



وزارت علوم تحقیقات و فناوری



مدیریت تحصیلات تکمیلی  
دانشکده منابع طبیعی  
گروه شیلات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیلات

تأثیر تیمارهای قبل و بعد از سرخ کردن روی جذب روغن، محتوای چربی و

ترکیبات اسید چرب فیله کپور نقره ای

**استادان راهنما :**

دکتر اسحق زکی پور رحیم آبادی

**استاد مشاور:**

مهندس احسان احمدی فر

**تهیه و تدوین :**

مهدی صداقت سنگانی

بهمن ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدرگرام

به پاس تجربه‌هایی نابی که از زندگی‌اش آموختم

مادگرام

به پاس گذشت و دریا دل‌اش در گذر ایام که بزرگترین ستون قامت‌م بود

و

برادران و خواهران ارجمندم که صبر و ایستادگی‌شان در ناملایمات زندگی مایه دلگرمی ام بوده است.

# تقدیم به برادر و خواهرم "حسن و صغرا"

به پاس فداکاری‌ها،

حیثیت‌های مالی در دوران تحصیل

به امید روزی که قطره‌ای از دریای محبتشان را پاشم

و

تقدیم به آن‌انکه میدانند "از بودن و داشتن به جایی رسیدن هیچ نیست،

بلکه از نبودن و نداشتن به جایی رسیدن شاهکار است، شاهکار"

شکر و قدردانی

سپاس بی نهایت خدای را که دیای بی تنهای بخشش است وبال فضل، برکاتنا گشوده و سایه لطف بر بندگان گسترده و بانست خود، مراد زینت ایمان آراسته و در نیمه لطف منزل داده است. چگونگی شکر او را گویم که منت را بر من تمام کرده و از سر رحمت خود، مراد زمره جویندگان علم و دانش قرار داده است. چگونگی شکر او را گویم که آلاء و نعمت های او در اطرافم آن چنان انباشته است که مرا مجال نه بشکر که شاکش نیست. من چگونگی نوای لک احمد سردم که این نوای ارادت، خود از پیشانی نعمت های اوست و محتاج لک احمدی دیگر.

تمام مباحث من در طول تحصیل، ز دست یازیدن به درجای از دانش، بلکه فراسوی آن تلمذ نزد استادانی بوده است که خود بیانی از معرفت بودند و سهم من بر توی از تشیع معرفت ایشان بر اندیشه بوده است. در این رهگذر، بر رسم ادب خود را ملزم می دانم که با تواضع تمام و از صمیم قلب شکر و سپاس خالصه خود را از اساتید راهنمای کرانقدرم جناب آقای دکتر اسحق زکی پور رحیم آبادی عرضه دارم، همچنین از استاد عزیز و مهربانم آقای مهندس احسان احمدی فر که در طول این مسیر، زحمات بی شائبه ای متحمل گشته و با بردباری مرارانه ای فرمودند. بی شک انجام مراحل مختلف این پایان نامه بدون حمایت و پشتیبانی ایشان امکان پذیر نبود. مدیون لطف و بزرگواری ایشان، بسم و از افتخار شاکردی در محضر ایشان به خود می بالم.

همچنین بر رسم ادب از اساتید عزیز جناب آقای دکتر مصطفی خناری، دکتر ابراهیم علیراده، دکتر احمد قرایی به خاطر لطف، راهنمایی و بهکاری های ارزنده شان کمال شکر و قدردانی را دارم.

از سرکار خانم مهندس معصومه نقی بی که خالصانه مرایاری نمودند کمال قدردانی را دارم و برای این عزیز موفقیقت و شادگامی در تمامی مراحل را آرزو مندم و ایمان دارم زحمات و مهربانی های ایشان که از دل بی کینه اشان بر خوراسته از جانب خداوند متعال، بی پاسخ نخواهد ماند.

از تمامی دوستانم به ویژه جناب آقایان مهندس علی سالاری، علی باکلان، امین حسین زاده، حمید مهدیزاده، سجاد اکبری، مجتبی صادقی، سپهر خوش قدم، حمزه ابراهیم نژاد، حسین رحیمی، ابراهیم قریشی کمال قدردانی را دارم.

مهدی صداقت سگانی

بهمین ماه سال هزار و سیصد و نود و یک

## چکیده

هدف این تحقیق، کاهش جذب روغن در خلال سرخ کردن عمیق فیله کپور نقره ای است. ۱۵ قطعه ماهی کپور نقره‌ای با وزن متوسط ۲/۷۰ کیلو گرمی خریداری گردید و سپس ماهی ها در جعبه های یونولیت محتوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردیدند. ماهی ها با آب شستشو و سپس سر و دم زنی شده و به صورت فیله های ۱۰۰ گرمی در آمدند. تمامی فیله ها ابتدا با لعاب (حاوی آرد گندم ۳۰٪ و آرد ذرت ۱۰٪ و آب سرد (۴درجه سانتیگراد) لعاب دار گردیده و سپس با استفاده از پودر سوخاری روکش دار شدند. فیله های تهیه شده بطور تصادفی در ۶ تیمار تقسیم بندی گردیدند، که عبارت بودند از: تیمار A یا تیمار کنترل ( سرخ کردن عمیق نمونه ها)، تیمار B (سرخ کردن عمیق + گرفتن روغن پس از سرخ کردن نهایی)، تیمار C (سرخ کردن مقدماتی + سرخ کردن عمیق)، تیمار D (سرخ کردن مقدماتی + سرخ کردن عمیق + گرفتن روغن پس از سرخ کردن)، تیمار E (پخت مقدماتی در مایکروویو + سرخ کردن عمیق) و تیمار F (پخت مقدماتی در مایکروویو + سرخ کردن عمیق + گرفتن روغن پس از سرخ کردن). نتایج نشان دادند که میزان چربی کل و پروتئین در خلال سرخ کردن عمیق در سطح ( $p < 0/05$ ) افزایش معنی داری داشته و رطوبت نیز در نمونه هایی که جذب روغن بیشتری داشته نسبت به سایر نمونه ها کاهش معنی داری در سطح ( $p < 0/05$ ) داشته است. ۱۳ نوع اسید چرب در ترکیب اسیدهای چرب تیمارهای تحقیق شناسایی شد. پالمیتیک اسید (۱۶:۰ C) و اولئیک اسید (۱۸:۱ n-۹ C) در نمونه های سرخ شده افزایش نشان داد. مقدار ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) بعد از سرخ کردن کاهش معنی داری ( $p < 0/05$ ) داشت. نسبت n-6 به n-3 در نمونه های سرخ شده افزایش پیدا کرد و تیماری که توسط مایکروویو بطور مقدماتی حرارت دیده و بعد سرخ کردن عمیق نهایی روغن آن گرفته شد بهترین نتایج را برای کاهش جذب نشان داد.

کلمات کلیدی: سرخ کردن، ترکیبات اسید چرب، کپور نقره ای، روکش دار کردن

فصل اول: مقدمه

۱-۱- کلیات..... ۱

۲-۱- اهداف تحقیق..... ۴

۳-۱- فرضیه‌های تحقیق..... ۴

فصل دوم: کلیات و مروری بر مطالعات انجام شده

۱-۲- فواید مصرف آبزیان..... ۶

۲-۲- چربی ماهی..... ۷

۳-۲- مزیت چربی ماهیان نسبت به سایر چربی‌ها..... ۸

۴-۲- ترکیبات چربی..... ۹

۵-۲- اسیدهای چرب موجود در چربی ماهی..... ۱۰

۱-۵-۲- اسید چربهای اشباع (SFA) و تک غیر اشباعی (MUFA)..... ۱۲

۲-۵-۲- اسید چرب‌های چند غیر اشباعی (PUFA)..... ۱۳

۳-۵-۲- اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۶..... ۱۵

۴-۵-۲- اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۳..... ۱۵

۶-۲- روش‌های حرارتی..... ۱۶

۱-۶-۲- سرخ کردن..... ۱۸

۷-۲- روغن سرخ کردنی..... ۲۰

۸-۲- تاثیرات پخت در بدن ماهی..... ۲۲

۱-۸-۲- تغییرات در محتوا و ترکیب چربی در اثر پخت..... ۲۳

۲-۸-۲- تغییرات در ترکیب اسید چرب در اثر پخت..... ۲۵

۹-۲- جذب روغن..... ۲۹

۱-۹-۲- فاکتورهای موثر در جذب روغن در خلال سرخ کردن..... ۳۰

۱-۱-۹-۲- تاثیر پوشش خوراکی در کاهش جذب روغن..... ۳۲

۲-۱-۹-۲- تاثیر پیش تیمار قبل از سرخ کردن بر کاهش جذب روغن..... ۳۳

۳-۱-۹-۲- تاثیر سرد کردن بعد از سرخ کردن بر کاهش جذب روغن..... ۳۴

۴-۱-۹-۲- حرارت دهی مقدماتی با مایکروویو..... ۳۵

۵-۱-۹-۲- رطوبت ماده اولیه و سینتیک افت رطوبت..... ۳۶

۱۰-۲- کپور نقره‌ای..... ۳۸

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

۴۱	۱-۳- مواد و وسایل مورد نیاز.....
۴۱	۱-۱-۳- مواد مصرفی .....
۴۲	۲-۱-۳- مواد غیر مصرفی .....
۴۳	۲-۳- روش کار.....
۴۵	۳-۳- آزمایش‌های شیمیایی .....
۴۵	۱-۳-۳- اندازه‌گیری پروتئین کل .....
۴۶	۲-۳-۳- اندازه‌گیری چربی کل.....
۴۶	۳-۳-۳- اندازه‌گیری رطوبت.....
۴۷	۳-۳-۴- اندازه‌گیری خاکستر.....
۴۸	۵-۳-۳- ترکیب اسیدچرب.....
۵۰	۴-۳- تجزیه و تحلیل آماری.....

### فصل چهارم: بحث و نتایج

۵۲	۱-۴- درصد ترکیبات بدن ماهی.....
۵۳	۲-۴- تاثیر تیمارهای مختلف بر ترکیب شیمیایی فیله ماهی کپور نقره ای.....
۵۷	۳-۴- تاثیر مایکروویو قبل از سرخ کردن عمیق.....
۵۸	۴-۴- تاثیر سرخ کردن مقدماتی قبل از سرخ کردن عمیق.....
۵۸	۵-۴- تاثیر گرفتن روغن پس از سرخ کردن عمیق.....
۵۹	۶-۴- تعیین ترکیب اسید چرب در نمونه خام و سرخ شده فیله ماهی کپور نقره ای.....
۶۷	۷-۴- Principal component analysis (PCA).....
۶۸	۸-۴- تاثیر نهایی تیمارها بر جذب روغن فیله .....
۷۰	۹-۴- نتیجه گیری کلی .....
۷۱	۱۰-۴- پیشنهادات.....

### فصل پنجم: فهرست منابع

۷۲	۱-۵- منابع.....
----	-----------------

### فصل ششم: ضمائم

۹۳	۱-۶- ضمائم.....
----	-----------------



## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۸	جدول ۱-۲: تقسیم بندی ماهیان بر اساس درصد چربی بدن.....
۳۱	جدول ۲-۲: فاکتور موثر در جذب روغن.....
۵۲	جدول ۱-۴: درصد ترکیبات بدن ماهی کپور نقره ای.....
۵۴	جدول ۲-۴: ترکیب شیمیایی تیمارهای سرخ شده عمیق فیله ماهی کپور نقره ای.....
۶۰	جدول ۳-۴: مقدار اسیدهای چرب شناسایی شده تیمار ها بعد از سرخ شدن ( گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب).....
۶۱	جدول ۴-۴: مجموع و نسبت اسیدهای چرب شناسایی شده تیمار ها بعد از سرخ شدن.....
۹۵	جدول ۱-۶: اسیدهای چرب شناسایی شده در روغن کپور نقره ای.....
۹۷	جدول ۲-۶: مقدار اسیدهای چرب نمونه روغن سرخ کردنی بهار ( گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب).....
۹۸	جدول ۳-۶: اسیدهای چرب عمده در ماهیان دریایی.....

## فهرست اشکال و ضمایم

صفحه	عنوان
۳۷	شکل ۲-۳: انتقال آب و روغن در خلال سرخ کردن.....
۶۷	شکل ۴-۵: Score plat.....
۶۷	شکل ۴-۶: Loading plat.....
۹۴	ضمیمه شماره ۱: استفاده از دستگاه سوکسله برای استخراج چربی.....
۹۴	ضمیمه شماره ۲: وسایل استخراج چربی جهت تعیین اسید چرب.....
۹۵	ضمیمه شماره ۳: فازهای مختلف چربی، آب، کلروفورم و متانول در دکانتر.....
۹۶	ضمیمه شماره ۴: دستگاه روتاری.....
۹۶	ضمیمه شماره ۵: کروماتوگرام متیل استر اسیدهای چرب ماهی کپور نقره ای.....

# فصل اول

## مقدمه

---

*(Introduction)*

## ۱-۱- کلیات

بهبود سطح زندگی و تغییر فرهنگ تغذیه‌ای مردم، توجه به ارتقاء تولید و کیفیت مواد غذایی مطابق با استانداردهای جهانی را امری اجتناب ناپذیر می‌کند. بر اساس تحقیقات انجام شده هر فرد باید به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خود یک گرم پروتئین در روز مصرف کند (شجاعی، ۱۳۷۷). البته این نیاز در سنین مختلف متفاوت است و بنابر این، برآورد میزان متوسط پروتئین مورد نیاز هر جامعه به ساختار جمعیتی آن جامعه بستگی خواهد داشت. با توجه به وجود قابلیت‌های اقلیمی، آبی و خاکی کشور، پرورش آبزیان اکنون به عنوان فعالیتی است که در صورت توجه جدی و مبتنی بر برنامه‌ریزی اصولی می‌تواند نقش بیشتری را در تغذیه مردم از آن انتظار داشت و پرورش ماهیان گرمابی از جمله فعالیت‌های شیلاتی است که می‌تواند نقش عمده‌ای را در افزایش تولید و در نتیجه افزایش مصرف سرانه ماهی در کشور بر عهده داشته باشد (نظری، ۱۳۷۵).

چربی ماهیان منبع مهمی از اسیدهای چرب چند غیر اشباع بلند زنجیره خانواده n-3 است. اثرات سودمند اسیدهای چرب ضروری خانواده امگا-۳ (n-3)<sup>۱</sup> که مهم‌ترین آنها عبارتند از اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA)<sup>۲</sup> و اسید ایکوزاپنتائنوئیک (EPA)<sup>۳</sup> هستند در سلامتی انسان به اثبات رسیده است (Türkmen *et al.*, 2005; Tansby, 1990; Gurr, 1993; Connor, 2000). از جمله اثرات مثبت اسیدهای چرب ضروری خانواده n-3 می‌توان به کاهش فشار خون (Appel *et al.*, 1993; Gladyshev )

<sup>1</sup> Omega-3 fatty acid

<sup>2</sup> Docosahexaenoic acid

<sup>3</sup> Eicosapentaenoic acid

Connor, ) *et al.*, 2006)، کمک به دیابتی‌ها، علاج بیماری عروقی- قلبی<sup>۱</sup> و انواع سرطان‌ها، تنگی نفس ( Connor, ) *et al.*, 2006) و جلوگیری از مرگ در حمله قلبی (Köse *et al.*, 2001) اشاره کرد.

اسیدهای چرب خانواده n-3 برای رشد عصبی کودک و در مرحله جنینی و در طی سالهای نخست پس از تولد ضروری هستند (Haliloglu *et al.*, 2004)، جلوگیری و درمان بیماریهای قلبی و عروقی (Köse *et al.*, 2001) دارند و پیشرفت سرطان را کند نموده و به بهبود اختلالات خود ایمنی (Stodolnik *et al.*, 2005) تقویت حافظه و بینایی (Shirai *et al.*, 2001) کمک می کند. گرچه در بعضی مناطق ماهی بصورت خام هم خورده می شود ولی روش مرسوم، طبخ ماهی و مصرف آن می باشد. از حرارت برای پختن غذا، افزایش طعم و مزه، غیر فعال کردن میکروارگانیسم های بیماریزا و افزایش زمان نگهداری محصول استفاده می کنند (Bongar, 1998). در فرآیند پخت ماهی، واکنشها و تغییرات فیزیکوشیمیایی رخ می دهد، که نوع و میزان آن بستگی به شیوه پخت و محتوای چربی فیله خام دارد (García-Arias *et al.*, 2003; Gall *et al.*, 1983). برخی از تغییرات عمده در خلال عمل آوری و آماده سازی غذاهای پخته شده به سبب اکسیداسیون چربی می باشد، که باعث تغییراتی در کیفیت ماده غذایی می گردد (Shahidi, 1997; Jittrepotch *et al.*, 2006). چربی نقش کلیدی در ایجاد طعم غذا در خلال عمل آوری از طریق هیدرولیز و اکسیداسیون دارد، که این نقش نیز به میزان زیادی به ترکیب اسیدچرب نمونه بستگی دارد. به طور کلی این مسئله پذیرفته شده است که گوشت پخته نشده دارای بوی کم بوده یا اصلاً بدون بو می باشد و فقط طعمی شبیه به خون دارد و غالباً ایجاد طعم گوشت از حرارت استنتاج می شود (Mottram, 1998). طعم غذا و کیفیت آن بستگی زیادی به نوع

---

<sup>1</sup> Cardiovascular

و محتوای ترکیبات ساختاری چربی، پروتئین و کربوهیدرات دارد (Ho and Chen, 1994). به علاوه، شرایط مختلف پخت، روش تهیه و زمان نگهداری قبل از پخت، تأثیراتی روی طعم غذا دارند (Flick *et al.*, 1989; Mottram, 1998).

برای پخت ماهیان از شیوه های متعددی استفاده می گردد. شیوه های معمول مصرف آبزیان در ایران، پخت به شیوه های آب پز، بخار پز و سرخ کردن می باشد و عموماً برای پخت ماهیان از شیوه های حرارت خشک (سرخ کردن در ماهی تابه معمولی و سرخ کردن در ماهی تابه های گود و کباب کردن) و حرارت مرطوب (آب پز کردن و بخار پز کردن) و یا روش ترکیبی (شیوه های پخت با شعله ملایم) استفاده می گردد (Resurreccion, 1994). در ایران هم برای پخت ماهی بیشتر از شیوه سرخ کردن در ماهی تابه معمولی، کباب کردن، آب پز و بخار پز کردن و همچنین آون های میکروویو استفاده می گردد. شیوه سرخ کردن در مقایسه با سایر روش های پخت اثرات شدیدتری بر نسبت  $n-6/n-3$  می گذارد، علت این امر جذب اسیدهای چرب روغن سرخ کردنی و در نتیجه افزایش مقدار و محتوای اسیدهای چرب ضروری خانواده امگا-۶ و ایجاد تغییر در این نسبت می باشد (زکی پور رحیم آبادی، ۱۳۸۹).

مطالعات متعددی نشان داده اند که سرخ کردن می تواند سبب ایجاد تاثیرات منفی بر محتوای چربی و ترکیب اسید چرب ماهیان باشد (Gall *et al.*, 1983; García-Arias *et al.*, 2003; Al-Saghir *et al.*, 2004; Bakar *et al.*, 2008; Larsen *et al.*, 2010). سرخ کردن از شیوه های متداول پخت خشک می باشد که با انتقال گرما، تبخیر رطوبت و جذب روغن از محیط همراه می باشد (Oroszvari *et al.*, 2006; Moyano *et al.*, 2002; García-Arias *et al.*, 2003).

محتوای چربی و ترکیب اسید چرب ماهیان می گردد. به کارگیری دمای پائین در هنگام سرخ کردن یا بارگیری بیش از حد ظرفیت سرخ کن باشد می تواند تاثیر قابل ملاحظه ای در جذب بیشتر روغن توسط ماده غذایی باشد (Orthofer *et al.*, 1996). دمای بالای روغن منجر به تشکیل سریع پوسته و در نتیجه مساعد کردن شرایط برای کاهش جذب روغن می شود (Moreira *et al.*, 1999). جذب روغن در هنگام سرخ کردن عمیق محصولات، توسط تعداد زیادی از عوامل نظیر کیفیت روغن، دما و مدت زمان سرخ کردن، ترکیب ماده غذایی (برای مثال رطوبت و مواد جامد آن، تخلخل)، سطح و شکل ماده غذایی، تیمارهای قبل از سرخ کردن (یعنی خشک کردن)، پوشش دهی ماده غذایی و اندازه ماده غذایی تحت تأثیر قرار می گیرد (Pinthus *et al.*, 1995; Selman and Hopkins, 1989).

### ۱-۲- اهداف تحقیق:

۱. حفظ ترکیب اصلی اسید چرب فیله ماهی در خلال فرآیند سرخ کردن
۲. کاهش جذب روغن در خلال سرخ کردن عمیق.

### ۱-۳- فرضیات تحقیق:

۱. سرخ کردن مقدماتی و همچنین پختن کوتاه مدت فیله ماهی در مایکروویو سبب کاهش معنی دار جذب روغن در خلال سرخ کردن عمیق فیله ماهی کپور نقره ای می گردد.
۲. خارج کردن سریع روغن از سطح نمونه سرخ شده سبب کاهش معنی دار جذب روغن در خلال سرخ کردن عمیق فیله ماهی کپور نقره ای می گردد.

## فصل دوم

### مروری بر مطالعات انجام شده

---

---

*(Literatures Review)*



## ۲-۱- فواید مصرف آبزیان

مزایای استفاده از آبزیان به دلیل وجود پروتئینها، اسیدهای چرب غیراشباع ضروری، مواد معدنی و ویتامینها می باشد (عبدلی، ۱۳۷۸)، وجود اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (PUFAs) به ویژه امگا-۳ در ماهیان آب شیرین و دریایی از دیگر مزایای مصرف این آبزیان می باشد که نقش مهمی را در حفظ سلامت بشر (پیشگیری از بیماریهای قلبی-عروقی، پیشگیری از افزایش کلسترول و ...) ایفا می کنند (Carlier *et al.*, 1991; Itakura, 1993; Kmínková., 2001). بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب نمی باشد و این اسیدهای چرب چندغیراشباعی امگا-۳ (PUFA) باید از طریق غذا تأمین شوند (Alasalvar *et al.*, 2002). بنابراین اطلاعات مربوط به مقدار این اسیدهای چرب در موادغذایی می تواند ارزشمند باشد. نوع و مقدار اسیدهای چرب در بافت های ماهی ممکن است با نوع غذای ماهی تغییر کند، اما فاکتورهای دیگری مانند اندازه یا سن ماهی، وضعیت تولیدمثلی، موقعیت جغرافیایی و فصل (درجه حرارت آب، شوری، فتوپریود) بر محتوای چربی و ترکیب عضله ماهی مؤثر می باشند (Alasalvar *et al.*, 2002). آبزیان در مقایسه با گوشت قرمز و مرغ، اسیدهای چرب اشباع بسیار کمی را دارا می باشد و بیشترین میزان چربی آن را اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل می دهند. یکی از مهمترین چربی ها، چربی موسوم به روغن ماهی می باشد که امروزه داروی جهانی قلب نام گرفته است. اسیدهای چرب امگا-۳ در تنظیم کلیه عملکردهای زیست شناختی، در دستگاه های قلبی-عروقی، تولیدمثل، ایمنی و عصبی دخالت دارند. این ماده حیاتی در هر دوره از مراحل زندگی به صورتی خاص بر سلامت انسان اثر می گذارد (کشتکار، ۱۳۸۵).

## ۲-۲- چربی ماهی

میزان چربی ماهیان از ۰/۳ تا ۰/۴۵٪ وزن بدن متغیر است. در مقابل میزان چربی صدف‌داران، سخت-پوستان (میگو، خرچنگ و لابستر) و نرم‌تنان (دوکفه‌ای‌ها و اسکوئید) فقط دارای ۱-۲٪ چربی می‌باشند (Ackman, 1994). Stansby و همکاران (1990) درباره اهمیت چربی‌های موجود در ماهیان، تحقیقات گسترده‌ای انجام داد و بیان نمودند که چربی موجود در آنها دارای مقادیر زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشد که البته مقادیر آنها بسته به گونه ماهیان متفاوت است. میزان اسیدهای چرب و ترکیب آنها در گوشت میگو و صدفها توسط محققینی نظیر Ackman (1995) بررسی شده است و از جمله نتایج آنها میتوان به وجود ۲ تا ۴ درصد چربی در صدف اسکالوپ و اسکوئید اشاره نمود. همچنین آنها بر وجود مقادیر چشمگیری از اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) در سخت پوستان تأکید کرده اند Lambertsen در سال ۱۹۷۸ ماهیان را بر اساس میزان چربی به چهار گروه تقسیم‌بندی کرد:

جدول ۲-۱: تقسیم بندی ماهیان بر اساس درصد چربی بدن

گونه	میزان چربی	طبقه
کاد و صدف داران	(کمتر از ۰.۲٪)	اندک
کفشک ماهیان	(۰.۴ تا ۲٪)	کم چرب
آزاد ماهیان	(۰.۸ تا ۴٪)	متوسط
هرینگ، ماکرل و آزاد ماهیان پرورشی	(بیشتر از ۰.۸٪)	پرچرب

در برخی از کشورها که ماهیان پر چرب مصرف می نمایند، رده بندی ماهیان بر اساس میزان چربی به شکل زیر می باشد: اندک (کمتر از ۰.۲٪)، متوسط (۲ تا ۰.۷٪)، چرب (۰.۷ - ۱۵٪) و پر چرب (بیش از ۱۵٪) می باشد (Ackman, 1994).

### ۲-۳- مزیت چربی ماهیان نسبت به سایر چربی ها

چربی موجود در بدن ماهیان با چربی پستانداران اختلاف دارند. از خصوصیات چربی آبزیان، وجود اسیدهای چرب چند غیر اشباعی با زنجیره بلند با ۱۴-۲۲ اتم کربن می باشد (Osman *et al.*, 2001; Al-Saghir *et al.*, 2004; Agren and Hanninen, 1993; Candela *et al.*, 1996). علاوه بر این در چربی پستانداران به ندرت اسید چرب با بیشتر از دو اتصال مضاعف مشاهده می گردد. در حالی که در چربی آبزیان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی با چهار، پنج و شش باند مضاعف نظیر EPA و DHA وجود دارد (Jittrepotch *et al.*, 2006; Stolyhwo *et al.*, 2006). در مقایسه با بسیاری از پستانداران

که از اسید آراشیدونیک، به عنوان اسید چرب اصلی با اشباعیت بالا در غشاء سلولی خود بهره می گیرند، غشاء سلولی در ماهیان دارای مقادیر زیادی از EPA و DHA می باشند (Cejas *et al.*, 2004). آشکار ترین اختلاف بین ماهی و سایر پستانداران در توانائی آنها در غیر اشباع سازی و طولی سازی زنجیره اسیدهای چرب می باشد در حالی که پستانداران فقط قادر به تغییر شکل و ساختار اسیدهای چرب ضروری خانواده امگا-۶ و امگا-۹ (n-9) هستند، ماهی ها قادر به غیر اشباع سازی و طولی سازی اسیدهای چرب ضروری خانواده n-3 می باشند. این توانائی ویژه در ماهیان به سبب وجود آنزیم های ویژه هاضمه و بیوسنتتیک در آنها به دست می آید (زکی پور رحیم آبادی، ۱۳۸۹). چربی موجود در ماهیان در مقایسه با سایر منابع چربی دارای تنوع بیشتری از اسیدهای چرب متفاوت هستند. نسبت هر گروه اسید چرب در محتوای چربی کل بافت های ماهی متفاوت است و بستگی به محتوای چربی کل دارد و می تواند تحت تأثیر فاکتورهای بیولوژیکی قرار گیرد (Kolakowska *et al.*, 2002). در روغن گیاهی، یک اسید چرب می تواند بیشتر از ۵۰ درصد و گاهی اوقات تا ۸۰ درصد از محتوای اسیدهای چرب را تشکیل دهد و این در حالی است که در چربی ماهیان مقادیر متنوعی از اسیدهای چرب متفاوت وجود دارد (Stansby, 1990). انواع و خواص اسیدهای چرب موجود در تری گلیسیریدهای یک روغن تأثیر عمده ای روی خواص فیزیکی، شیمیایی و تغذیه ای روغن دارد. اجزاء اسید چرب یک روغن، مهم ترین خاصیت شیمیایی روغن است. در یک رژیم ترکیبات چربی و روغن دخالت بیشتری دارند (دولتخواه، ۱۳۷۸).