بسم الله الرحمن الرحیم

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه خانم مریم رئوفی راد

تحت عنوان: امکان جایگزینی روغن هسته انار و هسته انگور با آنتی اکسیدان TBHQ در روغن ماهی کیلکا

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی‌ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکترمسعود رضایی	دانشیار	
۲- استاد مشاور	دکترامیر رضا شویکلو	استادیار	
۳- استاد ناظر	دکترعبدالمحمد عابدیان	دانشیار	
۴- استاد ناظر	دکترسید مهدی اجاق	استادیار	
۵- نماینده‌شورای‌تحصیلات‌تکمیلی	دکتر عبدالمحمد عابدیان	دانشیار	

آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و سایر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آن متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج مستخرج پایان‌نامه/رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

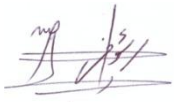
ماده۳- انتشار کتاب، نرم‌افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

« اینجانب مریم رئوفی راد دانشجوی رشته فرآوری محصولات شیلاتی ورودی سال تحصیلی ۸۹-۹۰ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده علوم دریایی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه/رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله براساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خودم سلب نمودم»

نام و نام خانوادگی: **مریم رئوفی راد**



تاریخ و امضا: **۱۳۹۱/۱۱/۱۵**

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین‌بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری نگارنده دررشته فرآوری محصولات شیلاتی است که در سال۱۳۹۱در دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب‌آقای **دکتر مسعود رضایی** و مشاوره جناب آقای **دکتر امیررضا شویک‌لو** از آن دفاع شده است.»

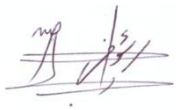
ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظوراستیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **مریم رئوفی راد** دانشجوی رشته **فرآوری محصولات شیلاتی مقطع کارشناسی ارشد**، تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **مریم رئوفی راد**



تاریخ و امضا: **۱۳۹۱/۱۱/۱۵**

دانشکده علوم دریایی

گروه فرآوری محصولات شیلاتی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

عنوان

امکان جایگزینی روغن‌های هسته انار و هسته انگور با آنتی‌اکسیدان TBHQ در روغن ماهی کیلکا (*Clupeonella cultriventris*)

نگارش

مریم رئوفی راد

استاد راهنما

دکتر مسعـــود رضـــائی

استاد مشاور

دکتر امیر رضا شویک‌لو

بهمن ماه ۱۳۹۱

تقدیم

تقدیم به استوارترین جلوه‌های زندگیم

آنان که عصاره‌ی عشق و محبت

زلال‌ترین نگاره‌های صمیمیت

و تصویرگر انتزاعی قدیمیند.

پدر و مادر بزرگوار و گرانقدرم:

این پژوهش، بوسه ایست بر قدم‌های پر بهایتان باشد که پذیرفتنی گردد.

تشکر و قدردانی

سپاس از ارجمند ذروه نشینان علم و پاسداران دانایی

اساتید والاو بی بدیل:

آقای دکتر مسعود رضائی و آقای دکتر امیر رضا شویک لو

که در سایه فره دانش آن ها این برگ سبز به ثمر نشست

و زیبایی کمال را در روزنه ای از واژه ها به تماشا نهاد.

منظره ای از تمامی اقتدار در پهنه ی توانایی شان، ذهنیتمان را شکوفا کرد

و به پله های ترقی رساند.

«درود به وسعت همه ی دانسته هایتان»

چکیده

در این پژوهش نخست میزان فعالیت آنتی اکسیدانی روغن هسته‌ی انار و روغن هسته‌ی انگور بر روغن ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) برای انتخاب بهترین غلظت ارزیابی شد. از مدل D-Optimal Mixture Design برای طراحی تیمارها استفاده شد. اثر روغن هسته‌ی انار و روغن هسته‌ی انگور در غلظت‌های ۰/۰، ۰/۰۷، ۰/۱۵، ۰/۲۲و ۰/۳ درصد در به تأخیر انداختن فرآیند اکسایش در روغن ماهی خام تعیین شد. با اندازه گیری شاخص‌های پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و اسید چرب آزاد و تعیین ویژگی‌های حسی در یک هفته دوره‌ی نگهداری روغن ماهی کیلکا در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد مشخص گردید که غلظت ۰/۲۲ درصد روغن هسته‌ی انار و ۰/۳ درصد روغن هسته‌ی انگور بالاترین درصد فعالیت آنتی اکسیدانی را در روغن ماهی کیلکا از خود نشان دادند. پس از انتخاب بهترین غلظت، اثر روغن هسته-ی انار و روغن هسته‌ی انگور بر شاخص‌های کیفی روغن ماهی کیلکا معمولی (پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، اسید چرب آزاد، و ترکیب اسید چرب) طی ۸ هفته نگهداری در دماهای ۱±۲۵ و ۱±۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و ویژگی‌های حسی (بو و رنگ) انجام شد. نتایج نشان داد که مقادیر پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد در تیمار حاوی روغن هسته‌ی انگور در مقایسه با تیمار شاهد پایین‌تر بودند. ترکیب اسیدهای چرب PUFA نیز در این تیمار بهتر حفظ گردیده است که در تیمار حاوی هسته‌ی انار کمتر مشاهده گردید. اختلاف معنی داری بین ویژگی‌های حسی مشاهده نشد. از بین تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق، به‌طور کلی می‌توان تیمار حاوی روغن هسته‌ی انگور را مؤثرترین تیمار برای حفظ شاخص‌های کیفی و حسی روغن معرفی کرد که عملکردش با آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ یکسان بود.

واژه‌های کلیدی: روغن ماهی، کیلکای معمولی، روغن هسته‌ی انار، روغن هسته‌ی انگور، آنتی اکسیدان، TBHQ

فهرست مطالب

بخش	عنوان	صفحه
فصل یکم	مقدمه	۱
۱-۱	مقدمه	۲
۱-۲	هدف‌های پژوهش	۸
۱-۳	پرسش‌های پژوهش	۸
۱-۴	فرضیه‌های پژوهش	۸
فصل دوم	پیشینه‌ی پژوهش	۹
۲-۱	مروری بر پژوهش‌های پیشین	۱۰
۲-۱-۱	پژوهش‌های انجام شده در کشور	۱۰
۲-۱-۲	پژوهش‌های انجام شده در دیگر کشورها	۱۲
فصل سوم	مواد و روش‌ها	۱۵
۳-۱	مواد مورد استفاده	۱۶
۳-۲	تجهیزات و وسایل	۱۶
۳-۳	طراحی تیمارها و آماده‌سازی نمونه‌ها	۱۷
۳-۴	آزمایش‌های شیمیایی	۱۸
۳-۴-۱	سنجش مقادیرعدد پراکسید (PV)	۱۸
۳-۴-۲	سنجش مقادیر عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA)	۱۸
۳-۴-۳	سنجش مقادیر عدد اسیدهای چرب آزاد (FFA)	۱۹
۳-۴-۴	تعیین ترکیب اسیدهای چرب	۱۹
۳-۵	ارزشیابی حسی	۲۰
۳-۶	تجزیه و تحلیل آماری	۲۱
فصل چهارم	نتایج	۲۲
۴-۱	شناسایی مقدار بهینه‌ی آنتی اکسیدان‌های گیاهی	۲۳

۴-۱-۱	روغن هسته‌ی انار	۲۳
۴-۱-۲	روغن هسته‌ی انگور	۲۵
۴-۲	ارزشیابی حسی نمونه‌ها	۲۷
۴-۲-۱	روغن کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انار	۲۷
۴-۲-۲	روغن کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انگور	۲۹
۴-۳	پایداری اثر مهارکنندگی آنتی اکسیدان‌ها در هنگام نگهداری روغن در یخچال	۳۱
۴-۳-۱	ارزش پراکسید (PV)	۳۱
۴-۳-۲	مقادیر تیوباربیتوریک اسید (TBA)	۳۵
۴-۳-۳	مقدار اسیدهای چرب آزاد (FFA)	۳۸
۴-۳-۴	ترکیب اسیدهای چرب	۴۱
۴-۳-۵	ارزشیابی حسی نمونه‌ها	۴۵
فصل پنجم	بحـث، نتیجه گیری کلی و پیشنهادها	۴۷
۵-۱	ارزش پراکسید (PV)	۴۸
۵-۲	تیوباربیتوریک اسید (TBA)	۵۰
۵-۳	اسیدهای چرب آزاد (FFA)	۵۳
۵-۴	ترکیب اسیدهای چرب	۵۴
۵-۵	ارزشیابی حسی نمونه‌ها	۵۷
۵-۶	نتیجه‌گیری کلی	۵۸
۵-۷	پیشنهادها	۵۹
۵-۷-۱	پیشنهادهای اجرایی	۵۹
۵-۷-۲	پیشنهادهای پژوهشی	۵۹
	منابع	۶۰
	پیوست	۶۸

فهرست اشکال

شکل	عنوان	صفحه
۱-۴	میزان پراکسید در روغن ماهی کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انار بعد از ۳ روز نگهداری در دمای C ° ۴۵ (p<۰/۰۵)	۲۳
۲-۴	میزان تیوباربیتوریک اسید در روغن ماهی کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انار بعد از ۷ نگهداری در دمای C ° ۴۵ (p>۰/۰۵)	۲۴
۳-۴	میزان اسیدچرب آزاد در روغن ماهی کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انار بعد از ۷ روز نگهداری در دمای C ° ۴۵ (p<۰/۰۵)	۲۴
۴-۴	نمودار مطلوبیت برای شناخت تیمار بهینه (حاوی روغن هسته‌ی انار)	۲۵
۵-۴	میزان پراکسید در روغن ماهی کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انگور بعد از ۳ روز نگهداری در دمای C ° ۴۵ (p<۰/۰۵)	۲۶
۶-۴	میزان پراکسید در روغن ماهی کیلکا حاوی روغن هسته‌ی انگور بعد از ۷ روز نگهداری در دمای C ° ۴۵ (p<۰/۰۵)	۲۶
۷-۴	نمودار مطلوبیت برای شناخت تیمار بهینه (حاوی روغن هسته انگور)	۲۷

فهرست جداول

جدول	عنوان	صفحه
۱-۴	تأثیر مقدار روغن هسته‌ی انار و مدت نگهداری در دمای ۴۵ $^{\circ}C$ بر ویژگی‌های حسی روغن کیلکا (مقیاس ۱۰۰-۰)	۲۸
۲-۴	تأثیر مقدار روغن هسته‌ی انگور و مدت نگهداری در دمای ۴۵ $^{\circ}C$ بر ویژگی‌های حسی روغن کیلکا (مقیاس ۱۰۰-۰)	۳۰
۳-۴	تغییرات مقادیر پراکسید تیمارهای مختلف نگهداری شده در دمای یخچال (۴±۱ $^{\circ}C$) بر حسب میلی اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی	۳۲
۴-۴	تغییرات مقادیر پراکسید تیمارهای مختلف نگهداری شده در دمای اتاق (۲۵±۱ $^{\circ}C$) بر حسب میلی اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی	۳۴
۵-۴	تغییرات مقادیر تیوباربیتوریک اسید تیمارهای مختلف نگهداری شده در دمای یخچال (۴±۱ $^{\circ}C$) بر حسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم چربی	۳۶
۶-۴	تغییرات مقادیر تیوباربیتوریک اسید تیمارهای مختلف نگهداری شده در دمای اتاق (۲۵±۱ $^{\circ}C$) بر حسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم چربی	۳۷
۷-۴	تغییرات مقادیر اسیدهای چرب آزاد تیمارهای مختلف نگهداری شده در دمای یخچال (۴±۱$^{\circ}C$) بر حسب گرم اولئیک اسید در ۱۰۰ گرم چربی	۳۹
۸-۴	تغییرات مقادیر اسیدهای چرب آزاد تیمارهای مختلف نگهداری شده در دمای اتاق (۲۵±۱$^{\circ}C$) بر حسب گرم اولئیک اسید در ۱۰۰ گرم چربی	۴۰
۹-۴	تغییرات درصد ترکیب اسیدهای چرب تیمارهای مختلف روغن ماهی کیلکا معمولی نگهداری شده در دمای یخچال (۴±۱ $^{\circ}C$)	۴۲

۱۰-۴ تغییرات درصد ترکیب اسیدهای چرب تیمارهای مختلف روغن ماهی کیلکا معمولی نگهداری شده در دمای اتاق (۲۵±۱ °C) ۴۴

۱۱-۴ ویژگی‌های حسی تیمارهای منتخب نگهداری شده در دمای یخچال (۴±۱ °C) ۴۵

۱۲-۴ ویژگی‌های حسی تیمارهای منتخب نگهداری شده در دمای اتاق (۲۵±۱ °C) ۴۶

فصل یکم

مقدمه

۱-۱ مقدمه

تولید جهانی آبزیان در سال ۲۰۰۶ بیش از ۱۳۷ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۱۱ به ۱۵۴ میلیون تن رسیده است (FAO[1]، ۲۰۱۲). از این حجم بزرگ تولید، تنها حدود ۷۷ درصد آن به مصرف انسانی رسیده است. گونه‌های سطح‌زی (پلاژیک) بین ۲۷ تا ۳۰ درصد صید را تشکیل می‌دهند که برخی از این گونه‌ها برای تبدیل به پودر و روغن ماهی صید می‌شوند (FAO ، ۲۰۱۲). متوسط میزان تولید آبزیان (دریایی و پرورشی) در ایران در سال ۱۳۸۰حدود ۳۹۹ هزار تن بوده که در سال ۱۳۹۰ به ۷۳۵ هزار تن رسید (شیلات ایران، ۱۳۹۱).

تقریبا ۱۰ درصد از مقدار صید جهانی به روغن ماهی تبدیل می‌شود (Rossel، ۲۰۰۹). این ماده‌ی با ارزش در هنگام تهیه‌ی پودر ماهی یا ساخت دیگر فرآورده‌ها مانند کنسانتره پروتئین ماهی (FPC)[2]، قابل جداسازی و تصفیه می‌باشد. سالانه به طور متوسط حدود ۱ میلیون تن روغن ماهی در جهان تولید می-شود. دو سوم تولید و ۸۰ درصد تجارت روغن‌های دریایی در اروپا، آمریکای جنوبی، آفریقا، ایالات متحده آمریکا، چین و هند است (IFFO[3]، ۲۰۱۱).

دریای مازندران به‌عنوان بزرگترین دریاچه‌ی جهان، دارای منابع عظیم و ارزشمندی از انواع آبزیان است. وجود ۱۱۴ گونه و زیرگونه از انواع ماهیان نشانگر استعداد بالقوه ی این دریاچه است که در حال حاضر ۲۵ گونه از این نوع ماهیان از نظر اقتصادی قابل بهره برداری هستند. ماهی کیلکا از خانواده شگ ماهیان است و بزرگ‌ترین توده‌ی زنده دریای مازندران را تشکیل می‌دهد. ماهی کیلکا از جمله ماهیان با پروتئین بالا و چربی متوسط است. درصد چربی گونه‌های مختلف کیلکا ۱/۹ تا ۱۱ درصد می‌باشد (شجاعی، ۱۳۷۵).

[1] Food and Agricultural Organization
[2] Fish Protein Concentrate
[3] International Fishmeal and Fish Oil Organisation

طبق آخرین آمار رسمی، مقدار صید ماهی کیلکا در سال ۱۳۹۰ در کشور حدود ۲۱ هزار تن بوده (شیلات ایران، ۱۳۹۱) که بخش عمده‌ای از آن به مصرف تولید پودر ماهی رسیده است. پیش‌بینی می‌شود که از این میزان سالانه ۶۰ تا ۷۰ تن روغن ماهی کیلکا تولید شده باشد (حق نظر کوچکسرائی و همکاران، ۱۳۸۷).

اما متأسفانه این ماده‌ی با ارزش که به علت نداشتن فن‌آوری لازم در کارخانجات پودر ماهی پالایش نشده و در نتیجه از ارزش بسیار پایینی برخوردار می‌باشد برای مصارف صنعتی کم ارزش مورد استفاده قرار گرفته و یا در بعضی از مراکز دور ریخته می‌شود.

آگاهی از طبیعت شیمیایی اسیدهای چرب روغن ماهی و چگونگی توزیع آن‌ها از نظر نقشی که در ارزیابی تغذیه‌ای دارند دارای اهمیت زیادی است. این مهم از آن جهت ضروری است که با استفاده از آن می‌توان درک بهتری از اختصاصات شیمیایی و فیزیکی روغن‌های ماهی و نقش بیوشیمیایی اسیدهای چرب ماهی و دیگر آبزیان بدست آورد.

اسیدهای چرب جدا شده از روغن ماهی در سه گروه اصلی اسیدهای چرب اشباع شده (۳۵-۲۵ درصد)، اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (۴۰-۱۵ درصد) و اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (۵۱-۳۸ درصد) طبقه بندی می‌شوند. انواع اسیدهای چرب معمول در روغن‌های ماهی را با رابطه ۱-۱ نمایش می‌دهند که در آن m می‌تواند از ۰ تا ۶ تغییر نماید.

$$CH_3(CH_2)\ x\ (CH{=}CHCH_2)_m\ (CH_2)_y\ COOH$$ رابطه ۱-۱

اسیدهای چرب اشباع در این روغن‌ها دارای زنجیره‌ی کربنی بلندی هستند که دامنه‌ی آن معمولا از C_{12} تا C_{24} گسترده شده است. اسیدهای چرب غیر اشباع شامل اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (با یک پیوند

مضاعف) و اسیدهای چرب چند غیر اشباعی[1] (با ۶-۲ پیوند مضاعف) دارای زنجیر کربنی طویلی هستند که بین $C_{14} - C_{22}$ قرار گرفته است (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰).

روغن ماهی کیلکا حاوی مقدار قابل توجهی PUFA به‌خصوص از نوع امگا- ۳ می‌باشد. بخش عمده ای از اسیدهای چرب اشباع نشده بلند زنجیره در روغن ماهی شامل cis-5, 8, 11, 14, 17-eicosapentaenoic acid (EPA) و cis-4, 7, 10, 13, 16, 19-docosahexaenoic acid (DHA) می‌باشد.

اسیدهای چرب دریایی نوع امگا-۳ تأثیر متفاوتی بر روی فیزیولوژی انسان نسبت به اسیدهای چرب چند غیر اشباعی نوع امگا-۶ موجود در حبوبات و غلات دارند. این دو خانواده از اسیدهای چرب در انواع فرآیندهایی که در سلامتی و بیماری انسان نقش دارند، مؤثر هستند (علیزاده دوغیکلائی و شریفیان، ۱۳۸۹). EPA و DHA برای توسعه‌ی شبکیه چشم و مغز ضروری هستند. DHA نقش مهمی در رشد نوزاد در طول رشد شبکه‌ی عصبی در اوایل زندگی دارد (Boran و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر این، EPA باعث کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی، بعضی از انواع سرطان و اختلالات سیستم ایمنی می‌شود (Kolanowski، ۲۰۰۸). همچنین این دو اسید چرب برای رشد سلول، سوخت و ساز بدن، افزایش مقاومت در برابر استرس و تنظیم بیان ژن مهم می‌باشند (Singh و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجا که اسیدهای چرب چند غیر اشباعی از خانواده امگا-۳ هستند و جز مواد مغذی ضروری می‌باشند، باید در رژیم غذایی به میزان کافی برای برآوردن نیازهای تغذیه‌ای انسان وجود داشته باشند (Wanasundara و Shahidi، ۱۹۹۸).

با این حال، PUFA موجود در روغن ماهی، در معرض خطر اکسایش است. تشدید اکسایش PUFA در روغن ماهی قباد به وسیله‌ی گرما، نور، اکسیژن، ترکیبات دارای هم و همین، فلزات کمیاب و یا آنزیم‌ها گزارش شده‌است (Zuta و همکاران، ۲۰۰۷). در نتیجه‌ی این اکسایش، هیدرو پراکسیدها، آلدهیدها و

[1] Polyunsaturated fatty acid (PUFA)

کتون‌های مختلفی تولید می‌شود که رنگ، بو و طعم غیر قابل قبولی به مواد خوراکی محتوی PUFA می دهند و ارزش تغذیه‌ای آن‌ها را کاهش می‌دهند (Belitz و همکاران، ۲۰۰۹).

آنتی اکسیدان‌ها موادی هستند که با کاهش سرعت اکسایش، به طور مشخص دوره‌ی اکسایش کند را افزایش می‌دهند. این مواد ممکن است به‌طور طبیعی در ماده‌ی خوراکی وجود داشته باشند و یا به صورت مصنوعی تهیه و به ماده‌ی خوراکی اضافه شوند. سازوکار اثر آنتی‌اکسیدان‌ها به این ترتیب است که با دادن یک اتم هیدروژن به رادیکال آزاد تشکیل شده، از گسترش واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایش جلوگیری می‌کنند. به این ترتیب کارآیی و درجه‌ی تأثیر یک آنتی اکسیدان به سهولت جدا شدن این اتم هیدروژن از آن مربوط می‌شود. بدیهی است که رادیکال آزاد به‌جا مانده از آنتی‌اکسیدان پس از دادن هیدروژن باید حتی الامکان خود سبب تولید رادیکال آزاد اسید چرب و آغاز اکسایش آن نشود و در ضمن توسط اکسیژن سریع اکسید نگردد.

آنتی‌اکسیدان‌هایی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای ساختمان فنلی با یک یا چند عامل هیدروکسیل هستند. آنتی‌اکسیدان‌های فنلی از هر سه ویژگی یادشده که برای یک آنتی‌اکسیدان خوب لازم می‌باشند برخوردار هستند (فاطمی، ۱۳۸۹).

استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های ساختگی/مصنوعی در چندین کشور به دلیل اثرات نامطلوب بر سلامت انسان محدود شده است (Harasia و Hadolin، ۲۰۰۰). از جمله‌ی این آنتی اکسیدان‌ها TBHQ[1] است که یک آنتی‌اکسیدان قوی می‌باشد و در بسیاری از موارد از آنتی‌اکسیدان‌های دیگر مؤثرتر عمل می‌کند بدون آن‌که مسئله‌ای از نظر رنگ و طعم به‌وجود آورد. این آنتی‌اکسیدان همچنین قادر است حرارت بالا را در عملیاتی چون سرخ کردن ماده خوراکی در روغن تحمل کند و از بین نرود (فاطمی، ۱۳۸۹). حداکثر میزان مجاز TBHQ در مواد خوراکی توسط سازمان غذا و داروی آمریکا ۰/۰۲ درصد اعلام شده‌است. تا

[1] Tertiary-butyl hydroquinone

کنون تلاش های زیادی به منظور جایگزین کردن آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی صورت گرفته، که منتج به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌صورت گسترده در صنایع غذایی شده است (Wang و همکاران، ۲۰۱۱).

امروزه رویکرد جدیدی برای استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از جمله روغن‌های گیاهی در مواد خوراکی به‌وجود آمده است. روغن های گیاهی حاوی خواص ضدباکتریایی، ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند که برای افزایش ماندگاری مواد خوراکی، حفظ کیفیت چربی‌ها و روغن‌های سرشار از PUFA، کند کردن روند پیری و درمان بیماری‌هایی مانند آترواسکلروز و سرطان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Baratta و همکاران، ۱۹۹۸).

از جمله گیاهانی که خواص آنتی‌اکسیدانی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌است انگور و انار می‌باشد. انار (*Punica granatum* L.) از خانواده Punicacea است که به‌طور گسترده‌ای در کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کند. ایران سرزمینی مادری برای انار است. این میوه از مهم‌ترین میوه‌های تجاری ایران می‌باشد که میزان تولید آن در سال ۱۳۸۲ بالغ بر ۶۶۵ هزار تن بوده است (سازمان کشاورزی ایران، ۱۳۸۲). هسته‌ی انار بسته به شرایط کشت ۱۰۰-۴۰ گرم در کیلوگرم وزن میوه را تشکیل می‌دهد که ۱۵-۱۰ درصد وزن خشک آن روغن است (Fadavi و همکاران، ۲۰۰۵). خواص آنتی‌اکسیدانی روغن هسته‌ی انار به‌طور قابل توجهی از چای سبز و BHA [1] بیش‌تر است. این روغن دارای حدود ۸۰ درصد از یک اسید چرب ۱۸ کربنه‌ی ترانس نادر (Punicic acid) است. ترکیبات فنلی مواد مهم دیگری بوده که در قسمت‌های مختلف انار وجود دارند. فلاونوئیدها برخی از ترکیبات پلی فنلی هستند که فعالیت رادیکال-های آزاد را مهار کرده و از گسترش فعالیت آنزیم‌ها جلوگیری می‌کنند (Abbasi و همکاران، ۲۰۰۸).

[1] Butylated hydroxyanisole

میزان ترکیبات فنلیک در روغن هسته‌ی انار ۰/۰۱۵ درصد گزارش شده است (Schubert و همکاران، ۱۹۹۹).

از جمله روغن‌های گیاهی مورد توجه از نظر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، روغن هسته‌ی انگور می‌باشد. انگور یکی از بزرگترین محصولات میوه‌ای در جهان است. انگور (*Vitis vinifera*) از خانواده Vitaceae بوده که ازشرق تا شمال ایران می‌روید. میزان تولید سالانه‌ی انگور در ایران طبق آمار ارائه شده توسط FAO در سال ۲۰۰۹ معادل با ۳میلیون تن بوده است که ایران را در رتبه‌ی هفتم جهان از لحاظ تولید انگور قرار داده است. هسته ۲/۵ درصد از وزن انگور را تشکیل می‌دهد و ۲۰-۱۰ درصد از وزن هسته‌ها را روغن تشکیل می‌دهد. روغن هسته‌ی انگور غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان بسیار قوی از جمله پلی فنل‌ها می‌باشد. پلی فنل‌ها در هسته‌ی انگور به طور عمده فلاونوئیدها از جمله اسیدگالیک، اپی کاتچین، اپی گالوکاتچین و دیمرها، تریمرها و پلیمرهای پروسیانیدین هستند. قدرت آنتی‌اکسیدانی پروسیانیدین ۲۰ برابر ویتامین C و ۵۰ برابر ویتامین E است (Shi و همکاران، ۲۰۰۳) همچنین حاوی منابع طبیعی توکرتری‌انول‌ها است. این ترکیب‌ها به‌طور کلی در مقایسه با توکوفرول‌ها از قدرت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالاتری برخوردارند، بنابراین علیرغم درجه‌ی غیر اشباعیت بالا، به‌دلیل برخورداری از ترکیب‌های پایدارکننده‌ی فوق، در مقابل اکسیداتیو پایدار است و نیازی به افزودن آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی به روغن استخراجی از هسته‌ی انگور وجود ندارد (Emmons Cheryld و همکاران، ۱۹۹۹).

حدود نیمی از انگور و انار تولیدی به کارخانه‌های فرآوری، جهت تولید آب‌میوه و کنسانتره فرستاده می‌شوند. ۲۳درصد از تفاله‌ی انگور و ۱۴ درصد از تفاله‌ی انار را هسته تشکیل می‌دهد که می‌تواند منبع مناسبی برای تهیه روغن باشد (ثباتی گاوگانی ۱۳۸۸; میر جلیلی، ۱۳۸۱). همچنین از آنجایی که عصاره‌ی هسته‌ی انگور و ترکیبات فنلیک هسته‌ی انار روی روغن گیاهی مطالعه شده‌است. در این تحقیق در نظر