مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تاثیر نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی گیاه بومادران (*Achillea millefolium*) بر ویژگی‌های اکسایشی و پروفایل اسیدهای چرب روغن کنجد

الهه رازقندی[۱]، امیرحسین الهامی راد[۱*]، سید مهدی جعفری [۲،۳]، محمد رضا سعیدی اصل[۱]، حمید بخش آبادی[۴]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۲-گروه مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- مرکز تحقیقات حلال جمهوری اسلامی ایران، سازمان غذا و داروی ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران

٤- گروه کشاورزی، مرکز آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۶

کلمات کلیدی:

گیاه بومادران،

پایداری اکسایشی،

روغن کنجد،

نانولیپوزوم حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی،

اسید چرب

DOI:10.22034/FSCT.21.153.75.

* مسئول مکاتبات:

ahelhamirad@yahoo.com

چکیده

اکسایش چربی‌ها در مواد غذایی، نگهداری آنها را شدیداً کاهش داده و باعث می‌شود که غذاهایی با کیفیت غیر قابل قبول به مشتری ارائه شود. در همین راستا این پژوهش با هدف افزایش پایداری اکسایشی روغن کنجد با نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی گیاه بومادران صورت پذیرفت. در این مطالعه از ٦ غلظت نانولیپوزوم حاوی عصاره گیاه بومادران (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام)، در روغن کنجد استفاده گردید و آزمون‌هایی از قبیل اسیدیته، پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید، دی‌ان مزدوج روی آن روغن‌ها انجام گرفت و بعد از یافتن بهترین غلظت از نانولیپوزوم حاوی عصاره بومادران، این نمونه با نمونه حاوی همین مقدار عصاره آزاد بومادران و همچنین نمونه دارای ۲۰۰ پی پی‌ام BHT بعد از ۷ روز نگهداری در دمای ٦۳ درجه سانتی‌گراد مقایسه گردید. نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میزان اسیدیته، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزدوج افزایش یافت ولی با افزایش نانولیپوزوم حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره بومادران این ویژگی‌ها کاهش و سپس افزایش یافت. میزان پراکسید نمونه‌ها بر خلاف سایر ویژگی‌ها از روز ۵ام به بعد کاهش یافت. از طرفی مشخص گردید که نمونه حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آزاد گیاه بومادران دارای بالاترین میزان اسیدیته، پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزدوج بود. بیشترین پایداری اکسایشی (۱٤/۲۱ ساعت) مربوط به روغن دارای نانولیپوزوم حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره بومادران تعلق داشت. اسید چرب غالب در روغن کنجد حاوی نانولیپوزوم و همچنین شاهد، لینولئیک اسید بود و استفاده از آنتی‌اکسیدان تغییر قابل ملاحظه‌ای بر پروفایل اسیدهای چرب روغن کنجد نداشت. در نهایت می‌توان، بیان داشت که استفاده از نانولیپوزوم حاوی عصاره گیاه بومادران جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی موجود در بازار می‌باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

۱-مقدمه

دانه کنجد، یکی از منابع غنی پروتئین گیاهی محسوب می‌شود که جزء اولین دانه‌هایی بود که برای استخراج روغن مورد استفاده قرار می‌گرفته است [۱] و میزان روغن در آن از ۲۸ تا ۵۹ درصد متغیر است [۲]. این محصول از گذشته‌های بسیار دور در آسیا و برخی از مناطق آفریقا به‌ویژه در سودان، نیجریه و اتیوپی کشت می‌شد [۳]. روغن کنجد دارای طعمی دلپذیر و بوی مطبوعی است که می‌توان از آن به‌عنوان روغن سالاد طبیعی یا در پخت و پز، استفاده نمود همچنین از آن در تهیه شورتنیگ و مارگارین، برخی از داروها استفاده می‌شود [٤ و ٥]. روغن کنجد به‌علت وجود اسیدهای چرب چند غیراشباعه [1] و همچنین به علت ترکیبات موجود در خود، باعث کاهش فشار خون و کلسترول در انسان می‌شود [٦]. اکسایش چربی‌ها در مواد غذایی، نگهداری آنها را شدیداً کاهش داده و باعث می‌شود که غذاهایی با کیفیت غیر قابل قبول به مشتری ارائه شود. برای جلوگیری از اکسایش روغن‌ها، روش‌های متعددی وجود دارد که یکی از این موارد افزودن موادی به نام آنتی‌اکسیدان‌ها است. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که گسترش بد طعمی و تندشوندگی را با توسعه زمان پایداری به تأخیر می‌اندازند. آنتی‌اکسیدان‌ها با مکانیسم‌های مختلفی مانند کنترل سوبستراهای اکسایش، کنترل پرواکسیدان و همچنین غیر فعال نمودن رادیکال‌های آزاد سبب به تأخیر انداختن اکسایش لیپیدها می‌شوند [۷]. از طرفی استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی نظیر بوتیل هیدروکسی تولوئن [2]، بوتیل هیدروکسی آنیزول [3] و ترسیو بوتیل هیدروکینون [4] در مواد غذایی به دلیل اثرات مخرب آنها بر سلامت انسان‌ها به مخاطره افتاده است. در سال‌های أخیر تلاش برای یافتن منابع جدید آنتی‌اکسیدانی طبیعی به‌دلیل اثرات سوء ناشی از مصرف آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی گسترش یافته است [۸ و ۹]. ترکیبات فنولی مهمترین دسته آنتی اکسیدان‌های طبیعی یافت شده از فراورده های فرعی گیاهان می‌باشند. مطالعات انجام شده در این خصوص نشان داده است که ترکیبات فنولی، آنتی اکسیدان‌های خوبی در برابر اکسیداسیون چربی‌ها در فسفولیپیدها و سیستم‌های بیولوژیکی هستند [۱۰]. بومادران با نام علمی *Achillea Millefolium* L. از گیاهان بومی کشور ایران می‌باشد که حاوی مواد مختلفی چون تانن، کولین، استیل کولین، فلاونوئیدها، اسید والریک، آمینواسیدها، اسیدهای چرب، استرول، تیامین، اسید آسکوربیک، کلسیم و غیره می‌باشد [۱۱]. مطالعات نشان داده‌اند که بومادران دارای فعالیت اکسی‌توسیک، ضد زخم و ضد التهابی می‌باشد [۱۲] و عصاره متانولی گل و برگ آن دارای خواص ضد باکتریایی است [۱۳]. از مهمترین ترکیبات شناسایی شده از اسانس این گیاه می‌توان به فلاونوئیدها، پیپریتون، سینئول، لیمونن، پی سیمین و کامفور اشاره کرد که خاصیت آنتی اکسیدانی بالایی دارند [١٤ و ١٥]. فرهادی و همکاران (۲۰۲۰) تغییرات ترکیبات اسانس روغنی، فنول کامل، فلاونوئیدها و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه بومادران در طی مراحل مختلف رشد را بررسی کردند. آنها در این مطالعه کمیت و کیفیت ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه بومادران در طی مراحل مختلف گل دادن و میوه دادن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، میزان اسانس‌های روغنی به ترتیب در قسمت‌های رویشی گیاه، گل و میوه گیاه به ترتیب برابر با ۰/۱۷، ۰/۲٤ و ۰/۱٤ حجمی/ وزنی بود و میزان ترکیبات فنولی و آنتی اکسیدانی بر خلاف فلاونوئیدها با افزایش رشد گیاه کاهش یافت [١٦]. درون پوشانی [5]، فناوری به دام انداختن مواد جامد، مایع یا گازی در کپسول‌هایی که محتویات خود را در سرعت‌های کنترل شده و تحت شرایط ویژه آزاد می‌نمایند، می‌باشد که شامل مراحل تشکیل دیواره اطراف ترکیب زیست فعال، اطمینان از عدم نشت این ترکیبات به بیرون و عدم پوشش ترکیبات نامطلوب

1- polyunsaturated
2- Butylated hydroxytoluene (BHT)
3- Butylated hydroxyanisole (BHA)
4 -tert-Butylhydroquinone (TBHQ)
5 -Encapsulation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]
[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

در کپسول می‌باشد [۱۷]. یکی از انواع حامل‌های لیپیدی که برای درون پوشانی مواد زیست فعال و غذا–دارو استفاده می‌شود، لیپوزوم‌ها[6] می‌باشد. لیپوزوم‌ها وزیکول‌های کلوئیدی متشکل از لیپیدهای قطبی به ویژه فسفولیپیدها بوده که در حضور مولکول‌های آب ساختارهای کروی دولایه‌ای را ایجاد می‌کنند. این ترکیبات به دلیل خاصیت آمفی‌فیلیک توانایی درون پوشانی طیف وسیعی از ترکیبات آب دوست، چربی‌دوست و آمفی‌فیل را دارند [۱۸]. لیپوزوم‌ها و نانولیپوزوم‌ها اگرچه خصوصیات ساختاری، شیمیایی و ترمودینامیک یکسان دارند، اما نانولیپوزوم ها در مقایسه با لیپوزوم‌ها، به علت اندازه ذرات کوچک‌تر، ناحیه سطحی بیش‌تری را فراهم می‌کنند و باعث افزایش حلالیت، بهبود قابلیت دسترسی زیستی و رهایش کنترل شده و تحویل دقیق‌تر مواد انکپسوله شده به نواحی هدف می‌شوند. همچنین دارای پایداری کلوئیدی بالاتر بوده و کدورت کم تری ایجاد می‌کنند [۱۹]. در همین راستا بوژمهرانی و همکاران (۲۰۲۲) مطالعه‌ای با هدف بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره تفاله انگور به‌صورت آزاد و نانولیپوزوم حاوی آن بر برخی پارامترهای اکسایشی روغن سویا صورت دادند و نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از نانولیپوزوم حاوی عصاره آنتی‌اکسیدان تفاله انگور جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی موجود در بازار می‌باشد [۲۰]. از دیگر مطالعات در این زمینه می‌توان به ریزپوشانی آسکوربیل پالمیتات و آنتی اکسیدان‌های سنتزی [۲۱] و ریزپوشانی شاهدانه در پایداری اکسایشی روغن سویا [۲۲] اشاره نمود. در نتیجه این مطالعه با هدف بررسی تاثیر نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی گیاه بومادران بر برخی از پارامترهای اکسایشی روغن کنجد صورت گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

برای این تحقیق گیاه بومادران از فروشگاه‌های معتبر شهرستان سبزوار، روغن کنجد پالایش شده فاقد آنتی‌اکسیدان و لسیتین مورد استفاده در این مطالعه از شرکت پنبه و دانه‌های روغنی خراسان تهیه گردید. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده از قبیل اسیدگالیک از شرکت‌های معتبر تهیه گردیدند.

۲-۲- آماده‌سازی روغن‌های کنجد حاوی نانولیپوزوم عصاره گیاه بومادران

بعد از تهیه گیاه بومادران، قسمت‌های هوایی آن جدا و در سایه خشک گردید. نمونه‌ها بعد از آسیاب شدن تحت فرایند میدان الکتریکی پالسی ساخته شده در موسسه صنایع غذایی با شدت میدان الکتریکی ۱/۷۵ kV/cm و تعداد ۵۰ پالس قرار گرفتند و بعد از آن در فراصوت حمام‌دار برای مدت زمان ۳۰ دقیقه با فرکانس ۳۷ کیلوهرتز قرار داده شدند و بلافاصله عصاره حاصله صاف و با خشک‌کن چرخشی (Buchi، سویس) در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و تحت خلا به پودر تبدیل شد [۲۳ و ۲٤]. جهت تهیه نانولیپوزوم از روش بوژمهرانی و همکاران (۲۰۲۲) و با استفاده از غلظت ۱ به ۷ عصاره گیاه بومادران به لسیتین استفاده گردید، در این روش ابتدا مقداری پودر عصاره آنتی اکسیدانی خشک شده در حلال آب – اتانول (۷۰-۳۰) مخلوط و به لسیتین تجاری گرفته شده از روغن سویا اضافه گردید. برای ترکیب شدن بهتر این ماده و لسیتین این مخلوط توسط خشک‌کن چرخشی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و تحت خلاء قرار داده شد تا علاوه‌بر مخلوط شدن بهتر، مقداری از حلال آن نیز تبخیر گردد در ادامه از نمونه‌ها در هموژنایزر با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه در دمای بالای انتقال فاز لیپوزوم‌ها به مدت ۱۰ دقیقه هموژنایزر شدند. بعد مخلوط لیپوزومی در داخل حمام آب یخ (جهت جلوگیری از اعمال انرژی زیاد به داخل محلول و هیدرولیز و اکسیداسیون لیپید) به فراصوت پروب‌دار (Hielscher، آلمان) منتقل شدند و ۹ سیکل ۲۰ ثانیه‌ای با ۳۰ ثانیه استراحت ما بین سیکل‌ها بر روی نمونه‌ها اعمال صورت پذیرفت. در این مرحله نانولیپوزوم‌های تک لایه‌ای تولید شدند. سپس این نمونه‌ها توسط فریز دراینگ (Christ α 1-4، آلمان) برای مدت ٤۸ ساعت خشک گردیدند[۲۰]. بعد از تهیه نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره گیاه بومادران، ۵ غلظت

6 -Liposome

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

(۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) از آن تهیه و به‌صورت مستقیم به روغن کنجد فاقد آنتی اکسیدان اضافه شد، همچنین یک نمونه نیز فاقد آنتی‌اکسیدان بود و به مدت ۷ روز این روغن‌ها در دمای ٦٣ درجه سانتی‌گراد در آون آزمایشگاهی (Memert، آلمان) نگهداری شدند. بعد از نمونه‌برداری در بازه‌های ۰، ۱، ۳، ۵ و ۷ روز، آزمایشات به شرح ذیل بر روی آن‌ها انجام شد. لازم به ذکر است که در این بخش یک نمونه حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام آنتی‌اکسیدان BHT و نمونه‌ای حاوی عصاره آزاد گیاه بومادران (معادل با مقدار بهینه نانولیپوزوم حاوی عصاره) نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند [۲۰].

۲-۳- اندازه‌گیری اسیدیته

برای تعیین اسیدیته از روش AOCS Cd 3–63 [۷](۱۹۹۳) استفاده گردید و میزان عدد اسیدیته از رابطه ۱، به‌دست آمد [۲۵].

$$A = \frac{2.82 \times V}{W}$$ رابطه (۱)

در رابطه ۱، V: حجم سود مصرفی به میلی‌لیتر، W وزن نمونه به گرم، A اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک در ۱۰۰ گرم نمونه می‌باشد.

۲-٤- تعیین عدد پراکسید

میزان پراکسید نمونه‌ها مطابق روش AOCS Cd 8–53(۱۹۹۳) و از رابطه ۲، به‌دست آمد [۲۵].

$$P = \frac{S \times M \times ۱۰۰}{W}$$ رابطه (۲)

در رابطه ۲، S میزان مصرف تیوسولفات سدیم بر حسب میلی لیتر، M مولاریته تیوسولفات سدیم، W وزن روغن بر حسب گرم و P پراکسید روغن بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن می‌باشد.

۲-۵- اندازه‌گیری شاخص تیوباربیتوریک اسید

برای اندازه‌گیری این شاخص در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری، یک گرم نمونه، یک میلی‌لیتر محلول ۰/۷۵ درصد اسید تیوباربیتوریک و ۲ میلی‌لیتر محلول ۳۵ درصد اسید تری کلرواستیک اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. سپس مخلوط حاصل به مدت ۳ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ (Thermo، ژاپن) شد. فاز آبی با سرنگ خارج و به سل اسپکتروفتومتری منتقل شد. جذب نمونه با دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom، انگلیس) در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت گردید و به این ترتیب مقدار جذب نمونه در طول موج مذکور به‌عنوان شاخص تیوباربیتوریک اسید در نظر گرفته شد [۲۰].

۲-٦- تعیین عدد دی‌ان مزدوج

به‌منظور اندازه‌گیری ترکیبات دی‌ان مزدوج روغن‌ها به نسبت ۱ به ٦۰۰ با هگزان رقیق شد و جذب آن‌ها در طول موج ۲۳٤ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد [۲٦].

۲-۷- تعیین پایداری اکسایشی

جهت تعیین میزان پایداری روغن‌ها در برابر اکسایش از دستگاه رنسیمت (Metrohm، سویس) و روش AOCS Cd 12b-92 (۱۹۹۳) و با استفاده از دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان هوای ورودی ۲۰ لیتر بر ساعت استفاده گردید [۲۵].

۲-۸- مشخص کردن ساختار (پروفایل) اسیدهای چرب

بعد از یافتن بهترین نمونه روغن کنجد حاوی نانولیپوزوم حاوی عصاره گیاه بومادران، برای اندازه‌گیری ساختار اسیدهای چرب، این نمونه و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان (شاهد)، ابتدا متیل استر اسیدهای چرب تهیه گردید و آنالیز متیل استر اسیدهای چرب مطابق روش AOCS Ce 2-66 (۱۹۹۳) صورت گرفت. به منظور آنالیز متیل استر اسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) مجهز به ستون مویینی سیلیکایی ۷۰ با طول ٦۰ متر و قطر ۰/۲۵ میکرومتر با

7- *American Oil Chemists' Society*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر (اجیلنت، آمریکا) استفاده شد. دمای اولیه ۸۰ درجه سانتی‌گراد بود و با افزایش ۱۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در این دما ۱۰ دقیقه نگهداری شد، سپس دمای آن به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در این دما ۵ دقیقه نگهداری شد. دمای دریچه تزریق و دمای آشکارساز ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان گاز حامل (هلیم) ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. در نهایت سطح منحنی حاصل از دستگاه با منحنی استاندارد مقایسه و نوع و مقدار هر اسید چرب سازنده روغن بر حسب درصد تعیین گردید [۲۵].

۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری

برای ارزیابی تأثیر افزودن آنتی‌اکسیدان (نانولیپوزوم حاوی عصاره گیاه بومادران) بر خصوصیات روغن کنجد از روش سطح پاسخ نرم‌افزار مینی‌تب و برای مقایسه نمونه بهینه با سایر نمونه‌ها نیز از طرح کاملا تصادفی نرم افزار SAS استفاده گردید. برای بررسی مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر شرایط مورد مطالعه بر اسیدیته روغن‌ها

اسیدیته و اندیس اسیدی یکی از خصوصیات کیفی مهم روغن‌ها می‌باشد که به‌عنوان معیاری از خلوص آن در نظرگرفته می‌شوند. اگرچه روغن‌های تصفیه شده تقریباً عاری از اسیدهای چرب آزاد هستند اما مقادیر قابل ملاحظه‌ای از این ترکیبات در روغن‌های خام موجود می‌باشد [۲۷]. شکل ۱، نشان داد که با افزایش زمان نگهداری همواره میزان اسیدیته روغن‌ها در تمامی غلظت‌های مورد استفاده از نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره بومادران افزایش یافت ولی با افزایش غلظت عصاره آنتی‌اکسیدانی تا ۵۰۰ پی‌پی‌ام در نانولیپوزوم‌های تولیدی میزان اسیدیته کاهش و سپس افزایش یافت. معادله مربوط به پیش‌بینی میزان اسیدیته روغن‌ها (که در قسمت ذیل آورده شده است) نشان داد که بیشترین تاثیر بر اسیدیته روغن‌ها مربوط به پارامتر خطی زمان نگهداری بود. علت کاهش اسیدیته با افزایش غلظت نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره را می‌توان به توانایی ترکیبات فنولی در ایجاد وقفه در فرایند تشکیل و انتشار رادیکال‌های آزاد و همچنین اسیدهای چرب آزاد نسبت داد [۲۸] و افزایش اسیدیته را نیز می‌توان به ناخالصی‌های همراه عصاره استخراج شده که به‌عنوان یک پرواکسیدان عمل می‌کنند، مرتبط دانست. علت افزایش اسیدیته با افزایش زمان نگهداری را می‌توان به دمای بالای نگهداری و تولید اسیدهای چرب آزاد حاصل از تجزیه تری‌گلیسریدهای روغن‌ها نسبت داد. یمانی و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی که روی زمان نگهداری بر برخی از خواص کیفی روغن بکر زیتون انجام دادند، بیان داشتند که با افزایش زمان نگهداری میزان اسیدیته روغن‌ها افزایش یافت که همراستا با نتایج این بخش بود[۲۹]. جلالی‌زند و گلی (۲۰۲۱) نیز با بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی سلنیت سدیم میکروکپسوله شده بر روغن سویا بیان داشتند که کاهش غلظت آنتی‌اکسیدان و افزایش زمان نگهداری منجر به افزایش اسیدیته روغن‌ها می‌گردد[۳۰]. لی و همکاران (۲۰۲۱) با مقایسه میان دو نوع آنتی‌اکسیدان طبیعی رزماری و سنازی در طول سرخ کردن عمیق روغن سویا، نشان دادند که با افزایش زمان سرخ کردن میزان اسیدیته روغن سویا افزایش که در غلظت‌های بالاتر این عصاره اسیدیته با شدت کمتری افزایش یافت[۳۱].

Acidity = 0.06482 - 0.000098 extract content + 0.00462 time storage + 0.000310 time storage * time storage -0.000001 extract content *time storage

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

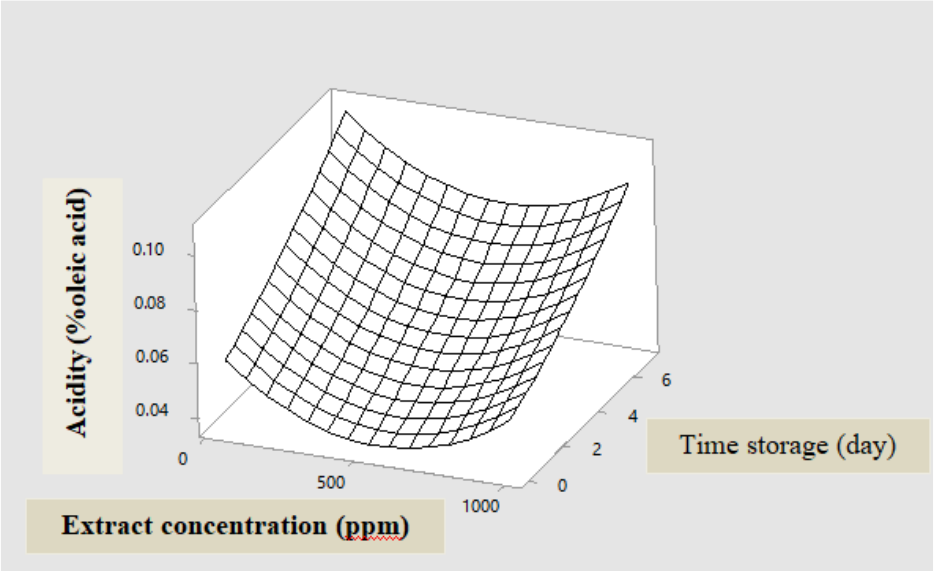

Figure 1- Effect of antioxidant concentration and storage time on acidity

۲-۳- تاثیر پارامترهای مورد مطالعه بر پراکسید

پراکسید محصول اولیه اکسیداسیون مواد چرب است و به‌طور کلی هر قدر که درجه غیراشباع روغن‌ها بیشتر باشد روغن و یا ماده چرب آمادگی بیشتری برای اکسیداسیون دارد. وقتی که میزان پراکسید به حد معینی برسد، تغییرات مختلفی صورت گرفته و مواد فرار آلدئیدی و کتونی ایجاد شده که در ایجاد بو و طعم نامطبوع مواد چرب مؤثر می‌باشند [۳۲]. همچنین مشخص گردیده است که این شاخص همبستگی مناسبی را با خصوصیات ظاهری نشان می‌دهد، برای مثال در روغن سویا عدد پراکسید ۱ یا کمتر از آن تازگی محصول را نشان می‌دهد [۲۸]. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت عصاره آنتی‌اکسیدانی میزان پراکسید نمونه‌ها کاهش و سپس افزایش یافت از طرفی مشخص گردید که با افزایش زمان نگهداری تا ۵ روز میزان پراکسید نمونه‌ها افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۲). علت کاهش پراکسید با افزایش غلظت عصاره را می‌توان به دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره بومادران و دادن اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد تولید شده در حین فرایند نسبت داد که این ترکیبات موجب قطع واکنش‌های زنجیری و افزایش زمان اکسیداسیون کند و کاهش سرعت اکسیداسیون خودبه‌خودی می‌گردد [۳۳]. افزودن بیش از حد ترکیب‌های فنولیک به روغن، اثر ضد اکسایشی را کاهش می‌دهد. علت این موضوع را به افزایش میزان ناخالصی‌ها در اسانس به موازات افزایش ترکیب‌های فنولیک و ایجاد خطا در سنجش میزان جذب نسبت می‌دهند. علت دیگری که برای این موضوع ذکر می‌شود شرکت ترکیب‌های فنولیک و فلاونوئیدهای موجود در عصاره در واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی است که به از دست رفتن خاصیت ضداکسایشی در آنها می‌انجامد [۳٤]. تپه و همکاران (۲۰۰۵) مطرح نمودند که در درجه حرارت‌های بالا عدد پراکسید ناپایدار بوده و به سهولت به مخلوطی از ترکیبات فرار آلدئید تبدیل می‌شود، بنابراین عدد پراکسید نمی‌تواند معیار مناسبی جهت تعیین پیشرفت واقعی اکسیداسیون باشد که این نتایج با یافته‌های این بخش همراستا بود[۳۵]. بوژمهرانی و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که با افزایش زمان نگهداری تا ۵ روز در تمامی نمونه‌های روغن سویا همواره میزان پراکسید افزایش یافت ولی بعد از آن کاهش یافت. همچنین مشخص گردید که با افزایش غلظت نانولیپوزوم حاوی آنتی‌اکسیدان عصاره تفاله انگور تا ۵۰۰ پی‌پی‌ام در روغن‌ها افزایش میزان پراکسید

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

نمونه‌ها از شدت کمتری برخوردار بود ولی در غلظت‌های بالاتر پراکسید روغن‌ها با شدت بیشتری افزایش یافت. معادله مربوط به پیش‌بینی میزان پراکسید روغن‌ها مشخص نمود که بیشترین تاثیر بر پراکسید روغن‌ها، همانند اسیدیته مربوط به پارامتر خطی زمان نگهداری بود [۲۰].

Peroxide Value = 1.032- 0.00572 extract content + 1.200 time storage + 0.000005 extract content* extract content - 0.0892 time storage * time storage - 0.000199 extract content * time storage

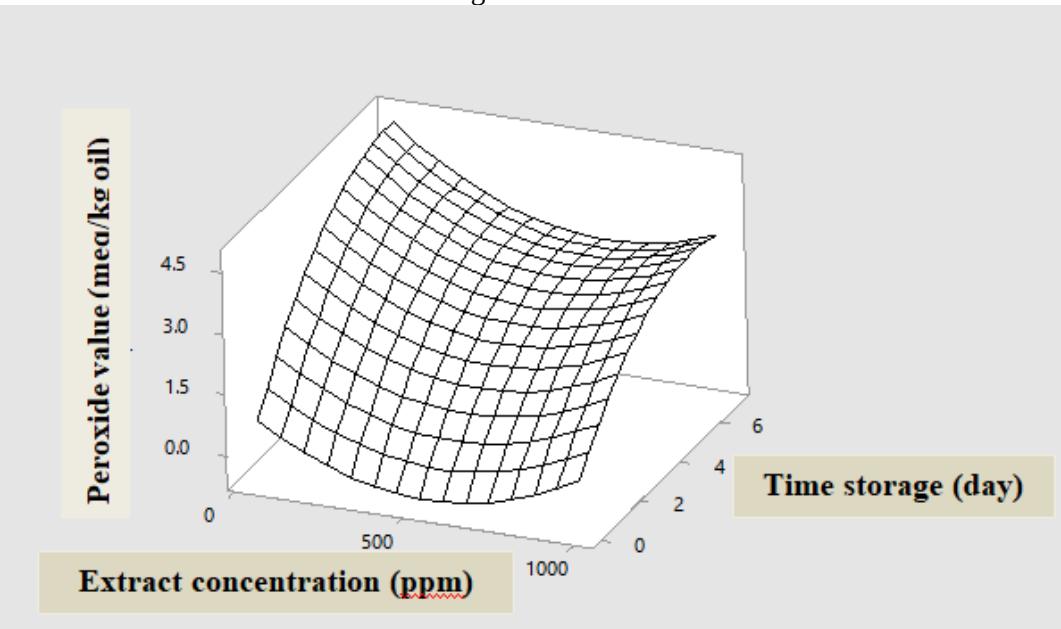

Figure 2- Effect of antioxidant concentration and storage time on peroxide value

۳-۳- تأثیر پارامترهای مورد مطالعه بر تیوباربیتوریک اسید

ترکیبی تحت عنوان مالون دی آلدئید در اثر اتواکسیداسیون اسیدهای چرب دارای سه و یا تعداد بیشتری باند دوگانه به وجود می‌آید که این ترکیب در مقادیر بسیار کم به‌عنوان معرف جهت اکسیداسیون چربی‌ها به کار می‌رود. محصولات اکسیداسیون چربی‌های غیر اشباع با تیوباربیتوریک اسید ایجاد کمپلکس قرمز رنگ می‌کنند که این کمپلکس در طول موج ۵۳۲- ۵۳۵ نانومتر جذب خوبی دارد. این شاخص بیانگر مراحل ثانویه اکسیداسیون چربی و حضور ترکیبات ثانویه اکسیداسیون در نمونه است، بنابراین بالا بودن این شاخص در روغن نشان دهنده اکسیداسیون بیشتر روغن و در نتیجه پایداری کمتر آن است [۳۶]. شکل ۳، نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه‌ها افزایش یافت ولی با افزایش غلظت نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره بومادران تا ۵۰۰ پی‌پی‌ام میزان این شاخص کاهش و سپس افزایش یافت. علت کاهش شاخص تیوباربیتوریک اسید روغن با افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان را می‌توان به افزایش ترکیبات فنولی موجود در عصاره آنتی‌اکسیدانی نسبت داد [۳۷]. افزایش شاخص تیوباربیتوریک اسید نیز به‌دلیل اکسیداسیون محصولات ثانویه اکسایش و شکل‌گیری کربوکسیلیک اسیدها بود [۳۸ و ۳۹]. احمدی (۲۰۲۲) با بررسی تاثیر نانولیپوزوم حاوی عصاره چای سفید بر برخی از خصوصیات کیفی روغن سویا، نشان داد که شاخص تیوباربیتوریک اسید نمونه‌ها با گذشت زمان افزایش می‌یابد ولی با افزایش غلظت عصاره تا ۶۰۰ پی‌پی‌ام میزان این شاخص کاهش می‌یابد که همراستا با نتایج این بخش بود [۴۰]. اکبری و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که با افزایش زمان نگهداری فیله ماهی میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهیدها افزایش می‌یابد که دلیل این امر افزایش آهن آزاد و دیگر پرواکسیدان‌ها و همچنین تشکیل آلدهیدها به‌عنوان محصولات ثانویه اکسیداسیون از شکست هیدرواکسیدها باشد. معادله مربوط به پیش‌بینی شاخص تیوباربیتوریک اسید روغن‌ها مشخص نمود که بیشترین تاثیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

بر شاخص تیوباربیتوریک اسید روغن‌ها، مربوط به پارامتر درجه دوم زمان نگهداری بود[٤١].

Thiobarbituric acid = 0.1093 - 0.000519 extract content + 0.0088 time storage + 0.00977 time storage * time storage - 0.000004 extract content * time storage

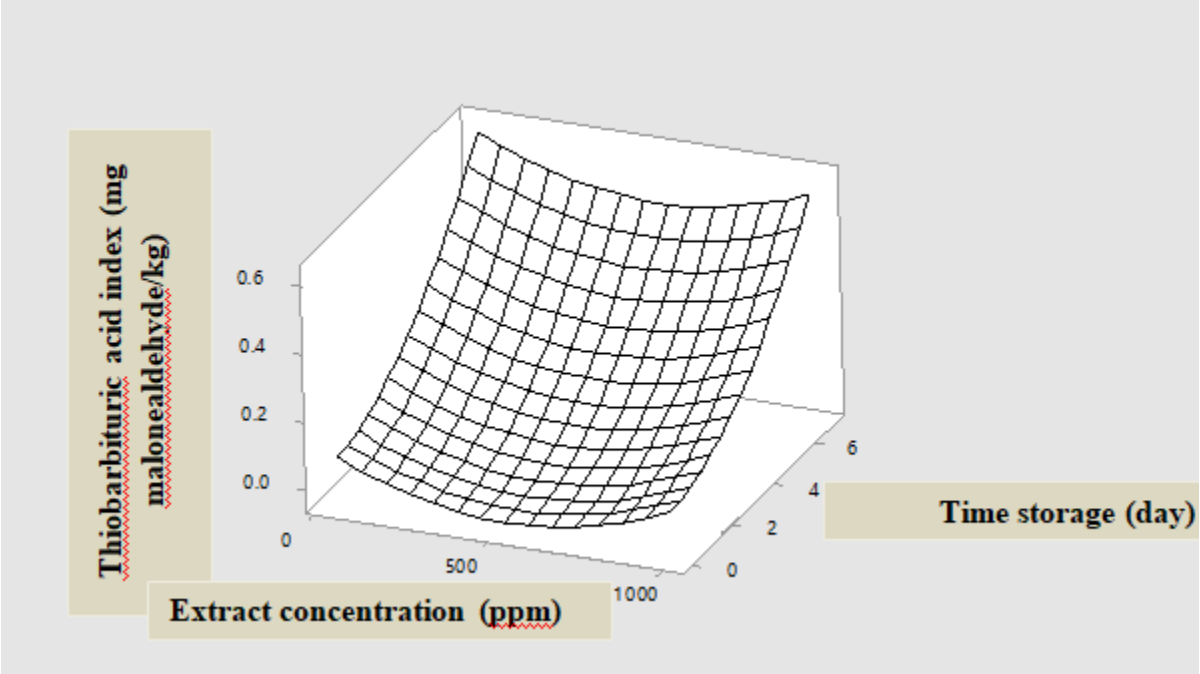

Figure 3- Effect of antioxidant concentration and storage time on thiobarbituric acid index

٤-٣- تأثیر پارامترهای مورد مطالعه بر دی‌ان مزدوج

هنگامی‌که اسیدهای چرب چندغیراشباع شامل سه باند دوگانه یا بیشتر (مانند لینولنیک اسید) تحت اکسایش قرار می‌گیرند، در ابتدا دو باند دوگانه تشکیل ساختار دی‌ان مزدوج می‌دهند و در ادامه، ساختار سوم نیز متحمل تغییر موقعیت شده و ساختار تری‌ان مزدوج تشکیل می‌شود که جذب در ٢٦٨ نانومتر دارد [٤٢]. تعیین شاخص‌های دی‌ان و تری‌ان مزدوج نسبت به تعیین شاخص‌های پراکسید و آنیزیدین سریعتر و ساده‌تر است و به مقدار کمتری از نمونه و مواد شیمیایی نیاز دارد [٤٣]. یافته‌ها حاکی از آن بود که با افزایش زمان نگهداری در تمامی نمونه‌ها میزان شاخص دی‌ان مزدوج افزایش یافت ولی با افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان در نمونه‌ها تا غلظت ٥٠٠ پی‌پی‌ام میزان این شاخص کاهش و سپس افزایش یافت (شکل ٤). بوژمهرانی و همکاران (٢٠٢٢) نیز گزارش نمودند که با افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان به روغن سویا در ابتدا این شاخص کاهش و سپس افزایش می‌یابد، این محققین دلیل افزایش این شاخص را اکسید شدن اسیدهای چرب غیراشباع دانستند و بیان داشتند که با افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان به‌علت وجود برخی از ترکیبات پرواکسیدان‌ها در عصاره میزان شاخص دی‌ان مزدوج افزایش یافت که همراستا با نتایج این بخش بود[٢٠]. سرعت تشکیل هیدروپراکسید نسبت به تجزیه آن در مراحل اولیه اکسایش بالاتر است، اما زمانی‌که سرعت تجزیه هیدروپراکسید از سرعت تشکیل آن بیشتر شود عدد پراکسید می‌تواند کاهش یابد، حتی اگر اکسایش در طول نگهداری افزایش یابد [٤٤]. وقتی که سرعت تجزیه هیدروپراکسید یا دی‌ان مزدوج از سرعت تشکیل آنها بیشتر شود اعداد پراکسید یا دی‌ان مزدوج می‌توانند کاهش یابند حتی اگر اکسایش در طول نگهداری افزایش یابد [٤٥]. دی‌ان مزدوج روش اندازه‌گیری محصولات اولیه‌ی اکسایش می‌باشد که در طول اکسایش چربی‌ها با همبستگی بالا با عدد پراکسید ایجاد می‌شود [٤٦]. معادله مربوط به پیش‌بینی شاخص دی‌ان مزدوج روغن‌ها مشخص نمود که بیشترین تاثیر بر این شاخص، مربوط به پارامتر خطی زمان نگهداری بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]
[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

Conjugated dienes = 2.564 - 0.00696 extract content + 0.712 time storage + 0.000007 extract content * extract content + 0.0044 time storage * time storage - 0.000175 extract content * time storage

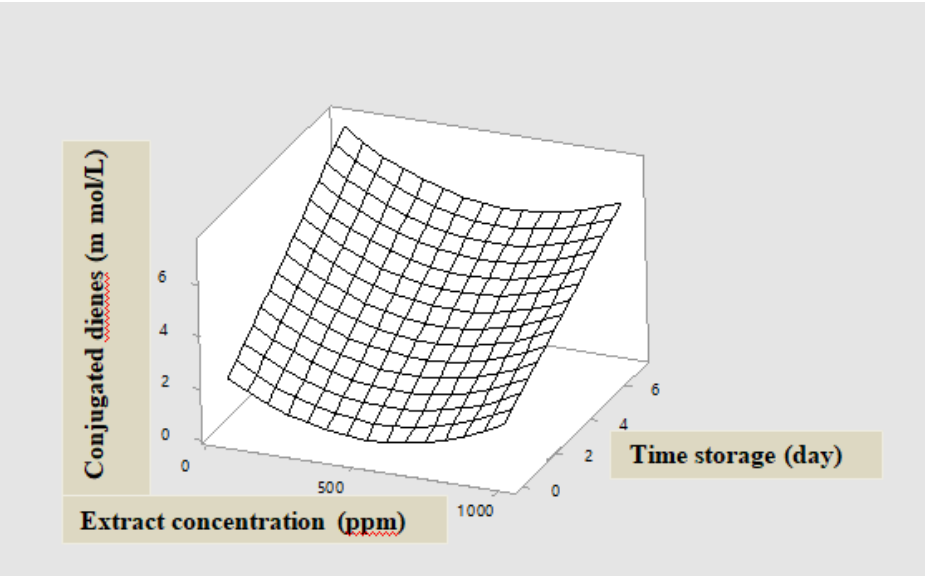

Figure 4- Effect of antioxidant concentration and storage time on conjugated dienes

۵-۳- بهینه‌سازی فرمولاسیون روغن کنجد حاوی نانولیپوزوم دارای عصاره بومادران و مقایسه آن با نمونه‌های حاوی عصاره آزاد بومادران و BHT

با توجه به نتایج این مطالعه بهترین نمونه روغن کنجد از نظر پایداری اکسایشی، نمونه دارای نانولیپوزوم حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتی‌اکسیدانی بومادران انتخاب گردید و این نمونه با نمونه حاوی همین مقدار عصاره آزاد بومادران و همچنین نمونه دارای ۲۰۰ پی پی‌ام BHT بعد از ۷ روز نگهداری در دمای ٦٣ درجه سانتی‌گراد مقایسه گردید. نتایج آورده شده در جدول ۱، نشان داد که نمونه حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آزاد دارای بالاترین میزان اسیدیته، پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزدوج بود و نمونه دارای نانولیپوزوم حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتی‌اکسیدانی بومادران دارای کمترین میزان اسیدیته، پراکسید و دی‌ان مزدوج بود ولی میزان تیوباربیتوریک اسید آن با نمونه دارای ۲۰۰ پی پی‌ام BHT اختلاف آماری معنی‌داری نداشت.

احمدی (۲۰۲۲) با بهینه‌سازی استخراج عصاره آنتی اکسیدانی چای سفید با استفاده از پیش تیمار فراصوت، ریزپوشانی عصاره به روش لیپوزوم و استفاده از آن جهت پایدارسازی روغن‌های خوراکی بیان داشت که کمترین میزان پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و همچنین عدد آنیزیدین مربوط به نمونه دارای نانولیپوزوم حاوی عصاره چای سفید بود و بیشترین این پارامترها نیز به نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان تعلق داشت ($p<۰/۰۵$) و نمونه حاوی عصاره چای سفید به‌صورت آزاد و همچنین نانولیپوزوم شده آن دارای کیفیتی بهتر از نمونه حاوی BHT بود [٤٠]. شمش و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند که استفاده از نانولیپوزوم در به‌کارگیری آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی در روغن باعث بهبود خواص آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات می‌گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت[٤٧].

Table 1- Comparison of samples containing nanoliposome with samples containing BHT and free extract

properties	Nanoliposomes containing extract	Free extract	BHT
Acidity (% Oleic acid)	0.07± 0.001[c]	0.101±0.02[a]	0.075± 0.001[b]
peroxide value (meq O2 /Kg oil)	2.50± 0.09[c]	3.33±0.11[a]	2.70± 0.07[b]
Thiobarbituric acid (mg malonealdehyde /kg)	0.39± 0.003[b]	0.53±0.07[a]	0.39± 0.003[b]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

Conjugated dienes (mmol/L)	4.50± 0.08[c]	7.00±0.12[a]	4.70± 0.06[b]

The same letters in each row indicate lack of significance at the 5% level

۶-۳- تأثیر نوع آنتی‌اکسیدان بر پایداری اکسایشی روغن کنجد

شاخص پایداری اکسایشی روغن (OSI) به میزان گسترده‌ای جهت ارزیابی و پیش‌بینی پایداری اکسیداتیو روغن‌ها توسط دستگاه رنسیمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمون بر اساس اندازه‌گیری ضریب هدایت الکتریکی آب ضمن تجمع ترکیبات فرار حاصل از اکسایش روغن به‌ویژه اسیدهای کربوکسیلیک تحت شرایط اکسایش تسریع یافته انجام می‌شود و زمان پایداری روغن به‌عنوان شاخص پایداری اکسایشی برای یک روغن در دمای معین گزارش می‌شود [۴۸]. شکل ۵، نشان داد که بیشترین پایداری اکسایشی (۱۴/۲۱ ساعت) مربوط به روغن دارای نانولیپوزوم حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره بومادران تعلق داشت و بعد از آن به ترتیب نمونه حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام BHT (۱۳/۵۹ ساعت)، عصاره آزاد (۱۲/۴۲ ساعت) و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان (۱۱/۶۲ ساعت) قرار داشتند. بوژمهرانی و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که بیشترین میزان پایداری اکسایشی روغن سویا (۷/۶ ساعت) مربوط به نمونه دارای ۵۰۰ پی‌پی‌ام نانولیپوزوم حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی تفاله انگور بود و بعد از آن نمونه دارای BHT و نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان عصاره آزاد تفاله انگور قرار داشت که در تایید نتایج این مطالعه بود[۲۰]. مطالعات لالاس و دورتوگلو (۲۰۰۳) و همچنین رامالهو و همکاران (۲۰۰۸) در افزایش پایداری اکسایشی روغن توسط سایر عصاره‌های گیاهی توسط آزمون رنسیمت با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت [۴۹ و ۵۰].

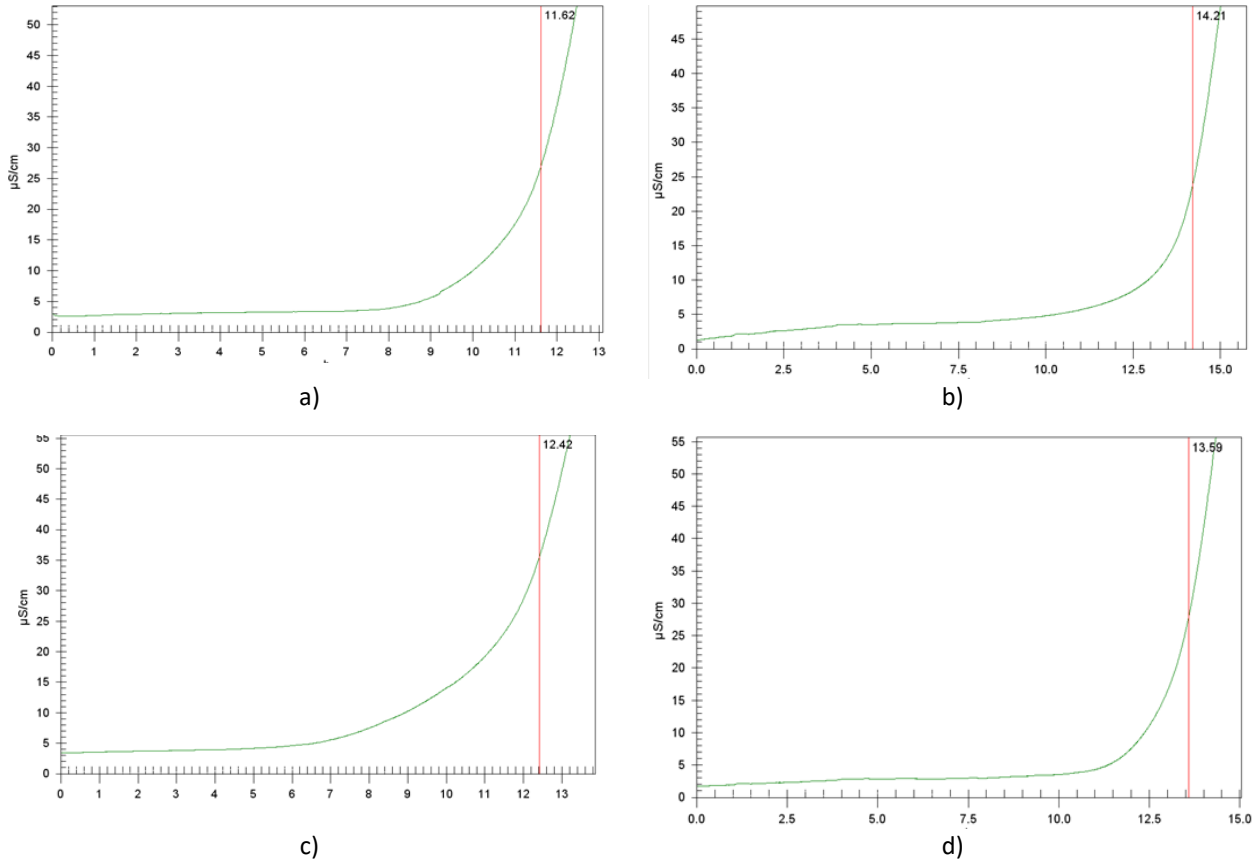

Figure 5- Oxidative stability of sesame oils a) control, b) containing nanoliposomes, c) free extract and d) BHT

۷-۳- تاثیر نانولیپوزوم حاوی عصاره بومادران بر پروفایل اسیدهای چرب روغن کنجد

جدول ۲، نشان داد که اسید چرب غالب در روغن کنجد حاوی نانولیپوزوم و همچنین شاهد، لینولئیک اسید بود و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

استفاده از آنتی‌اکسیدان تغییر قابل ملاحظه‌ای بر پروفایل اسیدهای چرب روغن کنجد نداشت. حسینی و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که استفاده از آنتی‌اکسیدان بر پروفایل اسیدهای چرب روغن کنجد تاثیر معنی‌داری نداشت. این محققین نیز همراستا با نتایج این بخش بیان داشتند که اسید چرب غالب در روغن کنجد اسید لینولئیک اسید است که بعد از آن نیز اسید اولئیک دومین اسید چرب غالب روغن کنجد بود [۵۱]. از طرفی این روغن حتی با داشتن ۸۵ درصد اسید چرب غیراشباع، پایداری اکسایشی خوبی از خود نشان می‌دهد [۵۲ و ۵۳].

Table 2 - The effect of antioxidant addition on the fatty acid profile of sesame oil

Fatty acids	Structure	Control	Contains antioxidants
Myristic acid	C14	0.05^{i}	0.04^{h}
Palmitic acid	C16	7.99^{c}	9.4^{c}
Margaric acid	C17	0.08^{h}	0.07^{g}
Stearic acid	C18	5.6^{d}	5.6^{d}
Oleic acid	C18:1(9)	40^{b}	39.7^{b}
Linoleic acid	C18:2(9,12)	43.7^{a}	43.3^{a}
Linolenic acid	C18:3(9,12, 15)	0.9^{e}	0.7^{e}
Arachidic acid	C20	0.7^{f}	0.6^{e}
Eicosenoic acid	C20:1	0.2^{g}	0.2^{f}
Behenic acid	C22	0.05^{i}	0.02^{i}
Lignoceric acid	C24	0.2^{g}	0.2^{f}

Numbers with different letters in each column imply significant differences in the 5% level of probability.

٤- نتیجه‌گیری کلی

هدف اصلی این مطالعه، افزایش پایداری اکسایشی روغن کنجد با استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاه بومادران بود. با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان بیان داشت که استفاده از نانولیپوزوم حاوی عصاره گیاه بومادران تا غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام منجر به کاهش میزان اسیدیته، پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزودج روغن کنجد گردید و از طرفی مشخص گردید که با افزایش زمان نگهداری این پارامترها افزایش یافتند و نمونه دارای نانولیپوزوم حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره گیاه بومادران مقاومت بالایی در برابر اکسایش از خود نشان داد از طرفی مشخص گردید که استفاده از نانولیپوزوم‌ها به‌منظور افزایش پایداری روغن تغییر قابل ملاحظه‌ای بر پروفایل اسیدهای چرب روغن کنجد نداشت. در نهایت می‌توان، بیان داشت که استفاده از نانولیپوزوم حاوی عصاره گیاه بومادران جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی موجود در بازار می‌باشد.

۵- منابع

[1] Anilakumar, K.R., Pal, A., Khanum, F. and Bawa, A.S. 2010. Nutritional, medicinal and industrial uses of sesame (Sesamum indicum L.) seeds – an overview. Agriculturae Conspectus Scientificus. 75 (4): 159-168.

[2] Ramachandran, S., Singh, S.K., Larroche, C., Soccol, C.R. and Pandey, A. 2007. Oil cakes and their biotechnological applications – a review, Bioresource Technology. 98: 2000–2009.

[3] FAO. 2003. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

[4] Budowsk, P. and Markely, K.S. 1951. The chemical and physiological properties of sesame oil. Chemical Reviews. 48: 125–151.

[5] Hai, Z. and Wang, J. 2006. Electronic nose and data analysis for detection of maize oil adulteration in sesame oil. Sensors and Actuators B. 119: 449–455.

[6] Ogawa, H., Sasagawa, S., Murakami, T. and Yoshizumi, H. 1995. Sesame lignans modulate cholesterol metabolism in the stroke-prone spontaneously hypertensive rat. Clinical and experimental pharmacology & physiology. Supplement. 1: 10–12.

[7] Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F. and Chow, M.S. 2002. Hawthorn. The Journal of clinical pharmacology. 42: 605-612.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

[8] Liu, P., Yang, B. and Kallio, H. 2010. Characterization of phenolic compounds in Chinese hawthorn (Crataegus pinnatifida Bge. var. major) fruit by high performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. Food chemistry. 121: 1188-97.

[9] Cui, H.Y., Jia, X.Y., Zhang, X., Zhang, J. and Zhang, Z.Q. 2011. Optimization of high-speed counter-current chromatography for separation of polyphenols from the extract of hawthorn (Crataegus laevigata) with response surface methodology. Separation and purification technoloy. 77: 269-274.

[10] Tracy, T.S. and Kingston, R.L. 2007. Herbal Products: toxicology and clinical pharmacology. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey, 288 p.

[11] Grosso, C., Vinholes, J., Silva, L.R., Pinho, P.G., Goncacalves, R.F. and Valentao, P. 2018. Chemical composition and biological screening of Capsella bursa-pastoris. Revista Brasileira de Farmacognosia-Brazilian Journal. 21(4):635-43.

[12] Kuroda, K. 1989. Pharmacologcial and anticarcinogenic effects of capsella bursa-pastoris Extract. Chiba Medical Journal. 65(3):67-74.

[13] Taheri, E., Shirzadian Khorramabad, R., Sharifi sirchi, G.h., Sabouri, A. and Abbaszadeh, K.H. 2016. Investigation of Genetic and Photochemical diversities of yarrow (Achillea wilhelmsii) in Iran. Modern Genetics Journal. 11(3). 367-376. (In Persian).

[14] Akkol, E.K., Koca, U., Pesin, I. and Yilmazer, D. 2011. Evaluation of the wound healing potential of Achillea biebersteinii Afan.(Asteraceae) by in vivo excision and incision models.Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 1-7.

[15] Bariş, O., GUllUce, M., ŞAHİN, F., Ozer, H., Kiliç, H. and Ozkan, H. 2006. Biological activities of the essential oil and methanol extract of Achillea biebersteinii Afan.(Asteraceae). Turkish Journal of Biology. 30(2):65-73.

[16] Farhadi, N., Babaei, K., Farsaraei, S., Moghaddam, S. and Ghasemi Pirbaloti, A. 2020. Changes in essential oil compositions, total phenol, flavonoids and antioxidant capacity of Achillea millefolium at different growth stages. Industrial Crops and Products. 112570-1127576.

[17] Fang, Z. and Bhandari, B. 2010. Encapsulation of polyphenols–a review. Trends Food Science and Technology. 21(10): 510-523.

[18] Keller, B.C. 2001. Liposomes in nutrition. Trends Food Science and Technology. 12(1): 25-31.

[19] Mozafari, M.R. 2005. Liposomes: an overview of manufacturing techniques. Cellular & Molecular Biology Letters. 10(4):711-720.

[20] Bojmehrani, A., Hajirostamloo, B., Vazifedoost, M., Didar, Z. and Jafari, S.M. 2022. The effect of nanoliposomes containing antioxidant extract of grape pomace on oxidation parameters of soybean oil. Journal of Food Science and Technology. 19 (125): 171-182. (In Persian).

[21] Shams, A., Mortazavi, A., Khosravi-Darani, K., Bahmaei, M., Seyed Reihani, S.F. and Dutt Tripathy, A. 2019. *Effects of* liposomal natural and synthetic antioxidants on oxidative stability of *soybean oil*. Biointerface Research in Applied Chemistry. 9 (3): 3963-3968.

[22] Bakhshandeh, T., Esmaeilzadeh Kenari, R. and Raftani Amiri, Z. 2018. The effect of free and nano-encapsulated extract of hemp seed on the oxidative stability of soy bean oil. Iranian Journal of Food Science and Technology. 22(4): 237-249. (In Persian).

[23] Bakhshabadi, H., Mirzaei, H.O., Ghodsvali, A., Jafari, S.M. and Ziaiifar, A.M. 2018. The influence of pulsed electric field and microwave pretreatments on some of the physicochemical properties of oil and the meal of black cumin seed . Food science and nutrition. 1–8. Moghimi, M., Farzaneh, V. and Bakhshabadi, H. 2018. The effect of ultrasound pretreatment on some selected physicochemical properties of black cumin (Nigella Sativa). Nutrire. 4(18): 2-8.

[24] AOCS. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Societ, AOCS Press, Champaign, IL, 762 p.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

[25] Saguy, I.S., Shani ,A., Weinberg, P. and Garti, N. 1996. Utilization of jojoba oil for deep-fat frying of food. Journal of Lebensm wiss u-Technol. 29: 573-577.

[26] Anjum,F., Anwar, F., Jamil, A. and Iqbal, M. 2006. Microwave Roasting Effects on the Physico-chemicalComposition and Oxidative Stability of Sunflower Seed Oil. Journal of the American Oil Chemists' Society. 83(9): 777-784.

[27] OBrien, R.D. 2004. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications, CRC p ress. 680 p.

[28] Yamani, M.E., Sakar, E.H., Boussakouran, A. and Rharrabti, Y. 2022. Effect of storage time and conditions on the quality characteristics of 'Moroccan Picholine' olive oil. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 39: 102244. ISSN 1878-8181.

[29] Jalali-zand, F. and Goli, M. 2021. Study on the antioxidant effect of microencapsulated sodium selenite by solvent evaporation during one-year soybean oil storage. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 16(5): 669-685. (In Persian).

[30] Li, P., Yang, W., Lee, J., Huang, F., Wang, Y. and Li, Y. 2021. Comparison between synthetic and rosemary-based antioxidants for the deep frying of French fries in refined soybean oils evaluated by chemical and non-destructive rapid methods. Food Chemistry. 335. 10.1016/j.foodchem.2020.127638

[31] Farzaneh, V. and Carvalho, I.S. 2015. A review of the health benefit potentials of herbalplant infusions and their mechanism of actions. Industrial Crops and Products. 65: 247–258.

[32] Euighi, F., Barzegar, M., Sahari, M.A., Naghdi Badi, H. and Bahar, A. 2009. Antioxidant Activity of Anethum graveolens essential oil in soybean oil and its comparison with chemical antioxidants, Journal of Medicinal Plants, Eighth Year, Volume II, Cell No. 30.

[33] 34 - Fatemi, H. 1999. Food Chemistry. Enteshar Corporation Eds. p. 480. (In Persian).

[34] Tepe, B., Sokmen, M., Sokmen, A., Daferera, D. and Polissiou, M. 2005. Antimicrobial and antioxidative activity of the essential oil and various extracts of Cyclotrichium origanifolium (Labill.) Manden. & Scheng. Journal Food Engeering. 69: 335-342.

[35] Ebadi, M., Latifi, Z. and Daneshniya, M. 2021. Optimization of the Antioxidant Effect of Ethanolic Extract of Thistle (Carduus pycnocephalus L.) by Response Surface Method and Comparison of the Antioxidant Effect of Extract and Essential Oil on Oxidative Soybean Oil Resistance. Food Science and Technology. 108(17): 149-162. (In Persian).

[36] Kammal-Eldin, A. and Appelqvist, L. 1996. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. Lipids. 31: 671- 701.

[37] Shahidi, F. 2005. Bailey's industrial oil and fat products. New Jersey: John Wiley & Sons.

[38] Akoh, C.C. and Min, D.B. 2008. Food lipids chemistry, nutrition, and biotechnology. London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.

[39] Ahmadi, E. 2022. Optimization of antioxidative extrac of the white tea in ultrasound assisted solvent extraction, micropropagation by liposome tecnigue and application for oxidative stabilizing of edible oils. Ph.D" Thesis on Food Science and Technology. Sabzevar Branch. Sabzevar, Iran. 191 p.

[40] Akbari, S.H., Maghsodlo, M. and Ariay, P. 2013. Effect of Methyl Cellulose Coating (with Oregano essential oil) on the Quality and Shelf Life of Chicken Fillet in Cold Conditions. Journal of Food Processing and Production. 3(4): 12-17.

[41] Abreu, D.A.P., Losada, P.P., Maroto, J. and Cruz, J.M. 2010. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (Salmo salar L.). Food Research International. 43: 1277–1282.

[42] Huang, M.S. 2014. Almond Shelf Life Factors. Food Research and Technology. 1-4.

[43] Shearer, C.N. 2010. Accelerated shelf life determination of antioxidant stabilized high oleic sunflower and canola oils in plastic bottles. Department of Nutrition, Dietetics, and Food Science.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

[44] Chung, H.J., Colakoglu, A.S. and Min, D.B. 2004. Relationships among Headspace Oxygen, Peroxide Value, and Conjugated Diene Content of Soybean Oil Oxidation. Journal of Food Science. 69(2): 83-88.

[45] Zajdenwerg, C., Branco, G.F., Alamed, J., Decker, E.A. and Castro, I.A. 2011. Correlation between sensory and chemical markers in the evaluation of Brazil nut oxidative shelf-life. European Food Research and Technology. 233: 109-116.

[46] Shams, A., Mortazavi, A., Khosravi-Darani, K., Bahmaei, M., Seyed Reihani, S.F. and Dutt Tripathy, A. 2019. Effects of liposomal natural and synthetic antioxidants on oxidative stability of soybean oil. Biointerface Research in Applied Chemistry. 9 (3): 3963-36968

[47] Maghsoudlou, E., Esmaeilzadeh kenari, R. and Raftani Amiri, Z. 2017. Evaluating antioxidant properties of pulp and skin of fig extracts and application in canola oil as replacing synthetic antioxidant. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 13(4): 503-516. (In Persian).

[48] Lalas, S. and Dourtoglou, V. 2003. Use of rosemary extract in preventing oxidation during deep-fat frying of potato chips. Journal of the American Oil Chemists' Society. 80: 579-583.

[49] Ramalho, V.C. and Jorge, N. 2008. Antioxidant action of Rosemary extract in soybean oil submitted to thermoxidation. Grasay Aceites. 59 (2): 128-131.

[50] Hosseini, S.M., Bojmehrani, A., Zare, E., Zare, Z., Hosseini, S.M. and Bakhshabadi, H. 2021. Optimization of antioxidant extraction process from corn meal using pulsed electric field-subcritical water. Journal of food processing and preservation. e15458.

[51] Abou-Gharbia, H.A., Shehata, A.A.Y. and Shahidi, F. 2000. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. Food Research International. 33(5): 331–340.

[52] Shahidi, F., Amarowicz, R., Abou-Gharbia, H.A. and Shehata, A.A. 1997. Endogenous antioxidants and stability of sesame oil as affected by processing and storage. Journal of the American Oil Chemists' Society. 74(2): 143–148.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the effect of nanoliposomes containing yarrow (*Achillea millefolium*) antioxidant extract on oxidative properties and fatty acid profile of sesame oil

Elaheh Razghandi[1], Amir Hossein Elhami Rad[1*], Seid Mahdi Jafari[2,3] , Mohammad Reza Saiedi Asl[1], Hamid bakhshabadi [4]

1-Department of food science and technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

2-Department of Food Materials and Process Design Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3-Halal Research Center of IRI, Iran Food and Drug Administration, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran

4-Department of Agriculture, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2022/11/2
Accepted:2022/12/7

Keywords:

yarrow plant,

oxidative stability,

sesame oil,

nanoliposome containing antioxidant extract,

fatty acid profile

DOI: **10.22034/FSCT.21.153.75.**

*Corresponding Author E-ahelhamirad@yahoo.com

ABSTRACT

Oxidation of fats in food greatly reduces their shelf life and causes food of unacceptable quality to be presented to the customer. In this regard, this research was conducted with the aim of increasing the oxidative stability of sesame oil with nanoliposomes containing the antioxidant extract of yarrow plant. In this study, 6 concentrations of nanoliposomes containing yarrow plant extract (0, 50, 100, 200, 500 and 1000 ppm) were used in sesame oil, and tests such as acidity, peroxide, thiobarbituric acid index, conjugate diene were performed on those oils. And after finding the best concentration of nanoliposome containing yarrow extract, this sample was compared with the sample containing the same amount of free yarrow extract and also the sample with 200 ppm BHT after 7 days of storage at 63 degrees Celsius. The results showed that with increasing storage time, acidity level, thiobarbituric acid index and conjugate diene increased, but with the increase of nanoliposome containing 500 ppm of yarrow extract, these characteristics decreased and then increased. Unlike other characteristics, the peroxide content of the samples decreased from the 5th day onwards. On the other hand, it was found that the sample containing 500 ppm of free yarrow extract had the highest level of acidity, peroxide, thiobarbituric acid index and conjugate diene. The highest oxidative stability (14.21 hours) belonged to the oil with nanoliposome containing 500 ppm of yarrow extract. The dominant fatty acid in sesame oil containing nanoliposome as well as control was linoleic acid, and the use of antioxidants did not significantly change the fatty acid profile of sesame oil. Finally, it can be stated that the use of nanoliposome containing yarrow plant extract is a suitable alternative for synthetic antioxidants available in the market.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.201.153.75]