مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی استخراج شده برگ چغندرقند به روش فراصوت بر پایداری اکسایشی روغن سویا

سمیرا ایزدی[۱]، مسعود هنرور[۱*]، حبیب ا..میرزایی[۲]

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

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

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۰۳/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۶

کلمات کلیدی:

برگ چغندرقند،

آنتی‌اکسیدان،

فراصوت،

پایداری اکسایشی،

روغن سویا.

DOI: 10.52547/fsct.18.09.24

* مسئول مکاتبات:

m-honarvar@hotmail.com

چکیده

یکی از تغییرات عمده‌ای که در طول زمان فرآوری، توزیع و آماده‌سازی نهایی غذا روی می‌دهد، اکسیداسیون چربی‌ها و روغن‌ها می‌باشد و به دلیل تولید ترکیبات نامطلوب در روغن بر سلامت مصرف کنندگان آثار سوئی می‌گذارد از این رو جلوگیری یا تاخیر در فرآیند اکسایش تحت شرایط حراراتی و انبارداری ضروری است. در همین راستا در این مطالعه از فراصوت برای استخراج عصاره آنتی‌اکسیدانی برگ چغندرقند استفاده گردید و بهترین عصاره حاصله از لحاظ قدرت آنتی‌اکسیدانی به‌منظور افزایش پایداری اکسایشی روغن سویا استفاده شد. در این مطالعه از ٤ سطح زمان فراصوت (۰، ۲۰، ٤۰ و ٦۰ دقیقه) استفاده گردید و بهترین عصاره در غلظت‌های مختلف (۲۰۰، ٦۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) به روغن سویا که برای ۱۵ روز در شرایط اکسیداسیون تسریع شده (دمای ٦۳ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بود، افزوده گردید و آزمون‌هایی از قبیل پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزدوج روی روغن‌ها صورت گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان فراصوت راندمان استخراج عصاره آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، درصد به دام‌اندازی رادیکال آزاد **DPPH** و قدرت احیاکنندگی آهن افزایش یافت و در نهایت نمونه حاصل از ٦۰ دقیقه فراصوت به‌عنوان بهترین نمونه انتخاب گردید. از طرفی نتایج حاصل از آزمون‌های صورت گرفته روی روغن سویا نشان داد که با افزایش غلظت آنتی اکسیدان تا ٦۰۰ پی پی ام میزان پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزدوج روغن‌ها کاهش و با افزایش بیشتر غلظت آنتی اکسیدان و همچنین زمان نگهداری در روغن سویا میزان این ویژگی‌ها افزایش یافت. در پایان می‌توان بیان داشت که استفاده از ٦۰۰ پی‌پی‌ام آنتی اکسیدان حاصل از برگ چغندرقند استخراج شده با فراصوت توان رقابت با آنتی‌اکسیدان سنتزی **BHT** را دارد و می‌شود از آن به منظور پایدارسازی روغن سویا استفاده نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

۱- مقدمه

یکی از تغییرات عمده‌ای که در طول زمان فرآوری، توزیع و آماده‌سازی نهایی غذا روی می‌دهد، اکسیداسیون چربی‌ها و روغن‌ها می‌باشد که این رویداد بر کیفیت تغذیه‌ای، ایمنی، رنگ، طعم و بافت غذا اثر دارد و گاهی باعث تولید ترکیبات مضر می‌گردد [۱]. وقوع هرگونه اکسیداسیون در مواد غذایی نامطلوب به شمار می‌آید و منجر به کاهش کیفیت و مدت ماندگاری محصولات غذایی می‌شود [۲]. به‌منظور جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها، استفاده از آنتی اکسیدان‌های سنتزی مانند بوتیلات هیدروکسی آنیزول (BHA)، بوتیلات هیدروکسی تولوئن (BHT)، ترشیو بوتیل هیدروکینون (TBHQ) و استرهای گالات در بسیاری از غذاها مورد استفاده قرار گرفته است [۳]. رادیکال‌های آزاد و دیگر انواع اکسیژن فعال در بدن توسط سامانه آنتی اکسیدانی طبیعی پایش می‌شوند اما اگر موازنه بین رادیکال‌های آزاد تولیدی و سامانه مهار کننده این ترکیبات از بین رود منجر به صدمه به مولکول‌های زیستی شده و در نتیجه خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها را افزایش می‌دهند. علاوه‌بر این با توجه به این که اکسایش یکی از دلایل اصلی فساد چربی‌ها و غذاهای چرب در طول دوره فرآوری و ذخیره سازی می‌باشد [٤]. استفاده از آنتی اکسیدان‌ها در رژیم غذایی برای کاهش اثرات رادیکال‌های آزاد ضروری به نظر می‌رسد. بر اساس تحقیقات انجام شده پیش بینی می‌شود که عصاره طبیعی گیاهان کاربرد وسیعی به‌عنوان ضد اکساینده طبیعی برای بالا بردن کیفیت فرآورده‌های روغنی صنعت غذایی داشته باشد [۵]. ضایعات صنعت غذا، دارای سطح بالایی از ترکیبات فنولی هستند که برای محیط مضر می‌باشند، ولی اثر مثبت آن‌ها بر سلامتی انسان و خاصیت ضداکسایشی آن‌ها ثابت شده است [٦]. چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) گیاهی از تیره اسفناج (Chenopodiacea) است که غنی از فیبر و قند بوده و دارای ویتامین‌های گروه ب و ث می‌باشد. ارزش انرژی‌زایی این سبزی متوسط بوده و به‌صورت تازه، پس از فرایند حرارتی یا تخمیر مورد مصرف قرار می‌گیرد. ترکیب فنولی محلول موجود در دیواره سلولی این گیاه، ترکیب زیست فعال بتالائین نام دارد که رنگ قرمز و ارغوانی ایجاد می‌کند [۷]. بعضی از گونه‌های این گیاه، خواص آنتی اکسیدانی تا حدود سه تا چهار برابر قوی‌تر از آسکوربیک اسید را دارند [۸]. ریشه و برگ چغندر در طب سنتی جهت درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود. در روم باستان از چغندر به عنوان یک دارو جهت درمان یبوست و تب و هم‌چنین از آب چغندر به‌عنوان یک داروی مقوی جهت تقویت قوای جنسی استفاده شده است [۹]. روش‌های سنتی استخراج ترکیبات مانند روش سوکسله و تقطیر با آب که سال‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته است، دارای اشکالات مختلف و معایب تکنیکی می‌باشند. این روش‌ها بسیار زمان‌بر بوده و علاوه‌بر مصرف مقدار زیادی حلال منجر به تخریب حرارتی ترکیبات حساس به حرارت می‌شوند. به‌همین دلیل، تقاضای زیادی برای روش‌های عصاره‌گیری جدید با زمان کوتاه‌تر، دما و میزان مصرف حلال کم‌تر و محافظ محیط زیست وجود دارد و پژوهشگران همواره به دنبال جایگزینی برای این روش‌ها در صنایع غذایی و دارویی می‌باشند. در این میان، استخراج با استفاده از امواج فراصوت به دلیل کارایی بالاتر و میزان مصرف انرژی و حلال کمتر به‌عنوان روشی موثر در فراوری مواد گیاهی، به‌ویژه ترکیبات با وزن مولکولی پایین مورد توجه قرار گرفته است [۱۰]. امواج فراصوت به امواج با فرکانس بیش از ۱۸ کیلوهرتز گفته می‌شوند که توسط انسان قابل شناسایی نیستند و در دو محدوده قوی (فرکانس پایین: ۱۸ تا ۱۰۰ کیلوهرتز) و ضعیف (فرکانس بالا: ۱۰۰ کیلوهرتز تا ۱۰ مگاهرتز) طبقه‌بندی می‌شوند و امواج فراصوت با فرکانس پایین در صنایع فراوری محصولات کشاورزی و غذایی دارای کابردهای متعددی می‌باشند [۱۱]. مکانیسم اثر امواج فراصوت با فرکانس پایین به دلیل ایجاد پدیده‌ی حفره‌زایی یا تشکیل حباب‌های بسیار ریزی است که تحت اثر انقباض و انبساط به صورت لحظه‌ای و نقطه‌های حرارت و فشار فوق العاده ایجاد می‌کند. این وضعیت باعث اثرات فیزیکی شیمیایی بر مولکول‌های مجاور شده و قابلیت نفوذ سلول‌ها را افزایش می‌دهد [۱۲]. از محققینی که از فراصوت در استخراج ترکیبات زیست فعال استفاده کردند، می‌توان به اوریان و همکاران (۲۰۲۰)، سدم زا و همکاران (۲۰۲۰)، هی و همکاران (۲۰۱۵) و یوسفی ماکویی (۲۰۱۷) که به‌ترتیب روی بره موم، عصاره گیاهان مختلف، سیب و قهوه مطالعه کردند[۱۳، ١٤، ۱۵ و ١٦]، اشاره نمود. از این‌رو در این مطالعه به بررسی تاثیر امواج فراصوت بر استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانی از برگ چغندرقند و کاربرد این ترکیبات در روغن سویا پرداخته شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این مطالعه چغندر قند واریته مادیسون که از مزارع شهرستان گنبد کاووس و روغن سویا تصفیه شده بدون آنتی‌اکسیدان شرکت رعنا استان گلستان مورد استفاده قرار گرفت. مواد شیمیایی، اتانول، معرف فولین- سیوکالته، DPPH، اسید گالیک، استات سدیم بدون آب و کلرید آهن(III) از شرکت مرک آلمان تهیه شد. تجهیزات مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از الک آزمایشگاهی، آون آزمایشگاهی (Memert، آلمان)، ترازوی دیجیتال(Gec Avery، ساخت انگلستان)، دستگاه فراصوت حمام‌دار (طیف‌گستر، ایران)، اسپکتروفتومتر (Biochrom، انگلیس).

۲-۲- استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی برگ چغندر قند

بعد از تهیه چغندر قند از مزارع شهرستان گنبد کاووس، برگ‌های آن در ابتدا بعد از جداسازی با آب شسته و در سایه خشک گردید و سپس ناخالصی‌های برگ چغندرقند تا حد امکان با الک جدا شد و بعد از آسیاب شدن به نسبت ۱ به ۵ با آب مقطر مخلوط شد و تحت امواج فراصوت حمام‌دار برای مدت زمان‌های مختلف (۰، ۲۰ و ۴۰ و ۶۰ دقیقه) با فرکانس ۳۷ کیلوهرتز قرار گرفت و بلافاصله عصاره حاصله صاف و با خشک‌کن چرخشی به پودر تبدیل گردید و روی این ترکیبات آزمایشات مختلفی صورت پذیرفت [۱۲ و ۱۷].

۲-۳- استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی استخراج شده در روغن سویا

بعد از یافتن بهترین نمونه از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، ۳ غلظت ۲۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام از آن تهیه و به صورت مستقیم همراه با توئین وارد روغن سویا با اسیدیته کمتر از ۰/۰۱ درصد گردید و به مدت ۱۵ روز (۱، ۸ و ۱۵ روز) این روغن‌ها در دمای ۶۳ درجه سانتی‌گراد در آون آزمایشگاهی نگهداری شدند. لازم به ذکر است که در این بخش یک نمونه روغن حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام آنتی‌اکسیدان BHT و یک نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان نیز مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۸ و ۱۹].

۲-۴- آزمون‌ها

۲-۴-۱- تعیین راندمان استخراج

راندمان عصاره‌گیری با ریختن ۱۰ میلی لیتر از عصاره‌ها (m_1)کف پلیت‌هایی که کاملا تمیز، خشک و به دقت توزین شده بودند، صورت پذیرفت و در نهایت با قرار دادن آنها در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت (m_2)راندمان عصاره گیری با استفاده از رابطه ۱، محاسبه شد [۲۰].

$$Extraction\ yield = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$ رابطه ۱)

۲-۴-۲- تعیین میزان ترکیبات فنولی کل

محتوای فنولی کل با روش رنگ‌سنجی و با استفاده از معرف فولین سیوکالتو تعیین شد. به این منظور یک گرم از هر نمونه با سه میلی‌لیتر محلول متانول: آب (به نسبت ۹۰ به ۱۰) مخلوط و به مدت ٤ دقیقه همزده شد و سپس به مدت ۵ دقیقه در سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت و ۲۰ میکرولیتر از فاز بالای استخراج متانولی با ۸/۲ میلی‌لیتر آب و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین مخلوط و بعد از ۵ دقیقه یک میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱۰ درصد به مخلوط فوق اضافه و به مدت یک ساعت در دمای اتاق و درجای تاریک قرار داده شد. پس از این مدت، جذب نمونه‌ها در دمای اتاق با دستگاه اسپکتروفتومتر ماورای بنفش در ۷٦۵ نانومتر قرائت گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک (۰ تا ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی لیتر) استفاده شد و محتوای فنولی کل به صورت میلی‌گرم اسید گالیک در هر کیلوگرم نمونه گزارش شد [۱۲].

۲-۴-۳- اندازه‌گیری فعالیت به دام‌اندازی (توانایی مهار) رادیکال آزاد DPPH

۲ و ۲- دی‌فنیل ۱- پیکریل هیدرازین (DPPH)، رادیکالی چربی دوست است که دارای جذب بیشینه در طول موج ۵۱۷ نانومتر است. در آزمون DPPH، رادیکال‌های DPPH با آنتی‌اکسیدان‌ها یا دیگر گونه‌های رادیکالی واکنش می‌دهند و مقدار آن کاهش می‌یابد. در نتیجه جذب در طول موج ۵۱۷ -۵۱۵ نانومتر کاهش می‌یابد. کاهش مولکول‌های DPPH با تعداد گروه‌های هیدروکسیل در دسترس نسبت مستقیم دارد. گروه‌های هیدروکسیل با دادن هیدروژن به رادیکال‌های DPPH آن‌ها را از رنگ بنفش تیره به زرد روشن تبدیل

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

می‌کنند. جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر بیانگر مقدار DPPH باقی‌مانده است. در این روش به ۱ میلی‌لیتر از عصاره استخراج شده ۱ میلی‌لیتر محلول متانولی ۰/۱ میلی‌مولار DPPH اضافه شد و مخلوط حاصل به خوبی تکان داده شد و به مدت ۱۵ دقیقه در مکان تاریک در دمای اتاق قرار داده شد. سپس جذب مخلوط توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید و از رابطه زیر درصد به دام‌اندازی رادیکال آزاد DPPH به‌دست آمد [۲۱].

رابطه ۲)

درصد فعالیت دام‌اندازی رادیکال آزاد DPPH = $(AS-AC/ Ac) \times 100$

در این رابطه AS جذب نوری نمونه و AC جذب نوری شاهد بود.

۲-٤-٤- تعیین قدرت احیاکنندگی آهن

در این روش، قدرت احیاکنندگی هر یک از نمونه‌ها بر اساس احیا شدن پتاسیم فریک سیانید و تغییر طیف رنگی از زرد به سبز یا آبی، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام آزمایش ۰/۰۳گرم نمونه با ۲/۵ میلی لیتر بافر فسفات سدیم با pH برابر با ٦/٦ و ۲/۵ میلی لیتر پتاسیم فریک سیانید ۱ درصد مخلوط شدند و به مدت ۵۰ دقیقه در بن‌ماری ۲۰ درجه نگهداری گردید. سپس ۲/۵ میلی لیتر از محلول تری کلرو استیک اسید (۱۰درصد) به لوله‌ها اضافه شد و در دمای معمولی با دورg×۱۳۵۰به مدت ۵۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. پس از آن ۲/۵ میلی لیتر از مایع رویی لوله‌ها با ۲/۵ میلی آب مقطر و ۰/۲ میلی لیتر فریک کلراید ۰/۱ درصد مخلوط شده و در طول موج ۷۰۰ نانومتر در اسپکتروفتومتر، خوانده شد. افزایش میزان جذب نوری نشانه افزایش قدرت احیاکنندگی نمونه می‌باشد [۱۷].

۲-٤-۵- تعیین اندیس پراکسید

میزان پراکسید روغن‌ها مطابق روش AOCS Cd 8–53 (۱۹۹۳) اندازه‌گیری گردید. ۵ گرم روغن در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری وزن و ۳۰۰ میلی‌لیتر حلال اسید استیک-کلروفرم با نسبت ۳: ۲ به آن اضافه شد و پس از هم‌زدن، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدیدپتاسیم اشباع به آن افزوده گردید و ۱ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. به محلول حاصل ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به آرامی با تیوسولفات سدیم ۰/۱ مولار تیتر شد و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ زرد ادامه یافت. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف شناساگر نشاسته اضافه گردید و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه یافت و میزان پراکسید از رابطه زیر به‌دست آمد[۲۲].

رابطه ۳)

$$P=S\times M\times 100/ W$$

در رابطه ۳، 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 می باشد.

۲-٤-٦- اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید (TBA[1])

مقدار ۱۰ گرم از هر نمونه در داخل لوله سانتریفوژ ۵۰ میلی لیتری وزن شد و با اضافه کردن ۳۰ میلی لیتراسید پرکلریک ٤ درصد و یک میلی‌لیتر محلول BHT[2] ۰/۵ درصد در اتانول هموژنیزه شدند. مخلوط توسط فیلتر کاغذی واتمن شماره ٤ صاف شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده با ۵ میلی‌لیتر از محلول TBA ۰/۰۲ مولار در داخل لوله آزمایش درب‌دار مخلوط گردید و به مدت ٦۰ دقیقه در بن ماری آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه‌ها میزان جذب نوری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (کمپست، انگلستان) در طول موج ۵۳۲ نانومتر در برابر محلول شاهد (۵ میلی لیتراسید پرکلریک ٤ درصد و ۵ میلی‌لیتر از محلول TBA ۰/۰۲ میلی مول) قرائت گردید و میزان TBA بر اساس میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم نمونه محاسبه گردید [۲۳].

۲-٤-۷- تعیین میزان دی‌ان مزدوج

برای اندازه گیری ترکیبات دی ان مزدوج در روغن‌ها از روش طیف سنجی استفاده شد. بدین ترتیب ابتدا نمونه‌ها با هگزان با نسبت ۱ به ٦۰۰ (روغن به هگزان) رقیق شد و سپس جذب آنها در ۲۳٤ نانومتر قرائت گردید [۲٤].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌های این مطالعه با سه تکرار و در بخش استخراج عصاره از برگ چغندرقند طرح کاملا تصادفی و برای بخش بعدی مطالعه (استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها در روغن) طرح کاملا تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل (۵ ×۳ با سه زمان نگهداری و ۵ سطح آنتی‌اکسیدان) مورد استفاده قرار گرفت که از نرم‌افزار SAS برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از آزمون چند

1. Thiobarbituric acid
2. Butylated Hydroxyanisole

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

دامنه‌ای دانکن برای مقایسه‌ی میانگین داده‌ها استفاده شد و در نهایت برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-تاثیر زمان فراصوت بر راندمان استخراج عصاره آنتی اکسیدانی

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به آزمایشات راندمان استخراج عصاره نشان داد که زمان فراصوت بر میزان راندمان استخراج عصاره آنتی اکسیدانی، تاثیر معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۱$). همان‌طورکه مشخص است با افزایش زمان فراصوت راندمان استخراج عصاره افزایش یافت به‌گونه‌ای که با افزایش زمان فراصوت از ۰ تا ۶۰ دقیقه راندمان استخراج در حدود ۹۷/۷۶ درصد افزایش یافت. افزایش استخراج عصاره را می‌توان به اثرات مختلف امواج فراصوت از قبیل پدیده کاویتاسیون، امولسیفیکاسیون، انتشار و صدمه به بافت که به استخراج اجزای مورد نظر از مواد خام کمک می‌کند، نسبت داد [۱۲]. کاستاندا-والبونا و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشتند که استفاده از فراصوت منجر به افزایش استخراج عصاره از پوست و دانه‌های گیاه انبه می‌گردد [۲۵]. نتایج این بخش با نتایج مجید و سیلوا (۲۰۲۰) که بیان داشته بودند با افزایش زمان فراصوت میزان راندمان استخراج عصاره از گیاه آریستوتلیا سراتا[1] که یک گیاه مناسب برای عملکرد بهتر مغز انسان و جلوگیری از بیماری آلزایمر می‌باشد، افزایش می‌یابد در تطابق بود[۲۶].

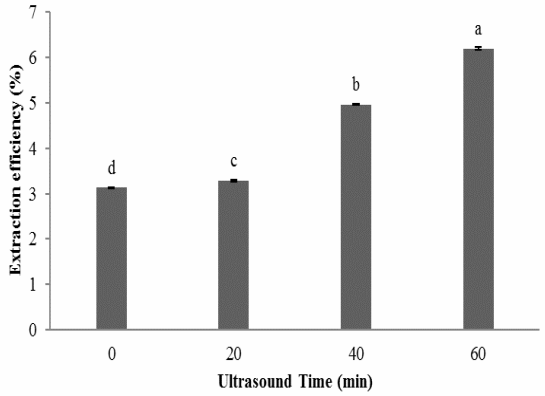

Fig 1 The effect of ultrasound time on extract efficiency

1. *Aristotelia serrata*

۳-۲- تاثیر زمان فراصوت بر میزان ترکیبات فنولی کل

عدم پذیرش افزودنی‌ها و نگهدارنده‌های شیمیایی از سوی مصرف‌کنندگان به دلیل سرطان‌زایی و سمیت احتمالی، منجر به پژوهش‌های گسترده در زمینه کشف ترکیبات فعال طبیعی با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی شده است. ترکیبات طبیعی قادر به افزایش عمر نگهداری مواد غذایی از طریق بازدارندگی رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن و فاسدکننده مواد غذایی و نیز حفاظت مواد غذایی از آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی می‌باشند [۲۷]. شکل ۲، نشان داد که بیشینه میزان ترکیبات فنولی کل مربوط به عصاره حاصل از ۶۰ دقیقه فراصوت بود به‌عبارت دیگر با افزایش زمان فراصوت در حین استخراج عصاره میزان ترکیبات فنولی کل افزایش یافت. علت افزایش میزان استخراج ترکیبات فنولی با افزایش زمان فراصوت را می‌توان به پدیده کاویتاسیون نسبت داد که در واقع در اثر انتشار امواج صوتی در فاز جامد-مایع، چرخه‌های انقباض و انبساطی در محیط ایجاد می‌شود که باعث تشکیل حباب‌هایی شده که این حباب‌ها در ادامه رشد و در نهایت متلاشی می‌شوند. این عمل باعث نوسان ذرات جامد و مایع شده و تحت عمل فراصوت سرعت پیدا می‌کنند. در نتیجه مواد حل شونده سریعا از فاز جامد به حلال انتشار پیدا می‌کنند [۱۹]. کمالی و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان داشتند که در هنگام استفاده از حمام فراصوت با افزایش زمان فراصوت میزان ترکیبات فنولی موجود در عصاره استخراجی از سنجد زینتی افزایش می‌یابد که با نتایج این بخش مطابقت داشت [۲۸]. از طرفی یافته‌های این مطالعه با نتایج سایر محققین از قبیل یوسفی ماکویی و همکاران (۲۰۱۷) و اوریان و همکاران (۲۰۲۰) نیز در تطابق بود [۱۳ و ۱۶].

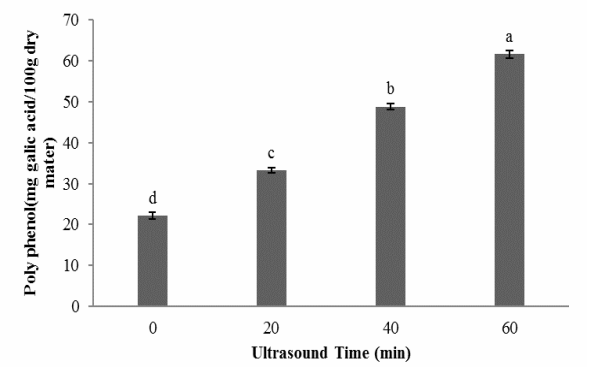

Fig 2 The effect of ultrasound time on the amount of total phenolic compounds

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

۳-۳- تاثیر زمان فراصوت بر درصد به دام‌اندازی رادیکال آزاد DPPH

محدوده داده‌های به دست آمده برای درصد به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH بین ۳۹/۲۷-۵٦/٤۲ درصد بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نمونه‌ی شاهد (بدون اعمال فراصوت) از نظر درصد به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH کمترین مقدار بود و با افزایش زمان فراصوت میزان این شاخص افزایش یافت (شکل ۳). اندازه‌گیری درصد به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH، به‌عنوان یک آزمون معتبر و در عین حال ساده به‌طور گسترده جهت بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی مورداستفاده قرار می‌گیرد. در این آزمون، می‌توان فعالیت آنتی‌اکسیدانی تعداد زیادی نمونه را در طی مدت زمان کوتاه مورد ارزیابی قرارداد. علاوه‌بر این، حساسیت بالای رادیکال‌های DPPH امکان تعیین فعالیت ضد رادیکالی غلظت‌های پایین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی را نیز فراهم می‌نماید [۲۹]. علت افزایش درصد به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH با افزایش زمان فراصوت را نیز می‌توان به افزایش ترکیبات فنولی و سایر ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در عصاره بر اثر پدیده کاویتاسیون نسبت داد. نتایج این بخش با نتایج قره خانی (۲۰۰۹) و کاستاندا-والبونا و همکاران (۲۰۲۱) تطابق داشت [۱۹ و ۲۵].

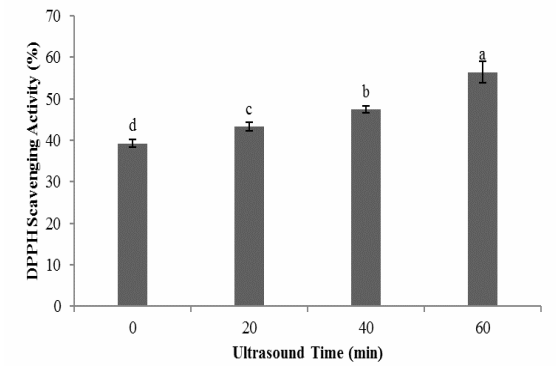

Fig 3 The effect of ultrasound time on the DPPH

۳-٤- تاثیر زمان فراصوت بر قدرت احیاکنندگی آهن

قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها، توانایی آنها را برای احیای آهن سه ظرفیتی و تبدیل آن به آهن دو ظرفیتی نشان می‌دهد. حضور آنتی‌اکسیدان‌ها (احیاکننده‌ها) در عصاره که دهنده الکترون هستند منجر به احیای کمپلکس‌های فری سیانید و تبدیل آن‌ها به فرم فروس می‌شود که بسته به احیاکنندگی عصاره‌های مورد آزمایش، رنگ زرد محلول به درجات مختلفی از رنگ سبز و آبی تغییر می‌کند [۳۰]. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به آزمایشات قدرت احیاکنندگی آهن نشان داد که زمان فراصوت بر این پارامتر نیز تاثیر معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۱$). همان‌طورکه مشخص است (شکل ٤) با افزایش زمان فراصوت قدرت احیاکنندگی آهن عصاره افزایش یافت. ترکیبات فنولی عصاره‌ها می‌توانند با اهدای الکترون یا اتم‌های هیدروژن، واکنش‌های زنجیری رادیکال‌های آزاد را شکسته و اکسایش را به تاخیر می‌اندازد، وجود عوامل احیاکننده عامل اصلی قدرت احیاکنندگی است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی را از طریق شکستن واکنش زنجیری رادیکال آزاد انجام می‌دهند [۳۱]. نتایج این بخش با نتایج آلتیمیمی و همکاران (۲۰۱۵) که بیان داشته بودند که با افزایش زمان و شدت فراصوت قدرت احیاکنندگی عصاره حاصل از اسفناج افزایش می‌یابد [۳۲]، تطابق داشت.

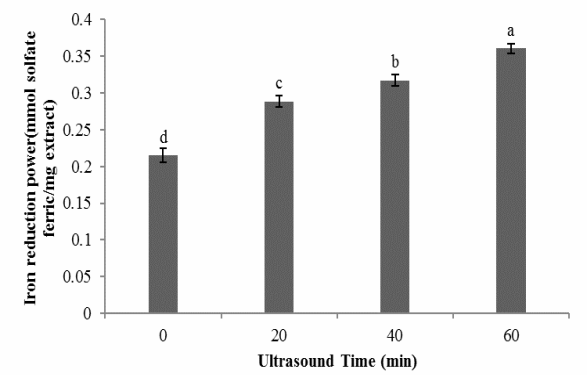

Fig 4 The effect of ultrasound time on the reducing power of iron

۳-۵- تاثیر پارامترهای عملیاتی بر میزان اندیس پراکسید روغن سویا

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 [۳۳]. نتایج اثر متقابل غلظت آنتی اکسیدان و زمان نگهداری بر میزان پراکسید نمونه‌ها در جدول ۱، آورده شده است، همان‌طور که مشخص است، کمترین میزان پراکسید نمونه‌ها متعلق به نمونه حاوی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

۶۰۰ پی پی‌ام عصاره برگ چغندر در روز اول نگهداری در آون بود و با افزایش زمان نگهداری میزان اندیس پراکسید نمونه‌ها افزایش یافت و با افزایش غلظت آنتی اکسیدان تا ۶۰۰ پی‌پی‌ام میزان پراکسید نمونه‌ها کاهش یافت ولی با افزایش بیشتر غلظت آنتی اکسیدان در روغن سویا میزان پراکسید نمونه‌ها افزایش یافت. کاهش اندیس پراکسید به وجود ترکیبات فنولی و زیست فعال دیگر موجود در عصاره آنتی‌اکسیدانی ارتباط دارد که نتایج این بخش با نتایج مامرویومدا و جورج (۲۰۲۱) که بیان داشته بودند با افزایش غلظت عصاره پوست پیاز میزان اندیس پراکسید روغن سویا کاهش می‌یابد، مطابقت داشت [۳۴]. علت افزایش اندیس پراکسید با افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان را نیز می‌توان به دارا بودن خاصیت پرواکسیدانی سایر ترکیبات موجود در عصاره‌های گیاهی به‌همراه ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نسبت داد که توانایی تولید هیدروپراکسیدهای آزاد را دارند که این بخش با نتایج پریزن و همکاران (۲۰۱۱) و فدوی و همکاران (۲۰۱۶) که به ترتیب مقاومت حرارتی روغن سویا حاوی مقادیر متفاوت عصاره برگ سنا و تمشک سیاه را مورد بررسی قرار داده بودند، تطابق داشت [۱۸ و ۳۵]. برخی از محققین نشان دادند که بعضی از عصاره‌های گیاهی قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی دارند مظاهری کلهرودی و همکاران (۲۰۱۴) و تهامی و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند اثر عصاره آنتی اکسیدانی رازیانه از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT و BHA بالاتر می‌باشد [۳۶ و ۳۷]. کامکار و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که با افزایش زمان نگهداری میزان پراکسید نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۳۸]. تینلو و لانته (۲۰۲۰) با بررسی اکسیداسیون تسریع شده روغن سویا حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی زنجبیل و زردچوبه بیان داشتند که با افزایش زمان نگهداری تا ۲۱ روز در آون اندیس پراکسید تا ۸۰ $meqO_2/kg$ افزایش یافت که افزودن این آنتی‌اکسیدان‌ها به روغن سویا میزان این افزایش را کاهش داد [۳۹]. مهدالی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تاثیر افزودن عصاره آنتی‌اکسیدانی پوست سیب‌زمینی و چغندر قند بیان داشتند که با افزایش زمان نگهداری میزان پراکسید نمونه‌ها افزایش داشت و افزودن عصاره آنتی‌اکسیدانی چغندر قند میزان پراکسید نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت [۴۰] که با نتایج این بخش مطابقت داشت.

Table 1 Effect of antioxidant concentration and storage time on peroxide index (meq O2 / kg)

Type and concentration of antioxidants (ppm)	Storage time (days)		
	1	8	15
Control	2.75 ± 0.02^{cA}	30.00 ± 0.51^{bA}	62.00 ± 0.51^{aA}
200	1.50 ± 0.03^{cD}	19.00 ± 0.07^{bC}	41.00 ± 0.09^{aC}
600	1.30 ± 0.02^{cE}	18.00 ± 0.05^{bD}	39.00 ± 0.07^{aE}
1000	1.90 ± 0.01^{cB}	23.00 ± 0.04^{Bb}	47.00 ± 0.05^{aB}
BHT	1.72 ± 0.01^{Cc}	17.00 ± 0.03^{bE}	40.00 ± 0.32^{aD}

Data are mean ± SD and numbers with different uppercase and lowercase letters show significance in row and column at 5% level, respectively.

۳-۶- تاثیر پارامترهای عملیاتی بر شاخص تیوباربیتوریک اسید

تجزیه و تحلیل‌داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که تمامی پارامترهای عملیاتی بر شاخص تیوباربیتوریک اسید نمونه‌ها تاثیر کاملا معنی‌دار داشت ($p<0/01$). گاهی به‌دلیل گسترش فساد روغن، محصولات اولیه اکسیداسیون مانند هیدروپراکسیدها به آلدهیدها و کتون‌ها تجزیه شده و عدد پراکسید کاهش می‌یابد، بنابراین جهت تشخیص و اندازه‌گیری محصولات ثانویه حاصل از اکسیداسیون مانند آلدهیدها و کتون‌ها آزمایش تیوباربیتوریک اسید انجام می‌شود. مالون آلدهید، آلدهیدی است که به‌طور عمده در اثر تجزیه اسیدهای چرب چند غیراشباعی تشکیل می‌شود. در اندازه‌گیری اندیس تیوباربیتوریک اسید، مالون آلدهید با تیوباربیتوریک اسید واکنش می‌دهد. بنابراین میزان تیوباربیتوریک طی اکسیداسیون افزایش می‌یابد [۴۱]. یافته‌های این مطالعه نشان داد که با افزایش میزان زمان نگهداری شاخص تیوباربیتوریک اسید نمونه‌ها افزایش یافت که این افزایش در نمونه شاهد بیشترین بود و در روز آخر نگهداری نمونه حاوی ۶۰۰ پی پی‌ام عصاره برگ چغندر دارای کمترین میزان شاخص تیوباربیتوریک اسید بود (جدول ۲). از طرفی مشخص گردید که افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها در نمونه‌ها میزان این شاخص ابتدا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

کاهش و سپس افزایش یافت. علت کاهش شاخص تیوباربیتوریک اسید روغن سویا را می‌توان به افزایش ترکیبات فنولی موجود در عصاره آنتی‌اکسیدانی نسبت داد و افزایش این شاخص را نیز می‌توان در ارتباط به ناخالصی همراه با ترکیبات فنولی موجود در عصاره که در نقش پرواکسیدان عمل می‌نمایند، دانست [٤٢]. وانگ و همکاران (٢٠١٨) با بررسی اثر عصاره گیشنیز در روغن آفتابگردان در شرایط نگهداری اکسیداسیون تسریع شده بیان داشتند که استفاده از عصاره آنتی‌اکسیدانی گیشنیز تا ١٢٠٠ پی‌پی‌ام منجر به کاهش شاخص تیوباربیتوریک اسید روغن می‌گردد [٤٣]. قادری قهفرخی و همکاران (٢٠١٢) به بررسی ترکیبات فنولی میوه بلوط و مقایسه با فعالیت ضداکسایشی ضداکسایندههای مصنوعی BHA، BHT و TBHQ در ثبات اکسایشی روغن آفتابگردان پرداختند. نتایج نشان داد که در نمونه‌های حاوی ضداکساینده سرعت تشکیل محصولات ثانویه‌ی اکسیداسیون کمتر از نمونه‌ی شاهد بود که با نتایج تحقیق حاضر مشابه بود [٤٤]. آنها دلیل سرعت کمتر تشکیل محصولات ثانویه‌ی اکسیداسیون نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان را نسبت به نمونه شاهد به اثر آنتی‌اکسیدانی آنها در جلوگیری از تجزیه‌ی هیدروپراکسیدها نسبت دادند. اکبری و همکاران (٢٠١٣) نشان دادند که با افزایش زمان نگهداری فیله ماهی میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهیدها افزایش می‌یابد که دلیل این امر می‌توان افزایش آهن آزاد و دیگر پرواکسیدان‌ها باشد و همچنین آلدهیدها به‌عنوان محصول ثانویه اکسیداسیون از شکست هیدرواکسیدها ایجاد می‌شوند [٤٥].

Table 2 Effect of antioxidant concentration and storage time on thiobarbituric acid index (mg malonal dehid/Kg)

Type and concentration of antioxidants (ppm)	Storage time (days) 1	8	15
Control	0.0205 ± 0.000^{cA}	0.105 ± 0.001^{Bb}	0.611 ± 0.020^{aA}
200	0.020 ± 0.002^{cA}	0.155 ± 0.002^{bA}	0.411 ± 0.003^{aBC}
600	0.0195 ± 0.002^{cA}	0.0905 ± 0.004^{bB}	0.285 ± 0.006^{aD}
1000	0.0190 ± 0.001^{cA}	0.160 ± 0.005^{bA}	0.510 ± 0.004^{aAB}
BHT	0.021 ± 0.000^{cA}	0.105 ± 0.001^{bB}	0.315 ± 0.009^{aCD}

Data are mean ± SD and numbers with different uppercase and lowercase letters show significance in row and column at 5% level, respectively.

٣-٧- تاثیر پارامترهای عملیاتی بر میزان دی‌ان مزدوج

آنالیزواریانس داده‌های حاصل از دی ان مزدوج نشان داد که تمامی پارامترهای عملیاتی بر میزان دی‌ان مزدوج روغن‌ها تاثیر کاملا معنی‌دار داشت ($p<٠/٠١$). یکی دیگر از روش‌هایی که جهت بررسی مراحل اولیه اکسیداسیون می‌توان از آن استفاده کرد، تعیین میزان دی‌ان‌های مزدوج تولید شده است. در واقع طی فرایند اکسیداسیون، موقعیت باند دو گانه چربی‌های حاوی دی‌ان یا پلی‌ان جابجا شده که این جابجایی باعث افزایش عدد دی‌ان مزدوج می‌گردد. هر چه اکسیژن دریافتی بیشتر، عدد دی ان مزدوج نیز افزایش می‌یابد [٤٦]. نتایج (جدول ٣) نشان داد که بیشینه میزان دی‌ان مزدوج روغن‌ها به نمونه شاهد که فاقد هرگونه آنتی‌اکسیدانی بود در روز پانزدهم نگهداری تعلق داشت و در تمامی نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری میزان دی‌ان مزدوج افزایش یافت که این افزایش در نمونه حاوی ٦٠٠ پی‌پی ام آنتی‌اکسیدان برگ چغندر و BHT کمتر بود (جدول ٣). به‌طور کلی، سطوح بیشتر عدد دی ان مزدوج نشان دهنده پایداری کمتر روغن به اکسیداسیون می‌باشد در نتیجه نمونه شاهد دارای کمترین میزان پایداری نسبت به اکسیداسیون است که ناشی از عدم افزودن آنتی‌اکسیدان به آن می باشد. علت افزایش میزان دی‌ان مزدوج با افزایش هرچه بیشتری آنتی‌اکسیدان در روغن همانند پارامترهای قبلی مورد مطالعه افزایش خاصیت پرواکسیدانی ترکیبات عصاره می‌باشد. عیوقی و همکاران (٢٠٠٩)، بیان داشتند که با افزایش غلظت اسانس شوید تا ٠/٦ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در روغن سویا، فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت ولی در غلظت‌های بالاتر از میزان ذکر شده فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن کاسته شدو با توجه به افزایش ناخالصی‌های موجود در اسانس و به علت وجود ترکیبات فنولیک بیشتر بر اثرات پرواکسیدانی آن افزوده شد که با نتایج این بخش کاملا مطابقت داشت [٤٧]. تراتران و همکاران (٢٠٢٠) بیان داشتند که استفاده از عصاره آنتی‌اکسیدانی برگ گیاه گواوا[1] در سوسیس تهیه شده از

1. Guava leaves

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

گوشت خوک تا ۶۰۰۰ پی‌پی‌ام منجر به کاهش عدد دی‌ان مزدوج گردید و با افزایش بیشتر این آنتی‌اکسیدان در فرمولاسیون سوسیس این خصوصیت افزایش یافت. علت افزایش شاخص با افزایش زمان نگهداری را می‌توان به تشکیل هیدروپراکسیدها از اسیدهای چرب غیراشباع و آرایش مجدد پیوندهای دوگانه نسبت داد [۴۸].

Table 3 Effect of antioxidant concentration and storage time on conjugated dien value (mmol/L)

Type and concentration of antioxidants (ppm)	Storage time (days)		
	1	8	15
Control	7.15 ±1.20^{cA}	30.50±2.91^{bA}	51.00±3.99^{aA}
200	7.15 ±0.98^{cA}	23.50±1.39^{bC}	40.50±1.40^{aC}
600	7.20 ±0.89^{cA}	18.25±2.57^{bD}	36.50±1.46^{aD}
1000	7.20 ±0.79^{cA}	26.35±2.23^{bB}	47.45±2.77^{aB}
BHT	7.12±1.13^{cA}	19.50±2.32^{bD}	36.50±1.51^{aD}

Data are mean ± SD and numbers with different uppercase and lowercase letters show significance in row and column at 5% level, respectively.

٤- نتیجه‌گیری کلی

از اهداف اصلی این مطالعه می‌توان به افزایش استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی برگ چغندر با استفاده از فراصوت و همچنین استفاده از این ترکیبات به‌منظور افزایش پایداری اکسایشی روغن سویا اشاره نمود. به‌همین منظور می‌توان بیان داشت که استفاده از فراصوت منجر به افزایش راندمان استخراج عصاره آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنولی کل، درصد به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاکنندگی آهن عصاره‌های استخراجی از برگ چغندرقند گردید و نمونه حاصل از ۶۰ دقیقه فراصوت به‌عنوان بهترین نمونه انتخاب شد. از طرفی نتایج نشان داد که با افزایش غلظت آنتی اکسیدان تا ۶۰۰ پی پی ام میزان پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و دی‌ان مزدوج نمونه‌ها کاهش ولی با افزایش بیشتر غلظت آنتی اکسیدان در روغن سویا میزان پراکسید نمونه‌ها افزایش یافت و با افزایش زمان نگهداری شاخص‌های اکسایشی مورد مطالعه در این تحقیق افزایش یافت. در پایان این تحقیق می‌توان بیان داشت که استفاده از ۶۰۰ پی‌پی‌ام آنتی اکسیدان حاصل از برگ چغندرقند توان رقابت با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT را دارد و می‌شود از آن به منظور پایدارسازی روغن سویا استفاده نمود.

۵- منابع

[1] Shahidi, F. 2005. Bailey's Industrial Oil and Fat Products.Wiley- interscience publication.

[2] Hras, A. R., Hadolin, M., Knez, Z., and Bauman, D. 2000. Comparison of antioxidative and symargistic effects of rosemary extract with atocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. Food chemistry. 71 (2): 229-233.

[3] Olmedo, R. H., Asensio, C., Nepote, V., Mestrallet, M. G., and Grosso, N. R. 2009. Chemical and sensory stability of fried-salted peanuts flavored with oregano essential oil and olive oil. Journal of the science of Food and Agriculture, 89 (12): 2128-2136.

[4] 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): 521-525.

[5] Dziki, D., Rozylo, R., Dziki, U. G., and Swieca, M. 2014. Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat brwad by the addition of plant materials rich in phenolic compounds, Trends in Food Scince and Technology, 40: 48-61.

[6] Jeong, S. M., Kim, S. Y., Kim, D. R., Jo, S. C., Nam, K. C., Ahn, D.U. and Lee, S. C. 2004. Effect of Heat Treatment on the Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels. Journal of Food Chemistry, 52: 3389-3397.

[7] Latorre, M. E., Bonelli, P. R., Rojas, A. M., and Gerschenson, L. N. 2012. Microwave inactivation of red beet (Beta vulgaris L. Var conditive) peroxidise and polyphenoloxidase and the effect of radiation on vegetable tissue quality"Journal of Food Engineering, 109 (4):676-684.

[8] Cai, Y. Z. 2003. Antioxidant activity of betalains from plants of the amaranthaceae. Journal of Agriculture and food Chemistry. 51: 2288-2294.

[9] Asgary, S., Hashemi, M., Goli-malekabadi, N. and Keshvari, M. 2015. The effects of acute consumption of pomegranate juice (*Punica granatum* L.) on decrease of blood pressure, inflammation, and improvement of vascular function in patients with hypertension: a clinical trial. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 16(6): 84-91. (In Persian).

[10] Rodrigues, S., and Pinto, G. A. 2007.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

Hajnajari, H., Sharayei, P.Armin, M. 2019. Optimization of the pulsed electric field - assisted extraction of functional compounds from cinnamon. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 1-22.

[21] Long, J., Fu, Y., Zu, Y., Li, J., Wang, W., Gu, C. and Luo, M. 2011. Ultrasound-assisted extraction of flaxseed oil using immobilized enzymes. bioresource technology.102, 9991–9996.

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

[23] AOAC. 1990. Official Method of analysis (15 edn). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DS, USA.

[24] 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.

[25] Castañeda-Valbuena, D., Ayora-Talavera, T., Luján-Hidalgo, C., Álvarez-Gutiérrez, P., Martínez-Galero, N. and Meza-Gordillo, R. 2021. Ultrasound extraction conditions effect on antioxidant capacity of mango by-product extracts.Food and Bioproducts Processing. 127: 212-224.

[26] Majid, H. and Silva, F.V.M. 2020. Improvement of butyrylcholinesterase enzyme inhibition and medicinal properties of extracts of Aristotelia serrata leaves by ultrasound extraction.Food and Bioproducts Processing. 124: 445-454.

[27] Padmashree, A., Roopa, N., Semwal, A.D., Sharma, G.K., Agatian, G. and Bawa, A.S. 2007. Star-anise (Illicium verum) and black caraway (Carum nigrum) as natural antioxidants. Journal of Food Chemistry. 104: 59-66.

[28] Kamali, F., Sadeghi Mahonak, A.H. and Nasiri far, Z. 2015. Evaluation of the Antioxidant Activity of Some Rosaceae Plants as an Alternative to the Synthetic Antioxidants in Food Industry. Journal of food technology and nutrition. 2(46): 33-40. (In Persian)

[29] Sanchez-Moreno, C. 2002. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. Journal of Food Science and Technology International. 8: 121-137.

[30] Do, Q.D., Angkawijaya, A.E., Tran-Nguyen, P.L., Huynh, L.H., Soetaredjo, F.E., Ismadji, S., Ju, Y.H. 2013. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoids content, and antioxidant activity of Limnophilaaromatica.Journal of Ultrasound extraction of phenolic compounds from coconut (Cocos nucifera) shell powder. Journal of Food Engineering, 80 (3): 869-872.

[11] Fellows, P. 2000. Food processing technology. 2 e dn. CRC press. Boca Raton Boston New York Washington, DC.

[12] 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.

[13] Oroian, M., Ursachi, F., and Dranca, F. 2020. Influence of ultrasonic amplitude, temperature, time and solvent concentration on bioactive compounds extraction from propolis. Ultrasonics Sonochemistry, 64: 105-121.

[14] Sedem Dzah, C., Duana, Y., Zhanga, H., Wena, C., Zhanga, J., Chenc, G., and Maa, H. 2020. The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. Food Bioscience, 35: 100547.

[15] He, Y., Lu, Q., and Liviu, G. 2015. Effects of extraction processes on the antioxidant activity of apple polyphenols. CyTA - Journal of Food, 13 (4): 603-606.

[16] Yousefi Makoei, H., Jalilzadeh, A. and Azadmard Demirchi, S. 2017. The effect of ultrasonic wave pretreatment and solvent type on antioxidant capacity and phenolic compounds of coffee. Iranian Food Science and Technology. 15 (75): 93-100. (In Persian)

[17] Nejati-Rad, A., Moghimi, M., Rezaei, R. and Bakhshabadi, H. 2020. Effect of different pre-treatments on antioxidant and some chemical compounds of extract of hawthorn fruit. FSCT. 17 (105) :113-122. (In Persian).

[18] Fadavi, A., Kohsari, H. and Hosseini Ghaboos, S.H. 2016. Antioxidant and antimicrobial characteristics of black Raspberry (Rubus occidentalis) leaves extract and its effect on stability of soybean oil. FSCT. 13 (51) :29-41. (In Persian).

[19] Qarahkhani, M. 2009. Comparison of different methods of extracting phenolic and flavonoid compounds from nettle and evaluation of antioxidant activity of its extract in soybean oil. Thesis for obtaining a master's degree in food science and industry engineering from Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 138 page. (In Persian).

[20] Pashazadeh, B., Elhamirad, A.H.,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

Smetanska, I. 2010. Antioxidant efficacy of potato peels and sugar beet pulp extracts in vegetable oils protection. Food Chemistry. 123(4): 1019-1026.

[41] Arabestani, A., Kadivar, M., Shahedi, M. and Goli, S.A.H. 2013. Evaluation of some structural properties and antioxidant activity of protein-based film from bitter vetch seed and its effect on oxidation of sunflower oil. New technologies in the food industry. 1 (2): 3-14. (In Persian).

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

[43] Wang, D., Fan, W., Guan, Y., Huang, H., Yi, T. and Ji, J. 2018. Oxidative stability of sunflower oil flavored by essential oil from *Coriandrum sativum* L. during accelerated storage. LWT. 1-36.

[44] Ghaderi Ghahfarokhi, M., Alami, M., Sadeghi Mahoonak, A.L., Azizi, M.H., Ghorbani, M. 2012. Effects of phenolic compounds extraction from acorn fruit´s (Quercus branti var persica Lindl.) with different solvents on antioxidant activity in oxidative stability of sunflower oil, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 1: 59-72.

[45] 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.

[46] Haghighat Kharazi S., EsmailZaddeh Kenari, R. and RafteniAmiri, Z. 2013. The effect of heat treatment on chemical changes and oxidative stability of virgin olive oil of common Iranian cultivars in Rudbar region: a study on yellow, snake and fish." Iranian Food Science and Technology Research. 9 (4): 330-339. (In Persian).

[47] Ayoughi, F., Barzgarbfrooi, M., Sahari, M. and Naqdi Badi, H. 2009. Evaluation of antioxidant activity of dill essential oil (Anethum graveolens) in soybean oil and its comparison with chemical antioxidants. Medicinal Plants. 9 (30): 71-83. (In Persian).

[48] TraTran, T.T., NguyetTon, N.M., Ngyen, T.T., ManLe, V.V., Sajeev, D., Schilling, M.W. and DinhT.T.N. 2020. Application of natural antioxidant extract from guava leaves (*Psidium guajava L.*) in fresh pork sausage. Meat Science. 165: 108-116.

Food and drug analysis, 1-7.

[31] Gillani, F., Raftani Amiri, Z. and Esmailzadeh Kenari, R. 2017. The effect of different solvents and ultrasound on antioxidant properties of extract of Cornus mas L. fruit. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 13(4): 517-527. (In Persian).

[32] Altemimi, A., Choudhary, R., Watson, D.G. and Lightfoot, D.A. 2015. Effects of ultrasonic treatments on the polyphenol and antioxidant content of spinach extracts. Ultrasonics Sonochemistry. 24:Pages 247-255.

[33] 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.

[34] Mamoro Umeda, W. and Jorg, N. 2021. Oxidative stability of soybean oil added of purple onion (*Allium cepa* L.) peel extract during accelerated storage conditions. Food Control. 127: 1-12.

[35] Parizan, T., Elhamirad A.H., Astiri, S. H., Armin, M. 2011. Investigation of the antioxidant activity of the methanolic extract of the leave of senna itulical and its effect on stability of soybean oil. Journal of food science and technology. 3(1): 51-59.

[36] Mazaheri Kalahrodi, M., Bassiri, A.R. and Jalali, H. 2014. Evaluation of antioxidant activity of fennel (Foeniculum vulgare) seed extract in soybean oil in comparison with synthetic antioxidants BHA and BHT. New technologies in the food industry 1 (3): 15-28. (In Persian).

[37] Tahami, F., Basiri, A., Ghiasi Tarzi, B. and Mahasti, P. 2011. Antioxidant effect of Fennel seed extract (Foeniculum vulgare) on the stability of sunflower oil. Food Science and Nutrition. 10(1): 71-78. (In Persian).

[38] Kamkar, A., Jebelli Javan, A., Asadi, F., and Kamalinejad, M. 2010. The antioxidative effect of Iranian Mentha pulegiumextracts and essential oil in sunflower oil. J. of Food Chemistry and Toxicology. 48:1796-1800.

[39] Tinello, F. and Lante, A. 2020. Accelerated storage conditions effect on ginger- and turmeric-enriched soybean oils with comparing a synthetic antioxidant BHT.LWT. 131: 1-31.

[40] Mohdaly, A.A.A., Sarhan, M.A., Mahmoud, A., Ramadan, M.R. and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.28.6]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.285]

Investigation of adding antioxidant compounds extracted from sugar beet leaves by ultrasonic method on oxidative stability of soybean oil

Izadi, S. [1], Honarvar, M. [1*], Mirzaei, H. [2]

1. Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 05 28
Accepted 2021/ 08 07

Keywords:

Sugar beet leaf,
Antioxidant,
Ultrasound,
Oxidative stability,
Soybean oil.

DOI: 10.52547/fsct.18.09.24

*Corresponding Author E-Mail:
m-honarvar@hotmail.com

ABSTRACT

One of the major changes that occurs during the processing, distribution and final preparation of food is the oxidation of fats and oils, and due to the production of undesirable compounds in the oil, it has adverse effects on the health of consumers, so prevent or delay in oxidation process under thermal and storage conditions is necessary. In this study, ultrasound was used to extract the antioxidant extract of beet leaves and the best extract in terms of antioxidant power was used to increase the oxidative stability of soybean oil. In this study, 4 ultrasonic time levels (0, 20, 40 and 60 minutes) were used and the best extract in different concentrations (200, 600 and 1000 ppm) was soybean oil which was accelerated for 15 days under oxidation conditions (temperature 63 ° C). was maintained, added, and tests such as peroxide, thiobarbituric acid index and conjugated dien value were performed on the oils. The results showed that with increasing ultrasound time, the extraction efficiency of antioxidant extract, total phenol, percentage of free radical scavenging DPPH and iron reducing power increased and finally the sample obtained from 60 minutes of ultrasound was selected as the best sample. On the other hand, the results of tests performed on soybean oil showed that by increasing the concentration of antioxidants to 600 ppm, the amount of peroxide, thiobarbituric acid index and conjugated dien value decreased and with increasing the concentration of antioxidants and storage time in soybean oil These features increased. Finally, it can be stated that the use of 600 ppm of antioxidants obtained from sugar beet leaves extracted by ultrasound can compete with the synthetic antioxidant BHT and can be used to stabilize soybean oil.