه عمل کند. به علاوه توانایی چنگاله کردن فلزات را نیز دارند. الدلاین و همکاران (۲۰۱۱) اعلام نمودند که نگهداری روغن در دمای اتاق منجر به افزایش عدد پراکسید در نمونه‌های روغن می‌شود (۲). در نمونه فاقد اسانس در پایان فرآیند حرارتی یک کاهش مشاهده شد که در نمونه حاوی ۰/۲ درصد اسانس تجاری این امر اتفاق افتاد، دلیل این امر را می‌توان به کاهش تولید هیدروپراکسیدها در روغن نسبت داد (۲۳). کمالی روستا و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند روند تغییرات عدد پراکسید در چربی حیوانی طی دوره نگهداری افزایشی است و نمونه‌های حاوی مقادیر بالاتر عصاره زنجبیل، عدد پراکسید کمتری داشتند (۱۹).

بررسی عدد یدی نمونه‌های روغن: در شکل ٤ مشاهده می‌شود که تغییرات عدد یدی در روغن آفتابگردان روند کاهشی داشته است. بطور کلی، در انتهای زمان نگهداری در ۷۰ درجه سانتی‌گراد عدد یدی در تمام نمونه‌های مورد بررسی کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌دار آماری با روغن لحظه شروع نگهداری نداشت ($P<۰/۰۵$). غلظت اسانس بر مقادیر عدد یدی موثر است. به این ترتیب نمونه‌هایی که حاوی مقادیر بالاتری از اسانس بود در برابر اکسایش محافظت بیشتری شدند و عدد یدی بالاتری داشتند. نمونه شاهد کمترین عدد یدی را داشت. در بین نمونه‌های حاوی اسانس نمونه روغن حاوی ۰/۰۵درصد اسانس استحصالی، کمترین میزان عدد یدی را داشته است. در نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ درصد اسانس استحصالی به‌علت فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتر اسانس نسبت به نمونه‌های دیگر روغن حاوی اسانس، عدد یدی کمتر بود که نشان دهنده اشباع شدن بعضی از پیوندهای دوگانه روغن طی دوره نگهداری بوده است. عدد یدی در نمونه روغن شاهد فاقد اسانس از سایر نمونه‌ها کمتر بود. لازم به ذکر است که تنها در درجه حرارت‌های بالا، به‌دلیل انجام واکنش‌های پلیمریزاسیون مقادیر عدد یدی به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت؛ اما از آنجا که در بررسی حاضر روغن‌های مورد بررسی در معرض دمای بالایی قرار نگرفته‌اند تغییرات عدد یدی اندک است. الدلاین و همکاران (۲۰۱۱) کاهش عدد یدی نمونه‌های روغن آفتابگردان حاوی اسانس‌های رزماری، رازیانه و زنجبیل را طی شرایط نگهداری و حرارتی نشان دادند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۲). بطور مشابه نز و همکاران (۲۰۰٤) اعلام نمودند استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی در روغن‌های زیتون، سویا و ذرت که در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت‌دهی می‌شوند منجر به افزایش عدد یدی نسبت به نمونه شاهد می‌شود که مرتبط با میزان ترکیبات موثره در روغن می‌باشد (۱۹).



شکل۳- تغییرات عدد پراکسید در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد[روغن سویا (الف) روغن آفتابگردان (ب) چربی حیوانی (ج)]

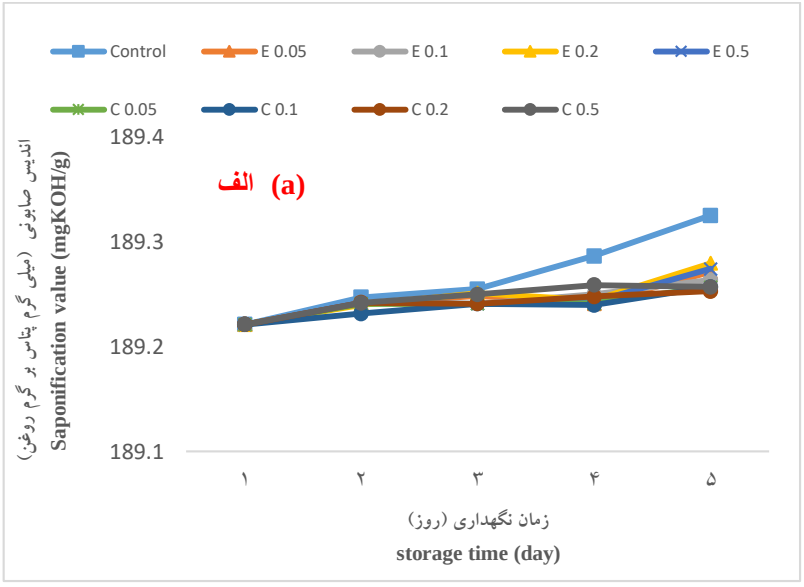
Figure 3-The changes in peroxide value at 70 °C [Soybean oil (a) Sunflower oil (b) Tallow (c)]

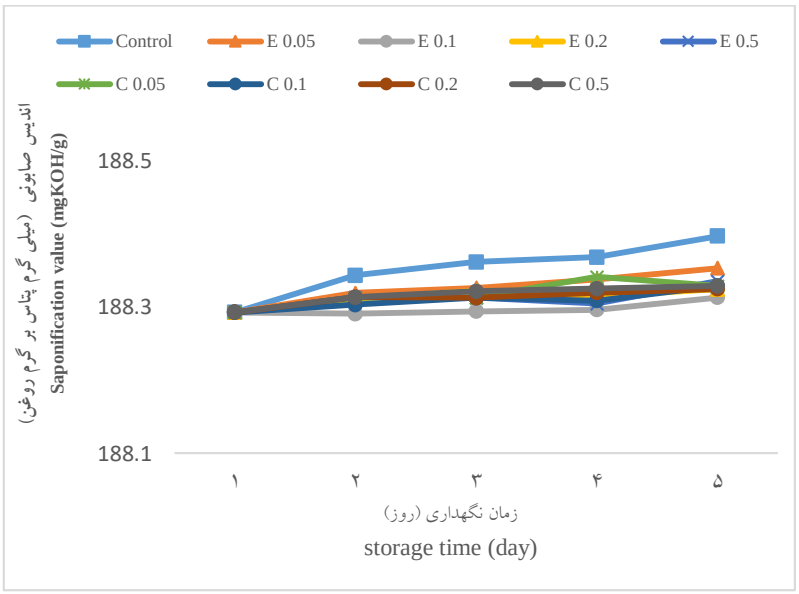


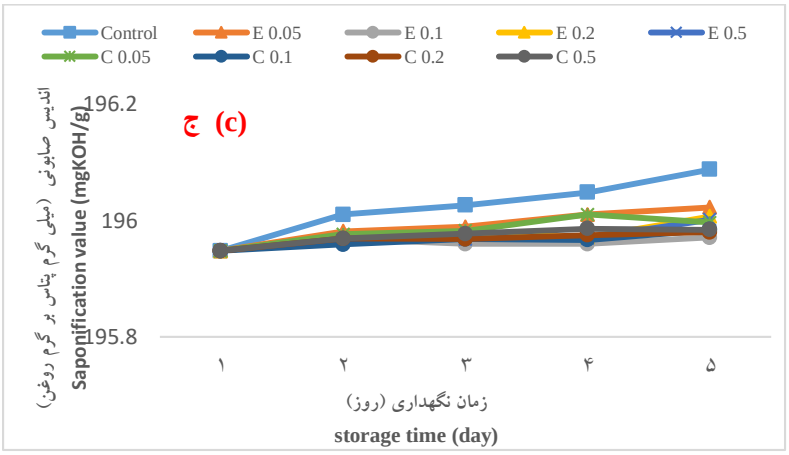
شکل٤- تغییرات عدد یدی [روغن سویا (الف) روغن آفتابگردان (ب) چربی حیوانی (ج)

Figure 4- The changes in iodine value of [Soybean oil (a) Sunflower oil (b) Tallow (c)]

بررسی عدد صابونی نمونه‌های روغن: در تمام نمونه‌های مورد بررسی عدد صابونی در ۷۰ درجه سانتی‌گراد افزایشی بود. همچنین مقدار اسانس بر روند تغییرات عدد صابونی موثر بوده و با افزایش مقدار اسانس عدد صابونی کاهش یافت. نمونه شاهد با داشتن بالاترین میزان عدد صابونی اختلاف معنی‌دار با نمونه‌های حاوی اسانس نشان داد ($P<0/05$). تفاوت در میزان عدد صابونی رابطه قوی با محتوی اسیدهای چرب روغن‌ها داراست. مقادیر بالای اسیدهای بلند زنجیر با وزن ملکولی بالا مانند اسید لینولئیک و اولئیک منجر به عدد صابونی کوچکتر در روغن‌ها می‌گردد. نتایج این بررسی حاکی از آن است که با افزایش عدد صابونی زمان مقاومت به اکسیداسیون افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج شمس و فضیلتی (۱۳۹۰) مطابقت دارد (۳۰).







شکل ۵- تغییرات عدد صابونی[روغن سویا (الف) روغن آفتابگردان (ب) چربی حیوانی (ج)]

Figure 5. The changes in saponification value of [Soybean oil (a) Sunflower oil (b) Tallow (c)]

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان می‌دهد بین میزان کمی ترکیبات موثره شناسایی شده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس ارتباط مستقیم وجود دارد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس تجاری بالاتر بود. در هر سه نمونه روغن سویا، آفتابگردان و چربی حیوانی با افزایش غلظت اسانس خاصیت آنتی‌اکسیدانی افزایش و نمونه‌های روغن حاوی اسانس تجاری دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری بودند و بیشترین زمان برای روغن چربی حیوانی و کمترین آن مربوط به روغن آفتابگردان می‌باشد. نتایج عدد صابونی حاکی از افزایش و عدد یدی دلالت بر کاهش این مقادیر داشت. طی دوره نگهداری در آون عدد پراکسید در تمامی نمونه‌های روغن سویا، آفتابگردان و چربی حیوانی افزایش یافت. به‌طورکلی، بررسی‌های حاصل از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، پایداری اکسایشی و آنتی‌اکسیدانی نشان می‌دهد که افزودن ۰/۵ درصد اسانس تجاری به روغن‌های سویا، آفتابگردان و چربی حیوانی اثر مطلوب‌تری در بهبود خصوصیات این روغن‌ها نسبت به افزودن همین میزان اسانس استخراج شده در شرایط آزمایشگاهی دارد.

References

1. Albu, S., Joyce, E., Paniwnyk, L., Lorimer, P. and Mason, J. 2004. Potential for the use of ultrasound in the extraction of antioxidants from *Rosmarinus officinalis* for the food and pharmaceutical industry. Ultrasonics Sonochemistry. 11. 261−265.
2. Al-Dalain, S., Al-Fraihat, A., and AL Kassasbeh, E. 2011. Effect of aromatic plant essential oils on oxidative stability of sunflower oil during heating and storage. Pakistan J. of Nutrition. 10: 9. 864-870.
3. Alizadeh, L., Nayebzadeh, K. and Shahin, R. 2014. Antioxidant effect of rosemary and ferulago extracts and synthetic TBHQ on oil oxidation during deep-frying. Iranian J. of Nutrition Sciences & Food Technology. 8: 4.135-143.
4. AOAC. 1993. Effects of antioxidants in frying oils., 5th ed., Champaign.
5. AOAC. 1993. 4th edn., edited by D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, 1989, Ca 5a-40.
6. Brinkmann, B. 2000. Quality criteria of industrial frying oils and fats. European J. of Lipid Science and Technology. 102: 8-9.539-541.
7. Brien, R.D. 1998. Fats and Oils, formulating and processing for application. 36-39.
8. Boutekedjiret, C., Bentahar, F., Belabbesand, R., and Bessiere, J. 2003. Extraction of Rosemary Essential Oil by Steam Distillation and Hydrodistillation, Flavour and Fragrance J. 18:6.481-484.
9. Dolati, M., Rezaei, K., Vanak, Z.P. and Movahed, S. 2016. Study of the effects of essential oils of cumin, savory and cardamom as natural antioxidants on the flavor and oxidative stability of soybean oil during the storage. J. of Essential Oil Bearing Plants. 19:1.176-184.
10. Erkan, N., Ayranci, G., and Ayranci, E. 2012. Lipid oxidation inhibiting capacities of blackseed essential oil and rosemary extract. European J. of Lipid Science and Technology. 114: 2.175-184.
11. Esmaeili, M., Goli, M and Shaker Ardakani, A. 2016. Increasing the shelf life of pistachio oil using menthe piperita essential oil Effect of using menthe piperita essential oil on the shelf life of pistachio oil. J. of Pistachio Science and Technology. 1: 2.94-106.
12. Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F., and Amiri, Z. 2014. Antioxidant activity and total phenolic compound of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound assisted extraction methods. Food Science and Nutrition. 2: 4.426-435.
13. Gharachorloo, M., Ghavami, M and Abroumand, P. 2005. Qualitative Evaluation of Iranian Mutton Tallow as a Source of Edible Fat. J. of Agricultural Science Islamic Azad University. 11: 3.2130.
14. Ghezelsoflo, M and Sayyed-Alangi, S. 2016. Effect of *Kelussia Odoratissima Mozaffarian* leaves essential oil on the oxidative stability of soybean oil .J. of Science and Food Technology Research. 6:4.681-649.

15. Guillen, M.D., and Cabo, N. 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. Food Chemistry. 77: 503-510.
16. Hashemi, Z. Hojati, M and Taharnejad, M. 2015. Evaluation of antioxidant activity of *Artemisia sieberi* essential oil on oxidative stability of frying oil. J. of Food Technology and Nutrition. 14: 1.23-34.
17. Iqbal, S., and Bhanger, M. 2007. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. Food Chemistry. 100: 246–254
18. Jafarian, P., narmela, A., azadmard, D. S., and emami, S. 2013. Effect of rosemary, oregano and mint powders on oxidative stability and fatty acid profile of olive oil. J. of Food Science and Technology. 10: 39.85-92.
19. Kamaliroosta, L., Ghavami, M., Gharachorloo, M and Azizinezhad, R. 2010. Isolation of cinnamon extract and assessing its effect on the stability of sunflower oil. J. of Food Technology and Nutrition. 6:1.13-22.
20. Keramat, M., Golmakani, M., Lari, M., Alavi, N., Norozi, M., & shekar Foroosh, S. 2016. Investigation the oxidative stability of virgin olive oil by using rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil. J.of Science and Food Technology. 13:60.157-172.
21. Maleky-Doozzade, M., Khadiv-Parsi, P., Rezazadeh, S., Abolghasemi, H., and Pirali Hamedani, M.2007. Study of the Process of Essential Oil Extraction from Rosemary Plant by Using Steam Distillation Method. J. of Medicinal Plant. 4: 24.101-110.
22. Namiki, M. 1990. Antioxidants / antimutagens in food. Critical Reviews in Food Science & Nutrition. 29: 4.273-300.
23. Naz, S., Sheikh, H., Siddiqi, R., and Sayeed S. 2005 Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions. Food Chemistry. 88.253-259.
24. Nazari, Z., Gharachorloo, M., and Elhamirad, H. 2015. Evaluation of the Antioxidative Effects of Black Tea Extracts. J. of Food Technology and Nutrition. 14: 1.23-34.
25. Noguchi, N., and Niki, E. 2000. Phenolic antioxidants: A rationale for design and evaluation of novel antioxidant drug for atherosclerosis. Free Radical Biology and Medicine. 28:10.1538-1546.
26. Richheimer, S.L., Bernart, M.W., King, G.A., Kent. M.C., and Baitey, D.T. 1996. Antioxidant activity of lipid soluble diterpen from rosemary. J. Am. Oil Chem. Soc. 73: 4.507-514.
27. Ruberto, G., and Baratta, M.T. 2000. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. Food Chemistry. 69: 2.167-174.
28. Salmanian, Sh., Sadeghi Mahounak, A., Adami, M., and Ghorbani, M. 2013. Determination of antiradical and antioxidant activities and flavonoid content in hawthorn fruit (*Crataegus elbursensis*). J. of Science and Food Technology. 8:1.177-185.
29. Sanchez Alonso, I., Jim´enez Escrig, A., Saura Calixto, F., and Border´ıas, J. 2008. Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. LWT Food Sci. Technol. 41.42–50.
30. Shams, N., and Fazilati, M. 2011. Evaluation of Fatty Acids, Triacylglycerols Composition, and Physicochemical Properties of Oils from Three Millet Varieties (*Setaria italica, Pennisetum miliaceum, and Pennisetum typhoides*) Arable of Iran. J. of Science and Food Technology Research. 7: 2.121-128.
31. Shobana, S., and Naidu, K.A. 2000. Antioxidant activity of selected Indian spices. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA). 62: 2.107-110.
32. Silva, L., Pinto, J., Carrola, J., and Paiva-Martins, F. 2010. Oxidative stability of olive oil after food processing and comparison with other vegetable oils. Food Chemistry. 121.1177–1187.
33. Suhaj, M. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: A review. J. of Food Composition and Analysis. 19: 6-7.531-537.
34. Yaghoubi, M.J., Ghorbani, G., Soleimanian Zad, S., and Satari, R. 2007. Antimicrobial activity of Iranian propolis and its chemical composition. DARU J. of Pharmaceutical Sciences. 15: 1.45-48.