

## مقاله کوتاه پژوهشی

# بررسی تاثیر پارامترهای آماده سازی دانه سویا بر میزان فسفاتید، پر اکسید و اسیدهای چرب آزاد روغن خام سویا در صنعت

مهرآیین قاسمی<sup>1</sup> - رضا شکرانی<sup>2\*</sup> - جواد کرامت<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1391/1/25

تاریخ پذیرش: 1393/3/20

## چکیده

روغن نباتی در کشور ما یک محصول استراتژیک محسوب می شود. میزان واردات این محصول حایز اهمیت بوده و به همین دلیل تلاش برای تولید روغن خام در داخل کشور، در حد رقابت با نوع وارداتی آن از نظر هزینه تولید و نیز کیفیت، قابل توجه می باشد. این پژوهش تاثیر پارامترهای مرحله آماده سازی دانه روغنی بر کیفیت روغن خام استخراج شده با حلال را در مقیاس صنعتی با بیان جزئیات عملکرد و شرایط کاری دستگاه ها بیان می کند. شاخص‌های کیفیت مورد بررسی در این مطالعه میزان فسفر، اسیدهای چرب آزاد، پراکسید در نظر گرفته شده است. دانه روغنی مورد استفاده وارداتی و از کشور برزیل بود. دانه ها پس از مرحله تمیز شدن، دانه شکنی و پخت با استفاده از دستگاههای فلیکر، اکسپندر و پرس آماده سازی شدند. فلیک ها<sup>4</sup>، کلت ها<sup>5</sup> و پرس یک ها<sup>6</sup> در نهایت برای روغن کشی با حلال به اکستراکتور انتقال یافتند. روغن حاصل از این سه روش مورد آزمون‌های کیفی قرار گرفت. با مقایسه نتایج آزمون‌های انجام شده بر روی نمونه‌های روغن استحصالی که به سه روش فوق آماده سازی شده بود، روغن حاصل از آماده سازی به روش SP، فسفاتید و در نتیجه میزان افت تصفیه کمتری نشان داد. در مقایسه کیفیت روغن خام، روش ESE بهترین کیفیت را از نظر عدد پراکسید و روش SE بهترین کیفیت را از نظر میزان اسیدهای چرب آزاد نشان داد. تفاوت معنادار نتایج آزمایشات، اهمیت کنترل پارامترهای مرحله آماده سازی دانه در خطوط تولید کارخانجات روغن کشی را نشان می دهد. نتایج این تحقیق می تواند در صنعت روغن کشی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** روغن خام، آماده سازی دانه روغنی، فسفاتید، اسکرورپرس، اکسپندر

## مقدمه

بندی از نظر اقتصادی حایز اهمیت است. از مهمترین فاکتورهایی که در این قسمت مورد مطالعه قرار می گیرد می توان به اسیدهای چرب آزاد، پایداری اکسیداتیو، رنگ و فسفاتیدها اشاره کرد (Campbeel, 1983 & NOPA, 2006, & Erickson, 1993 & ) (Mount *et al.*, 1979; Sleeter & Wedermann, 1981). اهمیت استفاده از روش‌های آماده سازی دانه قبل از استخراج روغن با حلال به دلیل افزایش راندمان و تسهیل خروج روغن از دانه می باشد (Beredeson, 1983 & Nelson, 1987). روغن سویا دارای مقدار نسبتاً زیاد فسفاتید و فسفر می باشد. و به دلیل آنکه فسفاتیدها تاثیر نامطلوبی بر روی مزه و رنگ روغن دارند می بایست از روغن جدا شوند. فسفاتیدها به طور کل به دو دسته عمده آبدوست و غیر آبدوست تقسیم بندی می شوند که فسفاتیدهای آبدوست به آسانی و به روش صمغ گیری با آب<sup>7</sup> از روغن جدا

روغن سویا یکی از روغن‌های پرمصرف گیاهی است که حاوی مقدار قابل توجهی اسیدهای چرب غیر اشباع می باشد. این روغن حاوی آلفا لینولینیک اسید (امگا 3)، گاما لینولینیک و آراشیدونیک (امگا 6) اولییک اسید (امگا 9) بوده و برای تغذیه انسان مناسب است (Liu, 2003 & Olguin *et al.*, 1999). علاوه بر این روغن سویا، حاوی اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک و استئاریک نیز می باشد (Bond *et al.*, 2005). کمیت و کیفیت روغن خام در زمان درجه

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد

2 و 3- استادیار و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
(\*) نویسنده مسئول: Email: dshftech@cc.iut.ac.ir

4- solvent extraction (SE)

5- Expander aid solvent extraction (ESE)

6- Screw press (SP)

7 -water degumming

دانه‌های روغنی برای استفاده آنها در خوراک دام، خارج کردن روغن از دانه به صورت فیزیکی قبل از استفاده از روش استخراج با حلال، تسهیل فرایند استخراج روغن با حلال به دلیل تخریب اسفروزوم‌ها که موجب آزاد شدن روغن، غیر فعال کردن آنزیم‌های تخریب کننده چربی‌ها و تولید فراورده ای خوراکی که میزان روغن موجود در آن تا اندازه ای حذف شده اشاره کرد. اکسپنرها به دلیل کاهش حجم، ظرفیت دستگاه استخراج با حلال را افزایش می دهند ( Rhee *et al.*, 1996). از پارامترهای مهم کنترل کیفی روغن خام که بر روی افت تولید در مرحله تصفیه‌ی روغن تأثیر گذار می باشد می توان به پر اکسید، فسفاتیدها، درصد اسیدهای چرب آزاد و رنگ روغن اشاره کرد. با توجه به اینکه ای پارامترها وابستگی مستقیمی با روغن کشتی دارد نوع روش روغن کشتی و شرایط اپراتوری تأثیر به سزایی در کیفیت محصول نهایی دارد.

## مواد و روش‌ها

### مواد مورد استفاده

دانه روغنی مورد استفاده در این پژوهش دانه سویا وارداتی و از کشور برزیل بود. به دلیل اهمیت کیفیت دانه ورودی به خط تولید در تنظیم پارامترهای آماده سازی ابتدا دانه‌ها مورد آنالیز تعیین درصد مواد خارجی، رطوبت، درصد روغن و میزان اسیدیته قرار گرفتند که نتایج در جدول شماره 1 آورده شده است. روش‌های آنالیز همگی بر گرفته از متد AOCS، 2009 ویا استاندارد ملی ایران میباشد. حلال مورد استفاده برای روغن کشتی شیمیایی در اکستراکتور هگزان از نوع هگزان مجاز برای استفاده در صنایع غذایی بود که آنالیز آن با استفاده از گاز کروماتوگرافی تعیین شد که نتایج در جدول 2 آمده است. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش همگی از نماینده شرکت مرک آلمان تهیه شده بود. برای اندازه گیری رطوبت به وسیله ترازوی رطوبت سنج از شرکت ساتریوس مدل MA35 استفاده شد.

اندازه گیری ضخامت با استفاده از دستگاه میکرومتر دیجیتالی صورت گرفته، در این پژوهش برای اندازه گیری میزان فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر SHIMADZU مدل UV-1800 استفاده شد.

می شوند. در صورتی که جدا سازی فسفاتیدهای غیر آبدوست نیازمند فرایندهای پیشرفته تری است که به عنوان مثال استفاده از اسید برای تبدیل این فسفاتیدها به نوع آبدوست را می توان نام برد (Hammond, 2005 & Logan, 2005).

گسترش لیپولیز بر اساس میزان اسیدهای چرب آزاد (یا عدد اسیدی) تعیین می شود. روغن با میزان اسیدهای چرب آزاد بالاتر از 1 درصد معمولاً روغن خام گیاهی و یا چربی حیوانی فاسد نامیده می شود. تنها استثنا در این حالت روغن زیتون است که حتی با دارا بودن میزان 3% اسیدچرب آزاد هنوز برای مصرف مستقیم مناسب دانسته می شود (U.S. Soybean Export Council 2006). میزان اسیدهای چرب آزاد و عدد پراکسید یکی از نشانه‌های کیفی چگونگی انبارداری و فراوری روغن‌ها و چربی‌ها هستند. وارد شدن آسیب به دانه، تخریب دیواره سلولی، برخورد دانه با سطح سخت و یا سایر آسیب‌های مکانیکی از عواملی هستند که باعث افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد در روغن می شوند. رطوبت بالای دانه شرایط را برای فعالیت آنزیم لیپاز مساعد می کند و لازم به ذکر است که این آنزیم در دانه‌های جوانه زده فعال تر است. نقطه دود در روغن‌ها به علت اینکه اسیدهای چرب آزاد نسبت به تری گلیسیریدهای مشابه دیگر تبخیر شونده تر هستند در مرحله اول به میزان اسیدهای چرب آزاد وابسته است (Bockisch, 1998).

روش مرسوم استخراج روغن سویا استفاده از حلال آلی هگزان است که به این روش در حدود 99 درصد از روغن دانه استخراج شده و تنها 1 درصد از روغن در آن باقی می ماند ( Nelson *et al.*, 1987).

اسکروپرس دومین روش مورد استفاده برای استخراج روغن است. این روش یکی از راه‌های آماده سازی دانه قبل از استخراج روغن با حلال می باشد. در این روش باقیمانده روغن در کیک پرس، 4 تا 7 درصد است. اسکروپرس با حرارت اندک کار می کند و کیفیت کیک مناسبی دارد اما ظرفیت تولید آن نسبتاً پایین است ( Nelson *et al.*, 1987).

یکی دیگر از روش‌های آماده سازی دانه‌های سویا قبل از استخراج با حلال، استفاده از اکسپنر است. از دلایل مهم استفاده از اکسپنر می توان به غیر فعال کردن فاکتورهای ضد تغذیه ای

جدول 1 - آنالیز دانه اولیه مورد استفاده

دانه/ آنالیز و روش آزمون	درصد مواد خارجی استاندارد ملی 661	درصد رطوبت AOCS Ac2-41	درصد روغن دانه AOCS Ac3-44	درصد اسیدهای چرب آزاد AOCS Ca 5a-401
دانه سویا برزیلی	0/5	8/74 ± 0/036	20/24±0/25	0/746±0/015

جدول 2 - درصد خلوص هگزان مورد استفاده در روغن کشتی با حلال

ردیف	نام ترکیب	سطح زیر پیک در طیف گاز کروماتوگرافی (درصد)
1	N - هگزان	58/1585
2	متیل سیکلوپنتان	21/215337
3	متیل پنتان	9/9427
4	2- متیل پنتان	9/0472
5	سایر مواد	1/636263

### فرایند و روش انجام تحقیق

**بوجاری و پخت دانه:** این پژوهش به صورت عملی و در مقیاس صنعتی در یکی از کارخانجات روغن کشی داخلی انجام شد. دانه‌های سویا پس از انجام مراحل بوجاری به دستگاه کراکر<sup>1</sup> که مجهز به چهار غلطک شیاردار است انجام شد. فاصله بین شیارها در حدود 3/3 تا 7 میلی متر و در حدود 7 شیار در یک اینچ است. دانه‌ها از میان چهار غلطک، عبور کرده و دانه‌ها به سه تا 4 قسمت تقسیم شد.

عملیات پخت در دستگاه کوکر از نوع عمودی و 5 طبقه به مدت 35 تا 45 دقیقه انجام شد. رطوبت دانه شکسته شده قبل ورود به فلاکر 10 تا 12 درصد در نظر گرفته شد.

### آماده سازی با فلیکر

دانه‌های خرد شده و پخته شده سویا از دستگاه پخت به دستگاه فلیکر<sup>2</sup> وارد شدند، دانه‌ها به وسیله دستگاه فلیکر و با استفاده از فشار هیدرولیکی بین غلطک‌ها به شکل پرک‌هایی با ضخامت 0/2 تا 0/3 میلی متر در آمدند. ضخامت پرک‌ها برای اطمینان از یکسان بودن آن‌ها در سه قسمت فلیکر نمونه‌گیری شده و بوسیله میکرومتر دیجیتال اندازه‌گیری و کنترل شد.

### آماده سازی با اکسپندر

فلیک‌های سویا به وسیله نوار نقاله به اکسپندر از نوع تک مارپیچ<sup>3</sup> مارپیچ<sup>3</sup> که در دما و فشار کمتری کار می‌کند وارد شدند. فلیک‌های سویا در دستگاه اکسپندر تحت فشار قرار گرفته و تا تبدیل شدن به ماده‌ای قابل ارتجاع و چسبناک تا دمای 112/8 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 10 تا 13 درصد پخته شدند.

سویای خروجی از اکسپندر دارای ساختار متخلخل بوده که اصطلاحاً به آنها کلت<sup>4</sup> گفته می‌شود وارد خنک‌کننده و خشک‌کننده کننده شدند و رطوبت آن‌ها تا 7 درصد کاهش یافت.

### آماده سازی با پرس

فلیک‌ها به وسیله نوار نقاله به کوکر پرس وارد شدند. کوکر دستگاه پرس مورد استفاده از نوع 4 طبقه بوده و رطوبت فلیک‌های خروجی از دستگاه کوکر 1 تا 4 درصد در نظر گرفته شد. پس از پخت در کوکر فلیک‌ها وارد پرس شدند.

### استخراج با حلال

استخراج روغن با حلال از فلیک‌ها، کلت‌ها و کیک پرس‌های آماده‌سازی شده:

در مرحله بعد، فلیک‌ها، کلت‌ها و پرس‌کیک‌ها به صورت مجزا در اکستراکتور تحت فرایند استخراج روغن با حلال هگزان قرار گرفتند.

دستگاه اکستراکتور (دستگاه استخراج با حلال) مورد استفاده، از نوع مداوم، افقی و ساخت DeSmet با جریان نا همسو و ظرفیت کاری 350 تن دانه در شبانه روز بود. این دستگاه دارای 8 اسپری دوش‌کننده حلال بر روی بستر مواد و 14 هوبر جمع‌آوری‌کننده داخلی میسلا می‌باشد. ارتفاع مواد اولیه روی توری‌ها 1400 میلی‌متر تنظیم شده بود.

میسلا (ترکیبی از هگزان و روغن) در نهایت پس از عبور از اکونومایزر و برای اعمال دمای لازم برای جدا سازی حلال از میسلا از سه هیتز که بر اساس نام گذاری شرکت DeSmet به ترتیب 18، 21 و تبخیر کننده نهایی نامیده می‌شود عبور کرده و پس از جداسازی کامل حلال تا دمای 40 درجه سانتیگراد سرد شد.

شرایط کاری اکستراکتور و نیز هیتزها همگی برای سه‌آزمون انجام شده یکسان در نظر گرفته شده‌اند. در نهایت برای هر یک از آزمون‌ها به منظور جلوگیری از اختلاط روغن مورد نظر با روغن‌های موجود در تانک ذخیره، نمونه روغن استحصالی با شرایط تعریف شده آزمون از شیر نمونه برداری قبل از تانک ذخیره روزانه روغن، در ظرف مناسب نمونه برداری شد. آزمون تعیین میزان فسفر در روغن خام به روش AOCs Ca 12-55، تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد به روش AOCs Ca 5a-401 و پراکسید به روش AOCs cd 8-53 (03) انجام شد.

### آنالیز آماری

تمامی آزمایشات در سه تکرار صورت پذیرفت، و آنالیز داده‌ها با

- 1- cracker
- 2- flaker
- 3- single screw
- 4- collet

استفاده از نرم افزار spss نسخه 17 و مقایسه میانگین داده ها با آزمون Duncan و LSD و در سطح اطمینان 0/95 انجام شد.

## نتایج و بحث

### عدد پراکسید و اسیدهای چرب آزاد

نتایج آزمون اسیدیته و پراکسید در جدول 3 آمده است. در سطح اطمینان 0/95 مقایسه عدد پراکسید (بر اساس میلی اکی والان در کیلوگرم روغن نمونه)، اختلاف معنی داری را در روش‌های مختلف استخراج نشان می دهد. مشابه آن، میزان اسیدهای چرب آزاد (بر اساس درصد اولئات سدیم)، نیز اختلاف معنی داری را در نتایج روش‌های مختلف استخراج در سطح اطمینان 0/95 نشان می دهد.

### مقایسه میزان فسفر و فسفاتیدها

در جدول 4 نتایج تعیین میزان فسفر و فسفاتید در روغن حاصل از روش‌های مختلف آماده سازی دانه سویا آمده است. نوع روش روغن کشی روی کیفیت روغن و کنجاله حاصل تاثیرگذار است. مشاهده اختلاف معنادار در عدد پراکسید و اسیدیته روغن‌های استحصالی آماده شده با روش‌های مختلف آماده سازی، نشان دهنده تاثیر شرایط فرآوری بر سرعت و میزان غیر فعال شدن آنزیم‌های لیپاز و لیپوکسیژناز موجود در دانه است که در اثر تخریب دیواره سلولی در مجاورت سوبسترای خود یعنی روغن دانه قرار گرفته و باعث تخریب آن می شوند (Lawrence *et al.*, 2008). در مقایسه روش‌های مختلف آماده سازی، در استفاده از اسکروپرس به دلیل اعمال دمای پایین تر از دمای غیر فعال شدن آنزیم ها و نیز میزان رطوبت پایین تر، آنزیم ها و به طور کامل غیر فعال نمی شوند، این غیر فعال شدن نسبی آنزیم ها، می تواند در مدت زمان آماده سازی تاثیر منفی بر کیفیت روغن داشته باشد. در روغن استخراج شده از دانه با روش

آماده سازی با اکسپندر به دلیل اینکه تمامی دانه ها تیمار حرارتی یکسانی نمی بینند، آنزیم‌های مخرب در آنها زمان طولانی تری برای تماس با سوبسترای خود دارد و میزان پراکسید بالاتری نسبت به روش استفاده از فلیکر برای آماده سازی نتیجه می شود. یکی دیگر از عوامل موثر بر عدد پراکسید و میزان اسیدهای چرب آزاد شرایط انبارداری و فرآوری دانه‌های سویا است. هنگامی که رطوبت و شرایط دمایی در طی انبارداری دانه نامناسب باشد، آنزیم‌های لیپاز و لیپوکسیژناز می توانند فعالیت کنند. با توجه به یکسان بودن دانه‌های مورد استفاده در پژوهش، و یکسان بودن شرایط آماده سازی تا قبل از مرحله فلیکر، تاثیر این عوامل در نتایج استفاده از روش‌های مختلف آماده سازی یکسان بوده است.

در سیستم استخراج با حلال در مرحله جداسازی هگزان از میسلا، پاشش بخار ممکن است به دلیل ایجاد شرایط دمایی و رطوبتی مناسب موجب تسریع تشکیل پراکسید بشود (Sivasothy *et al.*, 2005). میزان رطوبت دانه ها، دما و زمان فرآوری تاثیر مستقیمی بر میزان فعالیت آنزیم فسفولیپاز D و تبدیل فسفاتیدهای آبدوست به فسفاتیدهای غیر آبدوست دارد (Mount *et al.*, 1779).

هنگامی که پروتیین سویا دناتوره می شود و ساختار آن باز می شود، در معرض ترکیبات و اجزا هیدروفیل قرار می گیرد، فسفولیپیدها از طریق سرهای هیدروفیل واکنش داده و به کنجاله متصل باقی میمانند و در مقابل جدا شدن در زمان استخراج روغن مقاومت می کند. بنابراین فسفاتیدهای آبدوست به همراه کنجاله خارج شده و روغن حاصل میزان فسفر کمتری خواهد داشت. میزان فسفاتید و در نتیجه میزان افت در مرحله صمغ گیری با آب در روغن حاصل از روش ESE از همه بیشتر و در روش SP از همه کمتر است (Hill, 1992).

جدول 3- تاثیر روش استخراج بر میزان اسیدهای چرب آزاد و پراکسید

واحد	نوع روش استخراج			پارامتر مورد اندازه گیری
	ESE	SE	SP	
$\frac{meq}{kg}$	$0/24 \pm 0/06$	$0/67 \pm 0/2$ <sup>b</sup>	$0/98 \pm 0/1$ <sup>c</sup>	عدد پراکسید
%	$1 \pm 0/2$ <sup>a</sup>	$0/93 \pm 0/01$ <sup>b</sup>	$1/12 \pm 0/01$ <sup>c</sup>	اسیدهای چرب آزاد

جدول 4 - نتایج آزمون تعیین میزان فسفر بر روغن‌های حاصل از روش‌های گوناگون روغن کشی

میزان	نوع روش استخراج			پارامتر مورد اندازه گیری
	ESE	SE	SP	
ppm	$1080 \pm 2$ <sup>a</sup>	$552 \pm 2/5$ <sup>b</sup>	$448 \pm 7/63$ <sup>c</sup>	فسفر
%	3/24	1/65	1/34	فسفاتید

- Beredeson, D. K., 1983, "Mechanical oil extraction." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 60 : 211.
- Bockisch, M., 1998, *fat and Oil Handbook*. Germany: AOCS:200-250.
- Bond, B., et al. 2005. "Fatty acid, amino acid and trace mineral analysis." *Food Comp. Analysis* (18): 675-681.
- Trading Rules for the Purchase and Sale of Soybean Oil. 2006 NOPA,.
- Campbeel, E. J., 1983, "sunflower oil." *Journal of the American Oil Chemists' Society (AOCS journal)* 60 : 387.
- Erickson, D. R., 1993, "Process of fat and oil for frying and formulation." aocs campaign.
- Hammond, E. G., Lawrence, A. J., Caiping, S., Wag, T., and White, P. J., 2005, Soybean oil. In F. Shahidi Ed. , *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* . Wiley. Vol 2: 579.
- Hill, S. E., 1992, *Studies on qualityof soybean oil extraction metods type , and odidative stability*.thesis.
- Lawrence A. Johnson, Pamela J. White, Richard Galloway., 2008, *Soybeans : chemistry, production, processing, and utilization* ,AOCSpress :340
- Liu, K., 1999, *Soybean: Chemistry, Technology and Utilization*. New York: Aspen Publishers,
- Logan, A., 2005, *Degumming and Centrifuge Selection, Optimization and Maintenance*. UPAC-AOCS Workshop on ats, *Oils and OilseedsAnalysis and Production* . Alfa Laval Copenhagen A/S : 5.
- Mount, T. L., List G. R., and Heakin A. J., 1979, "quality of crude oil from soybeans." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 56 : 883.
- Nelson, A. L., Wijeratne W. B., Yeh S. W., Wei T. M., and Wei L. S., 1987, "dry extrusion as an aid to mechanical expelling ofoil from soybean." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 64 : 1341.
- Olguin, M. C., Hisano, N., Ottavio, A. D., Zingale, M. I., Revelant, G. C., and Calderari, S. A., 2003, "Nutritional and antinutritional." *journal of food composition* 16: 441-448.
- Rhee, K., and Wilson R., 1996, "Proceedings of the World Conference on Oilseed and Edible Oils Processing." AOCS press 1 : 201-203.
- Sivasothy, K., Rohaya Mohd, H., and Yusof, B., 2005, *A New System For Continus Sterilisation Of Oil Palm Fresh Fruit Bunches*. *Journal of Oil Palm Research*, 151-145.
- Sleeter, R. T., 1981 "effect of processing of quality of oil." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 58 (n.d.): 239.
- U.S. Soybean Export Council., 2006, *Soy: International Buyers' Guide* . Quality Standards for U.S. Soybeans and Soy Products.:1-10m
- Wedermann, L. H., 1981, "Degumming , refining and bleaching of soybean oil." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 58 : 159.