بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشکده منابع طبیعی

گروه شیلات

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته فرآوری محصولات شیلاتی

بررسی کیفیت عملکردی و تغذیه‌ای پروتئین و لیپید استخراج شده از ماهی کاراس معمولی (*Carassius carassius*) با استفاده از شیوه ترسیب اسیدی و بازی

اساتید راهنما :

دکتر اسحق زکی‌پور رحیم‌آبادی

دکتر ابراهیم علیزاده دوغیکلائی

استاد مشاور:

دکتر فرزاد غیبی

تهیه و تدوین :

آذین صفارشرق

بهمن ۱۳۹۲

سپاس خدای را که حس بودنش، نیک بودن را در اعماق وجودم زنده نگه می دارد و پلیدی ها را می زداید و جاودانگی را الهام می بخشد تا غبار

حسرت به خاطر نداشته هایم بر سلول های وجودم که سرشار از حرکت و امیدند ننشیند.

تقدیم به کوه صبر و استقامت پدر زحمتکش و مهربانم

که در تمامی لحظات زندگی و تحصیل راهنما و مشوق من بوده و تمامی موفقیت هایی که تا به اکنون کسب کرده ام را مدیون زحمات بی شائبه ی

ایشان هستم.

تقدیم به اسوه ی مهربانی مادر گرانقدرم

آن عاشق بی ریا که با مهر و لطف، پرستار وجودم گشت، بر نگاهم لبخند زد صحنه خالی روحم را با مهر و عشق آشنا نمود.

تقدیم به برادر و خواهر عزیزم امید و آیدا

به پاس محبت های بی منت، بی ریا و بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند.

و تقدیم به تمام کسانی که دوستشان دارم و یار و یاور من در این پایان نامه بودند.

تشکر و قدردانی

سپاس بی نهایت خدای را که دریای بی منتهای بخشش است و بال فضل، بر کائنات گشوده و سایه لطف بر بندگان گسترده و با منت خود، مرا به زینت ایمان آراسته و در خیمه لطف منزل داده است. چگونه شکر او را گویم که منت را بر من تمام کرده و از سر رحمت خود، مرا در زمره جویندگان علم و دانش قرار داده است. چگونه شکر او را گویم که آلاء و نعمت های او در اطراف آن چنان انباشته است که مرا مجال نه تشکر که شمارش نیست. من چگونه نوای لک الحمد سر دهم که این نوای ارادت، خود از بیشمار نعمت های اوست و محتاج لک الحمدی دیگر.

تمام مباهات من در طول تحصیل، نه دست یازیدن به درجه ای از دانش، بلکه فراسوی آن تلمذ در نزد استادانی بوده است که خود دریایی از معرفت بودند و سهم من پرتوی از تشعشع معرفت ایشان بر اندیشه بوده است. در این رهگذر، به رسم ادب خود را ملزم می دانم که با تواضع تام و از صمیم قلب تشکر و سپاس خالصانه خود را از اساتید راهنمای گرانقدرم **جناب آقای دکتر اسحق زکی پور رحیم آبادی و جناب آقای دکتر ابراهیم علیزاده دوغیکلائی** عرضه دارم، همچنین از استاد عزیز و مهربانم **جناب آقای دکتر فرزاد ضیبی** که در طول این مسیر، زحمات بی شائبه ای متحمل گشته و با بردباری مرا راهنمایی فرمودند. بی شک انجام مراحل مختلف این پایان نامه بدون حمایت و پشتیبانی این عزیزان امکان پذیر نبود. مدیون لطف و بزرگواری ایشان هستم و از افتخار شاگردی در محضرشان به خود می بالم.

همچنین به رسم ادب از اساتید عزیز **جناب آقای دکتر رضا طاهر گورابی**، **جناب آقای دکتر محمودرضا اویسی پور**، **جناب آقای مهندس محمود ذوقی**، **سرکار خانم مهندس زینب زعفرانی**، **جناب آقای دکتر بهروز محمدزاده** و **جناب آقای دکتر سعید زاهدی** به خاطر لطف، راهنمائی و همکاری های ارزنده شان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از تمامی دوستانم، همکلاسی ها و هم اتاقی های عزیزم نیز کمال قدردانی را دارم.

آذین صفار شرق

بهمن ماه سال هزار و سیصد و نود و دو

چکیده

هدف کلی از این مطالعه به کارگیری یک گونه از ماهیان هرز در سیستم پرورش توام ماهیان گرمابی و تولید پروتئین ایزوله از ماهی مذکور به روش حلالیت و ترسیب ایزوالکتریک و نیز بررسی خصوصیات عملکردی و تغذیه‌ای و همچنین بررسی خصوصیات رنگ و بافت پروتئین‌های استخراج شده می‌باشد. جهت تولید پروتئین ایزوله‌ی ماهی از دو روش انحلال و ترسیب اسیدی و قلیایی استفاده گردید. طبق این روش که از آن با نام شیوه‌ی حلالیت و ترسیب ایزوالکتریک نام برده می‌شود، دو مرحله انحلال پروتئین‌های ماهی کاراس در pH های اسیدی و بازی و نیز رسوب پروتئین‌ها در pH ایزوالکتریک صورت گرفت. نتایج نشان دادند که تیمار اسیدی باعث استخراج بیشتر پروتئین از نمونه‌ی گوشت چرخ شده‌ی ماهی کاراس می‌شود. از بررسی خصوصیات عملکردی پروتئین‌های استخراج شده از گوشت چرخ شده‌ی ماهی کاراس به شیوه‌ی حلالیت و ترسیب ایزوالکتریک مشخص شد که اختلاف بین تیمار اسیدی و بازی در آزمایش ظرفیت نگهداری آب معنی‌دار ($P>0.05$) نبود. در مورد خصوصیت امولسیون کنندگی باید گفت که تیمار بازی ظرفیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون بالاتری را نسبت به تیمار اسیدی نشان داد. با در نظر گرفتن نتیجه پایداری امولسیون و انجام آزمون اندیس خامه‌ای شدن نتیجه حاکی از آن بود که نمونه اسیدی در روزهای ۳، ۶ و ۹ درصد بالاتری از امولسیون را به لایه‌ی خامه‌ای تبدیل کرده بود. درصد مجموع آمینواسیدهای ضروری با اختلاف اندکی در تیمار بازی بیشتر بود. نتایج نشان داد که آمینواسیدهای شناسایی شده از پروتئین استخراج شده از ماهی کاراس تمام نیاز یک فرد بزرگسال را برطرف می‌کند، اما برای کودکان لازم است از پروتئین‌های مکمل نیز استفاده شود. آمینواسید محدود کننده در هر دو تیمار اسیدی و بازی متیونین+سیستئین بود. نتایج به دست آمده از این آزمایش تعداد ۱۹ اسید چرب از گروه اسیدهای چرب اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباع را نشان داد. مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع در تیمار بازی به مقدار قابل توجهی از تیمار اسیدی بیشتر بود. نسبت $\sum$ ω-3/$\sum$ ω-6 نیز در تیمار بازی بیشتر از تیمار اسیدی بود. بافت ژل تهیه شده از پروتئین ایزوله در تیمار بازی دارای سختی بیشتری نسبت به همتای اسیدی خود بود. از آنالیز رنگ چنین نتیجه گرفته شد که ژل اسیدی دارای سفیدی بیشتر و همچنین دارای فاکتور روشنایی بیشتری نسبت به ژل بازی بود.

کلمات کلیدی: کاراس معمولی، انحلال و ترسیب ایزوالکتریک، استخراج پروتئین، پروفایل اسید آمینه، خصوصیات عملکردی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-۱- کلیات ۱
۱- ۲- ضرورت تحقیق ۲
۱- ۳- فرضیه تحقیق ۵
۱- ۴- هدف تحقیق ۵

فصل دوم: کلیات و مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- بررسی مصرف آبزیان و میزان محصولات جنبی تولیدی در بخش شیلات ۷
۲-۲- وضعیت رایج صید جهانی و فراورده‌های جنبی عمل‌آوری ماهی ۹
۲-۳- ترکیب شیمیایی بدن ماهی ۱۱
۲-۴- شیوه‌های مصرف آبزیان ۱۲
۲-۵- شیوه‌های متفاوت و جدید در استفاده از آبزیان ۱۲
۲-۵-۱- پروتئین هیدرولیز شده (FPH) ۱۳
۲-۵-۲- پروتئین تک یاخته (SCP) ۱۵
۲-۵-۳- پروتئین تغلیظ شده (FPC) ۱۸
۲-۵-۴- سوریمی ۲۰
۲-۵-۵- پروتئین ایزوله شده ۲۲
۲-۶- روش کلی استخراج پروتئین ایزوله به شیوه‌یISP ۲۳
۲-۷- مزایای فرایندهای اسیدی و بازی بر فرایند تولید سوریمی ۲۳
۲-۸- فاکتورهای موثر بر خواص FPI ۲۵
۲-۹- بازده استخراج پروتئین و چربی ۲۸
۲-۱۰- تغییرات ایجاد شده در پروتئین‌ها و لیپیدهای ماهی تحت تاثیر pH طی فرایند ISP ۳۰
۲-۱۱- خواص عملکردی پروتئین ماهی ۳۳
۲-۱۱-۱- ظرفیت امولسیون کنندگی ۳۳
۲-۱۱-۲- ظرفیت نگهداری آب ۳۵
۲-۱۲- ماهی کاراس ۳۶
۲-۱۳- مروری بر مطالعات انجام شده ۳۸

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مواد و وسایل مورد نیاز ۴۳
۳-۱-۱- مواد مصرفی ۴۳
۳-۱-۲- مواد غیر مصرفی و دستگاه‌ها ۴۳
۳-۲- روش کار ۴۴
۳-۲-۱- آماده سازی نمونه ۴۴
۳-۲-۲- محل انجام آزمایش‌ها ۴۴
۳-۳- استخراج پروتئین ایزوله ماهی به روش حلالیت و ترسیب ایزوالکتریک ۴۵
۳-۴- تهیه نمونه‌های لیوفیلیزه از پروتئین ایزوله ماهی ۴۶
۳-۵- تهیه ژل از پروتئین ایزوله ماهی ۴۷
۳-۶- آزمایش‌های شیمیایی ۴۸
۳-۶-۱- اندازه‌گیری رطوبت ۴۸
۳-۶-۲- اندازه‌گیری پروتئین خام ۴۸
۳-۶-۳- اندازه‌گیری چربی خام ۴۹
۳-۶-۴- اندازه‌گیری pH ۵۰
۳-۶-۵- اندازه‌گیری خاکستر ۵۰
۳-۷- اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب (WHC) ۵۰
۳-۸- اندازه‌گیری ظرفیت امولسیون کنندگی ۵۱
۳-۸-۱- اندازه‌گیری پایداری امولسیون ۵۱
۳-۸-۲- اندازه‌گیری شاخص خامه‌ای شدن ۵۲
۳-۹- اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی ۵۳
۳-۹-۱- اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی امولسیون ۵۳
۳-۹-۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی محلول حاوی پروتئین ۵۴
۳-۱۰- پروفایل اسید آمینه ۵۴
۳-۱۱- شاخص‌های کیفیت پروتئین ۵۵
۳-۱۱-۱- میزان کارایی پروتئین ۵۵
۳-۱۱-۲- امتیاز شیمیایی ۵۵
۳-۱۲- پروفایل اسید چرب ۵۵
۳-۱۲-۱- شاخص‌های Atherogenicity و Thrombogenicity ۵۷
۳-۱۳- بافت ۵۸
۳-۱۴- رنگ ۵۸
۳-۱۵- تجزیه و تحلیل آماری ۵۹

فصل چهارم: بحث و نتایج

۴-۱- درصد ترکیبات بدن ماهی کاراس معمولی ۶۱
۴-۲- ظرفیت نگهداری آب ۶۴
۴-۳- خصوصیات امولسیون کنندگی ۶۶
۴-۴- شاخص خامه‌ای شدن و ثبات آن ۶۸
۴-۵- ویژگی‌های رئولوژیکی امولسیون و محلول حاوی پروتئین ۷۰
۴-۶- آنالیز اسید آمینه ۷۵
۴-۷- میزان کارایی پروتئین ۸۲
۴-۸- امتیاز شیمیایی ۸۲
۴-۹- پروفایل اسید چرب ۸۴
۴-۱۰- شاخص‌های Atherogenicity و Thrombogenicity ۹۰
۴-۱۱- پروفایل بافت ۹۵
۴-۱۲- رنگ ۹۷
۴-۱۳- نتیجه گیری کلی ۱۰۱
۴-۱۴- پیشنهادات ۱۰۲

فصل پنجم: فهرست منابع

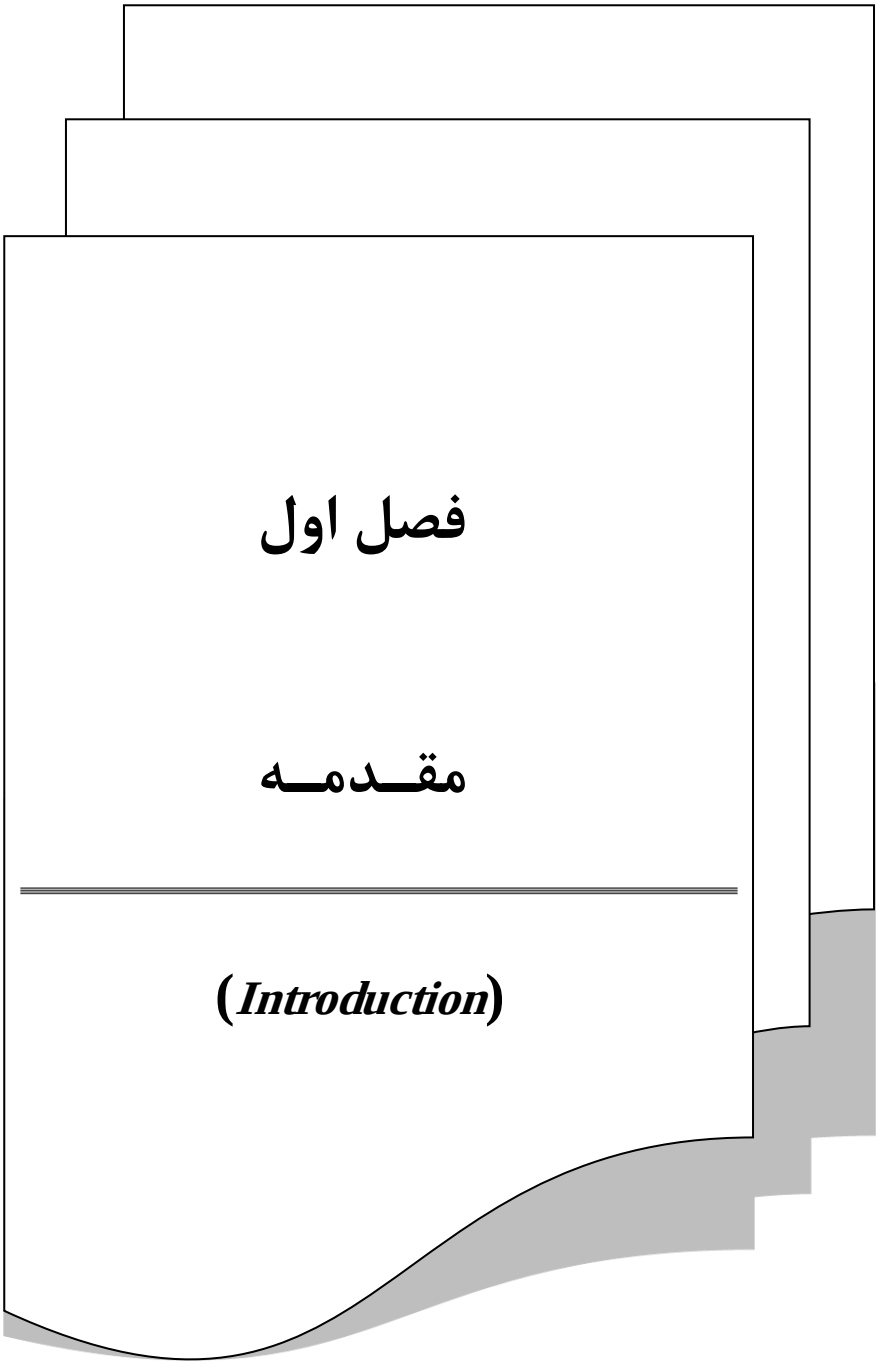
۵-۱- منابع ۱۰۴

فهرست جداول

جدول ۲- ۱: آمار جهانی فائو ۱۰
جدول ۴- ۱: ترکیبات شیمیایی گوشت ماهی کاراس معمولی (بر اساس وزن تر) ۶۳
جدول ۴- ۲: درصد ترکیبات شیمیایی پودر پروتئین استخراج شده از ماهی کاراس معمولی (براساس وزن خشک) ۶۳
جدول ۴- ۳: pH اندازه گیری شده گوشت و محلول پروتئینی ۶۳
جدول ۴- ۴: درصد ظرفیت نگهداری آب پودر پروتئین (میلی گرم آب در ۱ گرم نمونه) ۶۵
جدول ۴- ۵: بررسی EAI و ESI نمونه امولسیون در تیمار اسیدی و بازی ۶۷
جدول ۴- ۶: شاخص خامه‌ای شدن (٪) امولسیون تهیه شده از محلول پروتئینی ۷۰
جدول ۴- ۷: بررسی ویسکوزیته محلول پروتئینی و امولسیون اسیدی و بازی (بر اساس مدل قانون توان) ۷۳
جدول ۴- ۸: بررسی ویسکوزیته محلول پروتئینی و امولسیون اسیدی و بازی (بر اساس مدل قانون هرشل-بالکلی) ۷۴
جدول ۴- ۹: محتوای اسیدهای آمینه ضروری (mg/g) پروتئین‌های استخراج شده از ماهی کاراس ۷۸
جدول ۴- ۱۰: محتوای اسیدهای آمینه غیر ضروری (mg/g) پروتئین‌های استخراج شده از ماهی کاراس ۷۹
جدول ۴- ۱۱: الگوی اسید آمینه پیشنهادی FAO/WHO برای کودکان و افراد بالغ ۸۰
جدول ۴- ۱۲: مقایسه اسیدهای آمینه ضروری با پروتئین تخم مرغ و شیر ۸۰
جدول ۴- ۱۳: انواع آمینواسیدهای گوگردی، الکل‌دار، آروماتیک، اسیدی و بازی ۸۱
جدول ۴- ۱۴: میزان کارایی پروتئین محاسبه شده به روش‌های مختلف برای تیمارهای اسیدی و بازی ۸۲
جدول ۴- ۱۵: مقایسه امتیاز شیمیایی آمینواسیدهای ضروری پروتئین ایزوله با الگوی FAO/WHO ۸۳
جدول ۴- ۱۶: محتوای اسیدهای چرب (٪) چربی استخراج شده از ماهی کاراس به روش تنظیم pH ۹۲
جدول ۴- ۱۷: گروه‌های مهم اسیدهای چرب (٪) در چربی استخراج شده از ماهی کاراس به روش تنظیم pH ۹۳
جدول ۴- ۱۸: آنالیز پروفایل بافت ژل‌های تهیه شده از پروتئین ایزوله ماهی کاراس به شیوه ISP ۹۶
جدول ۴- ۱۹: آنالیز رنگ ژل‌های تهیه شده از پروتئین ایزوله ماهی کاراس به شیوه ISP ۱۰۰

فهرست اشکال و ضمائم

شکل ۲-۱: تغییر در ساختار سه بعدی میوزین ماهی طی فرایند ISP تحت القای pH ۳۱
شکل ۴-۱: نمودار تنش برشی- سرعت برشی نمونه‌های محلول و امولسیون اسیدی و بازی ۷۲
شکل ۴-۲: نمودار ویسکوزیته ظاهری- سرعت برشی نمونه‌های محلول و امولسیون اسیدی و بازی ۷۳



فصل اول

مقــدمــه

(*Introduction*)

۱-۱- کلیات

ماهی و سایر آبزیان از جمله مواد غذایی سرشار از پروتئین، چربی مفید، مواد معدنی و انواع ویتامین‌ها می‌باشند (Haliloglu *et al.*, 2004). در خلال عمل‌آوری آبزیان برای مثال در خلال استخوان‌گیری مکانیکی ماهی یا عملیات فیله کردن یا سایر عمل‌آوری‌ها، مقادیر قابل توجهی از پروتئین‌ها بر جای می‌ماند. علاوه بر این برخی از ماهیان پرورشی که به وزن بازاری نرسیده‌اند نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. پروتئین آبزیان علاوه بر دارا بودن ارزش غذایی بالا (به سبب هضم آسان و دارا بودن تمامی اسیدهای آمینه ضروری) دارای خصوصیات عملکردی منحصر به فردی نظیر توانایی تولید ژل، ظرفیت امولسیون‌کنندگی، ظرفیت نگهداری آب و قابلیت اتصال به آب و غیره می‌باشند (Tahergorabi *et al.*, 2012)، که از این خصوصیات پروتئین آبزیان می‌توان در صنایع مختلف بهره برد. از پروتئین‌های استخراجی به واسطه‌ی دارا بودن انواع خصوصیات عملکردی می‌توان در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی استفاده نمود. برای مثال مشتقات پپتیدی آنها نیز به واسطه‌ی فعالیت‌های زیستی متفاوت موارد استفاده‌ی متفاوتی دارند (Tahergorabi *et al.*, 2012).

از خصوصیات پروتئین‌های ماهی و سایر آبزیان می‌توان به خصوصیات ایزوالکتریک آنها در pH بین ۴/۵-۵/۵ اشاره نمود. در این pH، پروتئین‌ها از نظر بار الکتریکی خنثی بوده و کمتر از حالت یونیزه آب دوست خواهند بود. به همین دلیل در نقطه ایزوالکتریک، حلالیت پروتئین و ظرفیت اتصال آب آن به کمترین مقدار خود می‌رسد (Gehring *et al.*, 2011). از این خاصیت پروتئین‌ها و با استفاده از سیستم تغییر pH محیط جهت حلال سازی و متعاقب آن ترسیب پروتئین‌ها استفاده می‌گردد. مطالعات نشان

داده‌اند که همزمان با استخراج پروتئین به شیوه ISP[1]، چربی موجود در ماده‌ی اولیه نیز استخراج می‌گردد (Hultin and Kelleher, 1999; Gehring *et al.*, 2011).

خصوصیات غذایی و عملکردی پروتئین و چربی استخراج شده به روش ISP به نوع ماده‌ی اولیه بکار گرفته شده، نوع و شرایط محیط استخراج پروتئین و چربی بستگی دارد (Jaczynski, 2008).

۱-۲- ضرورت تحقیق

به طور کلی سالانه بیش از ۱۰۰ میلیون تن ماهی در دنیا صید می‌شود که ۲۹/۵ درصد از آن تبدیل به آرد ماهی می‌شود (FAO, 2010). احتمالا بیش از ۵۰ درصد از بافت ماهیان به صورت ضایعات غیر قابل مصرف در می‌آید و تنها ۵۰ درصد توسط انسان مصرف می‌شود. با افزایش جمعیت بشر و افزایش میزان صید به بیش از ۱۰۰میلیون تن در سال، استفاده از منابع دریایی باید با دقت بیشتری صورت گیرد (Kristinsson and Rasco, 2000a). تحقیقات مختلفی جهت بررسی و امکان بکارگیری فراورده‌های جانبی ماهیان گوناگون انجام شده است که در نتیجه‌ی آنها بسیاری از ترکیب‌های با ارزش به ویژه پروتئین را می‌توان از فراورده‌های جانبی حاصل از فراوری ماهی جداسازی کرد (Rustad, 2003). پروتئین‌های گیاهی و حیوانی در تغذیه‌ی انسان نقش مهمی دارند. وجود پروتئین‌ها در فرمولاسیون مواد غذایی باعث افزایش بازارپسندی آن نیز می‌شود (Lamsal *et al.*, 2007). یکی از راه‌های مهم جهت بازیافت پروتئین‌ها، هیدرولیز فراورده‌های جانبی است که امروزه به روش‌های متفاوتی نظیر هیدرولیز با آنزیم، هیدرولیز با قلیا، هیدرولیز با اسید و هیدرولیز حرارتی انجام می‌گیرد (Fountoulakis and Lahm, 1998). از پروتئین هیدرولیز شده استفاده‌های گوناگونی از جمله به عنوان تقویت‌کننده‌ی

[1] Isoelectric Solubilization and Precipitation

طعم در شیرینی‌جات، تثبیت کننده در نوشیدنی‌ها، مکمل پروتئینی در فرمولاسیون مواد غذایی (Kristinsson and Rasco, 2000b) و همچنین به عنوان جایگزین پروتئین در غذاهای آلرژی‌زا صورت می‌گیرد (Mahmoud and Cordle, 2000). تولید پروتئین با ارزش افزوده از ضایعات ماهیان موضوعی است که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

روش ISP که به منظور استخراج پروتئین انواع ماهی‌ها کاربرد دارد، روشی است که در آن با کنترل pH می‌توان باعث حلالیت پروتئین عضلات بصورت انتخابی شد (Gehring *et al.*, 2011). از این روش در تهیه پروتئین از گوشت و ماهی در صنایع غذایی استفاده شده است (Mireles DeWitt *et al.*, 2002; Chen and Jaczynski, 2007a; 2007b). روش ISP دارای مزایای بیشماری است که آن را بر فرایندهای مکانیکی ارجح نموده است بطوریکه می‌توان گفت که یک تکنولوژی کاربردی برای بازیابی پروتئین از ماهی‌های کم ارزش است (Underutilized Fish) و لذا در فرایندهای فراوری ماهیان و به منظور استفاده در استخراج پروتئین از باقیمانده ماهی‌ها قابل استفاده است (Tahergorabi *et al.*, 2012).

برای استخراج پروتئین به شیوه‌ی ISP می‌توان از دو روش اسیدی و بازی استفاده نمود. Gehring و همکاران (2011) بیان نموده‌اند که در تکنیک ISP، همزمان با استخراج پروتئین، چربی نیز استخراج می‌گردد که می‌توانند به عنوان منبع مناسبی از چربی آبزیان مورد استفاده قرار گیرند. پروتئین‌های استخراجی به شیوه‌ی اسیدی/بازی دارای خصوصیات عملکردی مناسبی جهت استفاده در صنایع غذایی بوده‌اند (Taskaya *et al.*, 2009a).

بسیاری از مطالعات صورت گرفته پیشنهاد کرده‌اند که فرایند ISP ماهی در pH قلیایی، اجازه‌ی بازیابی پروتئین‌ها با خواص عملکردی بهتر را می‌دهد و بنابراین حرارت بهتری به ژل القا می‌شود و در

نتیجه خواص بافت و رنگ بهتر می‌شود (Chen and Jaczynski, 2007a, 2007b; Kristinsson and Hultin, 2003a; Kristinsson and Liang, 2006; Nolsoe and Undeland, 2009; Taskaya *et al.*, 2009a, 2009b)

به علاوه، ISP در pH قلیایی باعث استخراج پروتئین‌های عضله با کیفیت تغذیه‌ای بالاتر به همراه مقدار بیشتری اسید آمینه‌ی ضروری (EAA[1]) در مقایسه با ISP در pH اسیدی می‌شود (Chen *et al.*, 2007b, 2009; Gigliotti *et al.*, 2008). چربی ماهی نیز زمانی که حلالیت در pH قلیایی صورت می‌گیرد به میزان بیشتری از پروتئین‌های عضله حذف می‌شود (Chen and Jaczynski, 2007a, 2007b; Taskaya *et al.*, 2009b). اگرچه حلالیت اسیدی استخراج پروتئین بیشتری را نشان داده است، اما یک توافق عمومی و کلی وجود دارد که می‌گوید حلالیت در pH قلیایی نتایج بهتری می‌دهد (Jafarpour and Gorczyca, 2008; Nolsoe and Undeland, 2009; Torres *et al.*, 2007). حلالیت قلیایی منجر به افزایش استحکام ژل در مقایسه‌ی با حلالیت اسیدی می‌شود (Perez-Mateos *et al.*, 2004). مقایسه‌های گسترده‌ای در زمینه‌ی خواص بافت توسط محققان متعددی برای پروتئین‌های استخراج شده با فرایند ISP در pH اسیدی و قلیایی صورت گرفته و در مقالات گزارش شده است (Hultin *et al.*, 2005; Nolsoe and Undeland, 2009).

ماهی کاراس یک ماهی هرز در سیستم پرورش توام ماهیان گرم‌آبی بوده و به میزان زیاد در این استخرها وجود دارد (قناعت پرست، ۱۳۷۴). لازم به ذکر است که این ماهی به واسطه بازار پسندی پائین با قیمت اندک به فروش می‌رسد. در این پژوهش سعی بر آن شده است که با استفاده از رفتار ایزوالکتریک پروتئین‌های ماهی و با استفاده از شیوه‌های مختلف اسیدی و بازی برای مشخص نمودن

[1] Essential Amino Acid

کارآمدترین شیوه‌ی استخراج، پروتئین و چربی را بازیابی کرده و خصوصیات عملکردی و تغذیه‌ای آنها با یکدیگر مقایسه گردد.

با اشاره به موارد فوق، می‌توان گفت که با توجه به نیاز گسترده به پروتئین حاصل از ماهی از یک طرف و وجود ماهی‌های کم ارزش از طرف دیگر این مساله لزوم انجام تحقیق در این بخش را گوشزد می‌نماید و لذا تحقیق حاضر در همین راستا ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۳- فرضیه تحقیق

پروتئین و لیپید استخراج شده از کاراس با استفاده از شیوه حلال‌سازی و رسوب‌دهی در pH بازی دارای خصوصیات عملکردی و تغذیه‌ای بهتری نسبت به pH اسیدی می‌باشد.

۱-۴- هدف تحقیق

استخراج پروتئین و چربی به شیوه‌ی ISP از گوشت ماهی کاراس به عنوان منبع با ارزشی از پروتئین و چربی با خصوصیات عملکردی و تغذیه‌ای

فصل دوم

مروری بر مطالعات انجام شده

(Literatures Review)

۲-۱- بررسی مصرف آبزیان و میزان محصولات جنبی تولیدی در بخش شیلات

در گذشته در سیستم سنتی و غیر صنعتی شیلاتی، اکثر آبزیان صید شده، برای مصارف انسانی، تهیه غذای حیوانات و یا تولید کود برای کشاورزی مصرف می‌شد (Gehring *et al.*, 2011). پیشرفت-های تکنولوژیکی اخیر و متعاقب آن صنعتی شدن به لحاظ اقتصادی، سبب پیشرفت‌های قابل ملاحظه-ای نیز در صنعت شیلات شده است. همزمان مقدار محصولات جنبی حاصل از عمل‌آوری محصولات شیلاتی نیز افزایش چشمگیری داشته است. مقدار ضایعات (محصولات جنبی) در خلال عمل‌آوری محصولات شیلاتی در مقایسه با سایر غذاها بیشتر بوده، لذا عمل‌آوری این محصولات جانبی می‌تواند به لحاظ اقتصادی قابل توجه و اهمیت باشد. به طور کلی عمل‌آوری حیوانات خشکی زی برای تولید محصولات غذایی مورد استفاده انسان کارآمدتر می‌باشد. به علاوه، میزان استفاده از محصولات حاصل نیز بیشتر است. بنابراین، استفاده از محصولات جنبی که طی عمل‌آوری تولید می‌شوند، به لحاظ سوددهی اقتصادی در صنعت غذای آبزی در مقایسه با صنعت عمل‌آوری بسیاری غذاهای دیگر مهمتر است (Gildberg, 2002).

در حین عمل‌آوری مواد خام به محصولات غذایی، فراورده‌های جنبی تولید می‌شود، که منابع آبزی از این قاعده مستثنی نیستند. مثال‌هایی که می‌توان در این مورد بیان کرد عملیات فیله کنی تجاری ماهی، صید میگو و فراوری کریل[1] می‌باشد. مقدار گوشتی که از کریل قطبی در عمل‌آوری تجاری استخراج می‌شد، بسیار پایین و حدود ٪۱۵-٪۱۰ وزن کامل کریل بود. کریل‌ها موجوداتی کوچک و سخت پوستانی شبیه به میگو هستند که علیرغم دارا بودن بزرگترین بیومس در بین همه‌ی جانوران پرسلولی روی زمین، متاسفانه به طور مستقیم به عنوان غذا مورد استفاده انسان قرار نمی‌گیرند (Nicol

[1] Krill

and Foster, 2003). همچنین، به طور معمول در صید ترال حدود ٪۹۰ از حجم صید نهایی میگو را صید ضمنی تشکیل می‌دهد که معمولا دور ریخته می‌شود. در عملیات فیله کنی مکانیکی ماهی، بازده استخراج ٪۴۰-۳۰ می‌باشد و فراورده‌های جنبی ٪۷۰-۶۰ وزن ماهی کامل تخمین زده شده است (Torres *et al.*, 2007). گونه‌های کم مصرف صیدگاه‌ها و نیز آبزی‌پروری و محصولات جنبی غنی از مواد غذایی اغلب بدون اینکه هیچ تلاشی برای بازیافت مواد مغذی آنها صورت بگیرد، دور ریخته می-شوند (Kristinsson and Rasco, 2000a). بعضی از گونه‌های آبزی به دلایل مختلف برای مصرف انسان استفاده نمی‌شوند. یکی از این گونه‌ها منهادن اقیانوس اطلس می‌باشد که منحصرا برای تولید آرد ماهی استفاده می‌شود و به علت داشتن بدن چرب و استخوان‌دار برای مصرف انسان عمل‌آوری نمی‌شوند. ماهی منهادن یک ماهی کم ارزش محسوب می‌شود، که اگر پروتئین‌های عضله‌ی آن استخراج شود و سپس در محصولات غذایی انسان استفاده شود، احتمالا افزایش قابل توجهی در ارزش اقتصادی آن ایجاد خواهد شد. به طور مشابه، بعضی از دستگاه‌های مکانیکی که در مقیاس تجاری برای بازیافت گوشت ماهی به کار می‌روند، در مورد ماهی کپور به علت ماهیت استخوانی اسکلت این ماهی غیر کاربردی است (Gehring *et al.*, 2011). طبق گزارش FAO، کپورماهیان بزرگترین و در عین حال کم ارزش‌ترین توده‌ی مواد غذایی آبزی را در دنیا تولید می‌کنند (Anonymous, 2007; Lowther, 2005). فراورده‌های جنبی و گونه‌های کم‌ارزش می‌توانند به عنوان یک ماده اولیه برای تولید ۳ گروه عمده از محصولات مورد استفاده قرار گیرند: ۱- کود جهت استفاده در کشاورزی، ۲- خوراک دام، و ۳- مواد غذایی با ارزش افزوده برای انسان. به طور کلی تبدیل فراورده‌های جنبی به کود جهت استفاده‌های کشاورزی، کمترین ارزش افزوده برای این محصولات است، اما زمانی که برای تغذیه‌ی انسان مورد استفاده قرار گیرند دارای بالاترین ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای خواهند گردید. چنانکه تخمین زده شده

اگر بعضی از ترکیبات طی عمل‌آوری محصولات جنبی استخراج شوند و در گسترش تولید محصولات غذایی انسان به کار روند، ارزش آنها ۵ برابر افزایش می‌یابد (Gildberg, 2002).

۲-۲- وضعیت رایج صید جهانی و فراورده‌های جنبی عمل‌آوری ماهی

با استفاده از اطلاعات و آمار صید جهانی ماهی و همچنین آمار تولیدات آبزی‌پروری از سازمان FAO و دپارتمان شیلات، می‌توان میزان فراورده‌های جنبی شیلاتی را تخمین زد (Anonymous, 2007). با توجه به جدول ۲-۱ میزان صید جهانی در سال ۲۰۱۰ نسبت به سال ۲۰۰۵ روند کاهشی در پیش داشته است (FAO, 2012). آبزی پروری طی یک دوره یکسان میزان تولیداتش را به طور وسیعی افزایش داده است (جدول ۲-۱) (FAO, 2012). FAO همچنین پیش بینی کرده است که در آینده میزان تقاضا برای محصولات غذایی آبزی با افزایش تولیدات آبزی‌پروری مطابق خواهد بود (Gehring *et al.*, 2011).

در سال ۲۰۰۲، حدود ۷۶ درصد تولیدات جهانی شیلاتی مستقیما برای مصرف انسان استفاده شد و ۲۴ درصد باقیمانده برای تولید آرد و روغن ماهی به کار گرفته شد که در سال ۲۰۱۰ این میزان برای مصارف انسانی با روند افزایشی ۸۶/۴ درصد و برای سایر مصارف با روند کاهشی ۱۳/۶ درصد همراه بود (FAO, 2012). استفاده مجدد از فراورده‌های جنبی عمل‌آوری ماهی، آرد و روغن ماهی را تولید می‌کند بدون اینکه ضرورتا هیچ فراورده جنبی دیگری ایجاد شود. بنابراین واضح است که عمل‌آوری جانداران آبزی به عنوان ماده‌ی خام برای تولید محصولات غذایی انسان، به جای غذای دام (یعنی آرد ماهی) از دیدگاه اقتصادی سودمندتر است. طی عملیات فیله کردن تجاری ماهیان باله‌دار (کاد، آزاد، قزل‌آلا، تیلاپیا، سیم دریا، پولاک و...) از یک ماهی کامل حدود ۷۰-۶۰ درصد فراورده‌های جنبی و ۴۰-۳۰