بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکدهٔ کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان‌نامه

جهت دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی علوم و صنایع غذایی

عنوان

اثر آنتی اکسیدانی برگ زیتون و عصاره آن بر پایدارسازی روغن سویا

استادان راهنما

دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی دکتر رضا اسماعیل‌زاده کناری

استاد مشاور

دکتر سید عباس رأفت

پژوهشگر

زهرا نجفی

دی‌ماه 1390

بوسه باید زد

دست هایی را که می سازند

مسیر سربلندی را

و سیراب می کنند روح چشمه را،

تقدیم به پدر و مادرم ■

تقدیر و تشکر

ستایش و سپاس بیکران بایسته آن الهه یکتا، به خاطر همه مهربانی هایش و تمام همراهی هایش.

بر خود لازم می دانم که قدردان زحمات تمامی کسانی باشم که به نحوی مرا در انجام این پایان نامه یاری نمودند.

وظیفه شاگردی خود می دانم تا مراتب سپاس و قدردانی ویژه خویش را با صمیمیت هر چه تمام تر به محضر استادان راهنمای گرانمایه، جناب آقای دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی و جناب آقای دکتر رضا اسماعیل زاده کناری و استاد مشاور محترم، جناب آقای دکتر سید عباس رأ که با راهنمایی های ارزنده خود راهگشای اینجانب بودند و لذت آموختن و یادگیری را در محضر پربارشان تجربه کردم، تقدیم کنم.

از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر استاد رحیمی به خاطر دقت کم نظیرشان در داوری این پایان نامه و پیشنهادات سازنده و به جای ایشان جهت بهبود این پایان کمال تشکر و قدردانی دارم.

از دوستان عزیزم که در این مدت کوتاه اما پربار بزرگترین موهبتی بودند که نصیبم شد خانمها طهماسبی، سلمان پور، پزشکی، رنگچیان، کرمی، بحرانی و طلوعی خاطر مهربانیشان که مرا با همدلی خود تنها نگذاشتند و نیز همکلاسی های خوبم خانم های مهندس: فتحی، غلامی، نصیرپور و رونقی... و آقایان مهندس سربازی، اولیایی و آقا میرزایی که در کنارشان لحظات خوش و به یادماندنی را سپری کردم، تشکر می نمایم.

و نیز قدردان عزیزانی هستم همواره با گذشت و مهربانی و همراهی خود مایه دلگرمی من بودند، واهرانم: لیلا و پریا.

از کلیه اساتید و اعضای محترم گروه علوم و صنایع غذایی، سرکار خانم مهندس احمدی مسئول محترم آزمایشگاه های گروه علوم و صنایع غذایی و نیز سایر کارکنان ساختمان تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز سپاسگزاری می کنم.

با تقدیم احترام

زهرا نجفی

نام خانوادگی: **نجفی** نام: **زهرا**

عنوان پایان‌نامه: **اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ زیتون (*Olea europaea*) بر پایدارسازی روغن سویا**

استادان راهنما: **دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی- دکتر رضا اسماعیل‌زاده کناری**

استاد مشاور: **دکتر سید عباس رافت**

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: **مهندسی علوم و صنایع غذایی** گرایش: **تکنولوژی مواد غذایی**

دانشگاه: **تبریز** دانشکده: **کشاورزی** تاریخ فارغ التحصیلی: **10/ 10/ 90** تعداد صفحه:110

کلید واژه‌ها: **عصاره برگ زیتون، اثر آنتی‌اکسیدانی، روغن سویا، ترکیبات فنولی**

چکیده:

امروزه به دلیل اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی تمایل روز افزونی به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی وجود دارد، به همین دلیل در این پژوهش اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ زیتون و برگ زیتون بر روغن سویا در حین نگهداری در آون (70°C) و در طی فراوری حرارتی (180°C) بررسی شد. عصاره برگ زیتون استخراج شده با اتانول در دو غلظت 400 و 600 ppm و پودر برگ زیتون در غلظت 15% (w/w) به روغن سویا اضافه شد. پارامترهای عدد اسیدی، عدد پروکسید، عدد کنژوگه، عدد آنیزیدین، پایداری اکسیداتیو توسط آزمون رانسیمت، ترکیبات فنلی طبق روش فولین-سیوکالچو و تغییرات پروفایل اسیدهای چرب توسط GC در زمان‌های 0،7،14،21 و 28 روز در طی نگهداری و زمان‌های 0،4 و 8 ساعت در طی حرارت‌دهی اندازه‌گیری شدند و در کلیه آزمایشات فوق، نمونه‌ها با نمونه روغن سویای حاوی آنتی‌اکسیدان سنتتیک TBHQ مقایسه شدند. افزودن برگ زیتون به طور مستقیم هیچ‌گونه اثر آنتی‌اکسیدانی بر روغن سویا نداشت. بین مقادیر اندیس اسیدی نمونه‌های غنی‌شده با عصاره و TBHQ و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده نشد. عدد پروکسید در طول نگهداری افزایش یافت اما در طی حرارت‌دهی ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت، نمونه‌های حاوی عصاره کمترین میزان عدد پروکسید را دارا بودند. عدد کنژوگه نمونه‌ها در طی سه هفته اول نگهداری تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) نداشتند، در طی حرارت‌دهی نیز مقادیر عدد کنژوگه نمونه‌ها تا 4 ساعت بعد از حرارت‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما بعد از 8 ساعت حرارت‌دهی، نمونه‌های حاوی TBHQ و عصاره 600ppm کمترین عدد کنژوگه را داشتند. عدد آنیزیدین در طول نگهداری و حرارت‌دهی افزایش یافت، کمترین میزان عدد آنیزیدین در طی نگهداری را نمونه‌های حاوی عصاره و TBHQ داشتند، در طی حرارت‌دهی تا زمان 4 ساعت، تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) در مقادیر اندیس آنیزیدین نمونه‌ها مشاهده نشد، اما در زمان 8 ساعت بعد از حرارت‌دهی نمونه حاوی عصاره 600ppm و TBHQ، کمترین مقادیر اندیس آنیزیدین را داشتند. پایداری اکسیداتیو نمونه‌های حاوی عصاره به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) بالاتر از نمونه شاهد بود، اما غنی‌سازی روغن با برگ زیتون به طور مستقیم،

پایداری اکسیداتیو روغن را نسبت به نمونه شاهد کاهش داد. ترکیبات فنولی در طی حرارت‌دهی و نگهداری به طور معنی‌داری (P <0/05) کاهش پیدا کرد، کمترین میزان افت ترکیبات فنولی در نمونه حاوی TBHQ و نمونه کنترل مشاهده شد، تغییرات پروفایل اسیدهای چرب بعد از 28 روز نگهداری در دمای $70^{o}C$ نشان داد که در طی نگهداری درصد اسیدهای چرب اشباع افزایش و درصد اسیدهای چرب غیر اشباع کاهش یافت، اما بین درصد اسیدهای چرب نمونه غنی‌شده و نمونه کنترل بعد از 28 روز نگهداری تفاوت معنی‌داری (P <0/05) مشاهده نشد. نتایج نشان می‌دهد که عصاره برگ زیتون می‌تواند به عنوان منبع ترکیبات فنلی در روغن‌ها استفاده شود و علاوه بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولی موجود در روغن غنی‌شده، دارای اثرات مفید تغذیه‌ای نیز می‌باشند.

تقدیر و تشکر

چکیده

عنوان **صفحه**

مقدمه 1

فصل اول: کلیات

1-1 سویا 3

2-1- ترکیبات 3

1-2-1 ترکیب دانه 3

2-2-1 ترکیب روغن 4

3-2-1 ترکیب اسیدهای چرب 5

4-2-1 ترکیبات جزئی 6

1-2-4- 1 فسفولیپیدها 6

2-2-4- 2 اسفنگولیپیدها 6

3-2-4- 3 مواد غیر قابل صابونی 6

3-1 مراحل تصفیه روغن سویا 7

4- 1 ویژگیهای تغذیه‌ای روغن سویا 8

5-1 مصارف غذایی روغن سویا 8

6-1 پایداری اکسیداتیو روغن سویا 8

7-1 اکسیداسیون چربی در غذاها 9

1-7-1 مکانیسم‌های اکسیداسیون چربی‌ها 10

1-1-7-1 اتواکسیداسیون 10

8-1 آنتی‌اکسیدان‌ها 12

1-8-1 مکانیسم عمل آنتی‌اکسیدان‌ها 13

2-8-1 آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی 14

1-2-8-1 نگرانی‌های سلامتی در رابطه با مصرف آنتی‌اکسیدانهای سنتزی 14

3-8-1 آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی 16

3-8-1 ترکیبات فنولی 16

1-1-3-8-1 فلاونوئیدها 17

2-1-3-8-1 اسیدهای فنولیک 20

9-1 مقدمه‌ای بر برگ زیتون و خواص درمانی و آنتی‌اکسیدانی آن 22

1-9-1 ترکیبات فنولی عصاره برگ زیتون 24

1-1-9-1 میزان ترکیبات فنولی کل عصاره‌های استخراج شده با روشهای مختلف 24
1-1-9-2 ترکیبات فنولی اصلی عصاره آبی- الکلی 27
1-1-9-3 ترکیبات فنولی اصلی عصاره استخراج شده به روش حلال فوق بحرانی.....28
1-1-9-4 ترکیبات فنولی اصلی عصاره آبی برگ زیتون 28
1-10 بررسی هر یک از ترکیبات فنولی برگ زیتون و خواص آنتی‌اکسیدانی آنها 29
1-10-1 اولئوروپین.....29
1-10-2 هیدروکسی تیروزول و تیروزول 30
1-10-3 فلاونوئیدها.....33
1-10-4 اسیدهای فنولیک.....34
1-10-5 تری ترپنوئیدها 34
1-10-6 تاثیرات سلامت بخشی پلی‌فنول‌های برگ زیتون 35

فصل دوم: بررسی منابع

2–1 مطالعات انجام شده در رابطه با اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ زیتون.....36
2–1–1 سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق روشهای اسکاونج کردن رادیکال های آزاد 36
2–1–1-1 روش سنجش به دام انداختن رادیکال آزاد DPPH.....36
2–1–1-2 روش سنجش به دام انداختن رادیکال ABTS.....38
2– 2 تعیین اثر آنتی‌اکسیدانی هر یک از ترکیبات فنولی برگ زیتون به طور جداگانه 38
2–2–1 بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی هر یک از ترکیبات فنولی با روش به دام انداختن رادیکال DPPH.....38
2–2–2 2–2–1 بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی از طریق اندازه‌گیری محصولات ثانویه اکسیداسیون.....39
2–3 اثر آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی برگ زیتون بر پایدارسازی روغن‌های خوراکی مختلف.....40
2–4 غنی‌سازی روغن‌های سرخ‌کردنی با عصاره برگ زیتون و اثر آن بر روی پایدارسازی و ریز مغذی‌های آن.....44
2–5 فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی برگ زیتون در مقایسه با سایر آنتی‌اکسیدانهای طبیعی.....46
2–6 نتیجه‌گیری از بررسی منابع 47

فصل سوم: مواد و روشها

3–1 مواد مورد استفاده 49
3–1–1 مواد خام 49
3–1–2 مواد شیمیایی 49
3–1–3 لوازم آزمایشگاهی 50
3–2 محل انجام پژوهش 51
3-3 مراحل انجام پژوهش 51

3–3–1 استخراج عصاره برگ زیتون 52
3–3–2 غنی‌سازی نمونه‌های روغن سویا با برگ زیتون 53
3–3–3 غنی‌سازی نمونه‌های روغن سویا با عصاره برگ زیتون و **TBHQ** 54
3–3–4 آزمایش‌های مربوطه 55
3–3–4-1 اندازه‌گیری عدد پروکسید 55
3-3–4-2 اندازه‌گیری عدد اسیدی 56
3–3–4-3 اندازه‌گیری عدد آنیزیدین 56
3–3–4-3-1 احیای کریستال‌های پارا آنیزیدین 56
3–3–4-3-2 اندازه‌گیری عدد آنیزیدین 57
3–3–4-4 پایداری در مقابل اکسیداسیون 58
3–3–4-5 اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل 59
3–3–4-5-1 ترسیم منحنی کالیبراسیون 59
3–3–4-5-2 تعیین ترکیبات فنولی کل عصاره 60
2–3–4-5-3 تعیین ترکیبات فنولی کل نمونه 61
3–3–4-6 تجزیه اسیدهای چرب 62
3–3–4-6-1 آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب 62
3–3–4-6-2 آنالیز متیل استر اسیدهای چرب با کروماتوگرافی گازی 62
3–3–4-7 اندازه‌گیری عدد کنژوگه 63
3–3-4-8 آنالیز آماری 63

فصل چهارم: نتایج و بحث

4-1 عدد اسیدی 64
4-1-1 اثر نگهداری بر عدد اسیدی نمونه‌های روغن 64
4-1-2 اثر حرارت‌دهی بر عدد اسیدی نمونه‌های روغن 67
4-2 عدد پروکسید 69
4-2-1 اثر نگهداری بر عدد پروکسید نمونه‌های روغن 69
4-2-2 اثر حرارت‌دهی بر عدد پروکسید نمونه‌های روغن 73
4-3 عدد آنیزیدین 75
4-3-1 اثر نگهداری بر عدد آنیزیدین نمونه‌های روغن 75
4 -3-2 اثر حررات‌دهی بر عدد آنیزیدین نمونه‌های روغن 79
4-4 عدد کنژوگه 81
4-4-1 اثر نگهداری بر عدد کنژوگه نمونه‌های روغن 81
4-4-2 اثر حرارت‌دهی بر عدد کنژوگه نمونه‌های روغن 84
4-5 ترکیبات فنولی 87

1-5-4 میزان ترکیبات فنولی کل عصاره 87
2-5-4 تاثیر نگهداری بر میزان ماندگاری ترکیبات فنولی نمونه‌های روغن 88
4 -5-3 تاثیر حرارت‌دهی بر میزان ماندگاری ترکیبات فنولی نمونه‌های روغن 90
6-4 پایداری در مقابل اکسیداسیون 95
7-4 ترکیب اسیدهای چرب 97
1-7-4 تاثیر نگهداری بر ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های روغن 97
8-4 نتیجه گیری. 100
9-4 پیشنهادها 102
منابع 104

فهرست جداول

جدول1-1- ترکیب شیمیایی سویا و اجزای آن.....3
جدول1-2- متوسط ترکیبات روغن خام و تصفیه شده سویا.....4
جدول1-3- متوسط اسیدهای چرب روغن سویا و دیگر دانه های روغنی 5
جدول1-4- محتوای استرول‌های روغن سویا 7
جدول1-5- محتوای توکوفرول‌های روغن سویای خام و روغن سویای استخراج شده با حلال 7
جدول1-6-گروههای فنولی عصاره برگ زیتون، مثالها و مقادیر نسبی 25
جدول1-7- میزان پلی‌فنول کل عصاره‌های مختلف 27
جدول4-1- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به عدد اسیدی نمونه‌های روغن ذخیره شده در آون 66
جدول4-2- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به عدد اسیدی نمونه‌های روغن حرارت داده شده 68
جدول4-3- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به عدد پروکسید نمونه‌های ذخیره شده در آون.....72
جدول4-4- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به عدد پروکسید نمونه‌های روغن حرارت داده شده 74
جدول4-5- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اندیس آنیزیدین نمونه‌های روغن ذخیره شده در آون 78
جدول4-6- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اندیس آنیزیدین نمونه‌های روغن حرارت داده شده.....80
جدول4-7- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به عدد کنژوگه نمونه‌های روغن ذخیره شده در آون 83
جدول4-8- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به عدد کنژوگه نمونه‌های روغن حرارت داده شده.....86
جدول4-9- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن در طی ذخیره‌سازی.....91
جدول4-10- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن طی حرارت دهی 94
جدول4-11- ترکیب و درصد اسیدهای چرب نمونه‌های روغن در روز 0 و بعد از 28 روز نگهداری.....98

فهرست اشکال

شکل1-1- واکنش‌های فرایند اتواکسیداسیون 11
شکل1-2- واکنش‌های احتمالی تجزیه هیدروپروکسیدها 12
شکل1-3- واکنش آنتی‌اکسیدان با رادیکالهای آزاد تولید شده در طی اکسیداسیون لیپیدها 13
شکل1-4- ساختارهای شیمیایی فلاونوئیدهای موجود در گیاهان 19
شکل1-5- الف) اسکاونجینگ رادیکالهای آزاد توسط فلاونوئید ب) محل‌های پیوند فلاونوئید با یونهای فلزی 20
شکل1-6- ساختار شیمیایی اسیدهای فنولیک 22
شکل1-7- ساختار مولکولی ترکیبات فنولی غالب در عصاره برگ زیتون..... 26
شکل1-8- ساختار اولئوروپین و ترکیبات آن 29
شکل1-9- واکنش هیدرولیز آنزیمی و اسیدی اولئوروپین 32
شکل1-10- مکانیسم آنتی‌اکسیدانی تیروزول 33
شکل3-1- منحنی کالیبراسیون غلظت ترکیبات فنولی در برابر جذب خوانده شده در طول موج 725 nm 59
شکل4-1- تغییرات عدد اسیدی نمونه‌های روغن طی ذخیره‌سازی در دمای 70°C 65
شکل4-2- تغییرات عدد اسیدی نمونه‌های روغن طی حرارت دهی در دمای 180°C 67
شکل4-3- تغییرات عدد پروکسید نمونه‌های روغن طی ذخیره‌سازی دردمای 70°C 70
شکل4-4- تغییرات عدد پروکسید نمونه‌های روغن طی حرارت‌دهی در دمای 180°C 74
شکل4-5- تغییرات عدد آنیزیدین نمونه‌های روغن طی ذخیره‌سازی در دمای 70°C 77
شکل4-6- تغییرات عدد آنیزیدین نمونه‌های روغن طی حرارت‌دهی در دمای 180°C 80
شکل4-7- تغییرات عدد کنژوگه نمونه‌های روغن طی ذخیره‌سازی در دمای 70°C 82
شکل4-8- تغییرات عدد کنژوگه نمونه‌های روغن طی حرارت‌دهی در دمای 180°C 85
شکل4-9- تغییرات میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن طی ذخیرهسازی در دمای 70°C 89
شکل4-10- تغییرات میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن طی حرارت‌دهی در دمای 180°C 92
شکل4-11- زمان پایداری نمونه‌های مختلف روغن 95

فصل اول

مقدمه وکلیات

مقدمه

روغن سویا بزرگترین منبع روغن خوراکی در جهان است. روغن سویا به دلیل داشتن مقادیر بالای اسیدهای چرب چند غیر اشباعی مثل اسید لینولئیک و به میزان کمتر اسید لینولنیک یک منبع مستعد برای تأمین اسیدهای چرب ضروری مورد نیاز بدن می باشد (ندایالکا و همکاران، 2001). از طرفی این اسیدهای چرب چند غیر اشباعی به دلیل فعالیت شیمیایی بالا، سریع‌تر اکسید شده و عامل ناپایداری این روغن می‌باشد که بدین وسیله اسیدهای چرب ضروری از بین رفته و نیز طعم و بوی محصولات حاصل از اکسیداسیون نامطلوب می‌باشد (گانستن و همکاران، 2002). اکسیداسیون روغن‌ها علاوه بر تغییر ویژگی‌های ارگانولپتیکی ماده غذایی، ارزش غذایی و عمر نگهداری روغن‌ها را کاهش می‌دهد و به دلیل تولید ترکیبات نامطلوب در روغن که برای سلامتی مصرف کنندگان تاثیر سوئی دارند باعث پیر شدن، ایجاد بیماری‌های قلبی، ایجاد جهش و ایجاد سرطان می‌شود. از اینرو پایدارسازی روغن‌ها تحت شرایط حرارتی و نگهداری اجتناب ناپذیر است. روش‌های مختلفی برای پایدارسازی روغن کاربرد دارد که یکی از مهمترین آن‌ها استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها است. علیرغم اینکه آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک طی فرایندهای حرارتی و شرایط نگهداری موثر عمل می‌کنند اما استفاده نمودن از این آنتی‌اکسیدانها به لحاظ سمی بودن و امنیت مواد غذایی بحث برانگیز است. قویترین آنتی‌اکسیدان سنتتیک (TBHQ)[1] در ژاپن، کانادا و اروپا اجازه مصرف ندارد و BHA[2] نیز از لیست ترکیبات GRAS[3] حذف شده است، بنابراین تحقیق برای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزینی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. (لی و همکاران،2002)، (برا و همکاران، 2006)، (اقبال و همکاران، 2007).

[1] tert-Butylhydroquinone
[2] Butylated hydroxyanisole
[3] Generally recognized as safe

روغن زیتون و فراورده‌های جانبی آن منبع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را فراهم می‌کنند. این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شامل کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها، استرول‌ها و ترکیبات فنولی مختلف می‌شود، که با مکانیسم‌های مختلفی وارد عمل شده و سیستم دفاعی موثری در برابر حمله رادیکال‌های آزاد فراهم می‌کنند (مورلا و همکاران،2004). برگهای زیتون یکی از فراورده‌های فرعی و فراوان مزرعه‌های زیتون و آسیاب‌های کارخانجات فراوری روغن زیتون می‌باشند و در مقادیر بالا در کارخانه‌های روغن زیتون یافت می‌شوند (10 درصد وزن کل زیتون) و همچنین هنگام هرس کردن درختان زیتون تولید می‌شوند (لئوناردیس و همکاران، 2008)، کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای تولید کننده زیتون و فراورده های آن حائز اهمیت می‌باشد، بنابراین برگ زیتون و ضایعات آسیاب روغن زیتون به عنوان یک منبع ارزان و فراوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌تواند مطرح شود و تحقیقات نشان می‌دهد که این عصاره‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی مانند BHT در جلوگیری از اکسیداسیون روغن‌های خوراکی را دارا می‌باشند (فاراگ و همکاران،2003) و علاوه بر آن باعث بهبود خواص سلامت‌بخشی محصولات فراوری شده با روغن‌های غنی از پلی‌فنول می‌شوند که به عنوان غذاهای عملگرا[4] می‌تواند مطرح باشد. از اینرو در این تحقیق منابع طبیعی آنتی‌اکسیدانی نسبتا فراوان، ارزان و قابل دسترس، به روغن سویا که یکی از مهمترین منابع روغن گیاهی می‌باشد و حدود 85 درصد اسیدهای چرب آن از نوع غیر اشباع (عمدتا اسید لینولئیک) می‌باشد جهت پایداری اضافه می‌شود و اثرات پایدارسازی آن در دو شرایط حرارتی و نگهداری از طریق اندازه‌گیری پارامترهای مربوط به تشکیل محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون بررسی می‌شود و با روغن سویای حاوی آنتی‌اکسیدان سنتتیک TBHQ مقایسه می‌شود. از آنجایی روغن سویای حاوی عصاره را می‌توان به عنوان نوعی روغن اصلاح-

[4] Functional food

شده با ترکیبات فنولی در نظر گرفت، پایداری اکسیداتیو آن با روغن زیتون فوق بکر، که به طور طبیعی حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات فنولی است، به عنوان نمونه کنترلی، مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

1-1- سویا

سویا به خاطر ویژگی‌های کشاورزی مطلوب، کیفیت بالای پروتئین آن و روغن خوراکی ارزشمند، مهم‌ترین منبع دانه روغنی در دنیا می‌باشد و بیشتر از نیمی از دانه‌های روغنی تولید شده در دنیا را به خود اختصاص می‌دهد. ایالات متحده آمریکا جزء اولین کشورهای تولید کننده سویا است و پس از آن برزیل، آرژانتین، چین و EU-15 در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. تولید سویا و روغن سویا به دلیل نیاز به پروتئین سویا که به طور گسترده در خوراک‌های تجاری برای دام و ماکیان و همچنین در تغذیه انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند، صورت می‌گیرد (گانستن و همکاران، 2002).

1-2- ترکیبات

1-2-1 ترکیب دانه

دانه‌های سویای رسیده بیضی‌شکل بوده و اندازه آن‌ها به واریته بستگی دارد. دانه شامل سه قسمت اصلی است : پوسته، کولتیدون و جوانه یا هیپوکوتیکول. ترکیب تقریبی این ترکیبات در جدول 1-1 آورده شده است (گانستن و همکاران،2002).

جدول1-1- ترکیب شیمیایی سویا و اجزای آن (بر اساس وزن خشک)

ترکیبات	بازده	پروتئین	روغن	خاکستر	کربوهیدرات
دانه کامل	100	40/3	21	4/9	33/9
لپه	90/3	42/8	22/8	5	29/4
پوست	7/3	8/8	1	4/3	85/9
هیپوکوتیل	2/4	40/8	11/4	4/4	43/4

2-2-1 ترکیب روغن

روغنی که توسط استخراج با حلال یا پرس مکانیکی حاصل می‌شود، روغن خام سویا نامیده می‌شود، و تری، دی و مونوآسیل گلیسرول‌ها، اسیدهای چرب آزاد و لیپیدهای قطبی همچون فسفولیپیدها را شامل می‌شود. همچنین مقادیر جزئی ترکیبات غیرقابل صابونی، که شامل فیتواسترول‌ها، توکوفرول‌ها و هیدروکربن‌هایی مثل اسکوالن می‌شوند، را در بر می‌گیرد. فلزات جزئی نیز در حد ppm در روغن وجود دارند که در جریان تصفیه روغن کاهش می‌یابند. ترکیب روغن خام و تصفیه شده سویا در جدول 1-2 آورده شده است (گانستن و همکاران،2002).

جدول 1-2- متوسط ترکیبات روغن خام و تصفیه شده سویا

ترکیبات روغن	روغن خام	روغن تصفیه شده
تری آسیل گلیسرید ها (%)	95-97	> 99
فسفولیپیدها (%)	1/5 -2/5	0/003 -0/045
مواد غیر قابل صابونی	1/6	0/3
فیتواسترول‌ها	0/33	0/13
توکوفرول‌ها	0/15 -0/21	0/11 -0/18
هیدروکربن‌ها	0/014	0/01
اسیدهای چرب آزاد (%)	0/3 -0/7	<0/05
فلزات کم مقدار		
آهن (ppm)	1 -3	0/1 -0/3
مس (ppm)	0/03 -0/05	0/02 -0/06

3-2-1 ترکیب اسیدهای چرب

ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا در مقایسه با دیگر روغن‌های گیاهی در جدول 1-3 نشان داده شده است. روغن سویا دارای میزان بالای اسید لینولئیک و مقادیر کمتر اسید لینولنیک می‌باشد. این دو جزء اسیدهای چرب ضروری بوده و بنابراین اهمیت تغذیه‌ای دارند. ولی این اسیدهای چرب باعث ناپایدار شدن روغن سویا در برابر اکسیداسیون می‌شوند بنابراین از فرایندهایی مانند هیدروژناسیون یا اصلاح لیپید از طریق روش‌های متداول اصلاح نباتات یا اصلاح ژنتیکی برای اصلاح ترکیب اسید چرب آنها استفاده می‌شود (گانستن و همکاران، 2002).

جدول 1-3- متوسط اسیدهای چرب روغن سویا و دیگر دانه‌های روغنی (wt%)

اسید چرب		سویا	کانولا	پنبه دانه	آفتابگردان	بادام‌زمینی
لوریک	12:0	-	-	-	0/5	-
میریستیک	14:0	0/1	-	0/9	0/2	0/1
پالمتیک	16:0	11	3/9	24/7	6/8	6/11
پالمیتولئیک	16:1	0/1	0/2	0/7	0/1	0/2
استئاریک	18:0	4	1/9	2/3	4/7	3/1
اولئیک	18:1	23/4	64/1	17/6	18/6	46/5
لینولئیک	18:2	53/2	18/7	53/3	68/2	31/4
لینولنیک	18:3	7/8	9/2	0/3	0/5	-
آراشیدیک	20:0	0/3	0/6	0/1	0/4	1/5
گادولئیک	20:1	-	1	-	-	1/4
ایکوزادی انوئیک	20:2	-	-	-	-	0/1
بهنیک	22:0	0/1	0/2	-	-	3
لیگنوسریک	24:0	-	0/2	-	-	1

4-2-1 ترکیبات جزئی

1-4-2-1 فسفولیپیدها

سه گروه اصلی فسفولیپیدهای موجود در روغن سویا، فسفاتیدیل کولین، فسفاتیدیل اتانول آمین و فسفاتیدیل اینوزیتول در نسبت های 55/3، 26/3 و 18/4 % می‌باشند (گانستن و همکاران،2002).

2-4-2-1 اسفنگولیپیدها

اسفنگولیپیدها اجزای اصلی غشاهای سلولی هستند که بسیار فعال هستند و احتمالا خطر سرطان روده بزرگ را در انسان کاهش می‌دهند. سویا منبع غنی از اسفنگولیپیدها است و سرآمیدها و سربروزیدها گروه‌های اولیه اسفنگولیپیدها هستند (گانستن و همکاران ،2002).

3-4-2-1 مواد غیر قابل صابونی

مواد غیر قابل صابونی در روغن سویا به میزان 1/6% وجود دارند، که شامل فیتواسترول‌ها (0/33%) و توکوفرول‌ها (0/15-0/21%) هستند که ارزش تجاری مهمی دارند. فیتواسترول‌ها، استرهای اسیدچرب فیتواسترول‌ها و گلیکوزیدهای استرول در غلظت‌های خیلی کم در روغن سویا حضور دارند و در طی تصفیه نیز مقادیر آنها کاهش می‌یابد. ترکیب فیتواسترول‌ها در روغن خام و تصفیه شده سویا در جدول 1-4 نشان داده شده است. این ترکیبات به کاهش کلسترول خون کمک می کنند.

توکوفرول‌ها ترکیبات جزئی بیشتر روغن‌های نباتی هستند و جزء آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی محسوب می‌شوند. حداقل چهار نوع توکوفرول در روغن سویا وجود دارد. ترکیب توکوفرول‌های روغن سویا در جدول 1-4 آورده شده است (گانستن و همکاران،2002).

جدول 1-4- محتوای استرول های روغن سویا (mg/100 g)

استرول	خام	تصفیه شده
β- سیتواسترول	183	123
کامپسترول	68	47
استیگما استرول	64	47
Δ^5- آونا استرول	5	1
Δ^7 - استیگما استرول	5	1
Δ^7- آونا استرول	2	< 0/5
استرول کل	327	221

جدول1-5- محتوای توکوفرول های روغن سویای خام و روغن سویای استخراج شده با حلال

توکوفرول	روغن استخراج شده با پرس	روغن استخراج شده با حلال
توکوفرول کل	1257	1370
α- توکوفرول (%)	9/3	10/5
β- توکوفرول	1/2	1/2
γ- توکوفرول	62/8	63/5
δ- توکوفرول	26/7	25

3-1 مراحل تصفیه روغن سویا

به طور کلی تصفیه روغن سویا شامل صمغ‌گیری، تصفیه شیمیایی، رنگبری و در صورت لزوم اعمال تغییرات دیگر مثل هیدروژناسیون و زمستانه کردن و سپس بوگیری می‌باشد. طی این فرایندها بسیاری از ترکیبات نامطلوب از جمله فسفاتیدها، اسیدهای چرب آزاد، رنگدانه‌ها، فلزات جزئی، پروکسیدها، محصولات ثانویه اکسیداسیون و طعم‌ها و بوهای نامطلوب حذف می‌شوند. از طرفی بعضی از ترکیبات