



دانشگاه گیلان  
دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

رساله دکتری

**شناسایی فعالترین فراکسیون آنتی اکسیدانی ترکیبات  
غیر صابونی روغن پوست کلخونگ (*Pistacia khirk*)  
و بررسی اثر بهبود دهندگی ترکیبات غیر صابونی آن بر  
پایداری اکسایشی روغن سویا طی فرایند سرخ کردن**

**جواد توکلی**

بهمن ۱۳۹۱



رساله دکتری

**شناسایی فعالترین فراکسیون آنتی اکسیدانی ترکیبات غیر  
صابونی روغن پوست کلخونگ (*Pistacia khinjuk*) و بررسی اثر  
بهبود دهندگی ترکیبات غیرصابونی آن بر پایداری اکسایشی  
روغن سویا طی فرایند سرخ کردن**

**جواد توکلی**

**استاد راهنما**

**دکتر محمد حسین حداد خداپرست**

**استادان مشاور**

**دکتر محمود امین لاری، دکتر علی شریف، دکتر رضا اسماعیل زاده کناری**

**بهمن ۱۳۹۱**



دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی

از این رساله دکتری توسط **جواد توکلی** دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم و صنایع غذایی- تکنولوژی مواد غذایی در تاریخ ۱۳/۱۱/۱۳۹۱ در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پیمان نامه را با نمره عدد **حروف** و با درجه **مورد تأیید قرار داد / نداد.**

عنوان رساله: شناسایی فمالتین فراکسیون استی اکیدانی ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کهنک (*Pistacia khinjuk*) و بررسی اثر بهبود دهنده ترکیبات غیرصابونی آن بر پایداری اکسایشی روغن سویا طی فرایند سرخ کردن

<u>سمت در هیات داوران</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>مرتبه علمی</u>	<u>گروه</u>	<u>موسسه / دانشگاه</u>	<u>امضاء</u>
داور خارجی	امیر حسین الهامی راد	استاد یار	دانشگاه آزاد سبزوار		
داور	هاشم پور آذرتنگ	استاد	گروه علوم و صنایع غذایی	دانشگاه فردوسی مشهد	
داور	مهدی وریدی	استادیار	گروه علوم و صنایع غذایی	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد راهنما	محمد حسین حداد خداپرست	استاد گروه	علوم و صنایع غذایی	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد مشاور	علی شریف	استادیار	گروه علوم و صنایع غذایی	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد مشاور	رضا اسماعیل زاده کناری	استادیار	دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری		
استاد مشاور	محمود امین لاری	استاد	دانشکده دامپزشکی	دانشگاه شیراز	

صفحه تعهد نامه به صورت زیر تهیه شده، به امضاء دانشجو می رسد:

### تعهد نامه

عنوان رساله: شناسایی فعالترین فراکسیون آنتی اکسیدانی ترکیبات غیر صابونی روغن پوست کلخونگ (*Pistacia khinjuk*) و بررسی اثر بهبود دهندگی ترکیبات غیرصابونی آن بر پایداری اکسایشی روغن سویا طی فرایند سرخ کردن

اینجانب  
غذایی  
دانشگاه فردوسی مشهد  
جواد توکلی  
دانشجوی دوره دکتری رشته علوم و صنایع غذایی- تکنولوژی مواد  
متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و صالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی ناکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، بیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

## چکیده

در گام اول تحقیق حاضر، ساختار شیمیایی و پایداری اکسایشی و قدرت آنتی اکسیدانی روغن پوست کلخونگ ۴۰ درجه سانتیگراد با روغنهای پوست بنه و کنجد مقایسه شد. وجود مقدار زیاد اسیدهای پالمیتوئیک و پالمیتیک (به ترتیب ۱۰۱/۷۴ و ۱۲۶/۴ درصد) و نسبت اسیدهای چرب دارای چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع و عدد یدی پایین (به ترتیب ۰/۱۵۵ و ۷۰۷/۰۱) از ویژگیهای روغن پوست کلخونگ بود. همچنین این روغن دارای بودند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان فرایند حرارتی قدرت آنتی اکسیدانی روغنهای پوست کلخونگ افزایش یافت. روغن پوست کنجد ۲ ساعت حرارت دیده دارای بیشترین قدرت آنتی اکسیدانی بود. همچنین مشخص شد که افزایش قدرت آنتی اکسیدانی روغن پوست کلخونگ به خاطر افزایش نسبی ترکیبات توکوفرولی و استرولی پایداری اکسایشی و قدرت آنتی اکسیدانی بسیار بالاتر از روغنهای پوست بنه و کنجد بود که در تحقیقات گذشته این دو روغن به عنوان روغنهایی با پایداری اکسایشی بسیار بالا در بین روغنهای خوراکی شناخته شده و همچنین شکستن و تشکیل دوباره ترکیبات فنلی نسبت به لحظه صفر فرایند حرارتی بود. بررسی ساختار شیمیایی ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و اندازه گیری قدرت آنتی اکسیدانی اجزاء آن نشان داد، ترکیبات توکولی به عنوان عمده ترین جزء ترکیبات غیرصابونی، فعالترین جزء از نظر قدرت آنتی اکسیدانی بود. همچنین مشخص شد که روغن پوست کلخونگ، با وجود مقدار بسیار زیاد ترکیبات توکوتری انولی و نوع این ترکیبات در بین روغنهای خوراکی رایج کاملاً منحصر به فرد بود. پایش پارامترهای اولیه و ثانویه اکسایشی و نیز تندی ناشی از هیدرولیز روغن سویا طی فرآیند سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد نشان داد پایداری روغن سویا تحت تاثیر اختلاط با روغنهای پوست کلخونگ و ترکیبات غیرصابونی آن افزایش می یابد. بیشترین افزایش در پایداری اکسایشی روغن سویا تحت تأثیر سطح ۱۰۰ پی پی ام ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ مشاهده شد و بعد از آن سطح ۱۰۰۰ پی پی ام ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و سطح ۶ درصد روغن پوست کلخونگ قرار داشتند. روغن پوست کلخونگ نسبت به روغنهای پوست بنه و کنجد اثر بهبوددهندگی بهتری در پایداری اکسایشی روغن سویا داشت. همچنین به طور کلی در سطح ۲۰۰۰ پی پی ام، ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ دارای اثر آنتی اکسیدانی قدرتمندتری نسبت به آنتی اکسیدان سنتزی ترسیو بوتیل هیدروکینون (TBHQ) بود.

**کلید واژه ها:** ترکیبات غیر صابونی، پایداری اکسایشی، روغن پوست کلخونگ، قدرت آنتی اکسیدانی، سرخ کردن.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان مطلب
	<b>فصل اول - مقدمه</b>
۱	مقدمه .....
	<b>فصل دوم - بررسی منابع</b>
۵	۱-۲. دانه های روغنی .....
۶	۲-۲. طبقه بندی گیاهی پسته .....
۷	۲-۲. ۱. کلخونگک .....
۸	۲-۲. ۲. بنه .....
۸	۲-۲. ۳. پسته ورا .....
۸	۲-۲. ۳. روغن پوست بنه .....
۹	۲-۲. ۴. روغن کنجد .....
۱۲	۲-۲. ۵. روغن سویا .....
۱۳	۲-۲. ۶. ترکیبات غیرصابونی .....
۱۴	۲-۲. ۱. استرولها .....
۱۶	۲-۲. ۲. توکوفرول و توکوتری انولها .....
۱۸	۲-۲. ۳. کاروتنوئیدها .....
۱۹	۲-۲. ۴. هیدروکربنها .....
۱۹	۲-۲. ۷. قدرت آنتی اکسیدانی .....
۲۰	۲-۲. ۱. اندازه گیری قدرت آنتی اکسیدانی .....
۲۰	۲-۲. ۱-۱. نگهداری در شرایط معمولی .....
۲۱	۲-۲. ۱-۲. نگهداری در شرایط تسریع شده .....
۲۱	۲-۲. ۱-۲-۱. آزمون شال آون .....
۲۲	۲-۲. ۱-۲-۲. روش اکسیژن فعال و آزمون رنسیمت .....

۲۲	۷-۲-۱-۳. روش اندازه گیری افزایش وزن
۲۲	۷-۲-۱-۳. روشهای بر پایه سیستمهای مدل
۲۲	۷-۲-۱-۳-۱. اندازه گیری قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد
۲۳	۷-۲-۱-۳-۲. اندازه گیری قدرت احیاء کنندگی آهن III
۲۳	۸-۲. سرخ کردن عمیق
۲۴	۸-۲-۱. ویژگیهای روغنهای سرخ کردنی
۲۷	۲-۸-۲. تغییرات فیزیکی و شیمیایی روغن طی فرآیند سرخ کردن عمیق
۲۷	۸-۲-۱-۲. تغییرات فیزیکی
۲۷	- کف
۲۷	- رنگ
۲۹	- <u>گرانروی</u>
۲۹	- نقطه دود
۳۰	۸-۲-۲. تغییرات شیمیایی
۳۰	- هیدرولیز روغن
۳۰	- اکسایش
۳۳	- پلیمری شدن
۳۵	۸-۲-۳. عوامل موثر بر کیفیت روغن حین سرخ کردن عمیق
۳۵	- زمان و درجه حرارت سرخ کردن
۳۷	- کیفیت روغن سرخ کردنی
۳۸	- آنتی اکسیدانها
۴۰	۸-۲-۴. ارزیابی روغنهای سرخ کردنی
۴۰	۸-۲-۴-۱. عدد پراکسید
۴۱	۸-۲-۴-۲. هیدروپراکسیدهای دی ان مزدوج
۴۲	۸-۲-۴-۳. عدد کربونیل

۴۲	..... ۸-۴-۴. ترکیبات قطبی
۴۳	..... <a href="#">۹-۲. مروری بر تحقیقات پیشین</a>
<b>فصل سوم - مواد و روشها</b>	
۴۹	..... ۱-۳. مواد اولیه
۵۰	..... ۲-۳. عملیات استخراج
۵۰	..... ۳-۳. فرایند حرارتی
۵۰	..... ۴-۳. آماده سازی مخلوط روغنها
۵۱	..... ۵-۳. فرآیند سرخ کردن
۵۱	..... ۶-۳. ساختار اسید چربی
۵۲	..... ۷-۳. شاخص پایداری اکسایشی
۵۲	..... ۸-۳. استخراج ترکیبات غیرصابونی
۵۳	..... ۹-۳. جداسازی اجزاء ترکیبات غیرصابونی با روش کروماتوگرافی لایه نازک
۵۴	..... ۱۰-۳. اندازه گیری توکوترینول تام و اجزاء توکوفرولی
۵۵	..... ۱۱-۳. اندازه گیری میزان استرولهای خاص و استرول تام
۵۵	..... ۱-۱۱-۳. استخراج ترکیبات غیرصابونی
۵۶	..... ۲-۱۱-۳. آماده سازی ستون آلومینا
۵۶	..... ۳-۱۱-۳. کروماتوگرافی لایه نازک
۵۶	..... ۴-۱۱-۳. جداسازی استرولها
۵۷	..... ۵-۱۱-۳. آماده سازی استرول تری متیل سیلیل اتر
۵۷	..... ۶-۱۱-۳. کروماتوگرافی گازی
۵۸	..... ۷-۱۱-۳. بیان کمی نتایج
۵۹	..... ۱۲-۳. اندازه گیری قدرت احیا کنندگی آهن III
۵۹	..... ۱-۱۲-۳. ترسیم منحنی کالیبراسیون
۵۹	..... ۲-۱۲-۳. تهیه محلول FRAP



۵۹	..... تهیه محلول بافر استات ۳-۱۲-۳
۵۹	..... تهیه معرف TPTZ ۴-۱۲-۳
۵۹	..... اندازه گیری قدرت احیا کنندگی نمونه ۵-۱۲-۳
۶۱	..... اندازه گیری قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH ۱۳-۳
۶۱	..... تخلیص روغن سویا ۱۴-۳
۶۲	..... آزمون گرمخانه گذاری ۱۵-۳
۶۲	..... عدد اسیدی ۱۶-۳
۶۳	..... اندازه گیری ترکیبات توکوفرولی ۱۷-۳
۶۳	..... ترسیم منحنی کالیبراسیون ۱-۱۷-۳
۶۳	..... اندازه گیری ترکیبات توکوفرولی نمونه ۲-۱۷-۳
۶۵	..... اندازه گیری ترکیبات فنلی ۱۸-۳
۶۵	..... ترسیم منحنی کالیبراسیون ۱-۱۸-۳
۶۵	..... اندازه گیری ترکیبات فنلی نمونه ۲-۱۸-۳
۶۷	..... اندازه گیری عدد پراکسید ۱۹-۳
۶۷	..... ترسیم منحنی کالیبراسیون ۱-۱۹-۳
۶۷	..... تهیه محلول استاندارد آهن III ۲-۱۹-۳
۶۸	..... تهیه محلول تیوسیانات آمونیوم ۳-۱۹-۳
۶۸	..... تهیه محلولهای آهن II و تیوسیانات آمونیوم ۴-۱۹-۳
۶۹	..... اندازه گیری عدد پراکسید نمونه روغن ۵-۱۹-۳
۶۹	..... اندازه گیری ترکیبات کربونیل کل ۲۰-۳
۶۹	..... خالص سازی حلال ۱-۲۰-۳
۶۹	..... محاسبه عدد کربونیل ۲-۲۰-۳
۷۱	..... اندازه گیری ترکیبات قطبی کل (TPC) ۲۱-۳
۷۱	..... آماده سازی سیلیکاژل ۱-۲۱-۳

۷۱	..... اندازه گیری ترکیبات قطبی کل	۲-۲۱-۳
۷۱	..... پر کردن ستون کروماتوگرافی	۱-۲-۲۱-۳
۷۱	..... تهیه و آماده سازی نمونه و حلال جداسازی	۲-۲-۲۱-۳
۷۱	..... عملیات کروماتوگرافی و محاسبه درصد ترکیبات قطبی کل	۳-۲-۲۱-۳
۷۲	..... عدد دی ان مزدوج	۲۲-۳
۷۲	..... اندازه گیری ترکیبات غیرصابونی	۲۳-۳
۷۳	..... <u>اندازه گیری عدد صابونی</u>	۲۴-۳
۷۴	..... <u>طرز تهیه پتاس الکل</u>	۱-۲۴-۳
۷۴	..... <u>اندازه گیری موم</u>	۲۵-۳
۷۵	..... محاسبه شاخص اکسایش پذیری	۲۶-۳
۷۵	..... اندازه گیری عدد یدی	۲۷-۳
۷۵	..... تجزیه و تحلیل آماری	۲۶-۳
<b>فصل چهارم - نتایج و بحث</b>		
۷۷	..... ویژگیهای شیمیایی روغن پوست کلخونگ	۱-۴
۷۷	..... ۱-۱ ساختار اسید چربی	۱-۴
۸۰	..... ۲-۱ عدد یدی	۱-۴
۸۰	..... ۳-۱ موم	۱-۴
۸۱	..... ۴-۱ عدد صابونی	۱-۴
۸۱	..... ۵-۱ ترکیبات غیرصابونی	۱-۴
۸۱	..... ۶-۱ ترکیبات استرولی کل	۱-۴
۸۵	..... ۷-۱ ترکیبات توکولی کل	۱-۴
۸۷	..... ۸-۱ ترکیبات فنلی کل	۱-۴
۸۷	..... ۹-۱ نتیجه گیری	۱-۴
۸۸	..... ۲-۴ بررسی پایداری روغن پوست کلخونگ طی فرایند حرارتی	۲-۴

۸۸	۲-۴	۱. شاخصهای کیفی روغنهای اولیه
۸۹	۲-۴	۲. پایداری اکسایشی
۸۹	۲-۴	۱-۲. عدد اسیدی
۹۰	۲-۴	۲-۲. عدد دی ان مزدوج
۹۲	۲-۴	۳-۲. عدد کربونیل
۹۲	۲-۴	۴-۲. ترکیبات قطبی کل
۹۴	۲-۴	۵-۲. آزمون رنسیمت
۹۸	۲-۴	۳. نتیجه گیری
۹۹	۳-۴	۳-۴. بررسی قدرت آنتی اکسیدانی روغن پوست کلخونگ
۹۹	۳-۴	۱. قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH
۱۰۰	۳-۴	۲. قدرت احیا کنندگی آهن
۱۰۱	۳-۴	۳. آزمون رنسیمت
۱۰۲	۳-۴	۴. آزمون گرمخانه گذاری
۱۰۲	۳-۴	۱-۴. عدد پراکسید
۱۰۴	۳-۴	۲-۴. عدد کربونیل
۱۰۵	۳-۴	۵. نتیجه گیری
۱۰۷	۴-۴	۴-۴. بررسی قدرت آنتی اکسیدانی روغن پوست کلخونگ طی فرایند حرارتی
۱۰۷	۴-۴	۱. قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH
۱۱۰	۴-۴	۲. قدرت احیا کنندگی آهن
۱۱۲	۴-۴	۳. آزمون رنسیمت
۱۱۷	۴-۴	۴. آزمون گرمخانه گذاری
۱۱۷	۴-۴	۱-۴. عدد پراکسید
۱۲۳	۴-۴	۲-۴. عدد کربونیل
۱۲۸	۴-۴	۵. نتیجه گیری

- ۵-۴. بررسی تأثیر فرایند حرارتی بر ترکیبات آنتی اکسیدانی روغن پوست کلخونگ ..... ۱۲۹
- ۵-۴. ۱. ترکیبات توکوفرولی کل ..... ۱۲۹
- ۵-۴. ۲. ترکیبات استرولی کل ..... ۱۳۱
- ۵-۴. ۳. ترکیبات فنلی کل ..... ۱۳۲
- ۵-۴. ۴. نتیجه گیری ..... ۱۳۳
- ۶-۴. بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی اجزاء ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ ..... ۱۳۵
- ۶-۴. ۱. اجزاء ترکیبات غیرصابونی ..... ۱۳۵
- ۶-۴. ۲. فعالیت آنتی اکسیدانی اجزاء ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ ..... ۱۳۷
- ۶-۴. ۱-۲. قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH ..... ۱۳۷
- ۶-۴. ۲-۲. قدرت احیاکنندگی آهن ..... ۱۴۰
- ۶-۴. ۳-۲. آزمون رنسیمت ..... ۱۴۱
- ۶-۴. ۴-۲. آزمون گرمخانه گذاری ..... ۱۴۲
- ۶-۴. ۱-۴-۲. عدد پراکسید ..... ۱۴۲
- ۶-۴. ۲-۴-۲. عدد کربونیل ..... ۱۴۵
- ۶-۴. ۵-۲. نتیجه گیری ..... ۱۴۹
- ۷-۴. بررسی اثر بهبوددهندگی روغن پوست کلخونگ و ترکیبات غیرصابونی آن بر پایداری اکسایشی روغن سویا طی فرایند سرخ کردن ..... ۱۴۹
- ۷-۴. ۱. اثر بهبوددهندگی روغن پوست کلخونگ بر پایداری اکسایشی روغن سویا طی فرایند سرخ کردن ..... ۱۴۹
- ۷-۴. ۱-۱. عدد اسیدی ..... ۱۴۹
- ۷-۴. ۲-۱. عدد دیان مزدوج ..... ۱۵۱
- ۷-۴. ۳-۱. عدد کربونیل ..... ۱۵۴
- ۷-۴. ۴-۱. ترکیبات قطبی کل ..... ۱۵۷
- ۷-۴. ۵-۱. باقیمانده ترکیبات توکوفرولی ..... ۱۵۸

۱۶۰	.....	۷-۴	۲. اثر بهبوددهندگی ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ بر پایداری اکسایشی روغن سویا طی فرایند سرخ کردن
۱۶۰	.....	۷-۴	۱-۲. عدد اسیدی
۱۶۲	.....	۷-۴	۲-۲. عدد دی‌ان مزدوج
۱۶۳	.....	۷-۴	۳-۲. عدد کربونیل
۱۶۶	.....	۷-۴	۴-۲. ترکیبات قطبی کل
۱۶۷	.....	۷-۴	۳۰. نتیجه گیری

### فصل پنجم - نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۶۹	.....	۱-۵	نتیجه گیری
۱۷۱	.....	۲-۵	پیشنهادات
۱۷۲	.....		منابع
۱۸۵	.....		پیوست

## فهرست شکلها

صفحه	عنوان شکل
۷ ..	شکل ۱-۲. پراکندگی پسته‌های موجود در ایران.....
۱۵ .....	شکل ۲-۲. ساختمان شیمیایی استرول‌های متداول.....
۱۷ .....	شکل ۳-۲. ساختمان شیمیایی توکول‌ها.....
۲۸ .....	شکل ۴-۲. واکنشهای فیزیکی و شیمیایی روغن طی فرآیند سرخ کردن.....
۳۱ .....	شکل ۵-۲. مراحل آغازین، انتشار و پایانی اکسایش حرارتی روغنها و چربیهای خوراکی.....
۳۴ ...	شکل ۶-۲. واکنش پلیمری شدن در روغنهای سرخ کردنی (پلیمرهای غیرحلقوی با اتصالات - کربن - کربن -) ...
۳۴ .....	شکل ۷-۲. واکنش پلیمری شدن در روغنهای سرخ کردنی ( پلیمرهای غیرحلقوی با اتصالات - کربن - اکسیژن - کربن - و - کربن - اکسیژن - اکسیژن - کربن - ).....
۳۶ .....	شکل ۸-۲. واکنش پلیمری شدن در روغنهای سرخ کردنی ( پلیمرهای حلقوی بر طبق مکانیسم دیلز - آلدِر ).....
۶۰ .....	شکل ۱-۳. منحنی کالیبراسیون غلظت آهن II در برابر جذب خوانده شده در طول موج ۵۹۵ نانومتر.....
۶۴ .....	شکل ۲-۳. منحنی کالیبراسیون میزان آلفا - توکوفرول در برابر میزان جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر.....
۶۶ ...	شکل ۳-۳. منحنی کالیبراسیون غلظت ترکیبات پلی فنلی در برابر جذب خوانده شده در طول موج ۷۶۵ نانومتر ...
۶۸ ..	شکل ۴-۳. منحنی کالیبراسیون غلظت آهن III در برابر جذب خوانده شده در ۵۰۰ نانومتر.....

- شکل ۴-۱. اعداد پراکسید (میلی اکی والان بر کیلوگرم روغن) و اسیدی (میلی گرم پتاس بر گرم روغن) روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۸۹
- شکل ۴-۲. عدد کربونیل روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۹۳
- شکل ۴-۳. تأثیر مقادیر مختلف روغن پوست کلخونگ بر شاخص پایداری اکسایشی روغن زیتون ..... ۹۶
- شکل ۴-۴. تأثیر مقادیر مختلف روغن پوست بنه بر شاخص پایداری اکسایشی روغن زیتون ..... ۹۷
- شکل ۴-۵. تأثیر مقادیر مختلف روغن کنجد بر شاخص پایداری اکسایشی روغن زیتون ..... ۹۷
- شکل ۴-۶. تأثیر مقادیر مختلف TBHQ بر شاخص پایداری اکسایشی روغن زیتون ..... ۹۸
- شکل ۴-۷. میزان مهارکنندگی (%) رادیکال آزاد DPPH روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۹۹
- شکل ۴-۸. میزان Ec50 (میلی گرم بر میلی لیتر) روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۱۰۰
- شکل ۴-۹. قدرت احیا کنندگی آهن روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد (غلظتهای ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر) ..... ۱۰۱
- شکل ۴-۱۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد بر شاخص پایداری اکسایشی روغن تخلیص شده سویا در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و سرعت جریان هوای ۱۵ لیتر بر ساعت ..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۱. میزان Ec50 (میلی گرم بر میلی لیتر) روغن پوست کلخونگ طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۲. میزان Ec50 (میلی گرم بر میلی لیتر) روغن پوست بنه طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۳. میزان Ec50 (میلی گرم بر میلی لیتر) روغن کنجد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۴. قدرت احیا کنندگی آهن روغن پوست کلخونگ (غلظتهای ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر) طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۱۱
- شکل ۴-۱۵. قدرت احیا کنندگی آهن روغن پوست بنه (غلظتهای ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر) طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۱۲

- شکل ۴-۱۶. قدرت احیا کنندگی آهن روغن کنجد (غلظتهای ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر) طی ۸ ساعت فرایند  
 ۱۱۳ ..... حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد.....
- شکل ۴-۱۷۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پوست  
 کلخونگ بر شاخص پایداری اکسایشی روغن تخلیص شده سویا در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و سرعت  
 ۱۱۵ ..... جریان هوای ۱۵ لیتر بر ساعت.....
- شکل ۴-۱۸۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پوست بنه بر  
 شاخص پایداری اکسایشی روغن تخلیص شده سویا در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و سرعت جریان هوای ۱۵  
 ۱۱۶ ..... لیتر بر ساعت.....
- شکل ۴-۱۹۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد کنجد بر  
 شاخص پایداری اکسایشی روغن تخلیص شده سویا در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و سرعت جریان هوای ۱۵  
 ۱۱۷ ..... لیتر بر ساعت.....
- شکل ۴-۲۰۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پوست  
 کلخونگ بر میزان افزایش (چند برابر شدن نسبت به لحظه صفر) عدد پراکسید روغن سویا پس از ۶ روز  
 ۱۲۰ ..... گرمخانه گذاری در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد.....
- شکل ۴-۲۱۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پوست بنه بر  
 میزان افزایش (چند برابر شدن نسبت به لحظه صفر) عدد پراکسید روغن سویا پس از ۶ روز گرمخانه گذاری  
 ۱۲۱ ..... در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد.....
- شکل ۴-۲۲۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد کنجد بر  
 میزان افزایش (چند برابر شدن نسبت به لحظه صفر) عدد پراکسید روغن سویا پس از ۶ روز گرمخانه گذاری  
 ۱۲۲ ..... در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد.....
- شکل ۴-۲۳۰. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پوست  
 کلخونگ بر میزان افزایش (چند برابر شدن نسبت به لحظه صفر) عدد کربونیل روغن سویا پس از ۶ روز  
 ۱۲۵ ..... گرمخانه گذاری در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد.....



- شکل ۴-۲۴. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پوست بنه بر میزان افزایش (چند برابر شدن نسبت به لحظه صفر) عدد کربونیل روغن سویا پس از ۶ روز گرمخانه گذاری در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد..... ۱۲۶
- شکل ۴-۲۵. اثر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای تازه و حرارت دیده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد کنگد بر میزان افزایش (چند برابر شدن نسبت به لحظه صفر) عدد کربونیل روغن سویا پس از ۶ روز گرمخانه گذاری در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد..... ۱۲۸
- شکل ۴-۲۶. منحنی تغییرات ترکیبات توکوفرولی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنگد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد..... ۱۳۱
- شکل ۴-۲۷. منحنی تغییرات ترکیبات استرولی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنگد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد..... ۱۳۳
- شکل ۴-۲۸. منحنی تغییرات ترکیبات استرولی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنگد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد..... ۱۳۴
- شکل ۴-۲۹. کروماتوگرافی لایه نازک ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ..... ۱۳۶
- شکل ۴-۳۰. میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH (درصد) اجزاء ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳۱. میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH (درصد) آلفا-توکوفرول..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳۲. میزان EC50 (میلی گرم بر کیلوگرم) ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و اجزاء آن در مقایسه با آلفا-توکوفرول..... ۱۴۰
- شکل ۴-۳۳. قدرت احیا کنندگی آهن ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و اجزاء آن و آنتی-اکسیدان آلفا-توکوفرول..... ۱۴۱
- شکل ۴-۳۴. اثر افزودن ۱۰۰ پی پی ام ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و اجزاء آن در مقایسه با ۱۰۰ پی پی ام آلفا-توکوفرول بر شاخص پایداری اکسایشی (OSI) (ساعت) روغن تخلیص شده آفتابگران در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و سرعت جریان هوای ۱۵ لیتر بر ساعت..... ۱۴۳

- شکل ۳۵-۴. منحنی تغییرات عدد دی ان مزدوج روغن سویا طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۵۲
- شکل ۳۶-۴. منحنی تغییرات عدد دی ان مزدوج روغن سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف روغن پوست کلخونگ (۱ تا ۶ درصد) طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۵۳
- شکل ۳۷-۴. منحنی تغییرات عدد دی ان مزدوج روغن سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف روغن پوست بنه (۱ تا ۶ درصد) طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۵۳
- شکل ۳۸-۴. منحنی تغییرات عدد دی ان مزدوج روغن سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف روغن کنجد (۱ تا ۶ درصد) طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۵۴
- شکل ۳۹-۴. زمان لازم برای رسیدن مقدار ترکیبات قطبی به عدد ۲۴ درصد (t24) در خصوص روغن سویا و روغن سویا حاوی مقادیر مختلف روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ( ۱ تا ۶ درصد) در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۵۸
- شکل ۴۰-۴. مقدار کل ترکیبات توکوفرولی (میلی گرم بر کیلو گرم) روغن سویا تحت تاثیر مقادیر مختلف روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ( ۱ تا ۶ درصد) طی ۳۲ ساعت سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۵۹
- شکل ۴۱-۴. منحنی تغییرات عدد دی ان مزدوج روغن سویا تحت تأثیر مقادیر مختلف ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و آلفا-توکوتری انول و ترسیو بوتیل هیدروکینون (۱۰۰ پی پی ام) طی ۳۲ ساعت سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۶۳
- شکل ۴۲-۴. زمان لازم برای رسیدن مقدار ترکیبات قطبی به عدد ۲۴ درصد (t24) در خصوص روغن سویا و روغن سویا حاوی مقادیر مختلف ترکیبات غیرصابونی روغن پوست کلخونگ و آلفا-توکوتری انول و ترسیو بوتیل هیدروکینون طی ۳۲ ساعت فرایند سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد..... ۱۶۷

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان جدول
۱۰	جدول ۱-۲ - خواص شیمیایی روغن پوست بنه.....
۱۱	جدول ۲-۲ - دسمتیل استرول ها و توکوفرول های روغن کنجد.....
۱۲	جدول ۳-۲ - خواص شیمیایی روغن سویا.....
۲۱	جدول ۴-۲ - روشهای اندازه گیری پایداری اکسایشی.....

- جدول ۲-۵- انواع شورتیننگ و روغن سرخ کردنی ..... ۲۶
- جدول ۲-۶- ویژگیهای روغنهای سرخ کردنی تصفیه شده ..... ۲۶
- جدول ۲-۷- استاندارد روغنهای سرخ کردنی تولیدی در ایران ..... ۲۸
- جدول ۴-۱- ساختار اسید چربی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۷۹
- جدول ۴-۲- ساختار شیمیایی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۸۲
- جدول ۴-۳- ترکیبات استرولی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۸۴
- جدول ۴-۴- ترکیبات توکولی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد ..... ۸۵
- جدول ۴-۵- ترکیبات توکولی روغنهای خوراکی مختلف ..... ۸۶
- جدول ۴-۶- نتایج محاسبه شده از معادله خطی برازش یافته بر تغییرات عدد اسیدی روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۹۱
- جدول ۴-۷- عدد دی ان مزدوج روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۹۱
- جدول ۴-۸- ترکیبات قطبی کل روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ..... ۹۴
- جدول ۴-۹- ویژگیهای شیمیایی و کیفی روغن زیتون ..... ۹۶
- جدول ۴-۱۰- ویژگیهای شیمیایی و کیفی روغن سویا تخلیص شده ..... ۱۰۴
- جدول ۴-۱۱- عدد پراکسید (میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم روغن) روغن سویا تخلیص شده تحت تاثیر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد طی گرمخانه گذاری در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۰۴
- جدول ۴-۱۲- عدد کربونیل (میکرو مول بر گرم) روغن سویا تخلیص شده تحت تاثیر افزودن ۰/۵ درصد روغنهای پوست کلخونگ، پوست بنه و کنجد طی گرمخانه گذاری در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد ..... ۱۰۶
- جدول ۴-۱۳- عدد پراکسید میلی اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم روغن) روغن سویا تخلیص شده تحت