



## تأثیر شرایط استخراج به کمک فراصوت بر فرآیند صمغ‌گیری و بررسی پارامترهای کیفی روغن سویا

وحیده گواهیان<sup>۱</sup>، رضا اسماعیل‌زاده‌کناری<sup>۲\*</sup>، زینب رفتنی‌امیری<sup>۲</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- استاد گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

چکیده	اطلاعات مقاله
	تاریخ‌های مقاله :
	تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۸
	تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۰
	کلمات کلیدی:
	اولتراسوند پروب، اولتراسوند حمام، روغن سویا و صمغ‌گیری.
	DOI: 10.52547/fsct.19.124.231
	DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.1.8
	* مسئول مکاتبات: reza_kenari@yahoo.com

صمغ‌گیری اولین مرحله تصفیه روغن خام می‌باشد. فرآیند صمغ‌گیری روغن با آب بر پایه نامحلول شدن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده‌اند و جدا کردن دو فاز روغنی و آبی توسط نیروی گریز از مرکز است. هدف از این پژوهش بررسی اثر زمان و دماهای مختلف در دو روش صمغ‌گیری به کمک حمام اولتراسوند و پروب اولتراسوند بر فاکتورهای کیفی و کاهش میزان فسفاتید روغن سویا می‌باشد. صمغ‌گیری روغن سویا با استفاده از امواج اولتراسونیک در مجاورت ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر در حمام اولتراسوند (فرکانس ۲۰ KHZ) و پروب اولتراسوند (توان ۱۰۰ وات و فرکانس ۲۰ KHZ) در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه و در دو دمای ۳۰°C و ۶۰°C انجام گردید. همچنین صمغ‌گیری روغن سویا با آب به روش متداول در دمای ۶۰°C و به مدت ۳۰ دقیقه نیز صورت گرفت. اندازه‌گیری میزان فسفر، اندیس پراکسید، اندیس تیوباریتوریک اسید و آلفا توکوفرول بر روی نمونه‌های تیمار شده به هر دو روش انجام گردید. فسفر اولیه روغن خام ۵۶۸ ppm بود که پس از صمغ‌گیری به روش متداول به ۴۳/۲ ppm و پس از صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک کمترین میزان فسفر به ۲/۸۵ ppm رسید. میزان اندیس پراکسید و آلفا توکوفرول پس از صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک بسته به دمای فرآیند به مقدار کمی کاهش یافت و اندیس تیوباریتوریک اسید تغییر چندانی نداشت. امواج اولتراسونیک در دما و زمان پایین‌تری نسبت به روش متداول، قادر به جداسازی فسفر از روغن خام بوده و به عنوان روشی جایگزین برای روش متداول صمغ‌گیری در مجاورت آب، اثر مخربی بر روی روغن ندارد.

## ۱- مقدمه

امولسیون، کریستالیزاسیون و غیره مورد استفاده قرار گرفته است [۱۰]. اولتراسوند دارای دو سیستم پروب و حمام هست که این دو سیستم در برخی ویژگی‌ها باهم تفاوت دارند که به عنوان مثال در سیستم اولتراسوند پروب، خود پروب در ظرف نمونه فرو رفته و شدت بسیار بالاتری از اولتراسوند را می‌تواند ایجاد نماید. در این سیستم پروب به صورت مداوم با نمونه در تماس است و خطر آلودگی و تولید کف بیشتر می‌باشد. اما سیستم اولتراسوند حمام می‌تواند برای طیف وسیعی از نمونه‌ها به صورت همزمان استفاده شود و از تکرارپذیری خوبی برخوردار است. در این سیستم ظرف حاوی نمونه به طور کامل در اولتراسوند حمام غوطه ور می‌شود [۱۱]. اولتراسوند یک روشیمن در فرآیند صمغ‌گیری است [۱۲]. امواج اولتراسونیک با عبور از میان روغن خامی که با کمی آب مخلوط شده است موجب ایجاد آشفستگی در روغن خام می‌شود. پس از هیدراته شدن صمغ‌ها توسط سانتریفیوژ جدا می‌شوند. در این مطالعه اثر زمان و دماهای مختلف در دو روش صمغ‌گیری به کمک اولتراسوند حمام و اولتراسوند پروب بر فاکتورهای کیفی و کاهش میزان فسفاتید روغن سویا مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

در این تحقیق نمونه‌های روغن مورد استفاده، از دانه‌ی سویا به کمک اولتراسوند حمام و با استفاده از مخلوط حلال‌های هگزان: ایزوپروپانول (۱:۱) استخراج گردید. دانه سویا خام از کارخانه پرتو دانه خزر تهیه و برای حذف هرگونه مواد خارجی مانند سنگ‌های کوچک، شن و برگ‌های گیاهی که ممکن است پس از برداشت، حمل و نقل و ذخیره سازی وجود داشته باشد، تمیز شد. مقدار رطوبت سویا تا رطوبت نهایی ۱۰ درصد تنظیم گردید و در کیسه‌های پلاستیکی ضد هوا بسته بندی، و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۳]. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده دارای خلوص بالایی بوده و از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

### ۲-۲- استخراج به کمک اولتراسوند حمام

۱۰۰ گرم از پودر دانه‌های سویا با ۱۵۰ میلی لیتر حلال (از هگزان، ایزوپروپانول و مخلوط ۱:۱ هگزان\_ایزوپروپانول) در یک ارلن شیشه ۶۰۰ میلی لیتر مخلوط و برای ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰

روغن سویا از دانه سویا با استفاده از روش استخراج با حلال، به دست می‌آید و سپس با استفاده از روش‌های مختلف تصفیه برای جدا کردن مواد شیمیایی نامطلوب مانند فسفولیپیدها، اسیدهای چرب آزاد، استرول، فلزات سنگین و... تصفیه می‌شود [۱ و ۲]. حضور قابل توجهی از این مواد شیمیایی می‌تواند اثرات مضر روی خواص فیزیکی و شیمیایی روغن سویا مانند بو، عطر و طعم و عمر مفید آن داشته باشد [۳ و ۴] و در هنگام حرارت دادن روغن، سبب تیرگی، دود کردن و تشکیل رسوب میشود که در جریان فرایند روغن مشکلاتی را پدیدآورده و از کیفیت محصول نهایی می‌کاهد [۵]. بنابراین، به منظور بهبود کیفیت روغن، باید از روش‌های مختلف تصفیه مانند خنثی کردن، صمغ‌گیری، بوگیری و رنگبری استفاده شود [۶]. صمغ‌زدایی گامی مهم در میان مراحل مختلف تصفیه برای به دست آوردن روغن تجاری مطلوب است که باعث جداسازی فسفولیپیدها می‌شود. در این مرحله که اولین مرحله تصفیه روغن می‌باشد، جداسازی تقریباً کامل فسفاتیدها و سایر صمغ‌ها از روغن خام صورت می‌گیرد. فسفاتیدها اگر در روغن بمانند، مشکلاتی را ایجاد می‌نمایند از جمله اینکه در اثر ته نشین شدن صمغ‌ها یا همان فسفولیپیدها در تانک‌های نگهداری و در هنگام حمل مشکلاتی را به وجود می‌آورند. فسفولیپیدها باعث می‌شوند که مقدار زیادی ازتری گلیسریدها در جریان تصفیه و تولید روغن، با آب به صورت امولسیون درآیند و از دست بروند و باعث ایجاد افت در روغن گردند و نیز ممکن است به صورت پراکسیدان عمل کرده و اکسیداسیون را افزایش دهند [۷]. فرایند صمغ‌گیری روغن با آب بر پایه نامحلول شدن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده‌اند و جدا کردن دو فاز روغنی و آبی توسط نیروی گریز از مرکز است [۸]. صمغ‌ها در حالت بدون آب در روغن خام محلول هستند اما در اثر جذب آب، هیدراته شده و به شکل ترکیبات نامحلول در روغن ته نشین می‌شوند. اولتراسوند استفاده از امواج صوتی با شدت بالا و فرکانس بالا و اثر متقابل آن‌ها با مواد است [۹]. امواج اولتراسونیک با سرعت معین و یکنواخت حرکت کرده و هنگام عبور از یک محیط موجب به لرزه درآمدن ذره‌های موجود در آن محیط می‌گردد. و در نتیجه موجب بهم خوردن نظم و تعادل در ماده شده و یک آشفستگی مکانیکی در محیط گاز، مایع و یا جامد ایجاد می‌کند. اولتراسونیک به طور گسترده‌ای در انجماد، استخراج، جداسازی،

## ۲-۵- صمغ گیری به کمک اولتراسوند پروب

عملیات در دماهای ۳۰، ۶۰، ۷۰ درجه سانتی گراد و توان ۱۰۰ وات و فرکانس ۲۰ کیلو هرتز در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ انجام گردید. به مقدار ۵٪ وزنی نیز آب به نمونه‌ها افزوده شد پس از سرد شدن صمغ‌ها توسط دستگاه سانتریفیوژ در شرایط (۴۰۰۰rpm و زمان ۱۵ دقیقه) جداسازی شد [۲].

## ۲-۶- تعیین میزان فسفر

کاهش میزان غلظت فسفولپید از نظر محتوای کل فسفر با استفاده از مولیبدیت سدیم و روش رنگ کردن با هیدرازین سولفات (AOCS ۱۲-۵۵) تعیین شد. طیف رنگ با استفاده از اشعه ماوراء بنفش (Thermofisher ۲۶۰۰) در طول موج ۶۵۰ نانومتر بررسی شد. غلظت فسفولپید از ضریب فاکتور (۳۰) در مقدار کل فسفر بدست آمد [۲].

## ۲-۷- عدد پركسید

عدد پركسید به روش یدوتومتري و مطابق استاندارد AOCS با شماره Cd8-53 و از طریق تیتراسیون روغن به وسیله تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال در حضور یدید پتاسیم و معرف چسپ نشاسته مورد بررسی قرار گرفت [۱۷].

## ۲-۸- تست تیوباریتورتیک اسید

این آزمایش مطابق دستورالعمل AOCS انجام گرفت (۲۰۰۷). نمونه‌ی روغن به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در یک حجم کوچک از ۱- بوتانول حل و با محلول مشابه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از این محلول با ۱۰ میلی‌لیتر از شناساگر TBA (۰،۲٪) مخلوط و سپس ۲ ساعت در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد و در حمام آب اینکوبه شد. سپس آن را به مدت ۲۰ دقیقه زیر شیر آب قرار داده تا خنک شود و به دمای اتاق برسد. بعد از آن جذب آن در ۵۳۲ نانومتر در مقابل نمونه‌ی بلنک (واکنش با تمام عوامل به جز روغن) اندازه‌گیری گردید. مقدار TBA (میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید در کیلوگرم روغن) توسط معادله‌ی زیر محاسبه شد.

$$TBA = \frac{50(A - B)}{M}$$

A جذب محلول آزمایشی، B جذب شناساگر بلنکو M وزن نمونه‌ی روغن بر حسب میلی‌گرم است.

دقیقه با استفاده از یک اولتراسوند حمام (Elmasonic S 30 H, Germany) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در فرکانس ۲۰ کیلوهرتز سونیکاسیون شد. پس از دو مرحله صاف کردن (قبل و بعد از سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ rpm، ۱۵ دقیقه) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به وسیله تبخیر کننده چرخشی تحت خلأ، حلال از آنجا شد. روغن به دست آمده تا زمان استفاده در ظروف غیرقابل نفوذ به هوا و رطوبت در فریزر با دمای ۱۸- نگهداری شد [۱۴].

## ۲-۳- صمغ گیری با آب به روش متداول

بدین منظور مقدار مشخص روغن به بشر مجهز به ترمومتر منتقل و با استفاده از همزن مکانیکی، نمونه را با سرعت متوسط (۵۰۰rpm) مخلوط کرده و دمای روغن به ۶۰°C رسانده شد. سپس ۵ درصد (وزنی\_وزنی) آب مقطر در حال جوش به آن اضافه گردید و همزدن تا ۳۰ دقیقه ادامه یافت. سپس روغن را سرد کرده و داخل ظرف مخصوص سانتریفیوژ ریخته و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت زمان ۱۵ دقیقه عمل سانتریفیوژ انجام شد. در نهایت صمغ‌ها در انتهای ظروف سانتریفیوژ رسوب و از نمونه روغن جدا شده و نمونه حاصل در دکانتور ریخته و ۵ مرتبه و هر بار با افزودن آب مقطر به میزان ۱۰ درصد وزنی-وزنی به روغن، بدون هم زدن، شستشو گردید و در آخر روغن به دست آمده در آن تحت خلأ خشک و سرد گردید و آزمایشات مورد نظر بر روی نمونه‌ها انجام شد [۱۵].

## ۲-۴- صمغ گیری به کمک اولتراسوند حمام

ابتدا اولتراسوند حمام به شرایط مورد نظر (فرکانس ۲۰ KHz) رسانده و همچنین نمونه‌های روغن به دمای مورد استفاده در اولتراسوند حمام (۳۰°C و ۶۰°C) رسانده و به میزان ۵ درصد (وزنی\_وزنی) آب مقطر در حال جوش به هر یک از نمونه‌ها افزوده و تحت تیمار اولتراسونیک در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه قرار گرفتند. پس از اتمام فرایند موحدهی در اولتراسوند حمام، نمونه‌های تیمار شده سرد گشته و صمغ‌ها توسط دستگاه سانتریفیوژ در شرایط (۴۰۰۰rpm و زمان ۱۵ دقیقه) جداسازی می‌شوند. در این تیمار، نیازی به شستشوی روغن سانتریفیوژ شده نبوده و مقدار آب اضافه شده به روغن پس از سانتریفیوژ در انتهای فالكون و در زیر صمغ جمع گشته و همراه با صمغ و روغن تشکیل سه فاز جدا از هم دادند [۱۶].

## ۲-۹- اندازه گیری آلفا توکوفرول

۲۰۰ میلی گرم نمونه روغن داخل بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری وزن شد. ۵ میلی لیتر تولوئن به نمونه اضافه و به خوبی مخلوط شد. سپس ۳/۵ میلی لیتر محلول ۲،۲-بی پیریدین (۰/۰۷ درصد وزنی- حجمی در اتانول آبی ۹۵ درصد) و ۰/۵ میلی لیتر کلرید آهن III شش آبه (۰/۲ درصد وزنی- حجمی در اتانول آبی ۹۵ درصد) اضافه و مخلوط گردید. سرانجام حجم محلول های استاندارد با اتانول آبی ۹۵ درصد به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد. محلول حاصل به مدت ۱ دقیقه در حالت سکون قرار گرفت و جذب آن در ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. مقدار ترکیبات

توکوفرولی بر اساس گرم توکوفرول در کیلوگرم روغن محاسبه گردید [۱۸].

## ۳- تجزیه و تحلیل آماری

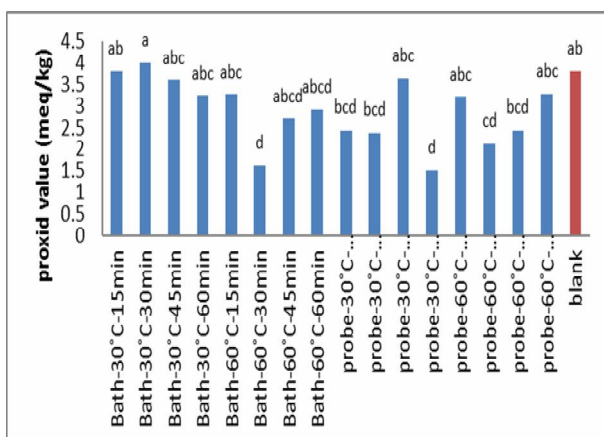
در روش های اندازه گیری میزان فسفر، عدد پرکسید و مقدار تیوباربتوریک اسید، مقایسه میانگین های به دست آمده از سه تکرار با آزمون دانکن ( $P < 0.05$ ) بر پایه طرح کاملا تصادفی مورد بررسی گرفت. نرم افزار مورد استفاده برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها SPSS بود.

## ۴- نتایج

**Table 1** Analysis of variance the amount of phosphorus remaining, Proxid value, TBA value and  $\alpha$ -TocoPherol Based on mean squares

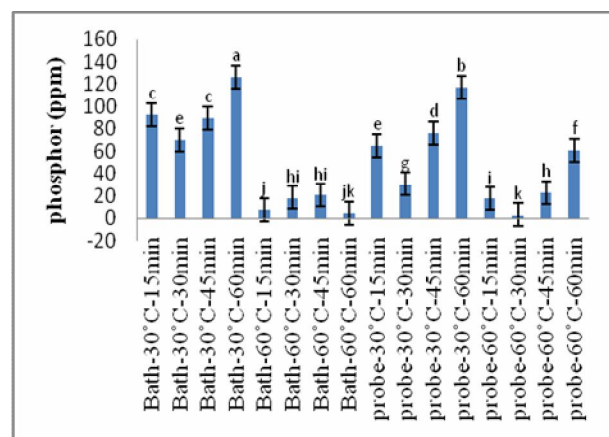
Source	df	phosphor (ppm)	Proxid value (meq)	TBA value (mg MDA/kg oil)	$\alpha$ -TocoPherol ( $\mu\alpha$ -TocoPherol/kg soyben oil)
Ultrasound	1	1282.18*	15.45*	0.09*	0.597*
Temperature	1	225954.39*	8.41*	0.04*	0.435*
Time	3	26801.1*	5.13*	0.03*	0.810*
Ultrasound*Temperature	1	15150.85*	24.42*	0.01 <sup>ns</sup>	0.642*
Ultrasound* Time	3	8706.187*	1.36 <sup>ns</sup>	0.08*	0.765*
Temperature*Time	3	7575.63*	17.09*	0.05*	0.885*
Ultrasound*Temperature*Time	3	1890.12*	6.07*	0.04*	4.7*
Error	32	74.48	6.24	0.005	0.063
Total	48				

\*significant statistical difference at 5% probability level and ns, No significant statistical difference.



**Fig 2** Peroxide value of different samples after degumming by ultrasound adjacent 5% w/w distilled water.

\*Different letters indicate significant statistical difference ( $p < 0.05$ )



**Fig 1** Phosphorous of different samples after degumming by ultrasound adjacent 5% w/w distilled water.

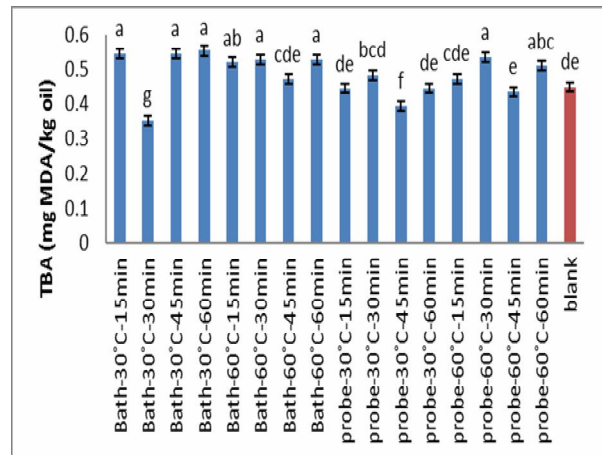
\*Different letters indicate significant statistical difference ( $p < 0.05$ )

\*\*phosphorous in initial unrefined oil was 568 ppm.

شکل ۱ نشان دهنده مقادیر فسفر پس از فرایند صمغ‌گیری روغن سویا به کمک اولتراسوند در حضور ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر می‌باشد، همانطور که مشاهده می‌شود، میزان فسفر روغن سویای خام (۵۶۸ ppm) پس از صمغ‌گیری با آب به روش متداول در دمای ۶۰°C و به مدت ۳۰ دقیقه، به ۴۳/۲ ppm کاهش یافته است. کاهش میزان فسفر در مرحله صمغ‌گیری با آب به دلیل نامحلول شدن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده اند (هیدراته شده‌اند) بوده که توسط نیروی‌گریز از مرکز از روغن خام جدا می‌گردند [۱۹].

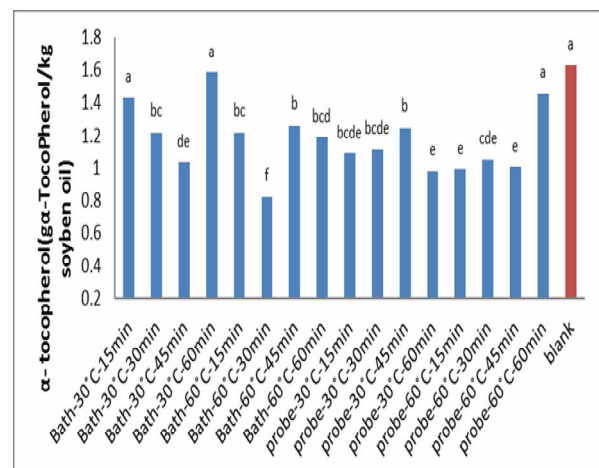
در مورد نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند حمام و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۳۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان فسفر به ۹۲/۸۱ ppm، ۷۰/۱۶ ppm، ۸۹/۴ ppm و ۱۲۶/۳۱ ppm رسید. در دمای ۳۰°C میزان فسفر در نمونه‌ای که با استفاده از اولتراسوند حمام در زمان ۳۰ دقیقه تیمار شده بود، میزان فسفر به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کمتر از سایر تیمارها بود. در ارتباط با نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند پروب و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۳۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان فسفر به ۶۴/۸۵ ppm، ۳۰/۵۶ ppm، ۷۶/۴۹ ppm و ۱۱۷/۲ ppm رسید. در دمای ۳۰°C در نمونه‌ای که با استفاده از اولتراسوند پروب در زمان ۳۰ دقیقه تیمار شده بود، میزان فسفر به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کمتر از سایر تیمارها بود. طبق نتایج به دست آمده (شکل ۱) به طور کلی، در دمای ثابت با افزایش زمان صوت‌دهی تا ۳۰ دقیقه میزان فسفر روغن کاهش یافته است که هم راستا با نتایج محمود فشندی و همکاران در سال ۱۳۹۳ می‌باشد [۲۰]. با افزایش زمان صوت‌دهی از ۳۰ تا ۶۰ دقیقه میزان فسفر روغن افزایش یافته است، به طوری‌که در دمای ثابت بیشترین مقادیر فسفر در نمونه‌های تیمار شده با استفاده از پروب فراصوت و حمام فراصوت، مربوط به زمان ۶۰ دقیقه بود (شکل ۱).

در شکل ۱ با مقایسه تیمارهای مربوط به دو دمای ۳۰°C و ۶۰°C در زمان‌های یکسان مشاهده می‌شود که دمای ۶۰°C در کاهش میزان فسفر در این تیمارها به طور چشم‌گیری مؤثرتر از دمای ۳۰°C بوده است که در راستای نتایج مور و جوگات (۲۰۱۷) و محمود فشندی و همکاران (۲۰۱۶) می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه مور و جوگات (۲۰۱۷)، دمای ۶۰ درجه



**Fig 3** Thiobarbituric acid value of different samples after degumming by ultrasound adjacent 5% w/w distilled water.

\*Different letters indicate significant statistical difference ( $p < 0.05$ )



**Fig 4** Tocopherol of different samples after degumming by ultrasound adjacent 5% w/w distilled water.

\* Different letters indicate significant statistical difference ( $p < 0.05$ )

## ۵- بحث

با بررسی نتایج آنالیز واریانس و نیز مقایسه میانگین مقدار فسفر باقی‌مانده تیمارهای مختلف در جدول ۱، مشاهده شد که اثرات اصلی سطوح مختلف پارامترهای نوع روش استخراج، دما، زمان و همچنین اثرات متقابل دما و زمان، نوع روش استخراج و دما، نوع روش استخراج و زمان و نیز نوع روش استخراج و دما و زمان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند.

سانتی‌گراد به عنوان دمای مطلوب انتخاب شد [۲]. در ارتباط با نمونه‌هایی که تحت تیمار توسط اولتراسوند پروب و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده اند، در دمای ۶۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان فسفر به  $۱۷/۴۲\text{ppm}$ ،  $۲/۸۵\text{ppm}$ ،  $۲۲/۹۶\text{ppm}$  و  $۶۰/۸۱\text{ppm}$  رسید. در مورد نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند حمام و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۶۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان فسفر تا مقادیر  $۷/۸۳\text{ppm}$ ،  $۱۸/۲۱\text{ppm}$ ،  $۲۰/۵۱\text{ppm}$  و  $۴/۷۵\text{ppm}$  کاهش یافت. فسفولپیدهای غیر هیدراته نیاز به انرژی بیشتری برای تبدیل به فسفولپیدهای هیدراته برای جداسازی دارند. درجه حرارت بالا می‌تواند تبدیل فسفولپیدهای غیر هیدراته به هیدراته را افزایش دهد [۲]. تیمار انجام شده در دمای ۶۰°C و زمان ۳۰ دقیقه توسط اولتراسوند پروب، در میان تیمارها، بیشترین کاهش را در میزان فسفر نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ ).

با مقایسه تیمارهای مربوط به اولتراسوند پروب و حمام اولتراسوند در شکل ۱ در دما و زمان یکسان، مشاهده می‌شود که، به طور کلی کاهش میزان فسفر روغن در تیمارهای تحت اولتراسوند پروب به صورت جزئی بیشتر از اولتراسوند حمام بود.

با توجه به شکل ۱، مشاهده می‌شود که با استفاده از امواج اولتراسونیک در فرایند صمغ‌گیری روغن سویا در حضور آب، میزان فسفر کاهش چشمگیری نسبت به روش متداول صمغ‌گیری با آب داشته است به طوریکه میزان فسفر در روش متداول صمغ‌گیری با آب به  $۲/۴۳\text{ppm}$  و در روش تیمار اولتراسونیک در مجاورت آب در همان شرایط تا  $۲/۸۵\text{ppm}$  نیز رسیده است که نشان دهنده نقش مؤثر امواج اولتراسونیک در کاهش میزان فسفر در فرایند صمغ‌گیری می‌باشد و می‌تواند به عنوان جایگزین روش متداول، در فرایند صمغ‌گیری مورد استفاده قرارگیرد.

با بررسی نتایج آنالیز واریانس و نیز مقایسه میانگین مقادیر اندیس پراکسید تیمارهای مختلف در جدول ۱، مشاهده شد که اثرات اصلی سطوح مختلف پارامترهای نوع روش استخراج، دما، زمان و همچنین اثرات متقابل دما و زمان، نوع روش استخراج و دما، و نوع روش استخراج و دما و زمان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. اما اثر متقابل نوع روش استخراج و زمان معنی‌دار نبود. شکل ۲ مقادیر اندیس پراکسید نمونه‌های روغن سویا که به

کمک اولتراسوند در حضور آب صمغ‌گیری شده‌اند را نشان می‌دهد، میزان اندیس پراکسید در نمونه‌هایی که توسط امواج اولتراسونیک در مجاورت آب صمغ‌گیری شده‌اند نسبت به نمونه شاهد، کاهش یافته است و اختلاف میان میزان اندیس پراکسید در این نمونه‌ها در دما و زمان‌های مختلف نسبت به نمونه شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). با مقایسه تیمارهای مربوط به دو دمای ۳۰°C و ۶۰°C در زمان‌های یکسان مشاهده می‌شود که اندیس پراکسید در تیمارهای مربوط به دمای ۶۰°C با اختلاف معنی‌داری کمتر از دمای ۳۰°C بود. نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند حمام و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۳۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان اندیس پراکسید  $\text{meq/kg}$   $۳/۸$ ،  $۴/۰۱$ ،  $۳/۶$  و  $۲/۹۱$  بود. میزان اندیس پراکسید در نمونه‌های تیمار شده با اولتراسوند پروب در دمای ۳۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه،  $۲/۴۳\text{meq/kg}$ ،  $۲/۳۶\text{meq/kg}$ ،  $۳/۶۳\text{meq/kg}$  و  $۱/۵\text{meq/kg}$  بود. در مورد نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک توسط حمام اولتراسوند و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۶۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان اندیس پراکسید  $\text{meq/kg}$   $۳/۲۶$ ،  $۳/۲۶$ ،  $۲/۹۱$  و  $۱/۶۱$  بود. نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند پروب و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده اند، در دمای ۶۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان اندیس پراکسید  $\text{meq/kg}$   $۳/۲$ ،  $۲/۱۱$ ،  $۲/۴۳$  و  $۳/۲۶$  بود. در میان تیمارهای انجام شده در دمای ۶۰°C توسط اولتراسوند پروب و اولتراسوند حمام، کمترین میزان پراکسید ( $۱/۶۱\text{meq/kg}$ ) مربوط به نمونه‌ی تیمار شده با حمام اولتراسوند در زمان ۳۰ دقیقه بود ( $P < 0/05$ ). از آنجایی که پراکسیدها محصولات ناپایدار اکسیداسیون هستند، کاهش مقدار آن‌ها در دمای بالاتر (۶۰ درجه سانتی‌گراد) در زمان ثابت ممکن است به دلیل تجزیه این محصولات و تبدیل آن‌ها به محصولات ثانویه اکسیداسیون باشد. چرا که اندیس تیوباریتوریک اسید که نشان‌گر محصولات ثانویه اکسیداسیون است در همان شرایط افزایش یافته است (شکل ۲). طبق شکل ۲ با مقایسه تیمارهای مربوط به اولتراسوند

پروپ و اولتراسوند حمام در دما و زمان یکسان مشاهده می‌شود که به طور کلی کاهش میزان فسفر روغن در تیمارهای تحت اولتراسوند پروپ به صورت جزئی بیشتر از اولتراسوند حمام بود. همزمان با اندازه‌گیری عدد پراکسید، میزان محصولات ثانویه‌ی اکسیداسیون، مالون دی‌آلدئید، نیز انجام گرفت. از آنجا که مالون دی‌آلدئید از تجزیه هیدروپراکسیدها حاصل می‌گردد، وقتی که میزان پراکسید به حد معینی برسد تغییرات مختلفی صورت گرفته و موادفرار آلدئیدی و کتوننی ایجاد می‌شود که در ایجاد بو و طعم نامطبوع مواد چرب موثر بوده، باعث بالا رفتن اندیس تیوباریتوریک می‌گردد [۲۱]. با بررسی نتایج آنالیز واریانس و نیز مقایسه میانگین مقادیر اندیس تیوباریتوریک اسید تیمارهای مختلف (جدول ۱)، مشاهده شد که اثرات اصلی سطوح مختلف پارامترهای نوع روش استخراج، دما، زمان و همچنین اثرات متقابل دما و زمان، نوع روش استخراج و زمان، و نوع روش استخراج و دما و زمان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. اما اثر متقابل نوع روش استخراج و دما معنی‌دار نبود. با توجه به شکل ۳، میزان اندیس تیوباریتوریک اسید در نمونه‌هایی که توسط امواج اولتراسونیک در مجاورت آب صمغ‌گیری شده‌اند نسبت به نمونه شاهد، افزایش یافت. اختلاف میان میزان اندیس تیوباریتوریک اسید در این نمونه‌ها در دما و زمان‌های مختلف نسبت به نمونه شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). همانطور که گفته شد، اندیس تیوباریتوریک اسید در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل تجزیه پراکسیدها به صورت کلی مقدار آن به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). کمترین مقدار اندیس TBA ( $0/35 \text{ mg MDA/kg oil}$ ) در نمونه تیمار شده با اولتراسوند حمام در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه بود ( $P < 0/05$ ).

طبق نتایج آنالیز واریانس و نیز مقایسه میانگین مقدار آلفا توکوفرول تیمارهای مختلف، مشاهده شد که اثرات اصلی سطوح مختلف پارامترهای نوع روش استخراج، دما، زمان و همچنین اثرات متقابل دما و زمان، نوع روش استخراج و دما، نوع روش استخراج و زمان و نیز نوع روش استخراج و دما در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). شکل ۴ میزان توکوفرول تیمارهای نمونه روغن سویا پس از صمغ‌گیری به کمک اولتراسوند پروپ و اولتراسوند حمام را در مجاورت ۵٪

وزنی- وزنی آب مقطر نشان می‌دهد. طبق نتایج به دست آمده میزان آلفا توکوفرول روغن بعد از صمغ‌گیری به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). کاهش مقدار آلفا توکوفرول در نمونه‌هایی که در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تیمار شده بودند به طور معنی‌داری بیشتر از دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود ( $P < 0/05$ ) که این امر به دلیل تخریب این مواد در دماهای بالاتر می‌باشد [۲۲]. نصیرالله و لاتا در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که میزان آلفا توکوفرول روغن در حرارت‌های بالا به سرعت کاهش می‌یابد [۲۳].

در ارتباط با نمونه‌های روغن که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند حمام و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۶۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان آلفا توکوفرول به  $1/21 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$  و  $0/84 \text{ soyben oil}$  و  $1/26 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$  و  $1/19 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$  رسید. نمونه‌های روغن که تحت تیمار اولتراسونیک توسط اولتراسوند پروپ و با افزودن ۵٪ وزنی-وزنی آب مقطر، صمغ‌گیری شده‌اند، در دمای ۶۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، میزان آلفا توکوفرول در آن‌ها به  $0/99 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$  و  $1/08 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$  و  $1/48 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$  و  $0/97 \text{ soyben oil}$  رسید. در رابطه با مقایسه اثرات اولتراسوند پروپ و اولتراسوند حمام همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، در دمای ثابت میزان آلفا توکوفرول نمونه‌های تیمار شده با حمام فراصوت به صورت جزئی بیشتر از نمونه‌های تیمار شده با پروپ فراصوت بود. که این امر می‌تواند به دلیل تخریب این مواد در شدت‌های بیشتر ایجاد شده توسط اولتراسوند پروپ باشد. بیشترین میزان آلفا توکوفرول ( $1/67 \text{ g } \alpha\text{-TocoPherol/kg soyben oil}$ ) مربوط به نمونه تیمار شده با اولتراسوند حمام در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه بود.

## ۶- نتیجه‌گیری

صمغ‌گیری با استفاده از امواج اولتراسونیک در مجاورت آب که روشی مجزا بوده و نیاز به فرایند، تکمیلی ندارد، توانسته میزان

- [5] Sabah, E., Majdan, M., (2009), Removal of Phosphorus from Vegetable Oils by Acid-Activated Sepiolite. *Journal of Food Engineering* 91:423-427.
- [6] De Moura, J.M.L.N., Gonçalves, L.A.G., J.C.C. Petrus, L.A. Viotto, (2005), Degumming of vegetable oil by microporous membrane, *J. Food Eng.* 70: 473-478.
- [7] Akoh, C., Min., D. (2002), *Food Lipids Chemistry, Nutrition and Biotechnology. Food Science And Technology* 11:75-79.
- [8] Shahidi, F., (2005), *Baileys Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley and Sons Publishing, 6th Edition 3:361\_365.
- [9] Chand, P., Chintareddy, V.R., Verkade, J. G., Grewell, D. (2010) Enhancing Biodiesel Production from Soybean Oil Using Ultrasonics. *Energy Fuels* 2010, 24, 2010-2015.
- [10] Ashokkumar, M., (1996), Application of ultrasound in food technology. *Ultrasound Sonochem.* 3: 253\_260.
- [11] Nasiri far, Z., sadeqimahoonak, A., kamali, F., (2013), Effect of extraction condition with two ultrasonic methods on phenolic, flavonoids and DPPH free radical scavenging of *Celtis australis* extract, *Journal of Food Processing and Preservation*, 5: 115\_130.
- [12] McClements, D.J., (1995), Advances in The Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing. *Trends in Food Science and Technology* 6:293-299.
- [13] Li, H., Pordesimo, L., Weiss, J. (2004) High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans. *Food Research International* 37: 731-738.
- [14] Ivana, T. Stanisavljevic., Lazic, M.L., Veljkovic, V.B. (2007), Ultrasonic extraction of oil from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seeds. *Jornal of Ultrasonics Sonochemistry* 14: 646-652.
- [15] Qavami, M., Qarachorlo, M., Qiasi Tarzi, B., (2008), Investigating the effect of refining Process on qualitative Characteristics of Soybean Oil, *Scientific Journal of Agricultural Sciences*. 55\_67.
- [16] Moulton, K., Mounts, T. (1990), Continuous Ultrasonic Degumming of

فسفر را تا حد مطلوبی حتی بیشتر از روش متداول صمغ‌گیری با آب کاهش دهد، لذا میتواند جایگزین بالقوه‌ای برای فرایند صمغ‌گیری با آب به روش متداول باشد، زیرا روش متداول به تنهایی، برای جداسازی فسفولیپیدها از روغن خام، کفایت نمی‌کند و نیاز به عملیات تکمیلی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که صمغ‌گیری به کمک اولتراسوند پروب و اولتراسوند حمام، تاثیر متفاوتی در میزان فسفر باقی مانده روغن سویا داشت. در هر روش استخراج، میزان فسفر باقی مانده بسته به دمای استخراج متفاوت بود. در هر دو روش استخراج کمترین میزان فسفر باقی مانده مربوط به دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. میزان اندیس پراکسید پس از صمغ‌گیری کاهش یافت که این کاهش در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل تجزیه پراکسیدها بیشتر بود. میزان اندیس تیوباربیتوریک اسید پس از صمغ‌گیری به صورت جزئی افزایش یافت. میزان آلفا توکوفرول نیز بعد از صمغ‌گیری با هر دو روش استخراج کاهش یافت و مقدار آن بسته به دمای استخراج متفاوت بود. کمترین میزان آلفا توکوفرول در هر دو روش استخراج در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل تخریب بخشی از این ترکیبات در این دما بود.

## ۷- منابع

- [1] D.I. Sánchez-machado, J. López-cervantes, J.A. Núñez-gastélum, G. Servín, D. Moralópez, J. López-hernández, P. Paseiro-losada, (2015), Effect of the refining process on *Moringa oleifera* seed oil quality, *Food Chem.* 187: 53-57.
- [2] More, N.S., Gogate, P.R., (2017), Intensified degumming of crude soybean oil using cavitation reactors, *J. Food Eng.* 218: 33-43.
- [3] Tasan, B.M., Gecgel, U., Demirci, M. (2011), Effects of storage and industrial oilseed extraction methods on the quality and stability characteristics of crude sunflower oil (*Helianthus annuus* L.), *Grasas Y Aceites*. 62: 389-398.
- [4] Alicio, T.V.R., Mendes, E.S., Pereira, N.C., Lima, O.C.M., (2002), Membrane ultrafiltration of crude soybean oil, *Desalination*. 148: 99-102.



- [21] GohariArdebili, A., Aqajani, N., DaraeiGarmeKhani, A. (2018), Evaluation of antioxidant effect of methanolic extract of mountain tea on oxidative stability of sunflower oil, Congress for the Development of Regional Scientific Cooperation of Food and Agriculture Industries, Iran, Mashhad, Mashhad Institute of Food Science and Technology, in collaboration with other universities.
- [22] Qaderi, M., Beik, M. (2014), Investigating the stability of rice bran oil during heating and frying, National Congress of Sciences and Food Industry of Iran, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources university.
- [23] Latha, R. B., Nasirullah, D. R., ( 2011), Physico-chemical changes in rice bran oil during heating at frying temperature, Journal of food science Technology. Crude Soybean Oil. Journal of American Oil Chemists Society 1: 67.
- [17] Aocs (2007). official methods and recommended practices of the American oil chemist's society(7th).champaign:American oil chemists-society.
- [18] Wong, M. L., Timms, R. E., Goh., E. M. (1988), Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 14: 652\_258.
- [19] Bili, A., (2010), Fats and edible vegetable oils- Features and processing ,Translation: Malk, F. Second Edition. Publishing education and agricultural extension .pp 472.
- [20] Mahmood Fashandi, H., Qavami, M., Qarachorlo, M., Abasi, R. (2015), Application of ultrasound in degumming of soybean and sunflower oils. Journal of Food Industry Research .26 (1).



## Effect of ultrasound assisted extraction's condition on degumming process and investigation of quality parameters soybean oil

Govahian, V. <sup>1</sup>, Esmailzadehkenari, R. <sup>2\*</sup>, Raftani Amiri, Z. <sup>2</sup>

1. MSC graduated of food science and technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources university, Sari, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and technology, Sari , Sari Agricultural Sciences and Natural Resources university, Sari, Iran.

### ABSTRACT

Degumming process is the first stage of oil refining. Degumming process of oil by water based on insoluble phosphatide which absorbed water and separating of two oil and water phases by centrifugal force. The aim of this study was to investigate the effect of different time and temperature of two degumming process by bath and probe ultrasound on quality factors and reducing the amount of phosphate on soybean oil. Soybean oil degumming were done by using ultrasonic waves adjacent to 5% w/w distilled water in ultrasound bath (20KHZ) and probe ultrasound (100 W and 20KHZ) at 15, 30, 45 and 60 min at 30 and 60 ° C. Also soybean oil degumming was done with water at 60 ° C for 30 min by conventional method. The amount of phosphorus, peroxide value, thiobarbituric acid value and alpha tocopherol of treated samples by both methods were measured. The initial phosphorus was 568 ppm, which reached to 43.2 ppm and 2.85 ppm after conventional method and sonication degumming process respectively. The peroxide value and alpha tocopherol was reduced slightly after degumming by ultrasonic waves depending on the process temperature, and the thiobarbituric acid value did not change significantly. Ultrasonic waves at lower temperatures than the conventional method are capable to separating phosphorus of crude oil and as an alternative to the conventional method of adjacent to water, it hasn't got harmful effect on the oil.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2019/05/18  
Accepted 2019/09/01

#### Keywords:

Bath ultrasound,  
Prob ultrasound,  
Degumming,  
Soybean oil.

**DOI:** 10.52547/fsct.19.124.231

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.124.1.8

\*Corresponding Author E-Mail:  
[reza\\_kenari@yahoo.com](mailto:reza_kenari@yahoo.com)