

## بررسی اثر دما، زمان و توان اولتراسونیک بر عدد اسیدی و پراکسید روغن حیوانی در فرآیند بوبری

آسیه دوستی<sup>۱\*</sup>، کاظم جعفری نعیمی<sup>۲</sup>، محمد بلوردی<sup>۳</sup>، حمید مرتضی پور<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲. استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳. استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۴. استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

### چکیده

دنبه گوسفند به دلیل دارا بودن اسید لینولئیک، اسید استئاریک و اسید اولئیک می‌تواند نقش موثری در سلامتی داشته باشد که سبب شده توجه محققین بر اصلاح خصوصیات روغن دنبه نظیر بوگیری آن معطوف گردد. بوبری یک فرآیند انتقال جرم است که از طریق حرارت دادن روغن، در دمای بالا و تحت خلأ انجام می‌شود. در این تحقیق بوبری روغن دنبه با استفاده از امواج اولتراسونیک انجام شد که اثرات دما، زمان و توان اولتراسونیک بر روی عدد اسیدی و عدد پراکسید طی فرآیند بوبری با استفاده از روش سطح پاسخ بررسی شده است. پس از انجام آزمایش‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Design Expert آنالیز، نمودارها ترسیم و پارامترهای بهینه به دست آمد. بهترین معادلات برای پاسخ به عدد اسیدی با  $R^2=0/9143$  و  $P < 0/01$ ، عدد پراکسید با  $R^2=0/9862$  و  $P < 0/01$  به دست آمد. در نهایت دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۸۰ دقیقه و توان اولتراسونیک ۳۰۷ وات برای بوبری روغن دنبه گوسفند با استفاده از سیستم بوبری با امواج اولتراسونیک توصیه شد.

**کلمات کلیدی:** امواج اولتراسونیک، بوبری، دنبه گوسفند، روش سطح پاسخ.

\*نویسنده مسئول: asiye.doosti7@gmail.com

## بررسی اثر دما، زمان و توان اولتراسونیک بر عدد اسیدی و پراکسید روغن حیوانی در فرآیند بوبری

### مقدمه

چربی ذخیره گاو و گوسفند به عنوان یکی از منابع روغن در نظر گرفته می‌شود این روغن در برابر حرارت، مقاوم بوده و به مقدار کمتری جذب مواد غذایی سرخ شده می‌شود، طعم مطلوب تری دارد و قیمت آن نیز به مراتب، پایین تر از روغن‌های گیاهی است [۴]. چربی قابل استخراج دنبه گوسفندی در ایران سالانه بیش از ۴۹۵۰۰ تن می‌باشد. دنبه گوسفند بخش بزرگی از تولید چربی حیوانی را در ایران تشکیل می‌دهد و حاوی ۸۵-۹۵ درصد چربی است. مصرف آن تحت عنوان "روغن حیوانی" در فرهنگ غذایی ایران جایگاه خاصی دارد [۲]. بالا بودن میزان اسید اولئیک در چربی دنبه و گران بودن روغن‌های گیاهی مشابه نظیر کره کاکائو، روغن نارگیل، روغن پالم و روغن هسته پالم سبب شده است که توجه محققین بر اصلاح خصوصیات روغن دنبه نظیر حذف کلسترول و بوگیری آن معطوف گردد [۴].

در واقع بوبری یک فرآیند جداسازی است که در آن مقدار مشخصی از عامل جداسازی (معمولاً بخار) در مدت زمان مشخصی از میان روغن داغ تحت فشار پایین (کمتر از یک کیلو پاسکال) می‌گذرد. بوبری واقعی یک فرآیند طولانی‌تر و پیچیده‌تر از جداسازی است و در آن تمام پیش‌سازهای طعمی غیرفرآر به مواد مولد بوی فرآر تبدیل می‌شوند [۲۲].

طراحی و عملیات بوگیری در تصفیه شیمیایی بسیار مشابه تصفیه فیزیکی است با این تفاوت که در تصفیه فیزیکی به دلیل خروج مقادیر بیشتر اسیدهای چرب و تأثیر آن‌ها در خوردگی از استیل ضدزنگ و دیگر موادی که در اثر تماس با اسیدهای چرب تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند، استفاده می‌شود [۴].

امواج اولتراسونیک کاربردهای زیادی در زمینه‌های پزشکی، کشاورزی و صنعتی دارد و به عنوان یک تکنولوژی جدید در فراوری مواد غذایی بکار می‌رود. یکی از روش‌هایی که به طور گسترده برای تخریب سلول و همگن‌سازی استفاده می‌شود، اولتراسونیک است. دستگاه هموژنایزر اولتراسونیک با ایجاد امواج شدید فشاری در یک محیط مایع کار می‌کند [۵].

در پژوهشی بوبری روغن هسته انار و شاخص‌های آن مورد بررسی قرار گرفت. این روغن به دو روش حسی و بینی الکترونیک ارزیابی شد. نتایج از ارزیابی حسی مشخص شد بهترین مدل در این پژوهش وقتی است که نمونه در دمای  $150^{\circ}\text{C}$ ، زمان یک ساعت و جریان گاز  $300$  میلی‌لیتر بر دقیقه قرار دارد [۲۰].

جلیلی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی بهینه‌سازی استخراج روغن کانولا به کمک امواج فراصوت را مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج آزمایشات حاکی از این بود که بهره‌گیری از امواج فراصوت به عنوان روش استخراج ساده و کوتاه مدت، بدون اینکه ترکیب اسیدهای چرب و مقدار کمی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد، می‌تواند در به دست آوردن بازده تجاری قابل قبول مدنظر قرار گیرد و علاوه بر سودآوری، در صرفه‌جویی مصرف انرژی هم مؤثر باشد [۳].

ربایی و همکاران (۲۰۰۸) برای رنگبری روغن زیتون از تکنیک اولتراسونیک در دمای  $47^{\circ}\text{C}$  و زمان‌های ۲۰ تا ۴۵ دقیقه استفاده نمودند. نتایج نشان داد روش اولتراسونیک نسبت به روش متداول رنگبری، توانایی بیشتری در کاهش رنگ در دماهای کمتر و زمان کوتاه‌تر دارد [۱۲].

سو و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر فراصوت بر رنگبری کلزا پرداختند. در این تحقیق از پروپ با دامنه فشارهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰٪ و مواد جاذب استفاده شد. بررسی راندمان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر انجام شد [۲۴].



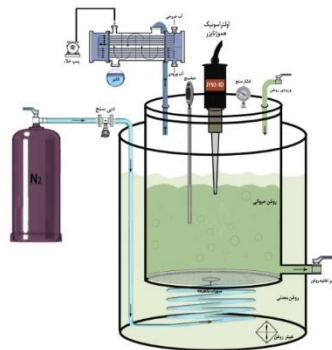
در تحقیقی نتایج نشان داد روش‌های نوین استخراج شامل امواج فراصوت، در مقایسه با روش‌های متداول نمی‌تواند برخی ویژگی‌های فیزیکی روغن از جمله وزن مخصوص و ضریب شکست را تغییر دهد [۱۵].

با توجه به مصرف زیاد روغن دنبه گوسفند در صنایع غذایی ایران و اهمیت بوبری روغن خوراکی در ویژگی‌های محصول نهایی، تحقیق حاضر با هدف ساخت و ارزیابی یک سامانه بوبری روغن برای بررسی بوبری روغن دنبه گوسفند با امواج اولتراسونیک انجام شد. ارزیابی این سامانه با بررسی اثرات دما، زمان و توان اولتراسونیک بر روی پاسخ‌های عدد اسیدی و عدد پراکسید روغن دنبه انجام شد تا جایگزینی برای روش‌های فعلی بویگیری روغن‌های حیوانی (و حتی روغن‌های گیاهی) و کاهش دما در زمان‌های کمتر باشد.

## مواد و روش‌ها

### تنظیمات دستگاه بوبری

طرح‌واره‌ای از دستگاه بوبری روغن ساخته شده در شکل ۱ آورده شده است. این سامانه شامل مخزن روغن حیوانی، مخزن روغن معدنی (به منظور ایجاد دماهای بالا (تا  $270^{\circ}\text{C}$ ) و جلوگیری از سوختن روغن حیوانی)، پمپ خلأ، دستگاه هموژنایزر اولتراسونیک، کندانسور، کلکتور، فشارسنج، دماسنج (ترموکوپل)، مخزن گاز نیتروژن، دی‌سنج گاز، صفحه متخلخل (برای ریز کردن ذرات گاز نیتروژن و مخلوط نمودن متناسب آن با روغن) شیر کنترل یک‌طرفه و المنت می‌باشد. جنس مخزن حاوی روغن و لوله‌های انتقال روغن از فولاد ضدزنگ انتخاب شد. دستگاه موردنظر در بخش ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان مونتاژ شد.



شکل ۱- شماتیک سیستم بوبری روغن حیوانی

### روش کار دستگاه بوبری

با عبور جریان گاز نیتروژن به داخل مخزن روغن و ایجاد مکش توسط پمپ خلأ (بوبری روغن در دمای بالا انجام می‌شود که وجود هوا باعث اکسیداسیون روغن می‌شود بنابراین باید از پمپ خلأ برای هواگیری مخزن استفاده نمود) هوای داخل مخزن تخلیه می‌شود. ترکیبات فرار حاصل از بوبری روغن به همراه نیتروژن قبل از تخلیه در کندانسور بر اثر سرد شدن در کلکتور جمع‌آوری می‌شوند و نیتروژن تخلیه می‌شود. ترموکوپل نیز طبق دمای تنظیم شده با روشن و خاموش نمودن المنت، دمای مخزن روغن را کنترل می‌نماید همچنین از فشارسنج تعبیه‌شده روی مخزن می‌توان فشار مخزن را کنترل نمود. دستگاه هموژنایزر اولتراسونیک با تنظیم توان و زمان موردنظر، امواج مافوق صوت در مخزن ایجاد می‌نماید.

## تجزیه و تحلیل اطلاعات

جهت آنالیز آماری نتایج از روش سطح پاسخ برای تعیین نقاط بهینه‌سازی بوبری استفاده شد. برای تجزیه تحلیل آماری از طرح مرکب مرکزی شامل ۲۰ آزمایش با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دما، زمان و توان دستگاه اولتراسونیک بودند که هر کدام در پنج سطح مورد بررسی قرار گرفت. تکرار در نقاط مرکزی برای تخمین خطای آزمایشی و محاسبه تکرارپذیری روش استفاده شد. تجزیه و تحلیل واریانس پارامترهای بوبری روغن برای هر یک از پاسخ‌های عدد اسیدی، عدد پراکسید، عدد پارآنیزیدین، عدد توتکس، ضریب خاموشی، ضریب شکست، عدد صابونی، عدد یدی و شدت بو در نرم‌افزار دیزاین اکسپرت انجام شد که در این مقاله به بررسی نتایج عدد اسیدی (AV), mg KOH / g fat), عدد پراکسید (PV), mEq O<sub>2</sub> / Kg fat) پرداخته می‌شود. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Design Expert آنالیز و نمودارها ترسیم شد. عدد اسیدی روغن با استفاده از دستورالعمل AOCS شماره ۴۰-۵۰ Ca اندازه‌گیری شد [۱۷]. عدد پراکسید با استفاده از استاندارد IDF (IDF 74:2006, ISO 3976) اندازه‌گیری شد [۲۳].

جدول ۱- جدول سطوح طراحی مرکب مرکزی بوبری روغن دنبه

سطوح					متغیرها
+α	+۱	۰	-۱	-α	
۲۲۰/۴۵	۲۰۰	۱۷۰	۱۴۰	۱۱۹/۵۵	درجه حرارتی (درجه سلسیوس)
۱۱۰/۴۵	۹۰	۶۰	۳۰	۹/۵۵	زمان (دقیقه)
۳۰۷/۹۵	۲۵۰	۱۶۵	۸۰	۲۲/۰۵	توان اولتراسونیک (وات)

## نتایج و بحث

پس از انجام آزمایش‌ها و جمع‌آوری نمونه‌ها، پارامترهای روغن (عدد اسیدی و عدد پراکسید) برای هر نمونه روغن اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شد. مقادیر پاسخ‌های حاصل از ۲۰ آزمایش تجربی در جدول ۲ آورده شده است. تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) پارامترهای بوبری روغن برای هر یک از پاسخ‌های عدد اسیدی (AV) و عدد پراکسید (PV) در نرم‌افزار دیزاین اکسپرت انجام شد و نشان داده شد.

## عدد اسیدی

این شاخص معمولاً برای نشان دادن کیفیت روغن و مناسب بودن آن برای تغذیه استفاده می‌شود. بوی تند و طعم روغن در طول ذخیره‌سازی طولانی مدت، عمدتاً به دلیل حضور اسیدهای چرب آزاد است. بنابراین، حذف اسیدهای چرب آزاد به عنوان بهبود کیفیت روغن در نظر گرفته می‌شود [۲۲]. عدد اسیدی نمونه‌های بوبری شده در طول آزمایشات (جدول ۲) اندازه‌گیری شد. از جدول ۲ مشاهده می‌شود که مقدار عدد اسیدی در طول بوبری از مقدار ۱/۰۵۹۹ به مقدار ۰/۰۴۱۲۶۶ mg KOH / g fat کاهش یافته است، که می‌توان گفت بوبری، میزان اسیدهای چرب را کاهش داده است این یافته مطابق با نتایج اریکسون (۲۰۱۵) نیز بوده است، همچنین با نظریه جو و همکاران (۲۰۱۷) موافق است که گزارش دادند اسیدهای چرب اشباع در روغن ماهی (Tuna) در طول بوبری کاهش می‌یابد [۶، ۱۰]. دی اولیوریا و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش دادند که بعد از تصفیه و بوبری روغن ماهی تونا (Thunnus albacares)، میزان عدد اسیدی از ۱/۹۶٪ به ۰/۳٪ کاهش یافت، که نشان دهنده کاهش ۸۵٪ عدد اسیدی می‌باشد [۸].

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که زمان و دمای بوبری تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ ( $P < 0.01$ ) بر حذف اسیدهای چرب آزاد روغن دنبه دارند. علاوه بر این، توان اولتراسونیک و توان مرتبه دوم زمان بوبری ( $X_2^2$ ) اثرات معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بر حذف اسیدهای چرب آزاد در طی فرایند بوبری دارند.

جدول ۲- داده‌های تجربی و پاسخ‌های مشاهده شده در شرایط مختلف بوبری روغن دنبه

عدد پراکسید (mEq O <sub>2</sub> /Kg fat)	عدد اسیدی (mg KOH/g)	متغیرهای مستقل			آزمایش‌ها
		دما (°C)	زمان (min)	توان (w)	
۱/۰۰۱	۱/۰۵۹		قبل از بوبری		۰
۰/۸۸۳	۰/۶۶۲	۱۶۵	۶۰	۱۱۹/۵۵	۱
۰/۹۲۲	۰/۸۲۳	۸۰	۳۰	۱۴۰	۲
۰/۸۷۲	۰/۷۲۲	۲۵۰	۳۰	۱۴۰	۳
۰/۷۹	۰/۴۶۹	۸۰	۹۰	۱۴۰	۴
۰/۶۷۱	۰/۳۰۱	۲۵۰	۹۰	۱۴۰	۵
۰/۷۱۱	۰/۸۸۵	۱۶۵	۹/۵۵	۱۷۰	۶
۰/۶۱۴	۰/۵۱۳	۲۲/۰۵	۶۰	۱۷۰	۷
۰/۴۹	۰/۳۶۲	۱۶۵	۶۰	۱۷۰	۸
۰/۵۱۹	۰/۴۳۱	۱۶۵	۶۰	۱۷۰	۹
۰/۴۸	۰/۳۷۳	۱۶۵	۶۰	۱۷۰	۱۰
۰/۵۱	۰/۳۰۵	۱۶۵	۶۰	۱۷۰	۱۱
۰/۵۴۴	۰/۴۶	۱۶۵	۶۰	۱۷۰	۱۲
۰/۵۲۸	۰/۴۰۶	۱۶۵	۶۰	۱۷۰	۱۳
۰/۴۳۲	۰/۲۰۳	۳۰۷/۹۵	۶۰	۱۷۰	۱۴
۰/۲۸۵	۰/۱۴۹	۱۶۵	۱۱۰/۴۵	۱۷۰	۱۵
۰/۴۹۳	۰/۳۸۳	۸۰	۳۰	۲۰۰	۱۶
۰/۴۵۶	۰/۲۳	۲۵۰	۳۰	۲۰۰	۱۷
۰/۱۵۳	۰/۱۳	۸۰	۹۰	۲۰۰	۱۸
$7/2 \times 10^{-5}$	۰/۰۴۱	۲۵۰	۹۰	۲۰۰	۱۹
۰/۱۵۲	۰/۱۵۱	۱۶۵	۶۰	۲۲۰/۴۵	۲۰

با به‌کارگیری روش آماری سطح پاسخ، پس از اصلاح و حذف متغیرهای بی‌معنی ( $p > 0.05$ ) و حفظ متغیرهای مستقل در مدل، معادله اصلاح شده با توجه به پارامترهای معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) به دست آمد، مدل به‌دست آمده که رابطه بین عدد اسیدی را در روغن بوبری شده دنبه گوسفند و پارامترهای بوبری نشان می‌دهد در رابطه ۱ آمده است: ( $R^2=0.9143$ )

$$AV = 1.98555 - 5.3403 \times 10^{-3}X_1 - 0.011341X_2 - 8.88630 \times 10^{-4}X_3 + 6.867 \times 10^{-5}X_2^2 \quad (1)$$

$X_1$ : درجه حرارت،  $X_2$ : زمان،  $X_3$ : توان اولتراسونیک

طبق داده‌های جدول ۲ عدد اسیدی با افزایش دما کاهش می‌یابد. همچنین اعداد روند نزولی عدد اسیدی را تا زمان ۱۰۵ دقیقه نشان می‌دهد و پس از آن کاهش عدد اسیدی کم می‌شود که می‌توان دریافت میزان حذف اسیدهای چرب آزاد با افزایش زمان بوبری رابطه مستقیم دارد.

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس مدل سطح پاسخ برای پارامتر عدد اسیدی در بوبری روغن دنبه

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	مقدار F	احتمال P
مدل	۰/۸۱	۴	۳۰/۵۷	۰/۰۰۰۱<
X <sub>1</sub>	۰/۳۵	۱	۵۲/۷۴	۰/۰۰۰۱<
X <sub>2</sub>	۰/۳۳	۱	۴۹/۳۸	۰/۰۰۰۱<
X <sub>3</sub>	۰/۰۷۸	۱	۱۱/۷۲	۰/۰۰۳۸
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	۰/۰۵۶	۱	۸/۴۳	۰/۰۱۰۹
باقیمانده‌ها	۰/۱	۱۵		
آزمون فقدان برازش	۰/۰۸۵	۱۰	۲/۷۹	ns ۰/۱۳۴۲
خطای خالص	۰/۰۱۵	۵		
کل	۰/۹۱	۱۹		

ns: غیر معنی‌دار در سطح ۹۵٪

X<sub>1</sub>: درجه حرارت، X<sub>2</sub>: زمان، X<sub>3</sub>: توان اولتراسونیک

### عدد پراکسید

پایداری روغن توسط اعداد پراکسید و پاراآنزیدین کنترل می‌شود. عدد پراکسید محصولات اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسید) واکنش بین اکسیژن و اسیدهای چرب اشباع را اندازه‌گیری می‌کند [۲۲]. در این تحقیق عدد پراکسید برای هر آزمایش اندازه‌گیری شد (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با بوبری روغن دنبه، عدد پراکسید روغن از ۱/۰۵۱ (برای روغن قبل بوبری) تا مقدار نهایی ۷/۱۹۵۹۵×۱۰<sup>-۵</sup> mEq O<sub>2</sub> /Kg fat کاهش می‌یابد (بعد بوبری). یافته‌های فوق با نتایج تحقیقات زیر موافق هستند:

گارسیا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که بوبری به طور معنی‌داری (p < ۰/۰۵) عدد پراکسید را تا ۰/۲۵ mEq o<sub>2</sub> / kg fat کاهش می‌دهد [۱۶].

ریادی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که بوبری به طور قابل توجهی عدد پراکسید را در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس کاهش داد و این میزان کاهش ۹۹/۷٪ بود. کمترین کاهش مقدار عدد پراکسید در بوبری در دمای ۱۳۰ درجه برای ۱ ساعت به مقدار ۸۳/۶٪ گزارش شد [۱۹].



جدول ۴- نتایج آنالیز واریانس مدل سطح پاسخ برای عدد پراکسید در بوبری روغن دنبه

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	مقدار f	احتمال P
مدل	۱/۱۴	۵	۱۳۹/۲۳	< ۰/۰۰۰۱
X <sub>1</sub>	۰/۸	۱	۴۹۱/۹۸	< ۰/۰۰۰۱
X <sub>2</sub>	۰/۲۶	۱	۱۵۸/۰۵	< ۰/۰۰۰۱
X <sub>3</sub>	۰/۰۳۲	۱	۱۹/۸۶	۰/۰۰۰۵
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	۰/۰۲۷	۱	۱۶/۲۸	۰/۰۰۱۲
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	۰/۰۱۶	۱	۱۰/۰۱	۰/۰۰۶۹
باقیمانده‌ها	۰/۰۲۳	۱۴		
آزمون فقدان برازش	۰/۰۲	۹	۳/۹۲	ns ۰/۰۷۳۴
خطای خالص	۲/۸۴×۱۰ <sup>-۳</sup>	۵		
کل	۱/۱۶	۱۹		

ns: غیر معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

X<sub>1</sub>: درجه حرارت، X<sub>2</sub>: زمان، X<sub>3</sub>: توان اولتراسونیک

جدول ۴ نشان می‌دهد که درجه حرارت و زمان اثر معنی‌داری (P < ۰/۰۱) بر عدد پراکسید در بوبری روغن دنبه دارند. همچنین، توان اولتراسونیک و اثر متقابل دما و زمان تأثیر معنی‌داری (P < ۰/۰۰۵) بر عدد پراکسید داشتند. با در نظر گرفتن تنها عوامل معنی‌دار (P < ۰/۰۰۵)، مدل به‌دست آمده با نشان دادن عدد پراکسید به عنوان محصول پارامترهای بوبری، در رابطه ۲ آورده شده است: (R<sup>2</sup>=۰/۹۸۶۲)

$$PV = 1.63958 - 4.40894 \times 10^{-3}X_1 + 6.39061 \times 10^{-3}X_2 - 5.73584 \times 10^{-4}X_3 - 6.40797 \times 10^{-5}X_1X_2 + 3.70988 \times 10^{-5}X_2^2 \quad (2)$$

X<sub>1</sub>: درجه حرارت، X<sub>2</sub>: زمان، X<sub>3</sub>: توان اولتراسونیک

مطابق با جدول ۲ عدد پراکسید در تمام نمونه‌ها به طور معنی‌داری (P < ۰/۰۰۱) با دما و زمان بوبری کاهش می‌یابد. علاوه بر این، افزایش توان اولتراسونیک به مقدار خیلی کم عدد پراکسید را کاهش می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه، اثرات درجه حرارت، زمان و توان اولتراسونیک بر عدد اسیدی و عدد پراکسید روغن دنبه گوسفند در مرحله بوبری بررسی شد و شرایط بهینه پارامترهای موردنظر با استفاده از روش آماری سطح پاسخ تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که مدل‌های رگرسیونی از نظر آماری با سطح معنی‌داری ۰/۰۱ (P < ۰/۰۱) برای پاسخ عدد اسیدی و عدد پراکسید مناسب بودند. شرایط بهینه در این تحقیق برای بوبری روغن دنبه، دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۱۲۰ دقیقه و توان اولتراسونیک ۳۰۷ وات به دست آمد. مدل‌های معرفی شده این مطالعه برای بهبود فرآیند بوبری روغن دنبه گوسفندی و تهیه محصول با خصوصیات غذایی و کیفی مناسب جهت استفاده در صنایع غذایی مفید است.

### منابع

۱. بشیری، پ، جزء به جزء سازی چربی پیه گاو برای مصارف مناسب غذایی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳۸۳، دوره ۱، شماره ۳.

۲. قاسمی افشار، پ، قوامی، م، قراچورلو، م، آبرومند، پ و الهامی راد، ا. ح، بررسی اثر فرآیند تصفیه بر ویژگی‌های کیفی تالوولتین، مجله علوم و صنایع غذایی، ۱۳۸۶، سال پنجم، شماره یک.

۳. جلیلی، ف، جعفری، م، امام جمعه، ز، کاشانی نژاد، م، گنجه، م، بهینه‌سازی فرآیند استخراج روغن کانولا به کمک امواج فراصوت با روش سطح پاسخ، نشریه علوم غذایی و تغذیه، ۱۳۹۶، شماره ۴.

4. Belitz, H., Grosch, W., Schieberle, P. 1999. Food chemistry. ed. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
5. Chemat, S., Lagha, A., Amar, H.A., Chemat, F. 2004. Ultrasound assisted microwave digestion. Ultrasonics Sonochemistry 11: 5-8.
6. Chew, S.C., Tan, C.P., Nyam, K.L. 2017. Application of response surface methodology for optimizing the deodorization parameters in chemical refining of kenaf seed oil. Separation and Purification Technology 184: 144-151.
7. De Greyt, W., Kellens, M. 2005. Deodorization. Bailey's Industrial oil and fat products.
8. De oliveira, d. A., minozzo, m. G., licodiedoff, s. & waszczynskyj, n. 2016. Physicochemical and sensory characterization of refined and deodorized tuna (thunnus albacares) by-product oil obtained by enzymatic hydrolysis. Food chemistry, 207, 187-194.
9. Electronic nose based on metal oxide semiconductor sensors as a fast alternative for the detection of adulteration of virgin olive oils. Analytica Chimica Acta 459: 219-228.
10. Erickson, D.R. 1995. Degumming and lecithin processing and utilization, Practical handbook of soybean processing and utilization. Elsevier, pp. 174-183.
11. Gómez-Coca, R., Moreda, W., Pérez-Camino, M. 2012. Fatty acid alkyl esters presence in olive oil vs. organoleptic assessment. Food chemistry 135: 1205-1209.
12. Jahouach-Rabai, W., Trabelsi, M., Van Hoed, V., Adams, A., Verhé, R., De Kimpe, N., Frikha, M. 2008. Influence of bleaching by ultrasound on fatty acids and minor compounds of olive oil. Qualitative and quantitative analysis of volatile compounds (by SPME coupled to GC/MS). Ultrasonics Sonochemistry 15: 590-597.
13. Jambrak, A.R. 2012. Application of high power ultrasound and microwave in food processing: Extraction. Journal of Food Processing and Technology 2012: 3-12.
14. Martins, p., ito, v., batistella, c. & maciel, m. W. 2006. Free fatty acid separation from vegetable oil deodorizer distillate using molecular distillation process. Separation and purification technology, 48, 78-84.
15. Ochoa, n., pagliero, c., marchese, j. & mattea, m. 2001. Ultrafiltration of vegetable oils: degumming by polymeric membranes. Separation and purification technology, 22, 417-422.
16. Ortega-García, J., Gámez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J.A., Dennis-Quiñonez, O., García-Galindo, H.S., Angulo-Guerrero, J.O., Medina-Juárez, L.A. 2006. Refining of high oleic safflower oil: effect on the sterols and tocopherols content. European Food Research and Technology 223: 775-779.
17. Official methods and recommended practices of the American oil chemists' society. AOCS Press, Champaign (1990)
18. Pearce, T.C., Schiffman, S.S., Nagle, H.T., Gardner, J.W. 2003. Handbook of machine olfaction. Willy-VCH. Weinheim.
19. Riyadi, A.H., Muchtadi, T.R., Andarwulan, N., Haryati, T. 2016. Pilot Plant Study of



Red Palm Oil Deodorization Using Moderate Temperature. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9: 209-216.

20. Ruiz-Méndez, M.V. 2011. Contribution of denaturing and deodorization processes of oils to toxic oil syndrome. *Chemico-biological interactions* 192: 142-144.

21. Scott, S.M., James, D., Ali, Z. 2006. Data analysis for electronic nose systems. *Microchimica Acta* 156: 183-207.

22. Shahidi, f. 2005. *Bailey's industrial oil and fat products*, 6 volume set, chapter.

23. Shantha NC, Decker EA. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *J. AOAC. Int.* 1994;77(2):421-424.

24. Su, D., Xiao, T., Gu, D., Cao, Y., Jin, Y., Zhang, W., Wu, T. 2013. Ultrasonic bleaching of rapeseed oil: Effects of bleaching conditions and underlying mechanisms. *Journal of food engineering* 117: 8-13.

25. Wei, Z., Wang, J., Zhang, W. 2015. Detecting internal quality of peanuts during storage using electronic nose responses combined with physicochemical methods. *Food Chemistry* 177: 89-96.

## Effect of ultrasonic effect, time and power on acid and peroxide value of animal fats deodorization

Asiye Doosti<sup>1\*</sup>, Kazem Jafarinaimi<sup>2</sup>, Mohammad Balvardi<sup>3</sup>, Hamid Morteza pour<sup>4</sup>

1. PhD student, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
3. Assistant Professor, Department of food science and technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

### Abstract

Edible lamb can have an effective role in the health of linoleic acid, stearic acid and oleic acid, and this has led researchers to focus on improving the properties of lubricating oils such as boiling. Deodorization is a mass transfer process that is carried out by heating the oil at high temperature and under vacuum. In this paper, the effects of temperature, time and ultrasound power on the acid and peroxide number during the deodorization process were studied using response surface methodology. After the experiments, data analysis was performed using Design Expert charts and optimum parameters were obtained. The best equations for response to acidic number with  $R^2 = 0.9143$  and  $P < 0.01$ , peroxide number with  $R^2 = 0.9862$  and  $P < 0.01$  were obtained. Finally, the temperature of 200 °C, processing time of 80 min and ultrasound power of 307 W was recommended for optimal deodorization of sheep tail fat by the ultrasound-assisted deodorization system.

**Keywords:** Ultrasound, Deodorization, Sheep tail fat, Response surface methodology.

\*Corresponding author

Email: asiye.doosti7@gmail.com